

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**ЖИТОМИРСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ**  
**АГРОЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**О. П. Житова, Л. Д. Романчук**

**ЗАГАЛЬНА ЕКОЛОГІЯ**



**Житомир**

**2019**

УДК 504  
Ж 74

*Схвалено та рекомендовано до видання Вченою радою Житомирського національного агроекологічного університету (протокол №1 від 28.08.2019 р.)*

**Укладачі:**

**Житова Олена Петрівна** – доктор біологічних наук, професор кафедри екології лісу та безпеки життєдіяльності ЖНАЕУ;

**Романчук Людмила Донатівна** – доктор сільськогосподарських наук, професор кафедри екології лісу та безпеки життєдіяльності ЖНАЕУ.

**Рецензенти:**

**Борщенко Валерій Володимирович** – доктор сільськогосподарських наук, доцент ЖНАЕУ;

**Гарбар Олександр Васильович** – доктор біологічних наук, професор Житомирського державного університету ім. І. Франка;

**Корнюшин Вадим Васильович** – доктор біологічних наук, професор, Інститут зоології ім. І. І. Шмальгаузена НАН України.

**Ж 74**

Загальна екологія : навчальний посібник / уклад. : Житова О. П., Романчук Л. Д. / За ред. О. П. Житової. – Житомир : ЖНАЕУ, 2019. – 204 с.

ISBN 978-617-7684-21-2

Навчальний посібник із дисципліни «Загальна екологія», розрахований на практичну підготовку студентів вищих закладів освіти. Викладено теоретичний матеріал відповідно навчальної робочої програми дисципліни, словник термінів і понять та тестові завдання для проведення підсумкового контролю знань. Авторами подано методичні рекомендації щодо організації самостійної навчальної діяльності студентів із екології.

Представлені матеріали в навчальному посібнику запозичено та систематизовано з інших видань, які наведено нами у списку використаних джерел.

ISBN 978-617-7684-21-2

© Житова О. П.,

© Романчук Л. Д.,

© ЖНАЕУ, 2019

## ЗМІСТ

<b>Вступ</b> .....	5
<i>(Житова О. П., Романчук Л. Д.)</i>	
<b>Тема № 1.</b> Методологія екологічних досліджень.....	7
<i>(Житова О. П., Романчук Л. Д.)</i>	
<b>Тема № 2.</b> Абіотичні фактори навколишнього середовища.....	13
<i>(Романчук Л. Д.)</i>	
<b>Тема № 3.</b> Біотичні та антропогенні фактори.....	25
<b>Тема № 4.</b> Трофічна структура біоценозу. Екологічні піраміди.....	34
<b>Тема № 5.</b> Функціональна роль популяцій у біоценозі-консорції та еколого-ценотичні рупи.....	47
<i>(Житова О. П.)</i>	
<b>Тема № 6.</b> Методи аналізу структури біоценозу.....	60
<i>(Житова О. П., Романчук Л. Д.)</i>	
<b>Тема № 7.</b> Фітоценози.....	68
<b>Тема № 8.</b> Біосфера. Біологічний кругообіг.....	74
<b>Тема № 9.</b> Демографічна проблема.....	85
<b>Тема № 10.</b> Сучасна екологічна криза та стратегії виживання людства.....	91
<i>(Житова О. П.)</i>	
<b>Тема № 11.</b> Навколишнє природне середовище та здоров'я людини.....	97
<b>Тема № 12.</b> Аналіз побутових відходів, рециклінг.....	103
<i>(Романчук Л. Д.)</i>	
<b>Тема № 13.</b> Атмосфера. Оцінка екологічного стану повітря.....	109
<b>Тема № 14.</b> Гідросфера. Забруднення води.....	118
<b>Тема № 15.</b> Літосфера. Екологічна роль ґрунтів.....	129
<i>(Житова О. П.)</i>	
<b>Тема № 16.</b> Визначення рівня радіоактивного забруднення харчових продуктів, заходи профілактики.....	136
<i>(Романчук Л. Д., Житова О. П.)</i>	

<b>Тема № 17. Соціологічне опитування як одна з форм інформування населення про стан навколишнього середовища.....</b>	<b>146</b>
Самостійна навчальна діяльність студента.....	156
Тестові завдання для підсумкового контролю.....	158
<i>(Житова О. П.)</i>	
Словник термінів і понять.....	187
<i>(Романчук Л. Д.)</i>	
Список використаних джерел.....	197
<i>(Житова О. П., Романчук Л. Д.)</i>	

## ВСТУП

Зростаюча залежність людини від навколишнього природного середовища і, з іншого боку, активне втручання її в умови існування живих організмів, викликала необхідність формування такої науки як екологія, котра вивчає взаємовідносини організмів із навколишнім середовищем, організацію та функціонування надорганізмових систем: популяцій, біогеоценозів та біосфери. Вона тісно пов'язана з еволюційним вченням, а також рішенням актуальних завдань сьогодення – охорони здоров'я людини та природи. Науково-технічний прогрес призвів до того, що людство стало однією з потужних сил у планетарному масштабі й одним із самих важливих компонентів біосфери Землі. Екологія дозволяє знайти допустимі межі втручання людини в діяльність Природи, доказує можливість перетворення її з метою покращення природного середовища, визначає оптимальне комплексне використання ресурсів планети, науковий підхід до охорони природи.

На жаль, людство вже давно стикається з екологічними проблемами, які мають локальний і глобальний характер. Зміни в навколишньому середовищі, котрі спричинені діяльністю людини, призвели до масштабної трансформації біосфери. Сучасний кризовий екологічний стан обумовлений не тільки впливом антропогенного фактора на біосферу планети, але й низьким рівнем екологізації освіти та виховання. З цією метою в багатьох країнах, зокрема в Україні, запроваджено вивчення екології на всіх рівнях освітнього процесу та загальне екологічне виховання населення.

Викладання навчальної дисципліни «Загальна екологія» у закладах вищої освіти при підготовці фахівців має на меті вивчення фундаментальних закономірностей у природі стосовно взаємозв'язків живих організмів із навколишнім природним середовищем та формування екологічної свідомості, культури й мислення та підвищення екологічної грамотності.

Завданням вивчення дисципліни є засвоєння студентами історії розвитку екології та визначення її місця в системі біологічних наук; екологічних явищ, стосунків, систем законів та правил; рівнів розвитку живих систем, законів та

правил; рівнів організації живих систем видового та надвидового рангу, особливостей їхньої взаємодії з оточуючим середовищем; окремих підрозділів екології: аутокології, демекології, синекології, екосистемології та біосферології; природних, соціальних та технологічних аспектів екологічної науки, формування біосферних та ноосферних уявлень про стан і перспективи природно-ресурсного потенціалу планети.

Важливе значення для опанування навчального матеріалу дисципліни «Загальна екологія» належить практичним заняттям. Використання їх у навчальному процесі надасть можливість студентам поглибити не тільки теоретичні знання, але й виробити і закріпити набуті професійні вміння та навички. Практичні роботи з екології також сприяють підвищенню пізнавальної активності студента і дозволять збільшити частку їх самостійної діяльності.

Внаслідок вивчення дисципліни «Загальна екологія» студент повинен *знати*:

- історію розвитку екології;
- закономірності дії екологічних факторів та наукові підходи до їх класифікації;
- структуру, динаміку та функціонування систем різних рівнів – від моноцену (організм – середовище) до глобальної екосистеми (біосферу);
- прикладні (природничі, спеціальні, технологічні) напрями розвитку екології;
- класифікацію природних ресурсів та ступінь їх використання;
- стратегію та шляхи забезпечення сталого розвитку на різних рівнях – локальному, регіональному та глобальному.

*вміти*:

- оцінювати вплив екологічних факторів середовища;
- вибирати методи та підходи при певних екологічних дослідженнях: вивченні дії екологічних факторів, динаміки чисельності популяцій, ефективності трофічних ланцюгів, продуктивності екосистем;
- давати комплексну оцінку стану та динаміки екосистем і прогнозувати перспективи їх розвитку;
- визначити ступінь антропогенного навантаження на екосистеми;
- вести лісове та садово-паркове господарство на засадах екологічної науки.

## ТЕМА № 1

### МЕТОДОЛОГІЯ ЕКОЛОГІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

**Ключові терміни:** методологія, спостереження, експеримент, екологічний моніторинг, екологічний аналіз.

#### Теоретичні відомості

Методологія пізнання екології завжди базувалася на підходах «експериментального природознавства».

**Методологія** – це система наукових принципів і наукового дослідження, вчення про науковий метод пізнання законів природи за допомогою сукупності методів дослідження [27]. Основою методології пізнання надорганізмових систем (популяцій, угруповань, екосистем) є спостереження.

Методологічною основою сучасної екології є: системний підхід та методи досліджень.

Методи екології як комплексної науки досить різноманітні, проте їх можна об'єднати у три основні групи:

- \*– методи, за допомогою яких збирають інформацію про стан екологічних об'єктів;
- \*– методи обробки отриманої інформації, узагальнення;
- \*– методи інтерпретації отриманих фактичних матеріалів, прогнозування стану екосистем.

Особливе значення у зборі інформації про стан біосфери та її окремих складових посідає *екологічний моніторинг* [14].

**Спостереження** – спосіб вивчення об'єкту дослідження (біологічної системи) за відсутності втручання до природного ходу подій. Це самий давній метод отримання інформації. Слід зауважити, щодо спостереження також відносяться й певні активні дії пізнання навколишнього середовища. Так, для вивчення властивостей об'єктів природного середовища, рослинного і тваринного світу, використовуються різноманітні прилади та устаткування.

Наприклад, кільцювання птахів дає можливість стежити за їх перельотами, особливо під час сезонних міграцій або облаштування пасток для відлову, наприклад, крота з метою визначення чисельності його популяції або відбір зразків води, ґрунту для виявлення ступеня їх забруднення.

Основними завданнями, які вирішуються під час *спостережень* у природних умовах є: визначення чисельності популяції, її меж, статичних та динамічних параметрів; визначення типів екосистем, їх меж, структури; визначення видового складу організмів, їх ролі в існуванні певної екологічної системи; встановлення кількісних характеристик (щільність популяцій тощо) й інтенсивності взаємозв'язків між ними (трофічних тощо); вивчення динаміки процесів (добових, сезонних, річних циклів тощо); з'ясування залежності окремих видів і популяцій від діяльності певних груп організмів, антропогенного впливу тощо.

Відмінною рисою спостереження є невтручання спостерігача в процеси, що відбуваються.

Метод *спостереження* має й обмеження – він дозволяє виявити лише зовнішні прояви природних явищ, тоді як внутрішні процеси, що відбуваються в довкіллі, часто залишаються недоступними. Тому, на сьогодні застосовуються комплексні спостереження за станом природи – *моніторинг* (від лат. *monitor* – той, хто нагадує, попереджає) навколишнього природного середовища. При таких спостереженнях оцінюється стан усіх природних компонентів, складається прогноз їх змін під впливом господарської діяльності людини.

В екології активно використовується експеримент.

**Експеримент** – свідоме втручання до природного ходу процесів у екосистемі з метою з'ясування функції «відповіді» системи на різноманітні впливи. Важливою умовою експерименту є необхідність зіставлення результатів спостережень на експериментальній та контрольній ділянках екосистеми.

Розрізняють *природні* (польові) та *лабораторні* експерименти. Останні, зазвичай, проводять над окремими видами.

Для екологічних досліджень першочергове значення мають *природні* дослідження. Експеримент за таких умов проводять, як правило, для з'ясування



впливу тих чи інших чинників на життя будь-якої популяції конкретного виду. Наприклад, в ході природного експерименту з'ясовується, як зміниться чисельність дикого кабана, оленів і косуль в лісі, якщо відстрілювати щороку деяку кількість хижаків і регулярно підгодовувати тварин у зимовий час; результати вивчення екологічних зв'язків комах дають можливість встановити фактори, які впливають на швидкість розвитку, плодючість, виживання ряду шкідників (температура, вологість, корм).

У зв'язку зі складністю екологічних систем щодо їх вивчення часто використовують моделювання.

**Моделювання** – дослідження властивостей системи на прикладі її моделі – спрощеному та зменшеному відображенні реальної системи. Особливо цінним моделювання є у випадках, коли дослідження над реальною екосистемою, з огляду на її масштаби, проводити неможливо. Наприклад, дослідження океану, впливу радіоактивного випромінювання на екосистеми. Тому, для вирішення таких завдань створюється модель і подальші дослідження проводяться на ній. Як модель може виступати матеріальна копія об'єкта екології, до певної міри спрощена. Наприклад, акваріум можна розглядати як модель ставка.

**Математичний метод** – система математичних співвідношень, які описують досліджуваний процес або явище. Використання математичних та інформаційних методів є необхідною умовою для грамотної побудови досліджень та опрацювання інформації і отриманих даних. Безпечне управління природними процесами, особливо з врахуванням техногенних факторів, неможливе без прогнозування ситуацій, що обумовлює необхідність використання математичних методів і моделей.

**Екологічний моніторинг** – це процес безперервного спостереження, облік стану та прогнозу змін у навколишньому середовищі, створений із метою виділення антропогенних складових цих змін на тлі природних процесів. Моніторинг може здійснюватися різноманітними засобами: фізичними, хімічними, біологічними, авіаційними та космічними.

Залежно від завдань, що вирішуються системою екологічного моніторингу, застосовують різні його види.

*Види екологічного моніторингу:*

\*– біосферний (глобальний) – пов'язаний з міжнародними науково-технічними програмами, здійснює спостереження за змінами в біосфері, що пов'язані з антропогенним впливом;

\*– національний – охоплює всю територію України;

\* – регіональний – на територіях, які характеризуються єдністю фізико-хімічних, екологічних та економічних умов;

\* – локальний – на території нижче регіонального рівня;

\*– біоекологічний (санітарно-гігієнічний);

\*– геоекологічний (природно-господарський) – передбачає спостереження за природними екосистемами, агробіотою, індустриальними екосистемами;

\*– геофізичний;

\*– біологічний – моніторинг біологічної складової екосистеми (біоти).

Важливу роль у системі екологічного моніторингу виконує біологічний моніторинг. Головний метод біологічного моніторингу – біоіндикація, зміст якої полягає в реєстрації будь-яких змін у біоті, викликаних антропогенними факторами [29].

**Екологічний аналіз** – це функціональний аспект проектного аналізу, метою якого є встановлення впливу проекту на навколишнє природне середовище, оцінення всіх вигід і витрат внаслідок такого впливу та формування заходів, необхідних для пом'якшення або запобігання шкоди довкіллю під час здійснення проекту.

Завданням екологічного аналізу є визначення: обсягу можливої потенційної шкоди навколишньому середовищу під час реалізації проекту; потрібних засобів для запобігання цій шкоді чи пом'якшення її.

Глибина необхідної оцінки впливу проекту на навколишнє середовище залежить насамперед від кількісних та якісних змін у ньому, очікуваних від проекту. Проекти по відношенню до довкілля можуть бути різними, одні з них є

безпечними, інші можуть мати негативний вплив на середовище. Тому, найважливішим і найскладнішим завданням при реалізації будь-якого проекту є визначення екологічних або пов'язаних із природними ресурсами наслідків.

Основними принципами екологічного аналізу є:

- \*– оцінка екологічних наслідків проекту;
- \*– урахування взаємозалежних вигід і витрат;
- \*– оцінка екологічних вигід і витрат у варіантах «з проектом» і «без проекту»;
- \*– оцінка неявних вигід і витрат.

Основні етапи проведення екологічного аналізу :

\*– аналіз первинних екологічних умов (опис природно-географічного середовища проекту, його фізичного та біологічного балансу);

\*– оцінка потенційного безпосереднього або опосередкованого впливу проекту на навколишнє середовище (визначення позитивних та негативних наслідків здійснення проекту, розробка заходів щодо усунення негативних наслідків, які неможливо ліквідувати);

\*– аналіз альтернативних варіантів проекту (визначення та аналіз альтернативних можливостей реалізації проекту);

\*– розробка заходів щодо запобігання, скорочення або компенсації негативного впливу на навколишнє середовище (визначення економічно обґрунтованих із погляду витрат заходів, які можуть зменшити негативні наслідки до прийняттого (допустимого) рівня);

\*– екологічна підготовка менеджменту та персоналу (підготовка керівництва і спеціалістів, які повинні відповідати за екологічну безпеку проекту, здійснювати заходи з охорони та контролю стану навколишнього середовища);

\*– екологічний моніторинг – план поточного контролю.

## **Практичні завдання**

**1.** Доповніть речення :

А) Система математичних співвідношень, які описують досліджуваний процес або явище – це...

Б) Свідоме втручання до природного ходу процесів у екосистемі з метою з'ясування функції «відповіді» системи на різноманітні впливи – це...

В) Процес безперервного спостереження, облік стану та прогнозу змін у навколишньому середовищі, створений з метою виділення антропогенних складових цих змін на тлі природних процесів – це...

Г) Спосіб вивчення об'єкту дослідження (біологічної системи) за відсутності втручання до природного ходу подій – це ...

2. Назвіть методи екологічних досліджень та коротко поясніть їх сутність, результати оформте у вигляді таблиці.

#### Екологічні методи дослідження

№	Назва	Основний зміст

#### Запитання до самоконтролю:

1. Що таке методологія?
2. Назвіть основні групи методів екології.
3. Охарактеризуйте екологічний моніторинг, назвіть його види?
4. В чому суть екологічного аналізу, його основні етапи.
5. Що таке експеримент? Назвіть його категорії.
6. Охарактеризуйте методи: моделювання та математичний.
7. Поясніть суть методу спостереження.

## Тема № 2

### АБІОТИЧНІ ФАКТОРИ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

**Ключові терміни:** екологічні фактори, абіотичні фактори, екологічна валентність, верхня, нижня межа витривалості, фотоперіод, фотоперіодизм.

#### Теоретичні відомості

На Землі усі живі організми існують не ізольовано одне від одного, а спільно, утворюючи угруповання. Все, що оточує живі організми та впливає на них, і становить середовище їх існування. Вплив середовища існування сприймається організмами через фактори середовища, які називаються *екологічними факторами*.

**Екологічні фактори** – це сукупність всіх чинників середовища (температура, волога, світло, живі організми тощо), які впливають на організми [39, 40].

Всі екологічні фактори поділяють на: абіотичні, біотичні та антропогенні [3, 4, 13, 18, 19]. (табл. 1). Екологічні фактори звичайно діють не поодиноці, а цілим комплексом.

**Таблиця 1**

Класифікація екологічних факторів

Абіотичні	Біотичні	Антропогенні
Кліматичні (світло, теплота, волога, тиск)	Фітогенні (рослинні організми)	Діяльність людини
Ґрунтові (газовий склад повітря, сольовий склад води, склад ґрунтових розчинів)	Зоогенні (тварини)	
Хімічні (газовий склад повітря, сольовий склад води, склад ґрунтових розчинів).	Мікрогенні (віруси, найпростіші, бактерії)	

Вивчати оптимальні дози екологічних факторів для тих чи інших видів організмів можна різними методами: спостереженням та експериментально.

Кожен екологічний фактор впливає на живі організми позитивно чи негативно.

За екологічною валентністю розрізняють *стенобіонтні* та *еврибіонтні* види. Ступінь толерантності організмів позначають за допомогою префіксів «еври» – широкий і «стено» – вузький [3, 4].

*Стенобіонти* – біологічні види, які можуть існувати лише при дуже незначній зміні чинників середовища (температура, кислотність, волога, тиск, солоність тощо). До стенобіонтів належать :

*Стенофаги* – тварини, які живляться обмеженими видами кормів (олігофаги) або лише одним (монофаги). Наприклад: коала, колібрі.

*Стенобати* – тварини водойм, які можуть існувати тільки на певній глибини за певного тиску води. Наприклад: личинки комарів, камбала.

*Стенотерми* – організми, які пристосовані до відносно постійних температурних умов навколишнього середовища та не витримують їх коливань. Наприклад : представники родини лососевих (форель, сьомга, кета, муксун).

*Еврибіонти* – біологічні види, які можуть існувати при значних змінах чинників навколишнього середовища. До еврибіонтів належать:

*Еврифаги* – тварини, які живляться різноманітною рослинною та тваринною їжею. Наприклад: ворони, пацюки, свині.

*Еврибати* – тварини водойм із широким діапазоном вертикального поширення, що витримують значні коливання тиску води. Наприклад: губки, кити.

*Евритерми* – організми, які пристосовані до значних коливань температури навколишнього середовища. Наприклад: сокіл, вовк.

Результат дії екологічних чинників залежить перш за все від сили його прояву. Сприятливу силу впливу фактору, таку що забезпечує найкращі або оптимальні умови життєдіяльності особин, називають *зоною оптимуму* екологічного фактора або просто оптимумом для організмів даного виду.

Значення дії екологічного фактора, за яким існування організмів стає неможливим, називають *верхньою* та *нижньою* межами *витривалості*. В екології цей принцип називають *законом оптимуму* [3, 4, 18, 24, 28, 39, 40]. Чим більше відхилення інтенсивності дії окремого екологічного фактора від оптимальної, тим більше буде виражена його негативна (пригноблююча) дія на організм (*зона песимуму*) [19]. В міру віддалення від оптимуму посилюється стрес, в кінцевому рахунку при досягненні межі стійкості цей організм гине (рис. 1).

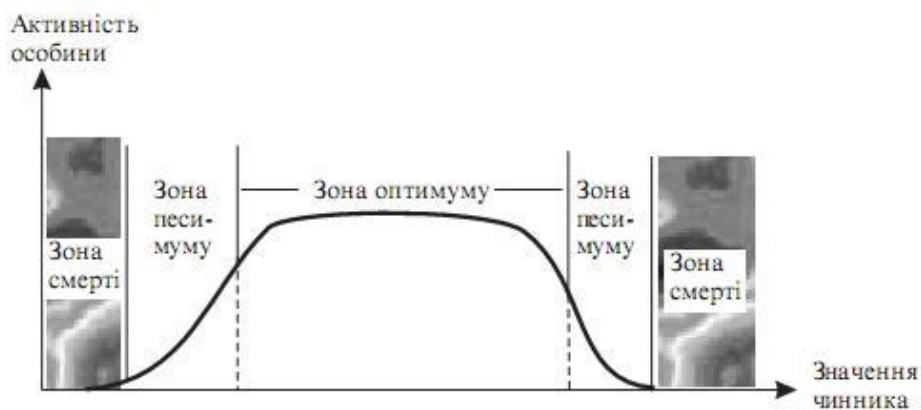


Рис. 1. Нелінійна реакція особини на вплив різних значень екологічних чинників довкілля

Діапазон оптимуму і песимуму щодо кожного фактора середовища для різних видів є критерієм визначення здатності організмів пристосовуватися (адаптуватися) до змін умов середовища. У зв'язку з цим розрізняють *високовитривалі види, здатні існувати в умовах широкого діапазону стійкості*, та *види, здатні виживати лише в умовах майже незмінної дії того чи іншого фактора*.

Межі витривалості між критичними точками у різних діапазонах дії факторів називається *екологічною валентністю*, або *екологічною індивідуальністю виду* [3]. Загальний інтервал значення чинника між верхньою і нижньою межею стійкості називається *діапазоном стійкості*. Оптимум і межі стійкості у різних видів неоднакові. Наприклад, північний олень витримує коливання температури повітря від  $-65\text{ }^{\circ}\text{C}$  до  $25\text{--}30\text{ }^{\circ}\text{C}$ , температура розвитку ікри жаби від  $0$  до  $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,

тропічні корали гинуть при зміні температури навіть на 5–6 °С, насіння конюшини червоної проростає при 1–37°С, пшениці 3–32°С.

Доказом наявності оптимальних умов існування організмів є їхній інтенсивний ріст та розмноження в максимальній кількості [3, 35, 39, 40] (рис. 2).

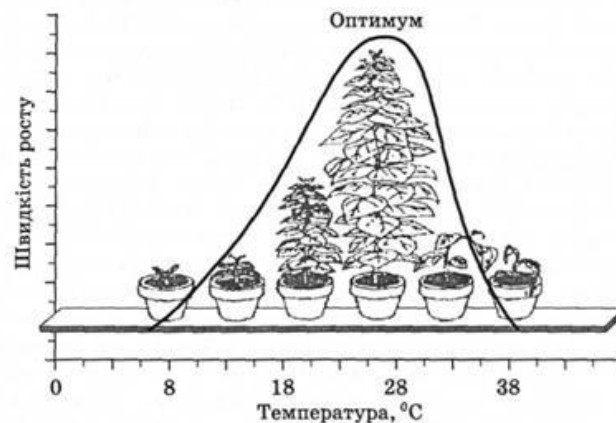


Рис. 2. Залежність швидкості росту рослини від температури

Вимірюючи ті чи інші дози факторів і зіставляючи їх із проявом життєдіяльності організмів, можна емпірично встановити оптимум певних факторів.

**Абіотичні фактори** (фактори неживої природи) – це комплекс умов довкілля, що має прямий або опосередкований вплив на організми, популяції, біоценози [3, 39, 40].

До них відносяться кліматичні, геологічні, географічні фактори, фізичні й хімічні агенти, а також – повені та пожежі тощо. Найважливішими абіотичними факторами середовища є температурні, світлові, водні, повітряні та ґрунтові (едафічні). В деяких класифікаціях виділяють такі абіотичні фактори, як орографічні, що включають рельєф, геологічні відмінності земної поверхні (табл. 2).

Вплив на організм абіотичних факторів різноманітний і залежить від інтенсивності впливу кожного окремо взятого фактора та поєднання їх між



собою. Основними серед абіотичних факторів є температура, вологість, освітленість, газовий склад атмосфери.

**Таблиця 2**

Основні види абіотичних факторів

<b>Кліматичні або атмосферні</b>	<b>Едафічні (грунтові фактори)</b>	<b>Орографічні</b>	<b>Гідрологічні (фактори водного середовища)</b>
Сонячна радіація	Структура ґрунту	Фактори рельєфу	Освітленість
Температура	Механічний склад ґрунту		Температура
Вологість повітря та опади	Вологість		Солоність
Газовий склад повітря	Солоність		Газовий режим
Атмосферний тиск та течії повітря	Кислотність		Тиск
Атмосферна електрика	Показники рН		

*Температура* – один із найважливіших кліматичних факторів [24]. Від неї залежать усі життєво необхідні процеси, що відбуваються в організмі рослин та тварин. На земній поверхні залежить передусім від географічної широти, висоти над рівнем моря, пори року, сезону, часу, доби.

Для кожного виду характерні своя оптимальна температура і крайні межі виживання, за яких відбуваються процеси життєдіяльності. Різка зміна критичних для організму значень температури може спричинити до

сповільнення або прискорення фізіологічних процесів і навіть до його загибелі. Для більшості видів температурний інтервал існування становить від 0 до 50 °С.

Згідно із **правилом Вант-Гоффа**, при збільшенні температури на кожні 10°С швидкість більшості хімічних реакцій в організмі збільшується у 2–4 рази [23]. Наприклад, оптимальною для життєдіяльності лучного метелика є температура +25–32°С, при 35°С особини гинуть, а при 10°С розвиток їх припиняється. Мешканці прісних водойм можуть витримати як промерзання, так і нагрівання води до +41–44°С. Проте є такі організми, які активно існують при температурі, що виходить за ці межі. Так, бактерії гарячих джерел витримують температуру до +88–100°С, синьо-зелені водорості – близько +80°С.

По відношенню до тепла виділяють дві групи рослин:

\*– *теплолюбні* – оптимум лежить у межах підвищених температур (зони тропічного і субтропічного клімату);

\*– *холодостійкі* – для них оптимальні низькі температури (полярні і високогірні зони).

Вплив теплового режиму на тварин простежується більш чітко. Залежно від віддаленості від полюсів до екватора розміри тварин з непостійною температурою тіла стають більші, а з постійною менші (**правило Бергмана**) [4].

Застосування правила: найбільші за розміром пінгвіни, імператорський пінгвін (висота 1,2 м, вага 34 кг), мешкають в Антарктиді, найменший, заввишки до 50 см, на Галапагоських островах, біля самого екватора; найбільші тварини планети – слони, носороги, бегемоти, мешкають в теплих кліматичних зонах).

Правило Бергмана – зоогеографічне правило сформоване німецьким біологом Карлом Бергманом у 1847 р. *Суть правила* – теплопродукція (виділення тепла клітинами організму) пропорційна об'єму тіла. Тепловіддача пропорційна площі поверхні тіла. Умови при яких виконується правило: тварини гомойотермні; порівнюють близькоспоріднені види (або підвиди одного виду).

У тварин з постійною температурою тіла у холодних кліматичних зонах спостерігається зменшення частин тіла, які виступають (вуха, ніс, лапи, хвіст) порівняно з мешканцями більш теплих зон і областей (**правило Аллена**) [4]. Такі

тварини перетворюють енергію їжі в тепло для підтримання постійної температури тіла. Застосування правила: вуха песця – тундри і лисиці звичайної – помірних широт.

Правило Аллена – зоогеографічне правило сформоване Джоелем Асафом Алленом в 1877 р. *Суть правила* – теплопродукція пропорційна об'єму тіла. Умови при яких виконується правило: тварини гомойотермні; порівнюють близькоспоріднені види (або підвиди одного виду).

*Світло* – один із найважливіших факторів, з яким пов'язане життя на планеті Земля, інтенсивність його змінюється по сезонах року та протягом доби. Основним його джерелом є сонячне світло (сонячна радіація) [24]. У спектрі сонячного випромінювання виділяють три біологічно нерівнозначні зони: ультрафіолетову (8–10 %), видиму (45 %), та інфрачервону (45 %).

Ультрафіолетове випромінювання згубне для всього живого. Особливо необхідним для життя є видиме опромінювання. Його використовують зелені рослини для фотосинтезу. Більшість тварин добре розрізняють це випромінювання, без якого неможливе орієнтування в просторі за допомогою органів зору. Інфрачервоне випромінювання містить найбільше теплової енергії. Поглинаючи його, тканини рослин і тварин нагріваються. Від цього випромінювання залежить інтенсивність фізіологічних процесів рослин і пойкилотермних тварин.

По відношенню до світла розрізняють три групи рослин:

\*– *світлолюбні* або *геліофіти* – зустрічаються на відкритих місцях існування, тривале існування у тіньових умовах пригнічує їхній ріст та розвиток (види пустель, тундри та рослини першого ярусу – очиток їдкий, мати-й-мачуха).

\*– *тіньові* або *сциофіти* – це рослини, які звикли жити в умовах тривалого затемнення і не витримують тривалого яскравого сонячного освітлення. Це рослини печер, скель, водних глибин, ґрунту (квасениця звичайна, багатоніжка звичайна, подорожник ланцетолистий).

\*– *тіньовитривалі* або *сциогеліофіти* – це рослини, як здатні рости в затінених місцях, а також при недостатньому сонячному освітленні. До деревних

тіньовитривалих рослин належать рослини, які мають густу облистяну крону, яка має темно-зелене листя, багате на хлорофіл (липа серцелиста, граб звичайний, ялина звичайна, ялиця біла). До трав'янистих тіньовитривалих рослин належать: копитняк європейський, ягиця звичайна, підмаренник справжній.

Інтенсивність освітлення впливає на спосіб життя тварин. Є види, які ведуть присмерковий, нічний та денний спосіб життя. Наприклад, комарі активні з вечора до ранку, летючі миші після заходу сонця. Із настанням сутінок на полювання виходять сова, їжак, куниця та ін.

Характер освітлення має добову та сезонну періодичність. Тривалість світлового дня називають *фотоперіодом*, а реакцію рослин і тварин на тривалість світлового дня і ночі – *фотоперіодизм*. Наприклад, фотоперіодизм у тварин проявляється у настанні та припиненні періоду парування, плодючості, зимової сплячки, міграції тощо. Розмноження більшості жуйних тварин починається в період з коротким світловим днем, а дрібних хижаків, лисиць, різних гризунів — коли день стає довшим. Птахи навесні, коли подовжується світловий день, починають будувати гнізда. Фотоперіодизм, поряд з температурою, вологістю, є причиною *dianaузи* – тимчасового фізіологічного спокою у розвитку багатьох тварин.

*Вода* – синонім Життя, його невід'ємна частина. Це найпоширеніша на Землі речовина, котра займає 71% суші. На Землі вода існує в трьох агрегатних станах: рідкому (вода), твердому (лід) та газоподібному (водяна пара). Вода є: головною складовою частиною живих організмів; основне джерело кисню в процесі фотосинтезу; основним механізмом взаємозв'язку всіх процесів у екосистемах (обмін речовин, зростання біомаси, обмін тепла); середовище проживання гідробіонтів; одним із основних видів мінеральної сировини (людство використовує в тисячу разів більше води, ніж нафти, вугілля й ін. мінеральних речовин); основний кліматоутворюючий фактор, видозмінює інші важливі екологічні фактори, як температура, аерація ґрунту, засвоєння рослинами елементів живлення, надходження в організми хімічних елементів.

По відношенню до води виділяють чотири групи рослин:

\*– *гігрофіти* – рослини вологих місць існування (аїр, бегонія, традесканція, філодендрон);

\*– *ксерофіти* – рослини посушливих місць існувань; Рослини цієї групи здатні витримувати тривалу посуху і залишаються фізіологічно активними (рослини пустель, степів). Ксерофіти поділяються на *сукуленти* (соковиті рослини з добре розвиненими водозапасаючими органами (молодило, молочай, аспарагус)) і *склерофіти* (рослини, які сухі на вигляд, часто з дрібними листками (злаки, лишайники, едельвейс)).

\*– *мезофіти* – це рослини, що ростуть на помірно вологих ґрунтах. Зустрічаються у тропічних і прохолодних зонах, але люблять середні умови вологості і температури (рослини первоцвіти);

\*– *гідрофіти* – водні рослини, що повністю занурені у воду (елодея, водяні жовтеці, елодея);

Тварини по відношенню до води поділяються на три екологічні групи :

\*– *гігрофіли* – вологолюбні тварини, які потребують високої вологи (мокриці, комарі, наземні молюски);

\*– *мезофіли* – тварини, які існують в умовах помірної вологості (журавель сірій);

\*– *ксерофіли* – посухолюбні тварини, які не виносять високої вологості (плазуни, пустельні гризуни).

У тварин спостерігають три типи пристосувань до вологи: поведінкові, морфологічні, фізіологічні.

Поведінкові пов'язані з пошуком води, вибором місця існування. Наприклад, мокриці риють глибокі вертикальні нірки, де завжди є волога, а на поверхню виходять при підвищенні вологи приземного шару.

Морфологічні – утвори, які сприяють затриманню вологи в тілі. Наприклад, черепашки слимаків, ороговілі покриви рептилій).

Фізіологічні – обумовлені здатністю до утворення метаболічної вологи, економії води, величини потовиділення (верблюди).

## Практичні завдання

1. Охарактеризуйте закон оптимуму. Поясніть на прикладах принцип його дії.

2. Дайте визначення:

А) Еврібіонти – це ...

Б) Стенобіонти – це...

3. Назвіть види рослин, які пристосовані до різних умов середовища : морозостійкі, світлолюбні, тіньовитривалі, теплолюбні, холодолюбні, вологолюбні, посухостійкі.

4. Назвіть з представлених рослин світлолюбну (геліофіт) та тіньовитривалу (сциофіт), якщо відомо, що у свіжому листку латаття жовтого кількість хлоропластів на одну клітину становить від 50 до 300 шт., а у конвалії звичайної – 10–40 шт. хлоропластів на клітину.

5. Назвіть абіотичні фактори (грунтові, кліматичні, орографічні), які найбільше та найчастіше знижують врожай культурних рослин у північних областях України ?

6. Визначте до якої екологічної групи, по відношенню до температури, належать:

А) рослини: конвалія травнева, рогіз вузьколистий, верблюжа колючка, сосна звичайна, евкаліпт кулястий, липа серцелиста, тис ягідний, дуб червоний, крушина ламка, фінікова пальма, баобаб, гіркокаштан звичайний.

Б) тварини: шацький вугор, черепаха болотяна, рожевий пелікан, глушець, ефіопський їжак, заєць-біляк, ведмідь бурий, ведмідь білий, фенек, лось, бенгальський тигр. Результати оформте у вигляді таблиці.

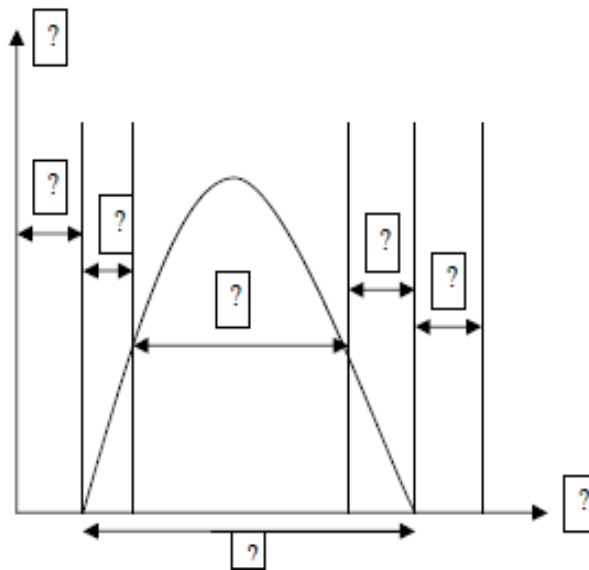
№	Стенотермні	Евритермні

7. Назвіть фактори, які необхідні для життя, заповніть таблицю.

Фактори, необхідні для життя

Фактор	Роль факторів у житті людини	
	рослин	тварин
Світло		
Повітря		
Вода		
Тепло		
Мінеральні солі		

8. Як відомо, до абіотичних факторів відноситься світло, температура, вітер, хімічні біогенні елементи, кислотність (рН), солоність, вогонь. Вплив абіотичних факторів на живі організми характеризуються наступними поняттями: оптимум (зона комфорту), пессимум (стресова зона), межа стійкості, зона толерантності. Знайдіть в підручниках, навчальних посібниках і словниках визначення цих понять і нанесіть на графік відповідні позначення.



Вплив екологічного фактору на живий організм

### Запитання для самоконтролю:

1. Що таке екологічний та абіотичний фактор.
2. Охарактеризуйте закон оптимуму, наведіть приклади.
3. Назвіть та охарактеризуйте основні види абіотичних факторів.
4. Що таке зона оптимуму та песимуму?
5. Поясніть суть екологічної індивідуальності виду, наведіть приклади.
6. Як впливають на існування організму відхилення від оптимуму факторів (мінімум і максимум)?
7. Наведіть приклади тварин – *гігрофілів* та рослин – *сциогеліофітів*.
8. Охарактеризуйте правило *Бергмана* та правило *Аллена*.



## Тема № 3

### БІОТИЧНІ ТА АНТРОПОГЕННІ ФАКТОРИ

**Ключові терміни:** коакції, паразитизм, хижацтво, конкуренція, аменсалізм, мутуалізм, симбіоз, коменсалізм, прокооперація, нейтралізм.

#### Теоретичні відомості

У природному середовищі на кожний організм або групу організмів, крім абіотичних чинників, діють і живі істоти, які є невід'ємною частиною середовища проживання. Безпосереднє живе оточення організму називається *біотичним середовищем*.

**Біотичні, або біогенні фактори** (від грец. *biotikos* – життєвий) – сукупність впливів прямої або опосередкованої дії одних організмів на життєдіяльність інших.

Взаємодії між тваринами, рослинами і мікроорганізмами в екосистемі поділяються на *прямі*, що пов'язані з безпосередньою дією одних організмів на інші (запилення комахами, паразитування одних організмів на інших тощо) та *непрямі*, котрі зумовлені зміною абіотичних чинників середовища (рослини своєю присутністю змінюють режим дії абіотичних чинників середовища для інших рослин, тварин і мікроорганізмів) (рис. 3). Загалом будь-яке рослинне угруповання істотно впливає на сукупність абіотичних характеристик середовища. Можливими є також взаємозв'язки між особинами одного виду (боротьба за поживу, за лідерство у зграї, захист ділянки) та між особинами різних видів [3].

На сьогодні є різні класифікації типів біотичних взаємовідносин. Біотичні фактори (за Ф. Клеменсом та В. Шелфордом, 1939) розділяють на два типи *коакцій*: *гомотипові* та *гетеротипові реакції* [3, 4, 18, 29, 39, 40].

**Гомотипові реакції** – це взаємодія між особинами одного виду, яка проявляється в ефекті маси, ефекті групи і внутрішньовидовій конкуренції [4].



Рис. 3. Приклад прямої взаємодії (тварини та рослини)

**А) Ефект групи** – це вплив числа індивідумів у групі особин на поведінку, фізіологію, розвиток, розмноження, що забезпечується сприйняттям присутності особин свого виду через органи відчуття (наприклад: баклани можуть існувати у колоніях не менше 10 тис. осіб; стадо північного оленя – 300 голів). При сумісному житті особин одного виду за низької чи високої чисельності групи проявляються *позитивні ефекти*. Наприклад, зграя вовків може полювати на здобич великих розмірів; бізони у стаді краще бороняться від хижаків, у комах – сарана у групі відмічають інтенсивніший метаболізм, швидкість росту і прискорення статевої зрілості. *Негативні ефекти* виникають, переважно, за надмірної щільності групи. Наприклад, ріст пуголовків у групі сповільнюється; знижується плодючість домових мишей; у жуків мучного хрущака збільшується частка незапліднених яєць.

**Б) Ефект маси** проявляється в середовищі існування виду за збільшення чисельності особин і щільності їх популяції та не пов'язаний зі сприйняттям організмами особин того ж виду. Переважно ефект маси негативно відображається на плодючості, швидкості росту й тривалості життя особин у групі. Прикладом ефекту маси є розвиток популяції мучного хрущака в муці. Постійне накопичення екскрементів, шкурок від линьок призводить до погіршення якості середовища існування та, як наслідок, зумовлює зниження

плодючості і підвищення смертності в популяції. В природних умовах ефект групи та маси проявляються одночасно.

**Агрегація** – це скупчення особин одного виду. Ступінь агрегації залежить від умов місцеіснування, впливу кліматичних, геологічних, едафічних та інших чинників, але насамперед, від біологічних особливостей виду.

**Ізоляцією** називають явище протилежне агрегації, яке виникає внаслідок конкуренції між особинами за ресурси середовища і забезпечує формування прямого антагонізму між ними. У вищих тварин ізоляція є результатом механізму поведінки (наприклад, захист території, агресія), а у нижчих тварин і рослин має хімічну природу (наприклад, виділення фітонцидів).

**В) Внутрішньовидова конкуренція** – це взаємовідносини, за яких організми одного виду конкурують між собою за одні й ті ж ресурси довкілля при недостатності останніх (наприклад, харчові ресурси, статевий партнер, сховище, та ін.). Вплив внутрішньовидової конкуренції на природні екосистеми надзвичайно великий і полягає у підтриманні оптимальної чисельності популяції за рахунок природного добору. Прикладом внутрішньовидової конкуренції може слугувати одновіковий сосновий ліс, у якому рослини одного виду та одного віку конкурують за світло (рис. 4).

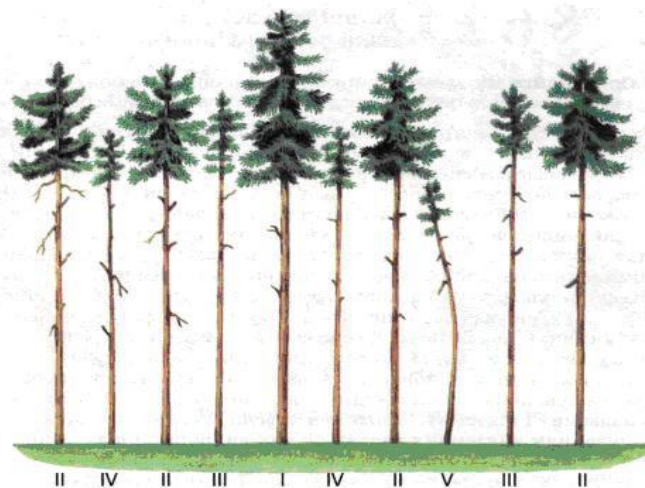


Рис. 4. Внутрішньовидова конкуренція рослин за світло (цифрами показано ступінь пригнічення)

У тварин внутрішньовидова конкуренція призводить до виникнення ієрархії. Потреби популяції зростають і конкуренція загострюється по мірі росту особин та агрегації, що супроводжується зростанням ризику загибелі особин. Наприклад, хижі звірі та птахи особливо в «голодні» роки знищують слабих особин того ж виду.

**Гетеротипові реакції** – це взаємодія між особинами різних видів, яка може носити позитивний, негативний та нейтральний характер [4]. Класифікація біологічних взаємодій популяцій наведено в табл. 3.

**Нейтралізм** – це співжиття двох видів на одній території, що не мають позитивних чи негативних наслідків (наприклад, лосі та сови). В природі такий вид взаємовідносин зустрічається вкрай рідко, оскільки у більшості випадків між особинами різних видів існують опосередковані впливи.

**Симбіоз** – це взаємодія й співіснування різних філогенетично не пов'язаних між собою організмів, при цьому жодна із сторін не може існувати без іншої, а популяції, які взаємодіють називають **симбіонтами** (наприклад, лишайник є симбіозом водорості та гриба; співіснування коренів вищих рослин із грибноцею шапкових грибів – берези і підберезовика, осики та підосичника тощо).

**Мутуалізм** – обопільне вигідне і взаємозалежне співіснування двох організмів, двох істот. У своїх крайніх проявах мутуалізм призводить до того, що жоден із симбіонтів не може існувати без іншого. Мутуалізм розглядають як один з різновидів симбіозу. Прикладом є бактерії, гриби, які живуть в організмі кровосисних комах і кліщів у спеціальних клітинних утворах – міцетомах. Ці бактерії і гриби у природі не зустрічаються. Однак, і комахи, штучно звільнені від симбіонтів, не можуть нормально існувати через неспроможність повноцінно засвоювати кров і врешті решт гинуть. Так само терміти, які живляться переважно деревиною, тобто майже чистою клітковиною, самі її перетравлювати не здатні, і тому без симбіонтів існувати не можуть.

## Класифікація біологічних взаємодій популяцій

(за Л. Б. Лук'янова, 2016) [24]

№	Тип взаємодії	Вид		Загальна характеристика взаємодії
		1	2	
1	Нейтралізм	0	0	Популяції не впливають одна на одну
2	Конкуренція, безпосередня взаємодія	-	-	Пряме взаємне пригнічення обох видів
3	Конкуренція, взаємодія заради ресурсів	-	-	Непряме пригнічення при дефіциті загального ресурсу
4	Аменсалізм	-	0	Популяція 2 пригнічує популяцію 1, але сама не відчуває негативного впливу
5	Паразитизм. Хижацтво	+	-	Одна з популяцій дістає користь, друга відчуває пригнічення
6	Коменсалізм	+	0	Популяція 1, коменсал, дістає користь від об'єднання; популяції 2 це об'єднання байдуже
7	Протокооперація	+	+	Взаємодія сприятлива, але не обов'язкова для обох видів
8	Мутуалізм	+	+	Взаємодія сприятлива для обох видів і є обов'язковою

**Прокооперація** – це форма симбіотичних відносин, коли взаємодія організмів взаємовигідна, але носить тимчасовий характер та не обов'язкова для їхнього існування. Наприклад, актинія (тип Кишковопорожнинні, клас Коралові поліпи) поселяється на поверхні панциру ракоподібних, маскуючи їх та захищаючи своїми жалкими клітинами, а сама живиться залишками їжі рачків та

переміщуються за їх допомогою. Риби-чистильники, які живляться паразитами на поверхні тіла гідробіонта – мурени.

**Коменсалізм** – «співтрапезництво» – одна з форм симбіозу, за якої між співжителами немає метаболічної залежності, один із них (коменсал) користується залишками їжі, захистом чи іншими перевагами за рахунок іншого, проте інший за таких стосунків не відчуває ані зиску, ані шкоди, взаємодія є нейтральною. Різновиди коменсалізму :

\*– *синойкія* – співжиття або квартиранство (наприклад, черви-поліхети, що є мешканцями черепашок моллюсків, які використовують раки-самітники);

\*– *паройкія* – мешканці слабших, дрібніших тварин поряд із більшою, сильнішою твариною, під її захистом (наприклад, дрібні рибки, що оселяються у зоні дії щупалець великих медуз, супроводжуючи їх під час переміщення у воді);

\*– *епіойкія* – оселення на поверхні тіла, на покривах інших тварин. Воно може бути тимчасового характеру (прикріплення риби-приліпали до акули, яку вона супроводжує), або постійного – сидячоприкріпленні тварини: губки, гідроїди, вусоногі раки, які зазвичай оселяються вільно на різних водних предметах, а також на багатьох водних тваринах. *Форезія* – деякі дрібні тварини використовують інших, більших за розмірами, тварин для переносу з місця на місце, або з одного хазяїна на іншого (наприклад, кліщі на мухах-кровососках). Таку форму спіжиття називають *транспортною епіойкією*.

\*– *ендойкія* – оселення у внутрішніх органах та порожнинах тіла іншої тварини, якщо останні мають постійне сполучення із зовнішнім середовищем (Наприклад, рибка фірастер, яка ховається у водяних легенях голотурії).

**Аменсалізм** – форма біологічної взаємодії двох видів, за якою один з них чинить шкоду іншим і не отримує при цьому відчутної користі для себе (ялина, яка пригнічує ріст і розвиток рослин нижнього ярусу).

**Алелопатія (антибіоз)** – є різновидом аменсалізму і характеризується явищем, за якого один організм виділяє у довкілля продукти життєдіяльності, які створюють несприятливі умови для існування іншого виду. Це явище поширене у грибів,

рослин, бактерій (вищі рослини для знищення мікроорганізмів використовують фітонциди, а мікроорганізми – маразміни, які шкодять вищим рослинам.

**Хижацтво** – це взаємодія, за якої одна популяція з метою живлення нападає на одну або декілька особин інших видів, при цьому стан популяції хижака тісно пов'язаний зі станом популяції жертви (популяції вовка і оленя; вовки та зайці). При зменшенні популяції одного виду жертви (наприклад, зайців) хижак може переключатися на іншу (наприклад, миші, косулі, жаби, комахи). Різновидом хижацтва є канібалізм, який характеризується вбиванням та поїданням особин того ж виду. Наприклад, він притаманний популяції щурів, бурих ведмедів. У деяких видів тварин дорослі особини живляться власним приплодом. Наприклад, 80% їжі великих риб в озерах Західного Сибіру складає молодь того ж виду.

**Паразитизм** («дармоїдство») – форма біотичних взаємовідносин, організмів різних видів, за яких один живе за рахунок іншого, знаходячись всередині або на поверхні його тіла [15]. Паразитизм – це природне явище, яке представляє собою складну динамічну біологічну систему і процес, який веде до освоєння живих організмів як специфічної екологічної ніші та формування унікального типу речовинно-енергетичних й інформаційних взаємодій в біологічних системах.

Усі біотичні зв'язки в природі умовно можна поділити на такі групи:

- \*– *нейтральні* – жоден із взаємодіючих видів не впливає на іншого (0 0);
- \*– *взаємкорисні* – вигідні для обох видів (+ +);
- \*– *взаємошкідливі* – негативно впливають на обох партнерів (- -);
- \*– *корисно-шкідливі* – один має вигоду, а інший пригнічується (+ -);
- \*– *корисно-нейтральні* – один має користь, а другий не зазнає від цього шкоди (+ 0);
- \*– *шкідливо-нейтральні* – один вид пригнічується, а другий не зазнає шкоди (- 0) [24].

## Антропогенні фактори

Антропогенні фактори з часу свого виникнення у біосфері значно поступаються природним чинникам. Проте, вони вже давно мають глибокий вплив на живу природу і середовище проживання. Екологічна роль людини зросла з розвитком її трудової діяльності. Вона стала потужним і досить різноманітним чинником, який діє на рослини і тварини, середовище проживання. За А. П. Шенниковим (1950) [42], основні типи впливу людини на рослинність – це *прямий* вплив (у тому числі, який зв'язаний з трудовою діяльністю): збір рослин, вигоптування, скошування і ін. і *непряма* зміна природи людиною. Вона здійснюється через зміну середовища проживання. Наприклад, найбільш значним і масштабним є хімічне забруднення середовища невластивими йому речовинами хімічної природи. Серед них газоподібні і аерозольні забруднювачі промислово-побутового походження. Прогресує нагромадження вуглекислого газу, сірки, азоту в атмосфері. Наступ людини на природні біоценози супроводжується знищенням багатьох видів рослин, диких тварин.

*Ліс* – найбільш цікавий, різноманітний і складний серед біогеоценозів. Вирубання та знищення лісу призводить до порушення процесу самоочищення повітря, вимивання мінеральних елементів живлення рослин із ґрунту та зниження його родючості, утворення ярів та сельових потоків на схилах гір.

Опосередкований вплив людини проявляється у зміні середовища існування рослин і тварин за рахунок винищення або різної зміни тих угруповань, в яких ці рослини чи тварини існують. Так, вирубка лісу докорінно змінює можливості існування тінелюбних рослин нижніх ярусів. Разом з цим, зникає ряд видів птахів, пов'язаних з кронами дерев, які були місцями гніздування і добування їжі. В умовах зміненого навколишнього середовища розширюються ареали розселення по земній кулі так званих синантропних видів приурочених до людських поселень. У регіонах з посиленою діяльністю людини, склад флори і фауни стає більш одноманітним. Дедалі такий вплив стає все відчутнішим і привертає увагу всіх не байдужих, хто дбає про подальшу долю планети Земля та добробут людства.



## Практичні завдання

1. Дайте характеристику та наведіть приклади міжвидових зв'язків, заповніть таблицю.

<b>Міжвидові зв'язки</b>	<b>Характеристика</b>	<b>Приклади</b>
1. Конкуренція		
2. Хижацтво		
3. Паразитизм		
4. Мутуалізм		
5. Коменсалізм		
6. Нейтралізм		

2. Наведіть приклад антропогенного впливу на середовище.

3. Охарактеризуйте вплив людини на екосистеми Вашого місцепроживання.

### Запитання для самоконтролю:

1. На які типи коакцій поділяють біотичні фактори?

2. Що таке біотичне середовище, біотичний фактор?

3. Охарактеризуйте температуру як екологічний фактор. Яке значення вона відіграє в процесі життєдіяльності організмів?

4. Наведіть приклади антропогенного впливу на довкілля.

5. Що таке паразитизм?

6. Яке значення має конкуренція, позитивне чи негативне, чому?

## Тема № 4

### ТРОФІЧНА СТРУКТУРА БІОЦЕНОЗУ. ЕКОЛОГІЧНІ ПІРАМІДИ

**Ключові терміни:** біоценози, ланцюги живлення, екологічна піраміда, деструктори, автотрофи, гетеротрофи, закон Ліндемана.

#### Теоретичні відомості

Будь-який біоценоз можна розглядати як складну сукупність трофічних ланцюгів між видами, що входять до складу угруповання. За рахунок кормових взаємозв'язків у біоценозах відбувається трансформація біогенних речовин, акумуляція енергії, розподіл її між видами або популяціями. Різноманітність напрямів і швидкості потоку речовин та енергії залежить від багатства видового складу біоценозу. В різноманітних екосистемах угруповання організмів можна представити у вигляді трофічної мережі, яка являє собою схему всіх трофічних зв'язків між видами, що входять до складу цього угруповання. На основі цих зв'язків формуються *ланцюги живлення* [4, 24].

*Ланцюги живлення, або канали живлення* (трофічні ланцюги) – ряд видів організмів або їх груп, пов'язаних між собою харчовими відносинами, що створює певну послідовність у передаванні речовин та енергії. Наприклад, шишкар і білка гублять насіння ялини; миша з'їдає його; мишей їдять сова і лисиця, а лисицю – вовк. Ланцюги живлення прямо чи опосередковано об'єднують всі організми в єдиний комплекс (рис. 5).

Перший трофічний рівень представлений *первинними продуцентами, або автотрофами*. До *продуцентів* належать вищі зелені рослини та деякі бактерії. Вищі рослини утворюють органічні речовини з неорганічних у процесі фотосинтезу за допомогою сонячного випромінювання. Первинні продуценти – це найважливіша частина біоценозу, оскільки практично решта організмів, які входять до його складу, прямо чи опосередковано залежать від постачання енергією, котрою запасилися рослини.

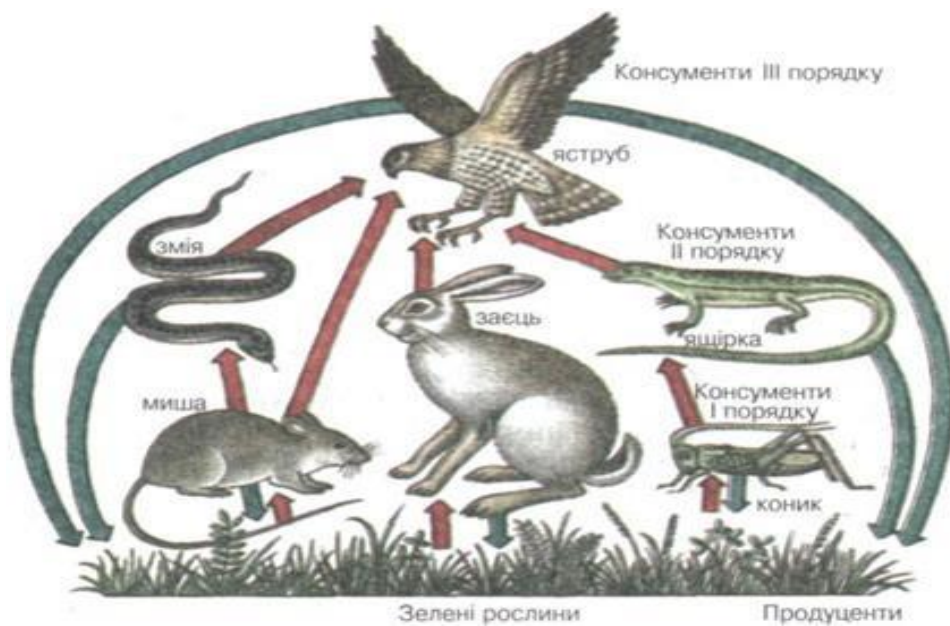


Рис. 5. Трофічні ланцюги живлення

Крім первинних продуцентів до складу біоценозу входять *гетеротрофи* – (від. грецьк. «гетеро»– інший, «трофе» – корм) організми, які використовують для споживання готові органічні речовини, представлені *консументами* і *редуцентами* [4, 24].

Залежно від джерел живлення консументи поділяють на :

\*– фітофаги (травоїдні) – консументи 1-го порядку (*первинні консументи*), що живляться тільки живими рослинами (наприклад, наземні молюски, лосі їдять листя, гілки і т.д.) (рис. 6);

\*– хижаки (м'ясоїдні) – консументи 2-го порядку (*вторинні консументи*, або *первинні хижаки*), котрі живляться травоїдними тваринами (фітофагами) та консументи 3-го порядку (*третинні консументи*), що живляться тільки м'ясоїдними тваринами (наприклад, болотна сова їсть дрібних гризунів, птахів). Тварин, що споживають вторинних хижаків, називають *третинними хижаками*, або ж *четвертинними консументами*.

\*– еврифаги (всеїдні), живляться як рослинами, так і тваринами (наприклад, пацюки, дика свиня, вовки, бурий ведмідь).



Рис. 6. Приклад консументів I порядку (наземний молюск на листях аличі)

Редуценти поділяють на два основних класи:

\*– *детритофаги* – прямо споживають мертві організми або органічні залишки (дощові черви, грифи);

\*– *деструктори* – розкладають мертву органічну матерію на прості неорганічні сполуки (процес гниття та розкладання) (наприклад, гриби, мікроскопічні одноклітинні бактерії тощо);

Оскільки значна кількість тварин всеїдні, вважається, що такі організми входять відразу до декількох трофічних рівнів, а їхня участь в кожному рівні пропорційна складу вживаної ними їжі.

Серед трофічних ланцюгів, які починаються з автотрофних рослин, можна передусім виділити ланцюги хижаків і ланцюги паразитів [4].

Трофічні ланцюги хижаків ідуть від продуцентів до травоїдних, яких з'їдають дрібні м'ясоїдні, а їх, в свою чергу, поїдають великі хижаки. В процесі пересування каналом живлення хижаків тварини, в більшості випадків, збільшуються розмірами і зменшуються чисельно.

Трофічні ланцюги паразитів, на відміну від попередніх, ведуть до організмів, які зменшуються в розмірах і збільшуються чисельно:

трава→травоїдні ссавці→*Fasciola hepatica* (паразит, що мешкає у печінці).

У наведеному прикладі ссавці є місцем існування численних гельмінтів, які живляться їх кров'ю, тканинами.

Трофічні ланцюги можуть починатися не лише з автотрофних організмів (*автотрофний тип*), але і з неживих органічних речовин (*детритний тип*). Це зустрічається у випадках, коли в ролі консументів виступають детритоїдні організми, які належать до різних системних груп (безхребетні, які живуть в ґрунті та живляться опалим листям, або бактерії чи гриби, які розкладають органічні речовини). В даному випадку спостерігається чітка узгодженість: тварини створюють умови мікроорганізмам, поїдаючи трупи загиблих тварин і рослин.

Трофічні ланцюги, які починаються з рослиноїдних і детритоїдних організмів, найчастіше представлені в екосистемах одночасно, але майже завжди один із них домінує. Однак у підземній сфері, де існування хлорофільних організмів неможливе та за відсутності сонячного світла, існують лише ланцюги, які починаються з детритоїдних форм.

Трофічний рівень і ланцюг живлення не завжди мають чітку послідовну схему. Еврифаги живляться одночасно рослинним і тваринним кормом, а деякі хижаки мають широкий набір жертв. Оскільки певна рослина чи тварина може слугувати кормом для хижаків та фітофагів, кормові ланцюги часто перетинаються один з одним, складаючи *кормову мережу*, або *сітку*. Наприклад, трава може бути спочатку спожита не кроликами, а іншими травоїдними; кролика замість лисиці може з'їсти яструб.

*Ланцюги живлення* (трофічну структуру) можна зобразити графічно у вигляді *екологічних пірамід*.

**Екологічна піраміда** – (або трофічна піраміда, харчова піраміда) – графічне подання зміни кількості біомаси або біопродуктивності на кожному трофічному рівні екосистеми.

Екологічні піраміди починаються продуцентами на нижньому рівні і продовжуються вгору через один або кілька рівнів консументів. Розрізняють три типи екологічних пірамід:

- \*– піраміда чисельності – відображає чисельність окремих організмів на кожному рівні;

- \*– піраміда біомаси – кількість органічної речовини, синтезованої на кожному з рівнів;

- \*– піраміда енергії – величина потоку енергії [3, 4, 20].

**Піраміди чисельності** – являють собою найбільш просте наближення до вивчення трофічної структури екосистеми. При цьому спочатку підраховують число організмів на даній території, згрупувавши їх по трофічних рівнях і представивши у вигляді прямокутника, довжина (або площа) якого пропорційна числу організмів, що мешкають на даній площі (або в даному обсязі, якщо це водна екосистема). Встановлено основне правило, яке свідчить, що в будь-якому середовищі рослин більше, ніж тварин, трав'яїдних більше, ніж м'ясоїдних, комах більше, ніж птахів. Піраміда тим вища, чим більша кількість трофічних рівнів, що включає даний ланцюг (рис. 7).

Піраміди чисельності відбивають щільність організмів на кожному трофічному рівні. У побудові різних пірамід чисельності відзначається велика різноманітність. Оскільки кількість особин від першого трофічного рівня до останнього звичайно зменшується, піраміда має форму трикутника, оберненого вершиною догори.



Рис. 7. Піраміда чисельності

У кожній екосистемі дрібні тварини кількісно перевищують і розмножуються швидше. В трофічному ланцюзі спостерігається збільшення розмірів і зменшення чисельності особин при переході від трофічного рівня  $n$  до рівня  $n+1$ . Проте, у цьому правилі є винятки. Наприклад, леви на жертву, більшу за них своїми розмірами, наприклад, буйвола, нападають зграєю. Змії та павуки вбивають крупну тварину своєю отрутою. В лісі, де первинним продуцентом є дерева, а первинним консументом – комахи, рівень первинних консументів чисельно є значно багатшим за особини рівня продуцентів (на одному дереві можуть житись тисячі особин комах). Людина є єдиним видом, що може використати для свого споживання тварин будь-якої величини – від кита до криля.

**Піраміди біомаси** – відображають більш повно харчові взаємовідносини в екосистемі, так як в ній враховується сумарна маса організмів (біомаса) кожного трофічного рівня.

Прямокутники в пірамідах біомаси відображають масу організмів кожного трофічного рівня, віднесену до одиниці площі або об'єму. Форма піраміди біомаси зачасту подібна до форми піраміди чисельності. Характерно зменшення біомаси на кожному наступному трофічному рівні.

Цей метод зображення структури біоценозу дає можливість показати розміщення біомаси відповідних організмів на кожному трофічному рівні організації на 1 м<sup>2</sup> або в 1 м<sup>3</sup>. Зазвичай, цей показник розраховують у грамах сухої маси (рис. 8).

Піраміди біомаси, так само як і чисельності, можуть бути не тільки прямими, але і перевернутими. Перевернуті піраміди біомаси властиві для багатьох водних екосистем, в яких біомаса фітопланктону (первинні продуценти) поступається біомасі зоопланктону (ракоподібні – набагато більші, але мають тривалий цикл відтворення), але швидше оновлюється.

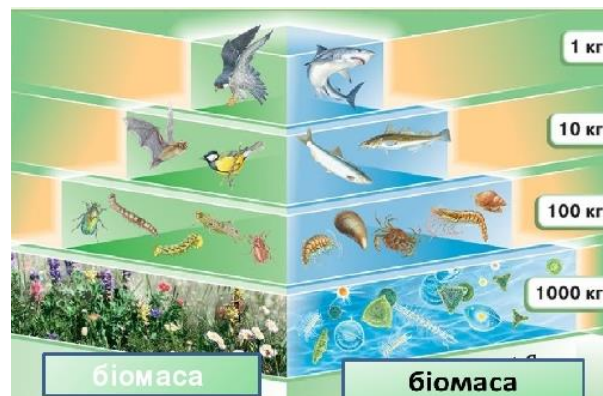


Рис. 8. Піраміда біомаси

На вищих трофічних рівнях переважає тенденція до накопичення біомаси, тому що життя крупних хижих тривале, а швидкість обороту генерацій, навпаки, мала, в їх тілі затримується значна частина речовини, одержана з продуктів живлення.

**Піраміди енергії (продукції)** є найкращим способом відображення зв'язків між організмами на різних трофічних рівнях (рис. 9).

Вони представляють ефективність перетворення енергії і продуктивність ланцюгів живлення, будуються підрахунком кількості енергії (ккал), акумульованої одиницею поверхні за одиницю часу і використуваної організмами на кожному трофічному рівні.





Рис. 9. Піраміда енергії

Порівняно з іншими пірамідами, *екологічна піраміда енергії (продукції)* дає найповніше уявлення про функціональну організацію угруповання. Завдяки їй, можна відносно легко визначити кількість енергії, накопиченої в біомасі, але складніше оцінити загальну кількість енергії, поглиненої на кожному трофічному рівні.

Кожний трофічний рівень зображують прямокутником, довжина якого пропорційна кількості енергії, накопиченій на цьому рівні одиницею площі (або об'єму). На форму цієї піраміди не впливають зміни розмірів та інтенсивності метаболізму особин, і якщо враховані всі джерела енергії, то піраміда завжди буде мати «правильну форму». *Піраміда енергії (продукції)* відображає картину швидкостей проходження маси їжі через ланцюг живлення. Концепція потоку енергії не тільки дозволяє порівнювати екосистеми між собою, але і дає засіб для оцінки відносної ролі популяцій в їх біотичних угрупованнях.

Перехід енергії з одного трофічного рівня на інший (тобто кожний акт перетворення енергії) супроводжується її розсіюванням у формі теплової енергії. Зокрема, при переході енергії на кожний наступний трофічний рівень її розсіюється майже 90 %. Ця закономірність дістала назву *закону Ліндемана*, чи *правила 10 відсотків*. Це пояснює обмежену кількість (до 5 – 6) ланок (рівнів) в харчовому ланцюгу незалежно від розглянутого біоценозу.

**Правило екологічної піраміди** – на кожному попередньому трофічному рівні кількість біомаси та енергії, які організми запасуються за одиницю часу, значно

більша, ніж на наступних. Графічно це правило можна зобразити у вигляді піраміди, складеної з окремих блоків, з них перший рівень – продуценти, а наступні утворюють поверхи і вершину піраміди. Кожен з цих блоків відповідає продуктивності організмів на певному трофічному рівні ланцюга живлення. Отже, екологічна піраміда є графічним відображенням трофічної структури ланцюга живлення.

Трофічні ланцюги ґрунтуються на другому законі термодинаміки, згідно з яким певна частина енергії завжди втрачається і стає недоступною для використання. За розрахунками, 1 га лісу в середньому поглинає  $2,1 \cdot 10^9$  кДж енергії Сонця. Проте, якщо рослинність створена на даній площі за рік, спалити, то утвориться  $1,1 \cdot 10^6$  кДж, або 0,5 % сонячної енергії, поглинутої лісом. Це означає, що фактична продуктивність фотосинтезу зелених рослин не перевищує 0,5 %. При передачі енергії від ланки до ланки, втрачається біля 90–99% її. Наприклад, рослини на 1 м<sup>2</sup> площі утворили за добу кількість речовин, еквівалентну 84 кДж, то продукція первинних консументів становитиме 8,4 кДж, а вторинних – не більше 0,8 кДж. Розраховано, що на утворення 1 кг яловичини потрібно 70–90 кг зеленого корму.

Отже, у піраміді біопродуктивності кожний наступний рівень становить приблизно 10% від попереднього (100; 10; 1, 0,1; 0,01% від первинної кількості), тобто лише 1/10 частина йде на утворення біомаси ланки, а решта випадає з трофічного ланцюга.

### ***Приклади розв'язування типових задач***

**№ 1.** За правилом екологічної піраміди визначте, скільки рослинної маси необхідно для того, щоб у наведеному біоценозі могли існувати дві рослинноїдні птахи масою 1 кг.

*Розв'язок:*

Складаємо ланцюг живлення: рослини →птахи.

Маса одного птаха – 1 кг, отже йому необхідно 10 кг рослин.

Кількість птахів – 2, тому множимо кількість птахів на масу рослин і визначаємо масу рослинної речовини, яка необхідна для того, щоб у цьому біоценозі змогли існувати дві рослинноїдні птахи масою 1 кг:

$$2 \cdot 10 = 20 \text{ кг рослинної речовини.}$$

*Відповідь:* необхідно 20 кг рослин.

**№ 2.** Трофічний ланцюг складається з трьох рівнів. Лисиця набрала 1 кг ваги. Скільки для цього знадобилось рослинної речовини?

*Розв'язок:*

Складаємо ланцюг живлення: рослини → заєць → лисиця.

Маса лисиці збільшилась на 1 кг, отже йому необхідно було з'їсти на 10 кг більше зайців, а їм, у свою чергу, необхідно з'їсти на 100 кг рослин більше.

*Відповідь:* знадобилось 100 кг рослинної речовини.

**№ 3.** Визначте площу (га) поля, що необхідна для прогодування яструба масою 7 кг (суха речовина становить 45 %). Суха маса трави з 1 м<sup>2</sup> становить 300 г.

*Розв'язок:*

Складаємо ланцюг живлення: рослини → гризуни → яструб.

Спочатку визначаємо масу сухої речовини орла (складаємо пропорцію):

$$7 \text{ кг} - 100 \%$$

$$X \text{ кг} - 45 \%$$

x кг (маса сухої речовини яструба).

$$7 \text{ кг} \cdot 45 \% : 100 \% = 3,15 \text{ кг (маса сухої речовини яструба)}$$

Визначаємо суху масу рослин у ланцюзі живлення за правилом екологічної піраміди:

315	—	31,5	—	3,15
кг		кг		кг
рослини		гризуни		орел

Вирахуємо площу поля, на якій зростає 315 кг рослин:

$$1 \text{ м}^2 - 300 \text{ г (0,3 кг)}$$

$$x - 315 \text{ кг}$$

$$x = 1050 \text{ м}^2$$

$$1050 \text{ м}^2 = 1,05 \text{ га.}$$

*Відповідь:* щоб прогодувати яструба вагою 7 кг, необхідно 1,05 га поля.

**№ 4.** Біомаса сухого сіна з 1 м<sup>2</sup> луки становить 400 г. Використовуючи ланцюг живлення: рослини–корова–людина, розрахуйте скільки гектарів луки (S) необхідно для того, щоб прогодувати людину масою 75 кг(80% води).

*Розв'язок:*

Розрахуємо суху біомасу кінцевого консумента :

$$100\% - 80\% = 20\%.$$

$$75\text{кг} - 100\%;$$

$$X\text{кг} - 20\% .$$

$$75 \cdot 20 / 100 = 15 \text{ кг}$$

Підставляємо дані в ланцюг живлення і знаходимо біомасу всіх його компонентів :

Рослини – корова – людина

$$1500 \text{ кг} - 150 \text{ кг} - 15 \text{ кг}$$

Знаходимо площу луки:

$$S = 1500 \text{ кг} / 0,4 \text{ кг/м}^2 = 3750 \text{ м}^2$$

$$3750 / 10000 = 0,375 = 0,4 \text{ га.}$$

*Відповідь:* щоб прогодувати людину масою 75 кг, потрібен 0,4 га луки.

### **Практичні завдання**

**1.** Згідно правила екологічної піраміди, визначте, скільки рослинності необхідно, для того, щоб прогодувати лисицю масою 40 кг.

**2.** Користуючись правилом екологічної піраміди визначте площу (в га) біоценозу, яка може прогодувати одну особину останньої ланки в ланцюгу живлення: планктон – риба – тюлень (400 кг); планктон – нехижі риби – акула (12 кг). Суха біомаса планктону з 1 м<sup>2</sup> становить 700 г за рік. Із вказаної у дужках маси 70 % становить вода.

**3.** За правилом екологічної піраміди розрахуйте, скільки рослинної речовини необхідно для існування у наведеному біоценозі три хижих птиці масою 6 кг.

**5.** Використовуючи правило екологічної піраміди, визначте площу (у м<sup>2</sup>) відповідного біогеоценозу, на якій може прогодуватися вовк масою 55 кг

(ланцюг живлення: трав'янисті рослини – парнокопитні – вовк). Біомаса рослинності лісу становить 2000 г/м<sup>2</sup>. Врахуйте, що масова частка води в організмі тварини становить 70% від загальної маси.

6. Поділіть рослини та тварини на групи: продуценти; консументи I порядку (фітофаги); консументи II, III порядків; редуценти. Заповніть таблицю.

Класифікація організмів за трофічним рівнем організації

Продуценти	Консументи I порядку (фітофаги)	Консументи II, III порядків	Редуценти

**Організми:** амоніфікуючі організми (бактерії гниття), дощовий черв'як, листовий опад, дуб звичайний, сосна звичайна, вільха сіра, ліщина звичайна, соснова Совка, листоїд фіолетовий вільховий, вуж звичайний, верхівковий короїд, мурахожук звичайний, миша лісова, миша жовтогорла, яструб великий, дятел звичайний, пугач звичайний, заєць сірий, вовк звичайний, свиня дика, лисиця звичайна, ведмідь бурий.

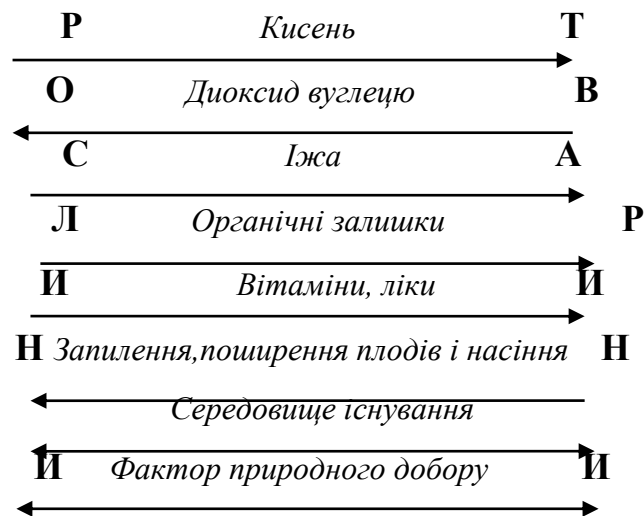
7. Біомаса сухого сіна з 1 м<sup>2</sup> лісової галявини становить 400 г. Використовуючи ланцюг живлення: трав'янисті рослини – козуля – вовк, розрахуйте скільки гектарів луки (S) необхідно для того, щоб прогодувати людину масою 65 кг (70% води).

8. Біомаса планктону становить 600 г/м<sup>2</sup> площі моря. Користуючись правилом екологічної піраміди, визначте, яка площа моря може прогодувати одного білого ведмеда масою 700 кг (70% становить вода) згідно з трофічним ланцюгом : планктон–риба–тюлень–білий ведмідь.

9. Складіть ланцюги живлення починаючи з продуцентів :

- А) Сосна звичайна;
- Б) Листя;
- В) Насіння рослин;
- Г) Повітряні комахи.

10. Проаналізуйте представлену схему та опишіть взаємозв'язки між продуцентами та консументами.



**Запитання для самоконтролю:**

1. Що називають ланцюгом живлення ?
2. Назвіть типи екологічних пірамід, дайте їх характеристику.
3. Як поділяють консументи залежно від джерел живлення ?
4. Поясніть суть закону *Ліндемана*.
5. На які класи поділяють редуценти?

## Тема № 5

# ФУНКЦІОНАЛЬНА РОЛЬ ПОПУЛЯЦІЙ У БІОЦЕНОЗИ – КОНСОРЦІЇ ТА ЕКОЛОГО-ЦЕНОТИЧНІ ГРУПИ

**Ключові терміни:** біоценоз, біотоп, біогеоценоз, агроценоз, консорція, популяція, еколого–ценотична група, асоціація, вид – детермінант.

### Теоретичні відомості

**Біотоп** (від гр. *bios* – життя і *topos* – місце, місцевість) – ділянка середовища існування рослинних і тваринних організмів, що характеризується схожими умовами існування. Фауна і флора біотопу складають його *біоценоз*.

**Біоценоз** – це динамічна, здатна до саморегуляції система, компоненти якої (продуценти, редуценти і консументи) взаємозалежать один від одного (рис. 10). Це форма організації живого населення біосфери, багатовидова біологічна (екологічна) система. Прикладом біоценозів можуть бути ліс, луки, степ, болото, сільськогосподарські угіддя та ін. Вони можуть формуватися як природним шляхом, так і під впливом діяльності людини [ 3, 4, 13, 18, 28, 39, 40].

Біоценози називають за рослинними асоціаціями. Наприклад, біоценоз очеретяний, сосновий, сфагновий, житнього поля й ін.). Поділ на біоценози водойми пов'язаний із її екологічними зонами. Наприклад, біоценози літоральної зони, бенталі, абісальних глибин та ін.

*Видова структура біоценозу* забезпечує кругообіг речовини та енергії. Включає три компоненти – угруповання тварин (зооценоз), рослин (фітоценоз), грибів (мікоценоз) та мікробів (мікроценоз). Серед них основне місце належить угрупованням рослин, яке становить фундамент біологічної макросистеми, тоді як тваринне населення є лише, певним чином, надбудовою, котра тісно взаємодіє з рослинністю за принципом зворотнього зв'язку. В біоценозах деякі види рослин і тварин відіграють досить важливу роль – визначають здатність інших видів до існування. Їх називають *ключовими видами*. Їх зникнення може

спровокувати загибель інших видів – «каскад вимирання». Наприклад, за відсутності вовків, які регулюють чисельність травоядних, ріст чисельності останніх може призвести до руйнування рослинного покриву та зникнення багатьох видів фітофагів.

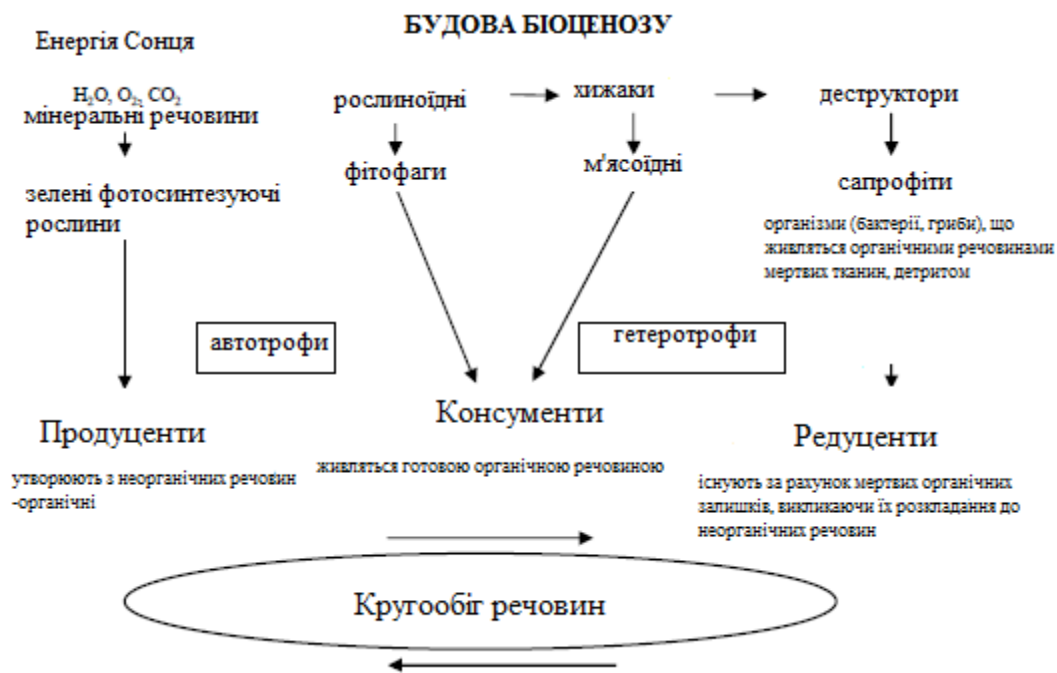


Рис. 10. Структура біоценозу

Видове різноманіття та чисельність кожного виду мають велике значення для функціонування екосистеми.

Існують характерні дві групи видів біоценозу :

\*– *домінантні*, що створюють зовнішній вигляд біоценозу, причому кожен із них має свій особливий, неповторний зовнішній вигляд. Домінування видів особливо виразно проявляється за дії абіотичних чинників, які мають екстремальний характер (пустеля, тундра). Так, біоценози лісів Півночі можуть на 90 % бути представлені одним або двома видами дерев, тоді як у тропічних лісах домінантами можуть бути понад 10 видів дерев [4].



\*– *субдомінантні види (другорядні)*, які виразно не виділяються, але своєю присутністю віддзеркалюють умови місцезростання. Наприклад, якщо згадуємо про барвінок, то бачимо діброву, в якій домінує дуб [4].

\*– *види-едифікатори* – види рослин, які переважають у фітоценозах й визначають особливості рослинного угруповання та мікросередовище. Вони контролюють біоценотичне середовище, створюючи таким чином умови для існування інших видів [4, 23].

Оцінюють значення окремого виду у видовій структурі біоценозу за наступними показниками :

\*– *багатство виду* – це число видів в угрупованні;

\*– *частота зустрічності* – в

ідношення числа особин одного виду до загальної чисельності особин угруповання, виражене у відсотках;

\*– *ступінь домінування* – це біологічна маса (для великих особин) або число особин (для дрібних особин) одного виду на одиницю площі або об'єм простору, що він займає;

\*– *видове розмаїття* – визначають малочисельні рідкісні види [4].

В угрупованні досить складно визначити, які види є ключовими для конкретної екологічної системи. Існуючі види «*екологічні інженери*» змінюють середовище існування у власних цілях, при цьому опосередковано створюють умови (місцеіснування) для існування інших видів. Згідно *гіпотези надлишковості* або «*гіпотези заціпок*», види подібні до кнопок, що виконують незначну, але важливу роль для утримання системи [4]. Цей теоретичний підхід визначає взаємозв'язок між біорізноманіттям та функціонуванням екосистеми. Зникнення видів один за одним зумовлює ослаблення зв'язків всередині системи. Водночас, кожен із видів у екосистемі виконує декілька функцій і дублює один одного, тому зникнення одного виду відразу не є відчутним, в той же час може бути непередбачуваним (*гіпотеза унікальності*).

*Просторова структура біоценозу* пов'язана з розподіленням організмів у просторі та часі, а також характером їх взаємодій між собою й навколишнім середовищем (рис. 11).

Значний вплив на просторову структуру угруповання мають динамічні процеси, що відбуваються в біоценозі.

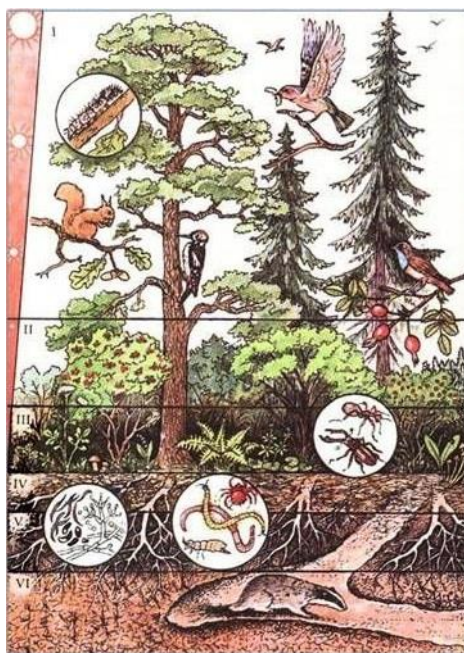


Рис. 11. Просторова структура біоценозу

Зазвичай, угруповання організмів розміщуються в просторі відповідно до кількості сонячної енергії, яка їм необхідна для повноцінного функціонування. Переважно це виявляється у водних екосистемах, хоча властиве, безперечно, і екосистемам суші.

Популяції у складі біоценозів розташовуються у просторі горизонтально – *мозаїчно* і вертикально – *ярусно*. Ярусність лісу є прикладом просторового розміщення [4]. Ярусність лісу залежить від рельєфу й вологості ґрунту, складу рослин. В лісових фітоценозах розрізняють яруси деревостою, підліску, трав'янисто-кущового та мохового покриву.

*Вертикальна ярусність (стратифікація)*. В багатьох екосистемах два основних яруси – автотрофний та гетеротрофний розділяють на додаткові.

Завдяки цьому система завжди займає трьохмірний простір. Надземна ярусність – це результат добору видів, спроможних проростати спільно, використовуючи горизонти надземного середовища з різною інтенсивністю світла.

Залежно від типу лісового насадження та видової різноманітності можна виділити різні вертикальні рівні біоценозу. Ярусність добре помітна в лісах помірного поясу. Так, у широколистяному лісі виділяється 5–6 ярусів:

- \* – перший (I) ярус – ґрунт, листяна підстилка, лишайники, водорості;
- \* – другий (II) ярус – низькорослі трави, мохи (мохи, копитень);
- \* – третій (III) ярус – високорослі трави, напівкущі (чистець лісовий, багно);
- \* – четвертий (IV) ярус – кущі (ліщина, шипшина, жимолость);
- \* – п'ятий ярус (V) – середньорослі дерева (горобина, дикі яблуні і груша);
- \* – шостий ярус (VI) – високорослі дерева (дуб, липа, береза) [4].

У діброві особливо чітко виявляються яруси лісу:

- \* – перший (I) ярус – дуб звичайний з домішкою ясеня;
- \* – другий (II) ярус – горобина, клен гостролистий, дика груша й яблуня лісова;
- \* – третій (III) ярус – чагарники: ліщина звичайна, глід колючий, бруслина європейська;
- \* – четвертий (IV) ярус – трав'янисті рослини: зонтичні, аконіт, дзвоники персиколисті, стоколос безостий, куничник сіруватий;
- \* – п'ятий (V) ярус – папороть, конвалія звичайна, братки, зірочник середній;
- \* – шостий (VI) ярус – низькі сланкі рослини: суниця лісова, копитняк європейський, перстач білий;
- \* – сьомий (VII) ярус – лишайники, мохи, водорості.

Є також відповідна кількість між'ярусних рослин – водорості, лишайники на стовбурах і гілках, типові епіфіти й ліани. Ярусність виявляється й у трав'янистих угрупованнях (луки, степи та ін.). До відповідного ярусу рослинності пристосовані також і тварини. Вони змінюють ярусне положення протягом дня, року, життя, проводячи в одному з ярусів триваліший час, ніж в інших.

Ярусний розподіл видів у лісових фітоценозах знижує конкуренцію між ними, забезпечує існування багатьох видів на обмеженій території та сприяє максимальному використанню ресурсів середовища.

Підземна ярусність біоценозу відбиває вертикальний розподіл кореневих систем рослин фітоценозу. З різними глибинами ґрунту пов'язані його різноманітні безхребетні мешканці, проте суворої пристосованості до підземних ярусів у них немає.

Для рослин водного середовища теж характерна ярусність. І вона також відбиває адаптацію живих організмів до цього середовища з його світловим і температурним режимами.

В угрупованні виділяють і горизонтальну структуру. Це, насамперед, пов'язано 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, в першу чергу, ґрунтового шару, вологості, виходів материнської породи та ін.

*Трофічна структура* біоценозу передбачає існування принаймні трьох різних груп організмів (продуценти, консументи, редуценти), які забезпечують перенесення речовини та обмін енергією в ньому. Цим групам організмів відповідають три складові частини біоценозу: продуценти – фітоценоз; консументи – зооценоз; редуценти – мікробоценоз.

Між компонентами біоценозу існують наступні типи зв'язків:

\*– *стохастичні* – випадкова взаємодія;

\*– *трофічні* – виникають між організмами, коли вони живляться один одним: прямий зв'язок проявляється при безпосередній взаємодії системи «хижак-жертва» та «паразит-хазяїн» (наприклад, живлення вовків козулями; антилопами, жуків-гноювиків – екскрементами рогатої худоби) та опосередковані зв'язки виникають при конкуренції різних видів за один ресурс. Наприклад, поїдаючи комах-запилувачів, птахи побічно впливають на кількість утворених плодів рослиною, на хижаків і паразитів цих тварин та рослин;

\*– *топічні* – створення одним видом умов для існування іншого (наприклад, паразитизм, коменсалізм або взаємодія між деревом та комахами, птахами, ссавцями, що живуть на ньому);

\*– *форетичні* – участь одного виду в поширенні іншого: *зоохорія* – перенесення тваринами діаспор рослин (спор, плодів, насіння), *форезія* – пересування одного організму на іншому (наприклад, риби-прилипали на акулі);

\*– *фабричні* – використання одним видом продуктів життєдіяльності інших видів для влаштування фабрикацій – свого помешкання. Наприклад, птахи використовують для спорудження своїх гнізд гілки дерев, траву, пір'я інших тварин;

\*– *гостальні* – виникають між популяцією хазяїна і популяцією паразита (екстенсивність та інтенсивність інвазії);

\*– *просторові* – з'являються між різними організмами та видами при їх поширенні й розселенні. Наприклад, успішному існуванню і розмноженню птахів, крім сприятливої кормової бази, необхідна наявність вільних гніздових стацій;

\*– *інформаційні* – пов'язані з передачею генетичної інформації;

\*– *часові* – виникають за контакту між особинами одного або різних видів у часі (наприклад, здатність жертви уникати контакту з хижаками через різні адаптації до добових ритмів);

\*– *фізичні* – проявляються за фізичного контакту між особинами одного або різних видів (спарювання, вигодовування, симбіоз);

\*– *хімічні* – це адаптація організмів до середовища життя, передусім, пов'язана з активністю внутрішньоклітинних ферментів та їх здатністю до утворення альтернативних шляхів підтримання метаболічних процесів і виробленню нових специфічних властивостей [4].

Розрізняють основні типи біоценозів: *насичений* (природний) та *ненасичений* (антропогенний). Вони містять представників усіх екологічних груп, які відрізняються між собою біорізноманіттям.

*Біоценоз насичений* – це біоценоз, за даних умов, із максимальним набором видів рослин, тварин та мікроорганізмів, в якому немає місця для видів-мігрантів (наприклад, широколисті ліси помірної зони). Цей тип біоценозу характеризується високим рівнем стійкості.

*Біоценоз ненасичений* – це біоценоз, який характеризується збідненим видовим складом, в який безперешкодно можуть проникати чужі організми. Ненасиченість характерна для агроценозів, які є вразливими, наприклад, для шкідників і бур'янів. Без втручання людини, такі біоценози не можуть довго існувати.

Компоненти біоценозу ніколи не існували в природі як окремі й самостійні частини. Їхній взаємозв'язок здійснюється за рахунок різних типів зв'язків. Одним із таких типів міжвидового поєднання на визначеній території є консорція. **Консорція** (від лат. *consortium* – співучасть, співтовариство) – це структурна одиниця біоценозу, що об'єднує автотрофні та гетеротрофні організми на основі топічних і трофічних зв'язків (наприклад, старе дерево в лісі, що росте окремо, і взаємопов'язані з ним окремі види трав, що ростуть під деревом, специфічне населення тварин, мікроорганізми та ін.). Центральним елементом такого угруповання є *вид-детермінант* або *вид-едифікатор*, який групує навколо себе специфічний біоценоз *видів-консортів*. При загибелі дерева буде зруйнована вся сукупність біологічних зв'язків і пов'язані з ним види також зникнуть. Ще більш тісною консорцією є мікробіоценоз кишечника тварини.

Між організмами та видом-едифікатором, із яким вони пов'язані, формуються складні системоутворюючі біотичні зв'язки. Зачасту досить складно встановити безпосередню екологічну роль окремих членів біоценозу для існування консорції. Проте, зникнення виду-едифікатора, що викликає руйнування консорції, свідчить про наявність таких зв'язків. Така сукупність біотичних зв'язків отримала назву *едифікуючих* – зміна всієї сукупності параметрів навколишнього середовища, створення *мікробіотону*. Наприклад, окреме дерево на галявині своєю присутністю модифікує параметри навколишнього середовища, створюючи нові умови, надаючи притулок іншим

видам та формуючи специфічний біоценоз. Часто у біоценозі подібні екологічні функції виконують кілька видів, що утворюють спільне екологічне угруповання. У такому випадку, домінуючого виду може й не бути. Для опису таких структурованих підсистем біоценозу використовують термін *еколого-ценотична група* – група видів, які характеризуються значним ступенем взаємної спряженості та приурочена до певного біотопу. Наприклад, можна виділити еколого-ценотичну групу комах-фітофагів, гідробіонтів-фільтраторів.

Найкраще вивченою є структура рослинних угруповань – *фітоценозів*, що пов'язано з їх визначальним впливом на організацію більшості екосистем. Для виділення окремих структурних одиниць фітоценозів використовують різні підсистемні одиниці. Наприклад, виділяють просторові елементи рослинного угруповання – *синузії* – екологічно і просторово відокремлена частина фітоценозу, яка складається з рослин однієї чи кількох близьких життєвих форм – *екобіоморф* (наприклад, дерева, кущі, мохи, водорості на стовбурах), які зв'язані між собою спільними вимогами до середовища існування та виконують подібні екологічні функції в екосистемі. Крім того, у складі фітоценозу виділяють *асоціації* – угруповання рослин з усталеним певним флористичним складом, особливими умовами місцевості, де вони ростуть, та фізіологічними особливостями. Для виділення рослинних асоціацій використовують певні діагностичні види рослин.

У польових умовах межі біоценозу і пов'язаного з ним біотопу найчастіше визначаються за змінами рослинного покриву. Рослинність або сукупність рослинних угруповань є невід'ємною складовою частиною ландшафту та одним із найбільш динамічних компонентів навколишнього середовища. Отже, фіто- та зооценози є частиною більш складних природних систем – *біогеоценозів*, сукупність яких утворює біосферу Землі.

**Біогеоценоз** – угруповання рослин, тварин, мікроорганізмів, що живуть разом та зв'язані з абіотичними умовами. За В. М. Сукачовим (1928), основоположника вчення про біогеоценоз, *біогеоценоз* це «сукупність на певному протязі земної поверхні однорідних природних явищ (атмосфери, гірської породи, рослинності,

тваринного світу і світу мікроорганізмів, ґрунту і гідрологічних умов), що має свою, особливу специфіку взаємодій цих складових компонентів, а також певний тип обміну речовин й енергії між собою та іншими явищами природи і становить внутрішню суперечливу діалектичну єдність, яка перебуває в постійному русі, і розвитку» [38]. Згідно В. М. Сукачову *біогеоценоз* складається з двох основних частин – біотопу та біоценозу.

У біогеоценозах постійно відбуваються зміни, які можуть бути *циклічними*, пов'язані з періодичністю зовнішніх умов, та *поступальними*, непомітні, пов'язані з поступовою їх зміною в певному напрямку за рахунок зміни фізичного середовища під впливом біотичних угруповань з метою модифікації та створення умов для існування інших популяцій. Це явище отримало назву *сукцесія* (від лат. «сукцедо» – наступний) [4]. Наприклад, поступове замулювання та заростання озера й перетворення його на болото; поступові екологічні зміни після пожежі в ялиновому лісі (рис. 12).

Причинами сукцесії може бути не тільки зміна умов середовища існування, але й неповнота кругообігу речовин у певному біогеоценозі.



Рис. 12. Послідовність екологічних змін після пожежі в ялиновому лісі

Сукцесії бувають *повільними* – це процес розвитку і зміни екосистем на раніше незаселених ділянках (пісок, лавовий потік, поверхня нещодавно утвореної скелі) (тривають тисячоліття й десятки тисяч років), *середніми* (століття) й *швидкими* (десятиліття). Сукцесії за участю рослинності можуть



бути *первинними* (процес розвитку і зміни екосистем на раніше незаселених ділянках (поступове обростання гранітної скелі, яке завершується розвитком лісу)) та *вторинними* (відновлення екосистеми, що раніше існувала на даній території (відновлення соснового лісу після пожежі)) [4].

Сукцесійний процес здійснюється поетапно, при цьому біотичні угруповання послідовно змінюють один одного, і лише окремі види можуть зберігатися від початкових стадій до зрілого стану екосистеми (рис. 13).

Процес сукцесії, зазвичай, приводить до формування *зрілого (клімаксного) біогеоценозу*.

*Зрілий біогеоценоз* – це система, яка перебуває у стані рівноваги з фізичним середовищем існування і здатна до саморегуляції та тривалого самопідтримання. Він має високу видову різноманітність, розгалужені ланцюги живлення та розвинені механізми саморегуляції.



Рис. 13. Сукцесійний процес

Дослідження *сукцесій лісових біоценозів* має практичне значення. Від їх осмислення та вміння прогнозувати залежить продуктивність лісів. У житті лісу фактор часу відіграє велику роль, – зауважує П. С. Погребняк (1968), хоч і не очевидну для стороннього спостерігача [3]. Темпи змін складу лісу найчастіше настільки повільні, що їх можна уявити лише складним шляхом різнобічних досліджень і за допомогою ряду абстракцій. При цьому найважливішою ознакою

існування змін є зміна головних деревних порід. За масштабами часу в лісі спостерігаються принаймні три типи змін:

А) Зміна порід як наслідок онтогенезу деревостанів, тобто розвиток окремих поколінь лісу, починаючи із самосіву, підросту і закінчуючи старими, що досягли природної стиглості, деревостанами;

Б) Зміна порід як наслідок стихійного втручання людини та інших зовнішніх факторів у житті лісу та процесу відновлення природного складу і структури лісу. Ці процеси триваліші, ніж згадані вище, оскільки вони охоплюють в найкращому випадку одне, два або три покоління деревостанів;

В) Зміна порід як наслідок крупномасштабних подій типу змін клімату, які відбуваються протягом тривалих відрізків часу.

Концепцію зміни порід створив Г. Ф. Морозов (1912). Він розкрив суть, логіку сукцесій і зміну порід: смереки і сосни – березою і осикою, дуба – м'яколистяними породами, сосни – дубом, сосни і дуба – смерекою, дуба – супутніми породами (грабом), [3, 18].

### **Практичні завдання**

**1.** Опишіть та встановіть логічну послідовність процесу відновлення лісу після пожежі :

- А) Вторинна сукцесія;
- Б) Первинна сукцесія;
- В) Поява рослинності;
- Г) Поява тварин.

**2.** На місці згарища поступово з'являється трава, потім чагарник. Яка стадія розвитку біогеоценозу спостерігається?

- А) Первинна сукцесія;
- Б) Вторинна сукцесія;
- В) Клімакс;
- Г) Антропогенна сукцесія.

3. Дослідити та описати структуру двох різних біоценозів (на вибір).

Заповніть таблицю.

<b>Біоценоз</b>	<b>Просторова структура</b>	<b>Видова структура</b>	<b>Трофічна структура</b>

**Запитання для самоконтролю:**

1. Що розуміють під поняттям екосистема?
2. Які типи екосистем Ви знаєте?
3. Що таке еколого-ценотичні стратегії популяцій?
4. Як Ви розумієте поняття «еколого-ценотична група»?
5. Дайте визначення біогеоценозу та клімаксного біогеоценозу.
6. Які є типи зв'язків між організмами?
7. За якими показниками можна оцінити значення окремого виду у видовій структурі біоценозу?

## Тема № 6

### МЕТОДИ АНАЛІЗУ СТРУКТУРИ БІОЦЕНОЗУ

**Ключові терміни:** індекс домінування Симпсона, індекс домінування Бергера-Паркера, Індекс Ренконена, індекс подібності Чекановського-С'єренсена, видове розмаїття, індекс Жаккара.

#### Теоретичні відомості

##### *Методи розрахунку показників домінування*

Для детального аналізу досліджуваного біоценозу існують показники, що характеризують: видове розмаїття та рівень домінування окремих видів; видове багатство; однорідність розподілу видів; рівень подібності між окремими парами різних біоценозів [16].

У біоценозах деякі види будуть частіше зустрічатися у вибірках і з високою чисельністю (*види-домінанти*), інші, навпроти, дуже рідко і чисельність їх виявиться досить низкою. **Індекс домінування Симпсона ( $c$ )** – визначає чисельну характеристику співвідношення між чисельністю різних видів:

$$c = \sum \left( \frac{n_i}{N} \right)^2$$

де  $n_i$  — чисельність особин кожного з видів;  $N$  — сумарна чисельність особин всіх аналізованих видів.

**Індекс домінування Бергера-Паркера** враховує лише частку виду-домінанта

:

$$D_{BP} = \frac{n_{\max}}{N},$$

де  $n_{\max}$  — чисельність виду, що найчастіше зустрічається.

Обидва ці показники приймають тим менше чисельне значення, чим більш вирівняна структура домінування, тобто, чим ближче оцінки чисельності для

усіх видів. При цьому індекс Симпсона надає звичайним видам більшу вагу, оскільки при зведенні в квадрат малих відносин ( $n_i/N$ ) виходять дуже малі величини.

Якщо розрахувати частку видів в сумарній їх чисельності –  $p_i = (n_i/N) \cdot 100\%$ , а потім нанести їх на графік у напівлогарифмічному масштабі, де уздовж осі ОХ розташовуються номери видів у міру зменшення їхнього відносного домінування, то отримана крива дозволяє встановити цікаві співвідношення її форми і деяких особливостей взаємовідносин видів у угрупованнях (рис. 14). Такі криві називаються «кривими домінування-розмаїття».

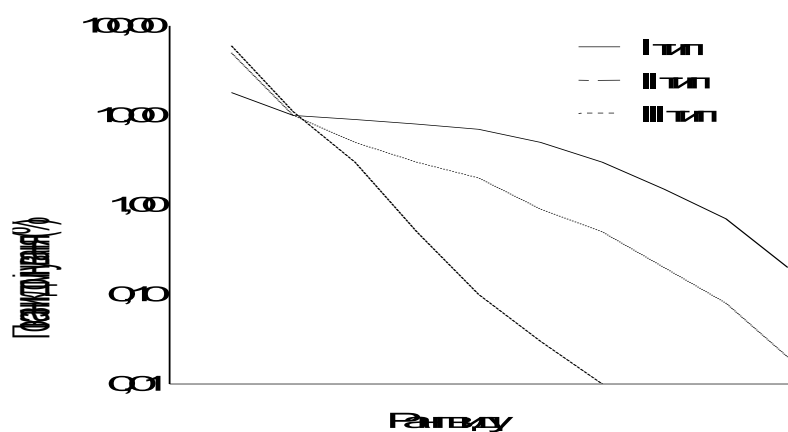


Рис. 14. Крива домінування-розмаїття

*Крива I типу* відповідає ситуації, коли всі члени угруповання знаходяться в сильній залежності від деякого ресурсу, причому має місце випадковий (але без перетинань) розподіл екологічних ніш видів уздовж градієнта даного ресурсу (модель «розламаного стрижня»); *крива II типу* характерна для угруповань, що складаються з невеликого числа видів, між якими існує жорстка конкуренція за обмежені ресурси, нерідко в суворих умовах природного середовища; *крива III типу* – для угруповання з високою видовою насиченістю, в умовах, коли «успіх» того або іншого виду визначається великим числом незалежних і однорідних по силі впливу факторів.

Отже, чим вище крива, тим більше при даному числі видів загальне розмаїття. Прикладом такої групи може бути угруповання лісових комах-ентомофагів.

Звичайно, у багатьох реальних угрупованнях криві домінування-розмаїття будуть відрізнятися від трьох зазначених вище типів, тому про характер біотичних відносин в угрупованнях із проміжними типами кривих можна судити за ступенем їхньої близькості до трьох варіантів, що зображені на кривій у послідовності від I типу до II через III.

### ***Методи розрахунку показників видового розмаїття***

*Індекси видового різноманіття дозволяють:*

- \* – дати оцінку різноманіттю;
- \* – виявити дію факторів, які впливають на нього;
- \* – оцінити і виміряти напрямок змін різноманіття під дією тих чи інших факторів;
- \* – порівняти різноманітність різних місцеіснувань;
- \* – виявити границю асоціації видів чи спільноти;
- \* – оцінити видове багатство.

Видове багатство – одна з найважливіших характеристик будь-яких біотичних угруповань, що відображає їхню екологічну специфіку, ієрархічну структуру та рівень різноманіття. Усі ці параметри пов'язані з особливостями конкретного біоценозу, фазовим станом екосистеми (розвиток, стабільність, клімакс, сукцесія), рівнем її деструкції та трансформації .

***Видове розмаїття, або міра видової неоднорідності угруповання, визначається за формулами Шеннона та Симпсона.***

$$\text{формула Шеннона : } H_{Sh} = -\sum \left( \frac{n_i}{N} \ln \frac{n_i}{N} \right);$$

$$\text{формула Симпсона : } H_S = 1 - \sum \left( \frac{n_i}{N} \right)^2 = 1 - c.$$

Обидва показники володіють тією властивістю, що приймає максимально можливе значення при рівності чисельності усіх видів у угрупованні. При цьому **показник розмаїття Шеннона**  $H_{Sh} \rightarrow \ln s$ ; **показник розмаїття Симпсона**  $H_s \rightarrow (s-1)/s$ , де  $s$  – загальна кількість видів. З іншого боку, коли частка якого-небудь виду прагне до 1, а всіх інших – до нуля, показник також прагне до нуля.

Рівномірність видового розподілу, що також відбиває ступінь різноманіття угруповання, визначається індексом вирівненості за Пієлом:

$$E = H_{Sh} / \ln s,$$

де  $H_{Sh}$  — значення показника різноманіття Шеннона для даного угруповання. Індекс вирівненості Пієла приймає значення від 0 до 1. Для реальних угруповань даний показник рідко перевищує 0,80.

Для чисельної оцінки видового багатства угруповання використовують **індекс Маргалєффа**:

$$d_M = \frac{s-1}{\ln N}$$

Чим більше видів входить до складу угруповання, тим вище значення цього індексу. Зростання числа особин при незмінному числі видів веде до зниження значення індексу.

### **Методи розрахунку індексів подібності фаун**

Для порівняння між собою угруповань, що сформовані у різних місцеперебуваннях, а також для аналізу їхніх змін уздовж досліджуваного градієнта фактора середовища, використовуються індекси подібності фаун, що базуються на оцінці часток загальних і відмінних видів у порівнюваній парі таксономічних наборів.

Першим етапом такого порівняння є складання списку усіх видів, що зустрічаються в обох наборах даних, при цьому відзначається чи зустрічається кожний із видів у даному угрупованні. Далі визначаються наступні значення :

$a$  – число видів, що зустрічаються в обох порівнюваних угрупованнях;

$b$  – число видів, наявних тільки в першому угрупованні і відсутніх у другому;  
 $c$  – число видів, наявних тільки в другому угрупованні і відсутніх у першому.

Перший із представлених нижче індексів використовує лише дані про наявність або відсутність кожного з розглянутих видів у порівнюваних списках, тоді як для розрахунку іншого необхідна інформація і про чисельність кожного з видів в обох угрупованнях.

**Індекс Чекановського-С'єренсена** визначає відношення числа загальних видів до середнього арифметичному числа видів у двох списках:

$$I_{CS} = \frac{2a}{2a + b + c} \cdot 100\%$$

Цей індекс виражає подібність видового складу біоценозів, наприклад, на двох пробних майданчиках. Значення цього індексу  $I_{CS} = 0$ , якщо у двох угрупованнях немає жодного загального виду, і  $I_{CS} = 100$ , якщо усі види для двох майданчиків (угруповань) загальні.

Ступінь домінування кожного виду при цьому не враховується, як і при використанні **індексу Жаккара**, що визначає відношення загальних видів до числа видів у об'єднаному списку:

$$I_J = \frac{a}{a + b + c}$$

**Індекс Ренконена** – враховує рівень відносного домінування окремих видів, але досить чуттєвий до присутності в угрупованні явних домінантів, що при цьому можуть і неповно характеризувати розглянуті ценози:

$$I_D = \sum_{i=1}^s d_i^{\min},$$

де  $d_i^{\min}$  – більш низьке (із двох наборів) значення індексу відносного домінування виду  $i$ , де  $i \in [1; s]$ .

Індекс Ренконена розраховується як сума мінімальних значень показників відносного домінування кожного з видів обох угруповань.



Якщо індекс Ренконена дорівнює нулю, порівнювані угруповання абсолютно різні у фауністичному відношенні; якщо ж  $I_D=100$ , то вони ідентичні.

До біоценозів з низьким видовим різноманіттям слід віднести екосистеми, які перебувають у стадії деградації: рекреаційні ліси та пасовища з високим рівнем витоптування, урбанізовані біоценози, а також культурні біоценози (лісові культури, посіви та сади, газони). Біоценозів зі середнім різноманіттям (порядку 0,5) порівняно небагато. Групи біоценозів з високою видовою різноманітністю охоплюють природні екосистеми, які не одержують ззовні концентрованої енергії та біогенних матеріалів і живуть лише за рахунок розсіяної енергії сонячного випромінювання (ліси і степи, озера, збагачені стоками водозбірних басейнів). Сюди слід віднести стабільні екосистеми вологих тропіків та дно океану.

### ***Приклади розв'язування типових задач***

**№1.** При аналізі угруповання відзначена присутність 5 видів, чисельність особин яких представлена в таблиці. Оцініть індекси домінування для даного угруповання.

<b>Вид</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
Чисельність (особ./га)	80	70	55	40	20

Обчислюємо загальну кількість особин усіх зареєстрованих видів:

$$N = 80 + 70 + 55 + 40 + 20 = 265.$$

*Індекс домінування Симпсона:*

$$C = (80/265)^2 + (70/265)^2 + \dots + (5/270)^2 = 0,23.$$

*Індекс домінування Бергера-Паркера :*

$$D_{BP} = 80/265 = 0,3.$$

*Значення показника видового розмаїття Симпсона :*

$$H_s = 1 - 0,23 = 0,77.$$

Показник видового розмаїття Шеннона:

$$H_{Sh} = - [0,3 \ln 0,3 + 0,26 \ln 0,26 + 0,2 \ln 0,2 + 0,15 \ln 0,15 + 0,08 \ln 0,08] = 1,51.$$

Індекс видового багатства Маргалєффа:

$$d_M = 5 - 1/\ln 265 = 0,71.$$

**№2.** При порівнянні двох наборів видів отримані результати: a = 17; b = 8; c = 20. Визначте *індекс подібності Чекановського-С'єренсена* між цими двома угрупованнями.

*Індекс подібності Чекановського-С'єренсена:*

$$I_{CS} = \frac{2 \cdot 17}{2 \cdot 17 + 8 + 20} \cdot 100\% = 54,8\%$$

**№3.** Визначте *індекс Ренконена*, якщо для першого виду показник відносного домінування становить 28 %, другого – 21 %, третього – 15 %, четвертого – 10 %, п'ятого – 3 %, шостого – 2 %.

*Індекс Ренконена:*

$$I_D = 28\% + 21\% + 15\% + 10\% + 3\% + 2\% = 79\%.$$

**№4.** Розрахуйте показники *індекса подібності Чекановського-С'єренсена*, *індекса Жаккара* для порівняння трьох наборів видів: a=20; b=5; c=14.

*індекса подібності Чекановського-С'єренсена*

$$I_{CS} = \frac{2 \cdot 20}{2 \cdot 20 + 5 + 14} \cdot 100\% = 67,8\%$$

*індекса Жаккара*

$$I_j = \frac{20}{20 + 5 + 14} \cdot 100 = 51,3\%$$

## Практичні завдання

1. Назвіть індекси видового розмаїття та видового багатства. Заповніть таблицю.

### Показники домінування

Видове розмаїття	Видове багатство

2. При аналізі угруповання відзначена присутність 7 видів, чисельність особин яких представлена в таблиці. Оцініть індекси домінування *Симсона*, *Бергера-Паркера*, *видового розмаїття Симсона* та *Шеннона* для даного угруповання.

Вид	1	2	3	4	5	6	7
Чисельність (особ./га)	14	21	35	43	50	78	54

3. Розрахуйте показники *індекса подібності Чекановського-С'єренсена*, *індекса Жаккара* для порівняння двох наборів видів:  $a=25$ ;  $v=7$ ;  $c=4$ .

4. Розрахуйте *індекс Ренконена*, якщо для першого виду показник відносного домінування становить 30 %, другого – 24 %, третього – 35 %, четвертого – 17 %, п'ятого – 8 %, шостого – 1 %.

### Запитання для самоконтролю :

1. Назвіть методи розрахунку показників домінування.
2. Охарактеризуйте «криві домінування розмаїття».
3. Назвіть методи розрахунку показників видового розмаїття.
4. Який індекс використовується для оцінки видового багатства угруповання?

## Тема № 7

# ФІТОЦЕНОЗИ

**Ключові терміни:** фітоценологія, фітоценоз, асоціація, тип рослинності, формація, субформація, тип лісу, культурфітоценози, едифікатори, асектатори.

### Теоретичні відомості

**Фітоценологія** – вчення про фітоценози, або рослинні угруповання. Фітоценоз разом із зооценозом і мікробоценозом утворюють біоценоз, є компонентом біогеоценозу.

**Фітоценоз**, або **рослинне угруповання** – це сукупність рослин певної ділянки, які перебувають у складних взаємовідносинах як між собою, так і з властивими їм умовами місцезростання. Рослинні угруповання є результатом тривалого історичного розвитку, в них сформувався певний комплекс видів, внаслідок природного добору за певних кліматичних умов середовища, при постійній взаємодії рослин та інших живих організмів [23]. Прикладом рослинних угруповань можуть бути ліси, болота, степи, пустелі та ін. (рис. 15 – 18).

Зазвичай, різні рослинні угруповання суттєво відрізняються одне від одного. Зокрема, зустрічаються флористично багаті і флористично бідні фітоценози.

Склад флори угруповання визначається екологічними потребами рослин. Оскільки потреби всіх видів рослин відрізняються, вони перебувають у певних співвідношеннях, які забезпечують їхню пристосованість до різноманітних умов середовища. Для будь-якого фітоценозу його видовий склад та структура є особливими. Фітоценоз характеризується певним видовим складом, просторовою структурою та умовами існування. Показники перших двох груп визначають морфологію фітоценозів, а третьої групи – його екологію.

Ділянки рослинності об'єднуються в нижчу одиницю систематики фітоценозів – *асоціацію*.

**Асоціація** (від лат. *associo* – з'єдную, поєдную) – рослинне угруповання, котре характеризується однорідним флористичним складом, наявністю проведених (домінантних) видів, певним кількісним співвідношенням між окремими видами, а також ярусністю, послідовністю фенологічного розвитку рослин протягом вегетаційного періоду та продуктивністю рослинної маси [3].



Рис. 15. Фітоценоз (ліс)



Рис. 16. Фітоценоз (болото)



Рис. 17. Фітоценоз (степ)



Рис. 18. Фітоценоз (пустеля)

Найвищим таксоном є *тип рослинності* (наприклад, деревна чи лучна рослинність), далі *формація* (букові ліси), *субформація* (грабово-букові ліси), *екологічна група асоціацій* або *тип лісу* (свіжа грабова бучина), *асоціація* (природна чи похідна).

*Похідні асоціації*, в свою чергу, діляться на *природні (саморегульовані)* і *штучні (регульовані)*, а останні – на утворені в слабозмінених, середньозмінених і сильнозмінених умовах місцезростання.

Штучно створені *фітоценози* називають *культурфітоценозами*. Найбільше таких фітоценозів створено на урбанізованих територіях: *сильваценози* (лісові), *фрутоценози* (чагарникові), *помологоценози* (садові), *вітоценози* (виноградники), *флороценози* (квітники), *пратоценози* (газони, луки), *агроценози* (поля із зерновими та просапними культурами), *стрипоценози* (захисні смуги), *акваценози* (декоративні ставки та басейни із водяною рослинністю). Останнім часом, значна увага фітоценологів направлена на *рудероценози* (рудеральні фітоценози) – бур'янові рослинні угруповання, котрі займають значні урбанізовані території міст і селищ. Зачасту *рудероценози* відіграють позитивну роль, зокрема вирізняються високою стійкістю до антропогенних навантажень. Наприклад, споришево-подорожникові асоціації в багатьох житлових мікрорайонах великих міст відіграють значну естетичну роль, вони є стійкими до витоптування. Також, *рудероценози* в урбанізованих умовах є екологічними нішами для багатьох видів тварин [3].

Взаємодія рослин належить до найважливіших факторів, які визначають та регулюють видовий склад, чисельність популяцій, будову, продуктивність та біологічну стійкість фітоценозів. Роль окремих видів у житті рослинного угруповання неоднакова. Визначення суті зв'язків між окремими видами рослин дає можливість визначити їх роль та місце в рослинному угрупованні. Залежно від цього, їх об'єднують у різні групи (*ценотипи*), кожна з яких має відповідне значення для фітоценозу. Виділяють наступні *ценотипи* :

- \*– *домінанти* – види рослин, які переважають у фітоценозі;
- \*– *субдомінанти* – одноосібно домінують у другорядних ярусах фітоценозу;
- \*– *кондомінанти* – содомінуючі у тому чи іншому ярусі види рослин;
- \*– *інгредієнти* – види, що мають меншу чисельність та продуктивність.

Згідно класифікації фітоценотипів В. М. Сукачова [23, 37] виділяють два типи фітоценотипів: *едифікатори* – будівники угруповань (види, що виконують провідну роль у створенні фітосередовища, визначають структуру фітоценозу та специфічні умови існування в ньому), завжди є домінантом, домінант не завжди едифікатор; *асектатори* – співучасники в побудові угруповань без впливу

людини або тварин, відіграють другорядну роль у структурі та функціонуванні фітоценозів. Асектатори В. М. Сукачов поділив на *автохтонні* – будівники угруповань і *адвентивні*, що випадково потрапили до угруповання.

Межі між фітоценозами називають *екотони*, вони досить умовні. За Ю. Одумом «...Екотон являє собою перехід між двома і більше різними угрупованнями (фізіономічно помітними), наприклад між лісом і лугом або між м'яким і твердим ґрунтом морських біоценозів. Це прикордонна зона, або зона «напруги», яка може мати значну лінійну протяжність, але завжди буває вузькою від територій самих сусідніх [28].

Видовий (флористичний) склад фітоценозів визначається числом видів, представлених у ньому. Зазвичай для його визначення вивчається декілька ділянок спільноти. Число видів, що зустрічаються у даній спільноті на певній одиниці площі називають *видовою насиченістю*. Розрізняють види – *компоненти* (постійно присутні у даній спільноті) та види – *інгредієнти* (присутні не щороку і щоразу змінюють чисельність; це, переважно, однорічні рослини). Ступінь сталості присутності виду у спільноті називають *константністю*. До константних видів відносять ті, що зустрічаються в 91 – 100 % випадків на усіх обстежених ділянках.

Видовий склад фітоценозу може слугувати *об'єктом екологічного та флористичного вивчення*. У першому випадку визначають групи видів, різних за своєю екологією чи життєвими формами. У другому – за належністю до різних флор (європейських степів – понтичної; широколистяних лісів – неморальної). Видовий список може бути поділено на господарчі групи, що мають різну цінність, наприклад кормову: злаки, осоки, бобові, різнотрав'я.

Сукупність особин одного виду у межах певного фітоценозу об'єднуються у *ценопопуляції* (рис. 19).

Вивчення ценопопуляцій відіграє важливу роль при оцінці організації і динаміки фітоценозів.





Рис. 19. Ценопопуляція цибулі кулястої (*Allium globosum* Vieb. ex Redoute)

### Практичні завдання

1. Дайте характеристику екологічних і ценотичних властивостей лісових фітоценозів та заповніть таблицю.

Назва виду	Ярус	Екологічна характеристика	Практичне використання

2. Напишіть 5 українських та латинських назв рослин-асектаторів соснових лісів (борів).

3. Назвіть та обґрунтуйте, які фактори впливають на загальний стан фітоценозів лісу, степу та болота.

### Запитання для самоконтролю :

1. Які типи фітоценотипів Ви знаєте ?
2. Що таке фітоценологія, фітоценоз, асоціація ?
3. Охарактеризуйте ценотипи.
4. Яким чином умови місце існування впливають на фітоценози?

## Тема № 8

### БІОСФЕРА. БІОЛОГІЧНИЙ КРУГООБІГ

**Ключові терміни:** біосфера, біомаса Землі, біомаса ґрунту, біомаса Світового океану, біологічна продуктивність, жива речовина.

#### Теоретичні відомості

**Біосфера** – сфера життя, частина оболонки Землі, населена живими організмами (рис. 20).



Рис. 20. Біосфера

Вона охоплює верхню частину літосфери, гідросферу, тропосферу та нижню частину стратосфери (табл. 3). В. І. Вернадський створив учення про біосферу, основні положення якого виклав у своїй праці «Біосфера» (1926 р.) [2].

В. І. Вернадський визначив біосферу як термодинамічну оболонку з температурою від +50 °С до -50 °С і тиском біля 1 атм (біля 10<sup>2</sup> кПа). Ці умови становлять межі життя для більшості організмів.

**Таблиця 3**

Загальна будова біосфери

Оболонки Землі	Протяжність	Кордони життя (біосфера)	Будова та значення
Атмосфера	2–3 тис. км	До 10 км та більше. Спори бактерій та грибів піднімаються на висоту до 20 км.	<p><i>Тропосфера</i> – нижній шар атмосфери висотою 15 км. Включає зважені в повітрі водяні пари, які перемішуються при нерівномірному нагріванні поверхні Землі.</p> <p><i>Стратосфера</i> – шар, який лежить вище тропосфери до висоти 40 км. У верхній частині вільний кисень перетворюється в озон, який утворює екран, поглинаючий космічні випромінювання та короткохвильові ультрафіолетові промені Сонця, котрі є згубними для усього живого.</p> <p><i>Іоносфера</i> – шар, який знаходиться вище стратосфери, де переважають розріджені гази.</p>
Літосфера	30–70 км	6–8 м (до 100 м)	Тверда камінна оболонка Землі. Верхня частина літосфери складається з осадових гірських порід. Під ними лежать гранітний і базальтовий шари. На поверхні літосфери знаходиться ґрунт – шар кори Землі, котрий змігюється атмосферою та організмами. Залишки живих організмів розкладаються в ґрунті

			редуцентами, які включають в 7боло обіг речовин хімічні елементи речовини, що використовуються зеленими рослинами. Рослини відіграють космічну роль, являючись посередниками між Сонцем і всім живим на Землі, оскільки виділяють кисень та синтезують органічні речовини.
Гідросфера	70 % поверхні Землі	До 141 км (Маріанська западина)	Водна оболонка Землі, розміщена між атмосферою та земною корою. Світовий океан має середню глибину 3,8 км, максимальну – до 11,034 км. У ньому розчинені сполуки до 100 хімічних елементів і, що особливо важливо для тварин та рослин – O <sub>2</sub> та CO <sub>2</sub> . Живі організми, котрі населяють Світовий океан, поділяються на планктон та бентос. <i>Планктон</i> – організми, які населяють товщу води. <i>Бентос</i> – організми, котрі прикріплені до дна або мешкають на дні (водорості, донні безхребетні та риби). Океан здійснює великий вплив на клімат. На дні відбуваються процеси відкладення осадових порід.

Усі живі організми в своїй сукупності утворюють **біомасу** (живу речовину) планети. Вона представляє собою відкриту систему, для котрої характерними є ріст, поширення, розмноження, обмін речовин та енергії із зовнішнім середовищем.

Основні функції живої речовини:

\* – газова – постійний газообмін із навколишнім середовищем в процесі дихання рослин і тварин та фотосинтез рослин;

\* – концентраційна – біогенна міграція атомів, котрі спочатку концентруються в живих організмах, а потім після їх відмирання та мінералізації переходять в неживу природу;

\* – окисно-відновна – обмін речовин та енергії із зовнішнім середовищем: при дисиміляції окислюються органічні речовини, виділяється теплова енергія й у АТФ акумулюється енергія хімічних зв'язків, при асиміляції утворюються хімічні речовини, які необхідні організму, за рахунок засвоювання та перетворення поживних речовин у тварин і фотосинтезу в зелених рослин, при цьому використовується енергія АТФ;

\* – біохімічна – обумовлена процесами обміну речовин у живих організмах (живлення, дихання, виділення) і руйнуванні, деструкції відмерлих організмів і продукції їхньої життєдіяльності.

Поширення живих організмів у біосфері обмежується температурою середовища; в літосфері температура на глибині 60 км досягає 100 °С; у тропосфері з кожною сотнею метрів у висоту температура знижується на 0,6 °С; у гідросфері температура більш стала і на великій глибині знижується лише на 2 °С. Верхня межа життя обмежується космічним випромінюванням, нижня – високою температурою глибин Землі.

Швидкість розмноження й росту різних організмів В. І. Вернадський зводив до швидкості заселення Землі по довжині екватора (40075721 км). Отже, визначивши швидкість заповнення поверхні Землі по найдовшій лінії – екватора, можна порівняти швидкість розмноження різних організмів. Так, швидкість розмноження холерного вібріона становить 33100 м/с, а слона – 0,09 м/с. В. І. Вернадський склав порівняльну таблицю таких швидкостей (табл. 4).

Швидкість можливого заселення живими організмами  
всієї поверхні планети

Живі організми	Швидкість можливого заселення
Водорості планктону	168–183 днів
Морські водорості	49–79 років
Бактерії : холери тифу	1,25 дня
	1,8 дня
Інфузорія	10,6 дня
Комар	203 дня
Муха	366 днів
Конюшина	11 років
Оселедець	7–12 років
Камбала	6 років
Тріска	4 роки
Курка	4 роки
Пацюк	8 років
Свиня свійська	8 років
Свиня дика	56 років
Слон індійський	1000 років

Незважаючи на незначну загальну біомасу, роль живих організмів в процесах, які протікають на планеті, величезна. Діяльністю живих організмів зумовлений хімічний склад атмосфери, концентрація солей в гідросфері, в літосфері – утворення одних та руйнування інших гірських порід, формування ґрунтового покриву тощо.

**Біомаса Землі** – сукупність усіх живих організмів (живої речовини) планети. Виражається в одиницях маси або енергії, віднесеної до одиниці площі або об'єму. Основна властивість живої речовини, або біомаси, що відрізняє її від неживої природи – величезна здатність до відтворення, розмноження.

Біомаса Землі становить  $2,423 \cdot 10^{12}$  т, із яких рослин – 97 %, тварин – 3 %, тобто рослинна маса суші перевищує тваринну. Так, об'єм усіх рослин становить  $2337 \text{ км}^3$ , об'єм усіх тварин –  $1 \text{ км}^3$ .

**Біомаса поверхні суші** – сукупність усіх живих організмів – рослин, тварин, мікроорганізмів, які населяють суходіл. Найбільша «концентрація» життя є у вологих тропічних лісах. Тут найбільша кількість різних видів рослин, понад 8 тис. На північ та південь від екватора життя стає біднішим, зменшується її щільність та число видів, рослин і тварин: в субтропіках біля 3 тис. видів рослин, у степу біля 2 тис., потім широколистяні та хвойні ліси, далі – тундра, в якій зростають біля 500 видів мохів та лишайників. Залежно від інтенсивності розвитку життя в різних географічних широтах змінюється біологічна продуктивність. Встановлено, що загальна первинна продуктивність суші становить біля 150 млрд. т., у тому числі на частку лісів Землі припадає 8 млрд.т. органічної речовини за рік.

**Біомаса ґрунту** – сукупність живих організмів, які мешкають у ґрунті та відіграють провідну роль в процесі його формування.

**Біомаса Світового океану** – сукупність усіх живих організмів, які населяють основну частину гідросфери Землі. Біомаса його в 1000 разів менше, ніж біомаса суші, оскільки використання сонячної енергії у воді становить 0,04%, на суші – 0,1–0,3 %.

**Біологічна продуктивність** – кількість органічної речовини, яка виробляється організмами, котрі входять до складу того чи іншого біогеоценозу (луки, ліси, поля, водойми) за певний проміжок часу. Вимірюється в одиницях маси, часу та площі.

**Кругообіг речовини** – природні циклічні процеси перетворення та переміщення хімічних елементів. В повітряний кругообіг включаються 98,3 % речовин, у водний – 1,7 %. Через газоподібну фазу проходять  $\text{O}_2$ ,  $\text{H}_2$ ,  $\text{N}_2$ ,  $\text{C}$  та ін., через водну –  $\text{Na}$ ,  $\text{Mg}$ ,  $\text{F}$ ,  $\text{S}$ ,  $\text{Cl}$ ,  $\text{K}$  та ін.

**Біологічний кругообіг** – біогенна міграція атомів, кругообіг речовин являє собою два протилежних процеси – акумуляцію елементів у живих організмах і мінералізацію внаслідок розкладання мертвих організмів. Утворення живої

речовини переважає на поверхні суші, в верхніх шарах морів, мінералізація її – в ґрунті та глибинах морів.

В. І. Вернадський зазначав, що біогенна міграція земних атомів зумовлюється трьома різними процесами життя:

\*– метаболізмом живого організму – його диханням, живленням, різними відходами;

\*– ростом організмів;

\*– розмноженням, збільшенням кількості організмів.

Усі три процеси взаємопов'язані, проте кожний з них вносить у біосферу різний для кожного виду організмів запас геохімічної енергії.

**Кругообіг Нітрогену** – біогеохімічний процес в біосфері, в якому приймають участь організми-редуценти, а також нітрифікуючі та бульбочкові бактерії (рис. 19). Один із найшвидших кругообігів речовин (рис. 21).

**Амоніфікація** – розкладання (гниття) білків з утворенням аміаку (мінералізація органічної речовини). Здійснюється редуцентами.

**Нітрифікація** – процес окиснення солей аміаку в солі азотної кислоти (I етап – претворення аміаку в нітриту, II етап – перетворення нітриту у нітрати). Здійснюється ґрунтовими нітрифікуючими бактеріями (нітрозомонас, нітробактер).

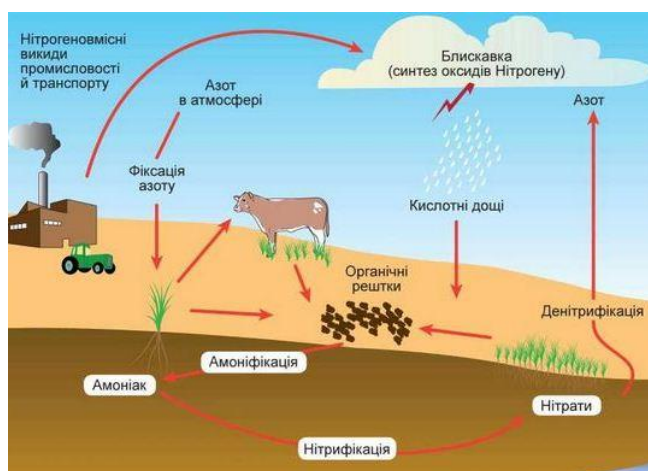


Рис. 21. Кругообіг Нітрогену в природі



**Денітрифікація** – розкладання солей азотної кислоти до утворення газоподібного азоту. Здійснюється ґрунтовими денітрифікуючими бактеріями.

**Азотфіксація** – утворення азотистих сполук шляхом фіксації атмосферного азоту вільноіснуючими ґрунтовими бактеріями (азотобактер) або бактеріями, які живуть у симбіозі з корнями бобових рослин (бульбочкові бактерії ризобіум).

**Кругообіг Оксигену** – забезпечує кругообіг усіх біогенних елементів (рис. 22). Кисень атмосфери – біогенного походження. Він постійно надходить до атмосфери в результаті фотосинтезу.



Рис. 22. Кругообіг Оксигену в природі

**Кругообіг Карбону** відбувається в цілому між живою речовиною та  $CO_2$ , який міститься в атмосфері (рис. 23).



Рис. 23. Кругообіг Карбону в природі

**Кругообіг Фосфору.** Джерелом фосфору є літосфера. Найбільш інтенсивний кругообіг фосфору відбувається на суші: ґрунт – рослина – тварина– ґрунт (рис. 24).



Рис. 24. Кругообіг Фосфору в природі

Особливість кругообігу Фосфору полягає у наявності в ньому лише однієї газоподібної сполуки – фосфіну, котрий утворюється під час гниття органічних решток.

З кругообігом речовин тісно пов'язане перетворення енергії в біосфері. **Перетворення енергії** – трансформація енергії сонячної радіації, яка надходить на Землю, в енергію хімічних зв'язків. Здійснюється зеленими рослинами в процесі фотосинтезу. Витрачається на процеси життєдіяльності всіх живих організмів або виділяється в формі тепла, або консервується в земній корі у вигляді покладів вугілля, нафти та торфу.

### **Біосфера і місце в ній людини**

Всі живі організми залежать від цілісності біосфери. Внаслідок суттєвих змін, які нині спостерігаються в біосфері, будь-які елементи, що складуть її можуть повністю зруйнуватися. При цьому, можливо атмосфера, гідросфера та літосфера в певному виді збережуться, проте в їх взаємодії вже не будуть приймати участь живі організми. Наприклад, в разі ядерної катастрофи, на Землі, можуть вціліти

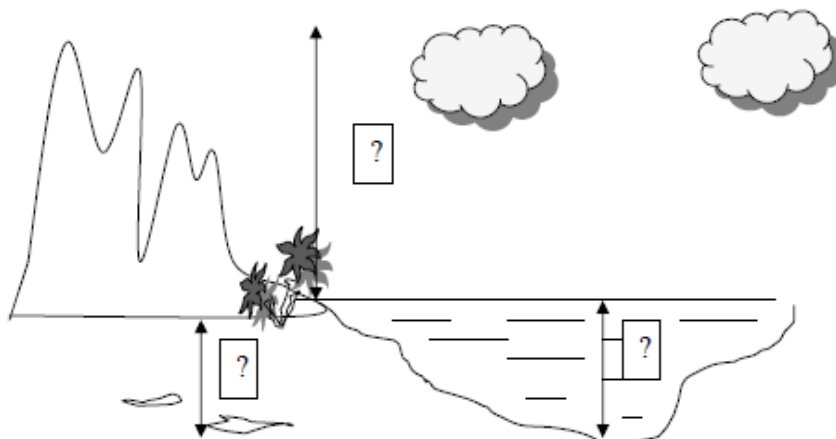
деякі види бактерій і грибів, і вони можуть надалі визначати нові біогеохімічні кругообіги [22].

Чи загрожує людство біосфері? Потрібно задуматися над фактами: чисельність людей на Землі перевищила 6 млрд. (для кожної людини необхідні для ресурси біосфери); за останні роки площа лісів у світі скоротилася на понад 94 млн. га лісу; понад 12 тис. видів різних організмів знаходяться під загрозою зникнення; в світі відмічається дефіцит прісної води.

Тільки глибокі знання про живі та неживі компоненти біосфери, про їх взаємодії, які забезпечують існування біосфери як єдиного цілого дозволить паралельно еволюціонувати суспільству і природі.

### Практичні завдання

1. Опишіть колообіг води в біосфері, зобразіть схематично.
2. Поясніть: яким чином жива речовина забезпечує механізм стійкого функціонування біосфери.
3. Обґрунтуйте кордони біосфери в межах атмосфери, гідросфери, літосфери. На рисунку відзначте межі біосфери (верхня межа в атмосфері, нижня межа в океані, нижня межа в земній корі).



### **Запитання для самоконтролю :**

- 1.** Які властивості біомаси?
- 2.** Назвіть межі біосфери?
- 3.** Охарактеризуйте будову та значення оболонок Землі.
- 4.** Дайте визначення біосфери. Назвіть вченого, який створив учення про біосферу.
- 5.** Схарактеризуйте, чи загрожує сучасна людина своєю діяльністю цілісності біосфери?

## Тема № 9

### ДЕМОГРАФІЧНА ПРОБЛЕМА

**Ключові терміни:** демографічний вибух, демографічна політика, ємність середовища, демографічний перехід

Сучасна демографічна ситуація демонструє останні статистичні данні – нині на планеті живе 7,7 млрд. людей, народжуваність – 18,6%, смертність – 7,8%, смертність немовлят – 34,1 %, природний приріст – 1,08%. Кожну секунду у світі народжується 26 дітей. Населення Землі до 2050 р. збільшиться до 9,7 млрд. і до 11,2 млрд. – до кінця сторіччя. На 8 % території Землі зосереджено біля 75% населення. Це зумовлює великий «тиск населення», який впливає на довкілля, незалежно від економічного розвитку, технічних досягнень. Прогрес науки і техніки, новітні технології, розвиток транспорту, потреба в нових ресурсах спричинює просування людей в райони з екстримальними умовами, де екосистеми є досить вразливими.

Багато учених, громадських діячів, політиків наголошують про необхідність термінових заходів у масштабах всієї цивілізації, які б могли регулювати чисельність людей. Нині існує безліч моделей подальшого розвитку цивілізації. При розробці кожної із них здійснюються спроби визначити оптимальну чисельність населення, тобто найбільш відповідну *ємності середовища* [22].

**Ємність середовища** – це кількісно виражена здатність природно-антропогенного середовища забезпечувати нормальну життєдіяльність (дихання, харчування, розмноження та ін.) певної кількості організмів і їх угруповань без помітного порушення середовища.

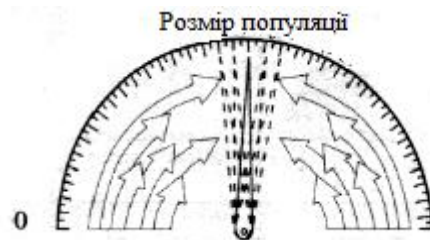
#### ***Біологічні механізми динаміки чисельності популяції***

Кожна природна популяція має свою чисельність, яка визначається народжуваністю та смертністю. На чисельність популяції здійснюють вплив співвідношення наступних показників популяції : народжуваності, смертності,

плодючості, чисельності популяції, яке виражається в особливій репродуктивній поведінці (*репродукція* – відтворення), в особливій стратегії, яка виражається як характерна поведінка.

*Опір середовища* – це вся сукупність факторів (нестача їжі, дія несприятливих абіотичних чинників, брак місць існування, конкуренція, хвороби, паразити, хижаки), які спрямовані на скорочення чисельності популяції і перешкоджає її росту та розмноженню (рис. 25).

*Біотичний потенціал* – це можливість виду збільшити свою чисельність і/або область поширення при покращенні умов існування. Стримується опором середовища.



#### ***Біотичний потенціал***

Народжуваність  
Здатність до розселення  
Здатність до захоплення нових місць існування  
Захисні механізми  
Здатність витримувати несприятливі умови для існування

#### ***Опір середовища***

Нестача води  
Нестача їжі  
Несприятливі кліматичні умови  
Нестача придатних місць існування  
Хижаки  
Хвороби  
Паразити  
Конкуренти

Рис. 25. Біотичний потенціал та опір середовища, що визначають розмір популяції

Розрізняють *r-стратегію* і *k-стратегію* як варіанти репродуктивної поведінки.

*r-стратегія* (де *r* – вроджена швидкість росту чисельності популяції,

пов'язана з максимальною швидкістю розмноження особини даного виду) – розуміється як особлива репродуктивна поведінка, котра характерна для видів, які мешкають в нестабільних місцях проживання, клімат дуже складний, змінний, з високим опором середовища, не турбуються про потомство. Репродуктивна поведінка, котра характеризується як *r-стратегія*, притаманна багатьом найпростішим, риbam, паразитичним червам та ін. [22].

Для організмів у більш стабільних умовах середовища, що мешкають сім'ями, прайдами, табунами, стадами та піклуються про потомство, характерною є репродуктивна поведінка, так звана *k-стратегія*, де *k* – максимальний розмір стабільної популяції в даних умовах.

### ***Соціальні механізми динаміки чисельності населення Землі***

Згідно експертним оцінкам, популяції людей, які одночасно проживали на Землі, нараховували:

1 мільйон років потому (стадія Людина прямоходяча) – 100000 індивідів; до часу появи Людини розумної – 500000 індивідів; 20–30 тис. років тому – 5 млн. людей.

Існують точки зору, що чисельність населення повинна налічувати 1 млрд. Це так званий англо-саксонський «золотий» міліард. В. Дольник [9] в своїх працях називає як оптимум 200 тис. людей.

***Демографічний вибух*** – різке збільшення чисельності населення, припадає на другу половину ХХ ст. Так, середньорічний приріст населення в ХХ ст. в 50-х рр. становив 53 млн., в 60-х рр. – 66 млн., в 70-х рр. – 70 млн., 80-х рр. – 86 млн. людей.

***Демографічний перехід*** – фаза динаміки чисельності популяції, що характеризує період, коли вона наближається до рівня *ємності середовища*, і *r-стратегія* переходить в *k-стратегію*. Зближення показників смертності та народжуваності (коли коефіцієнт смертності та коефіцієнт народжуваності дорівнюватимуть 12 %) призведе до *демографічної стабілізації*.

В складі такої популяції буде: 23 % дітей і юнаків до 18 років; 49% людей

працездатного віку від 18 до 60 років; 28% людей від 60 до 84 років. На кожні 1000 людей буде 96 родин із віком батьків від 20 до 36 років, у кожній із яких буде в середньому по дві дитини. Отже, чисельність населення протягом історії людства неухильно зростала в зв'язку з тим, що люди збільшували *ємність середовища* завдяки зміни типів господарювання.

Сучасна Людина реалізує *k-стратегію*, проте в країнах, які із запізненням стали на шлях науково-технічного прогресу, зберігається високий рівень народжуваності, реалізується *r-стратегія*, і цим самим підтримується стрімкий ріст населення Землі.

Популяції потрібен час, ряд поколінь, для того щоб привести народжуваність у відповідність з новим рівнем смертності. Протягом цього періоду буде відбуватися «демографічний вибух», навіть якщо він не вигідний популяції і випереджає ріст продуктів харчування.

### ***Демографічна політика***

*Розвиток населення* – вид розвитку, в якому засоби збігаються з метою.

*Мета* – вдосконалення людини та поліпшення якості її життя.

*Засоби* – сама людина як основа економічного розвитку.

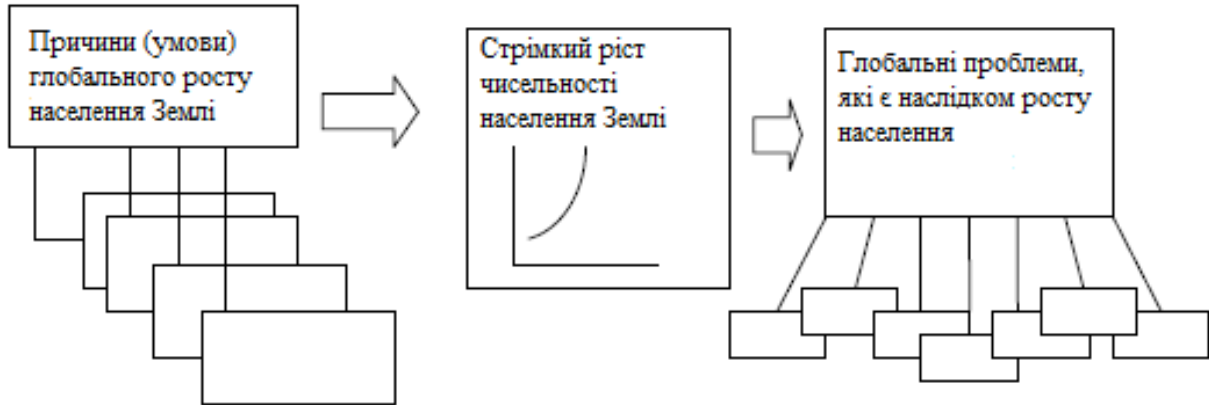
Демографічний розвиток включає питання природокористування, зростання чисельності населення відносно територій та її природно-ресурсної бази. Демографічна політика може бути розглянута як спроба людства управляти дітонародженням. Люди живуть в рамках формули «Тут і зараз», їм ніколи чекати кращих часів. На сьогодні, питання регулювання народжуваності людство вирішує шляхом застосування *демографічної політики* [22].

***Демографічна політика*** – система різних заходів – від формування суспільної думки до економічного стимулювання та адміністративно-правового регулювання, що застосовуються державою з метою впливу на природний рух населення.



## Практичні завдання

1. Чому та яким чином демографічна проблема пов'язана з енергетичною, сировинною, продовольчою та геополітичними проблемами. Свої висновки зобразіть у вигляді схеми.



2. Людині як виду властива *k-стратегія* репродуктивної поведінки, проте в межах своєї потенційної плодючості, він може зрушуватись в бік *r-стратегії*. Визначте умови, що характеризують можливості реалізації *k* або *r* типу.

3. Поясніть у чому полягає відмінність механізмів динаміки чисельності популяції людини від популяцій інших організмів.

4. Людина – складна біосоціальна істота. Демографічні процеси, що формують чисельність народонаселення, обумовлені переважно соціально-економічними факторами. Бурхливий, експоненціальний розвиток народонаселення Землі пов'язаний з демографічною революцією. Поясніть суть цього поняття.

5. Поясніть, чому демографічна революція не призвела до стабілізації чисельності населення Землі. Назвіть соціальні причини, які сприяють стрімкому зростанню чисельності населення.

6. Складіть таблицю, в якій до першої групи країн віднесені ті, котрі повинні використовувати стратегії зменшення чисельності ( I ), а до другої – утримувати сформовані параметри чисельності населення ( II ) для переходу людства в стан стійкої демографічної ситуації:

I. Країни, котрі повинні використовувати стратегії зменшення чисельності	II. Країни, котрі повинні утримувати сформовані параметри чисельності населення

Ви можете навести 5–10 країн на власний розсуд або скористатися наведеним нижче списком : Ангола, Бразилія, Гана, Чехія, Індія, Данія, Єгипет, Індонезія, Китай, Пакистан, США, Україна, Конго, Угорщина.

7. Проаналізуйте та поясніть висловлювання Р. Л. Сміта «Наші проблеми забруднення, харчування, народонаселення – всі є екологічними».

#### Запитання для самоконтролю :

1. Охарактеризуйте біологічні механізми динаміки чисельності популяції людини.
2. Що таке *r-стратегія* і *k-стратегія*?
3. Дайте визначення терміну «ємність середовища», «демографічний вибух», «демографічний перехід».

## Тема № 10

# СУЧАСНА ЕКОЛОГІЧНА КРИЗА ТА СТРАТЕГІЇ ВИЖИВАННЯ ЛЮДСТВА

**Ключові терміни:** антропоаномалії, соціальна екологія, консумеризм, ресурс.

### Теоретичні відомості

Сучасна Людина переживає той період розвитку, коли забезпечення її безпеки є вже найбільш важливим та необхідним, ніж подальший прогрес. Забруднення повітря, деградація ґрунтів, відсутність та нестача питної води, знищення лісів, степові та лісові пожежі, повені, сумнівна якість продуктів харчування, засмічення довкілля – це далеко не весь перелік проблем, які по суті є одночасно екологічними, економічними, соціальними та політичними.

Глобальних характер діяльності Людини призводить до якісних змін у природній біогеохімічній циклічності процесів біосфери, зокрема спричинює часткове або повне випадання ланки з системи стійких біогеохімічних циклів. Ланки, що випадають з природних циклів, призводять до формування техногенно забруднених ділянок – *антропоаномалій*.

Сучасне суспільство – це суспільство споживачів. Ідеями всесвітнього споживання (так званий *консумеризм*) охоплені всі засоби масової інформації [22].

*Консумеризм* (від англ. *consume*) – культ споживання, характерний для сучасного стану розвитку суспільства, що призводить до посилення використання природних ресурсів. Нині застосовуються різноманітні промислові технології, які перепрограмувають свідомість людини на прагнення купувати.

Суспільство споживачів, яке головним показником розвитку визнає економічний розвиток, за Е. Фромом, продукує дефективних людей із примітивними редукованими потребами. Для задоволення цих потреб із кожним роком є необхідність у все більших ресурсах [22].

*Ресурси* – будь-які джерела і передумови отримання необхідних людям матеріальних і духовних благ, які можуть реалізуватися при існуючих технологіях і соціально-економічних відносинах.

Про руйнівні тенденції ринкової економіки для навколишнього середовища писав В. Лебоу: «Наша надзвичайно продуктивна економіка...вимагає, щоб споживання для нас стало стилем життя, щоб ми перетворили покупку та використання речей у ритуал, щоб в споживанні ми шукали духовне задоволення, ствердження свого «Я», нам потрібно, щоби речі купувалися, викидувалися та замінювалися іншими в усе більших масштабах».

Отже, зрозуміло, що продуктивна ринкова економіка базується на множенні споживання природних ресурсів і неминуче супроводжується масовим забрудненням довкілля відходами побуту, виробництва та споживання.

### ***Принципи соціальної екології***

- \* – людство, як і будь-яка популяція, не може зростати безмежно;
- \* – суспільство в своєму розвитку має враховувати міру біосферних явищ;
- \* – сталий розвиток суспільства залежить від своєчасності переходу до альтернативних ресурсів і технологій;
- \* – будь-яка перетворювальна діяльність суспільства повинна ґрунтуватися на екологічному прогнозі;
- \* – освоєння природи не повинно зменшувати різноманітності біосфери та погіршувати якість життя людей;
- \* – сталий розвиток цивілізації залежить від моральних якостей людей;
- \* – кожен несе відповідальність за свої дії перед майбутнім;
- \* – необхідно мислити глобально, діяти локально;
- \* – єдність природи зобов'язує людство до співпраці.

### ***Потреби людини***

***Потреба*** – потреба або нестача чогось необхідного для підтримки життєдіяльності організму, людської особистості, соціальних груп, суспільства в

цілому; або стан індивіда, який зумовлений потребою, котру він відчуває в об'єктах, необхідних для його існування і розвитку, і виступає джерелом його активності.

Потреба виступає як такий стан, завдяки якому здійснюється регулювання особистості, визначається спрямованість мислення, почуттів, волі. Поняття «потреба» в науковій літературі зустрічається в трьох визначеннях [22].

*Потреба:*

\*– як позначення об'єкта зовнішнього середовища, необхідного для нормальної життєдіяльності;

\*– як стан психіки, який відображає брак чого-небудь;

\*– як фундаментальні властивості особистості, що визначають її ставлення до світу.

Відповідно до цього розмежовують поняття:

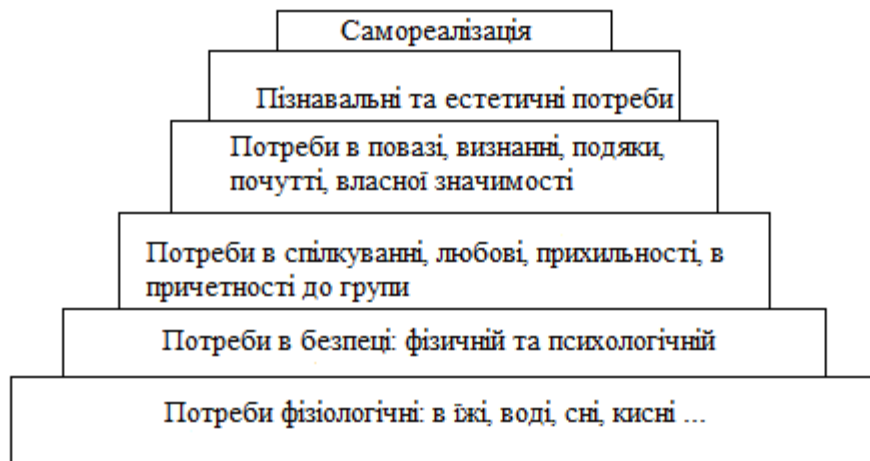
\*– потреба – об'єкт;

\*– потреба – стан;

\*– потреба – властивість.

### ***Потреба властивостей А. Маслоу***

Психолог Абрахам Маслоу в 1943 р. висловив припущення про людську поведінку, котра визначається широким спектром потреб. Він розділив ці потреби на п'ять категорій та розмістив їх у відповідній ієрархії. Теорія ієрархії фундаментальних потреб, які вибудовуються у своєрідну піраміду, в якій вищерозміщений рівень потреби може виникнути виключно після реалізації нижче розміщеного. В 60-х рр. ХХ ст. найбільшої популярності набула класифікація потреб, яку запропонував А. Маслоу:



Польський психолог К. Обуховський запропонував свою класифікацію:

- \*– потреба в збереженні виду;
- \*– пізнавальна потреба;
- \*– потреба емоційного контакту;
- \*– потреба сенсу життя.

П. Симонов кожен потребу поділив на два різновиди: збереження та розвитку. Сама класифікація складається :

- \* – з біологічних потреб;
- \* – соціальних;
- \* – ідеальних.

### Практичні завдання

1. Визначте потреби людини в групі в формі мозкового штурму. *Мозковий штурм* (мозкова атака, брейнстормінг) – є ефективним способом продукування нових ідей для вирішення проблем. Його метою є організація колективної розумової діяльності з пошуку нетрадиційних шляхів рішення проблеми (автор методу – амер. уч. А. Осборн).

А) Назвіть якомога більше потреб людини. Запишіть усі висловлені гіпотези;

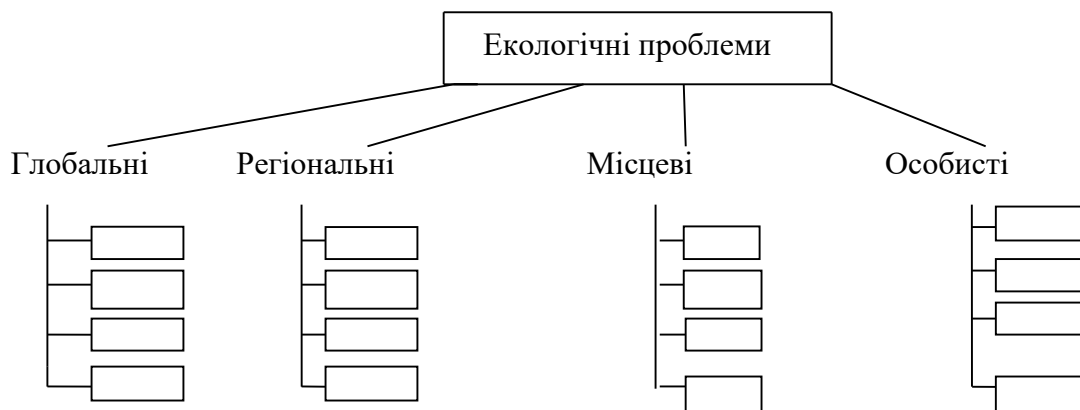
Б) Зробіть аналіз усіх запропонованих гіпотез і виберіть ті, котрі з них найбільш вірогідні;

В) Класифікуйте сформульовані Вашою робочою групою потреби людини;

Г) Ранжируйте виділені класи потреб (вказіть цифрою 1– найважливіший для Вас клас потреб; цифрою 2– трохи менш важливі; цифрою 3– менш важливі; цифрою 4 – майже не важливі; цифрою 5– не важливі). Результати спільної роботи представте до публічного показу.

2. Зіставте результати виконання попереднього завдання з дослідженнями вчених з проблем потреб людини. Порівняйте з ними своє ставлення до проблеми людських потреб. Зобразіть піраміду потреб А. Маслоу в своєму зошиті.

3. Складіть таблицю-схему, що характеризує сучасні екологічні проблеми різного масштабу.



4. Перерахуйте глобальні проблеми людства, упорядкувавши їх у форматі таблиці.

Глобальні проблеми	Сутність проблеми	Аспекти проблеми		
		Екологічні	Економічні	Соціальні
1.				
2.				
3.				
4. і т.п.				

5. Опишіть суть сучасної екологічної кризи. У чому її відмінність від попередніх екологічних криз.

### **Запитання для самоконтролю:**

- 1.** Назвіть класифікацію потреб А. Маслоу.
- 2.** Охарактеризуйте глобальні наслідки діяльності сучасної Людини.
- 3.** Назвіть класифікацію потреб К. Обуховського.
- 4.** Дайте визначення терміну «консумеризм», «ресурси».
- 5.** Перерахуйте принципи соціальної екології.



## Тема № 11

# НАВКОЛИШНЄ ПРИРОДНЕ СЕРЕДОВИЩЕ ТА ЗДОРОВ'Я ЛЮДИНИ

**Ключові терміни:** здоров'я людини, хвороба, чинники навколишнього середовища.

### Теоретичні відомості

Нині навколишнє природне середовище змінюється настільки стрімко, що організм людини не встигає адаптуватися до його змін. Подальше втручання людини в природне середовище, безперечно, буде дедалі ще більше відбиватися на стані її здоров'я. Вчені Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ) вважають, що погіршення здоров'я, значна кількість хвороб, зростання показників смертності та розвиток депопуляційних процесів в багатьох країнах світу спровоковано саме «екологічною напругою», забрудненням навколишнього природного середовища.

На сьогодні вже є окремі напрями досліджень, які вивчають залежність здоров'я людини від екологічних чинників: географічна патологія, біогеохімія, екологічна епідеміологія, екологія людини, екотрофологія та інші, а загальний моніторинг здоров'я населення планети координують ВООЗ та програмами ООН по навколишньому середовищу (ЮНЕП) [23]. Знання екології людини є необхідними та досить важливими для розробки заходів щодо освоєння нових регіонів, аналізу довгострокових планів розвитку економіки, що передбачають широкомасштабне використання природних ресурсів [24].

**Здоров'я людини** (за визначенням ВООЗ) — це стан повного фізичного, психічного і соціального благополуччя, а не лише відсутність хвороб і фізичних вад. Здоров'я людини на 10% залежить від медицини, найбільше – від довкілля (50%), спадковості й способу життя ( по 20% ).

Ознаками здоров'я людини є:

\* – нормальна функція організму на всіх його рівнях організації (органи, організм в цілому), нормальна поточність типових фізіологічних і біохімічних процесів;

\* – відсутність хвороби, хворобливого стану або хворобливих змін;

\* – здатність до повноцінного виконання основних функціональних обов'язків, участь у соціальній діяльності та суспільно корисній праці;

\* – адаптація організму до умов існування в навколишньому середовищі, здатність підтримувати нормальну і різнобічну життєдіяльність;

\* – фізичне, духовне, розумове і соціальне благополуччя, гармонійний розвиток фізичних і духовних сил організму [10].

**Нездоров'я** – розлад здоров'я, порушення нормального функціонування організму.

**Передхвороба** – стан людини, при якому хвороба ще не виявилася, але початкові її ознаки вже можна діагностувати.

**Хвороба** (з екологічної точки зору) – це недостатня адаптація організму до середовища проживання, неефективна реакція організму на несприятливі зовнішні чинники, яка проявляється пошкодженням тканин, клітин та їхніх компонентів, що може створювати ризик для виживання живих організмів у середовищі існування.

Наразі науковці виділяють хвороби, які називають еколого-залежними (екозалежні) або еколого-зумовлені. Основним джерелом інформації про поширення екозалежних хвороб є дані про динаміку щорічної захворюваності й смертності, тенденції їх змін упродовж декількох років, а також дослідження вибіркового населення на окремих територіях або на промислових підприємствах та їх взаємозв'язок з клімато-географічними, спадковими чинниками та способом життя.

За даними ВООЗ екологічно обумовлені хвороби становлять близько 25% патології людини. В структурі захворюваності населення України переважна більшість хвороб є мультифакторальними, тобто такими, що виникають за

наявності спадкової схильності та відповідних умов навколишнього середовища. Так, промислове забруднення міст проживання підвищує рівень хронічної патології на 60%, в тому числі хвороб органів дихання – на 67%, травлення – на 77,6%, опорно-рухомого апарату – на 21%, новоутворень – на 15% [10, 23].

Виділяють три групи чинників навколишнього середовища, котрі згубно впливають на здоров'я людини:

\*– *фізико-хімічні або неорганічні* (наприклад, тепло, вологість, вітер, мікроелементи в ґрунті і, відповідно, в їжі та воді);

\*– *біологічні або органічні* (наприклад, патогенні мікроорганізми, паразити та ін.). Бактеріальне забруднення води є безпосередньою причиною таких серйозних епідемічних захворювань як холера, черевний тиф, дизентерія та інших кишкових інфекцій. Із вживанням забрудненої води можуть виникати захворювання, котрі спричинюються паразитами (наприклад, фасціоли, захворювання – фасціольоз).

\*– *соціально-економічні* (медична ситуації, матеріальний стан, соціальні відносини, тощо) [4].

Статистичні дані свідчать про погіршення стану здоров'я населення України. Завдяки чому зменшується народжуваність, зростає смертність, збільшується від'ємний природний приріст. Від'ємна різниця між кількістю народжених і померлих призводить до депопуляційного процесу. Число померлих перевищує число народжених протягом останніх років.

Нині, пріоритетним завданням охорони здоров'я України, закріпленим на законодавчому рівні, є збереження і зміцнення здоров'я дітей та підлітків.

Дитяча смертність в Україні – одна з найбільших у світі, цей показник у країні вище в 3 рази порівняно з Японією. На сьогодні збільшується тенденція народження дітей із генетичними порушеннями, відхиленнями у фізичному і психічному розвитку. У деяких промислових регіонах (Рубіжне, Маріуполь, Запоріжжя, Кривий Ріг та ін.) кількість дітей з уродженими каліцтвами збільшилася у 2–4 рази. Тільки у спеціалізованих центрах країни знаходиться близько 100

тис. дітей, яких не можна вилікувати. Внаслідок забруднення довкілля в Україні збільшується кількість мертвонароджених [23].

За останні роки швидко збільшується кількість неінфекційних захворювань серед дорослого населення: онкологічних, шлункових, серцево-судинних, алергічних, безпосередньо пов'язаних з впливом на організм шкідливих викидів. За останні 10 років кількість гіпертонічних захворювань на Україні зросла у 5,5 разів, стенокардії – у 5 разів, інфарктів міокарду та діабету – у 2 рази, онкологічних захворювань – на 15% (за останні 5 років – 35–40%) [23].

Ситуація значно погіршилася після Чорнобильської катастрофи. Дедалі зростає частота захворювань ендокринної, серцево-судинної та нервової систем, крові та кровотворних органів. Невтішна ситуація й із онкологією, зокрема найбільші темпи зростання злоякісних патологій спостерігаються по раку щитоподібної залози, легенів, молочної залози, лімфатичної та кровотворної систем. У дитячого населення переважають онкологічні захворювання лімфатичної, кровотворної, нервової та сечовивідної систем. Викликає занепокоєння також ситуація щодо захворювання дорослого населення України на туберкульоз – зростання становить 10,3% за рік, що характеризує та підкреслює соціальну обумовленість цієї патології.

### ***Чи Вам відомо:***

За даними міжнародних організацій промисловість виробляє понад 11 тис. хімікатів, з яких близько 3 тис. становлять серйозну загрозу не лише здоров'ю людини, а й її життю. Вміст приблизно 800 речовин у довкіллі контролюється в Україні Міністерством екології і природних ресурсів, Міністерством охорони здоров'я, гідрометеорологічною службою, громадськими організаціями. Втім такий контроль не охоплює навіть третини відомих речовин, небезпечних для людини. Контроль хімічного стану середовища потребує великих фінансових і матеріальних затрат, високої кваліфікації експертів. Тому в розвинених країнах Європи створюються спеціалізовані екологічні університети.

Прикладом може слугувати екологічний університет у місті Арлоні (Бельгія), де на базі вищої біологічної, хімічної, медичної чи економічної освіти готуються експерти-екологи, здатні контролювати стан природного середовища й приймати ефективні рішення щодо його покращання.

Аналіз даних медичної статистики щодо захворюваності у регіональному аспекті показує, що найвищий рівень захворюваності хворобами системи кровообігу спостерігається у Південно-Східному, Північно-Східному та Центральному регіонах, новоутворень – у Південно-Східному, крові, кровотворних органів та ендокринної патології – у Центральному, хвороб органів дихання, природжених аномалій – у Південно-Східному [23].

Наразі вчені порушують питання про створення інформаційної системи «здоров'я населення – навколишнє середовище» – ЗН–НС. Дані для цієї системи можуть бути зібрані через державну статистичну звітність. Завдання державної інформаційної системи ЗН–НС міститься в зборі даних про забруднення довкілля та стан здоров'я населення. З урахуванням чисельності та складу населення ці дані підлягатимуть відповідній обробці. Матеріали про стан здоров'я населення, що змінюється у зв'язку із забрудненням навколишнього середовища, та інформація про характер цього забруднення дозволять більш обґрунтовано, ніж на сьогодні, регулювати якість навколишнього середовища з метою охорони та зміцнення здоров'я населення міста (регіону, області тощо) [23].

### **Практичні завдання**

#### **1. Зберіть статистичні дані про:**

\*–  народжуваність та смертність у населеному пункті, мікрорайоні, міста, де Ви проживаєте за минулий рік та три роки потому;

\*– кількість народжених дітей з вадами;

\*– дитячу смертність;

\*– кількість захворювань на ГРЗ (гострі респіраторні захворювання), ГРВІ (гострі респіраторні вірусні захворювання) та інші інфекційні захворювання;

\*– кількість онкологічних захворювань.

Зібрані дані внесіть у таблицю.

Паталогії захворювання*	Терміни вивчення			
	Три роки тому		Минулий рік	
	Кількість виявлених захворювань	% від загальної кількості обстежених	Кількість виявлених захворювань	% від загальної кількості обстежених
Патології у новонароджених				
Інфекційні захворювання (ГРЗ, ГРВІ)				
Алергійні захворювання				
Онкологічні захворювання				
Інші*				
Загальна кількість виявлених захворювань				
Народжуваність і смертність				

*Примітка* : \* – категорію захворювання можна змінювати.

2. Проаналізуйте сучасний стан здоров'я населення певного району міста, селища. Зробіть висновки щодо взаємозв'язку між станом навколишнього середовища і здоров'ям людини.

### Запитання для самоконтролю:

1. Дайте визначення терміну «здоров'я»?
2. Які групи чинників навколишнього середовища згубно впливають на здоров'я людини?
3. Охарактеризуйте вислів «здоровий спосіб життя».
4. Дайте визначення терміну «хвороба» й назвіть найбільш поширені інфекційні та неінфекційні захворювання серед населення України.

## Тема № 12

### АНАЛІЗ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ, РЕЦИКЛІНГ

**Ключові терміни:** забруднення, забрудники, відходи, сортування, рециклізація, переробка, звалища.

#### Теоретичні відомості

Проблема побутових відходів є наслідком техногенної діяльності людства та стає все більш актуальною для нього (рис. 26).



Рис. 26. Сучасний стан накопичення побутових відходів

Катастрофічний рівень накопичення відходів припадає на період науково-технічного прогресу, початок якого характеризується насамперед розробленням корисних копалин, інтенсивним розвитком промисловості, використанням та видобутком органічного палива тощо. Вважається, що до категорії відходів належить будь-який побічний продукт від основної галузевої діяльності, а загалом усе що не користується попитом суспільства, тобто втратило назавжди, чи на якийсь термін свої товарні властивості. В Законі України «Про відходи» введені поняття висвітлені наступним чином: *відходи* – будь-які речовини, матеріали та предмети, що утворюються внаслідок будь-якої людської діяльності

і не мають подальшого використання за місцем утворення чи виявлення та яких їх власник позбувається, має намір або повинен позбутися шляхом утилізації чи видалення; **небезпечні відходи** – відходи, фізичні, хімічні чи біологічні, властивості яких чтворюють чи можуть створити значну небезпеку для навколишнього природного середовища та здоров'я людини і які потребують спеціальних методів і засобів поводження з ними [5].

Відходи поділяються на дві основні групи: відходи виробництва (промислові відходи) та відходи споживання (відходи вжитку).

До відходів виробництва належать матеріали, речовини, вироби, які утворилися у процесі виробництва продукції, виконання робіт чи надання послуг та не знаходять застосування на певному підприємстві (організації), або ті, які повністю чи частково втратили свої споживчі властивості. На них припадає біля 90 % загальної маси відходів, накопичених в Україні [8].

Відходи споживання поділяються на власне побутові відходи, зношену побутову техніку та відходи від ремонту житлових будівель.

Нині особливу проблему для людства становлять побутові відходи (рис. 23). Відповідно до Закону «Про відходи», **побутові відходи** – відходи, що утворюються в процесі життя і діяльності людини у житлових та нежитлових будинках (тверді, великогабаритні, ремонтні, рідкі, крім відходів пов'язаних із виробничою діяльністю підприємств) і не використовуються за місцем їх накопичення [8].

### **Чи Вам відомо:**

У Франції до побутових відходів відносять відходи, які утворюються в процесі повсякденного ведення домашнього господарства, а також прирівняні до них відходи (відходи діяльності торгових, ремісничих, промислових підприємств); одна пальчикова батарейка забруднює 400 л води і 1 м<sup>3</sup> ґрунту; в Україні накопичено понад 1,5 млрд.т. відходів



За морфологічним складом усі побутові відходи поділяють на харчові відходи, папір, деревину, текстиль, метал, скло, кістки, шкіру, гума, пластмасу, поліетилен, поліетилентерефталат (ПЕТ) та інші. Найбільшу частину із побутових відходів в Україні становлять продукти харчування, ПЕТ та поліетилен (рис. 27).

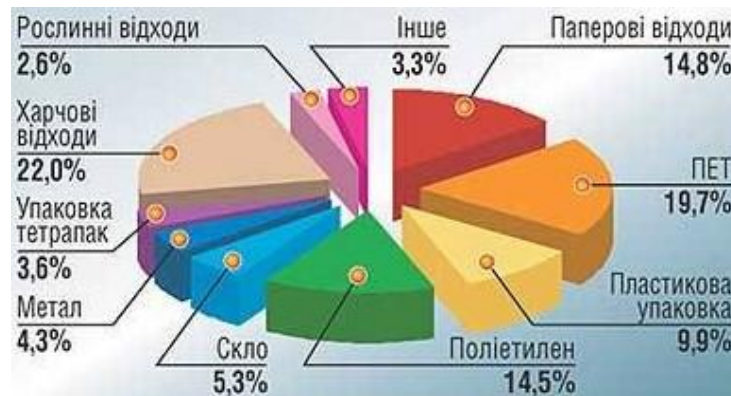


Рис. 27. Структура побутових відходів в Україні

Побутові відходи можна класифікувати по-різному, в залежності від класифікаційної ознаки. Для зменшення навантаження на полігони, покращення екологічної ситуації, впровадження систем *реутилізації* (*рециклінгу*), удосконалення механізму поводження з відходами, запропоновано відповідну класифікацію побутових відходів (рис. 28). Зокрема, існує окрема група специфічних – «зелених відходів»: опале листя, відходи від стрижки зелених огорож та газонів, дерев, утримання чистоти зелених територій. Вони не повинні потрапляти до жодного контейнеру з іншим видом відходів [8].

**Рециклінг** (*реутилізація*) – процес повернення відходів, зливів та викидів у процес техногенезу або повторне чи багаторазове використання ресурсів.

Тема рециклінга є досить актуальною, в зв'язку з тим, що кількість відходів зростає, а кількість звалищ, місць утилізації витрат виробництва – не змінюється.

#### **Чи Вам відомо:**

Повне розкладання паперу йде до трьох років;  
 консервна банка буде знаходитися в ґрунті 10–30 років;  
 пластмаси найнижчої якості розкладаються біля 50 років,  
 звичайний поліетиленовий пакет – 200 років, пластикова пляшка – 500 років;  
 скло – понад 1000 років.

**Утилізація** – використання відходів як вторинних матеріальних чи енергетичних ресурсів.

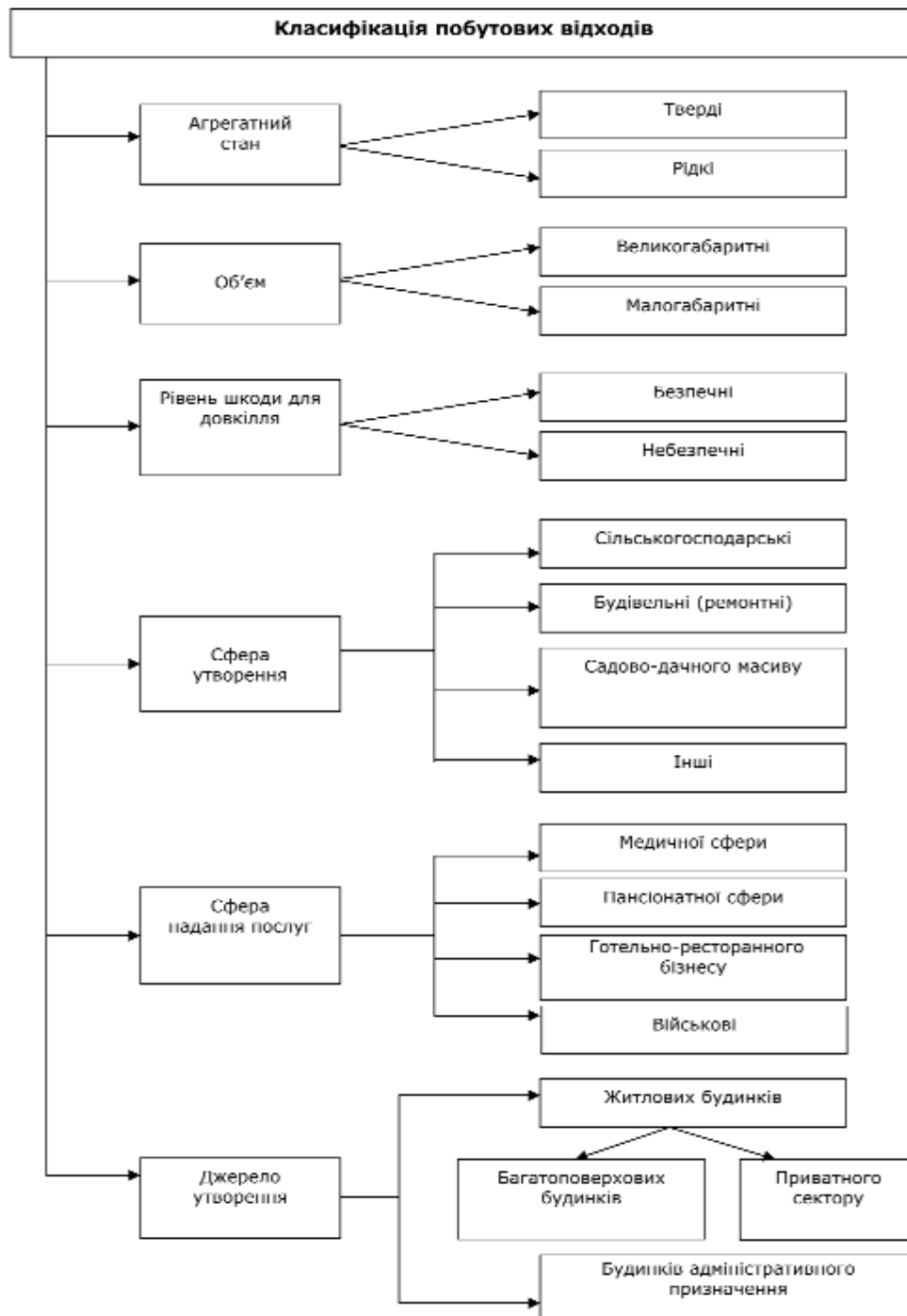


Рис. 28. Класифікація побутових відходів (за Т. М. Довга, 2011), [8]

Запровадження системи роздільного збору побутових відходів є принципово важливим, оскільки це дасть можливість більш ефективно здійснювати їх реутилізацію та утилізацію.

Відповідно до статті 35 Закону України «Про відходи» [12] затверджено «Методику роздільного збирання побутових відходів». Розрахунок кількості однієї складової побутових відходів як вторинної сировини в загальній масі побутових відходів здійснюється за формулою :

$$M_i = d/100 \cdot M_{\text{заг}}, \text{ кг},$$

де :  $M_i$  – маса однієї складової побутових відходів як вторинної сировини у загальній масі побутових відходів;

$d$  – вміст (масова частка) однієї складової побутових відходів як вторинної сировини у загальній масі, % ;

$M_{\text{заг}}$  – загальна маса твердих побутових відходів, кг

$d = \text{маса певної категорії побутових відходів} / \text{сукупна маса відходів} \cdot 100\%$

Масу побутових відходів, якщо їх збирають в один контейнер, визначають за формулою :

$$\sum_i M_i = \sum_i d/100 \cdot M_{\text{заг}}, \text{ кг}$$

Побутові відходи переробляють і спалюють на спеціальних заводах. При цьому отримують скло, чорні та кольорові метали, добрива, етанол та будівельні матеріали та інше [14]. Отже, рециклінг й утилізація відходів дають змогу додатково отримати корисну продукцію, зменшити видобуток і використання невідновних (мінеральної сировини) й відновних природних ресурсів (ліс, льон, бавовна тощо), а також запобігти забрудненню довкілля.

### **Практичні завдання**

**1.** Здійснити якісний та кількісний аналіз побутових відходів:

А) Розсортуйте побутові відходи, які накопичились у Вас вдома за тиждень (протягом кожної доби) за категоріями: харчові продукти, папір, ПЕТ (пластикові пляшки), поліетилен (пакети, кульки), скло.

Б) З'ясуйте масу кожної категорії та сукупну масу побутових відходів.

В) Встановить загальну та середню масу побутових відходів, яка припадає на одного мешканця родини (будинку). Результати дослідження внесіть у таблицю.

Дані спостережень	Категорія відходів					Всього за день, кг	В середньому на одного члена родини, кг
	харчові продукти	папір	ПЕТ	поліетилен	скло		
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
Всього за тиждень, кг							
X (середнє значення за тиждень), кг							

2. Здійсніть розрахунки масової частки побутових відходів кожної категорії в загальній масі. Дані потрібно взяти з попереднього завдання.

3. Надайте пропозиції щодо зменшення частки кожної категорії побутових відходів й обґрунтуйте необхідність роздільного їх збирання.

### Запитання для самоконтролю :

1. Що таке рециклінг, утилізація?
2. Назвіть класифікацію побутових відходів.
3. Поясніть, чому запровадження системи роздільного збору побутових відходів є досить важливим і необхідним.
4. Дайте визначення термінам: «відходи», «побутові відходи», «небезпечні відходи».

## Тема № 13

### АТМОСФЕРА. ОЦІНКА ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ПОВІТРЯ

**Ключові терміни:** атмосфера, забруднення, парниковий газ, озонна діра, пил, фотохімічний смог.

#### Теоретичні відомості

Внаслідок антропогенного впливу відбувається забруднення атмосфери, і як наслідок – забруднення повітря. Безпосередньо забруднення повітря впливає на клімат, здоров'я людей та стан біоти.

**Забруднення атмосфери** – несприятливі зміни стану атмосферного повітря, цілком або частково зумовлені діяльністю людини, які безпосередньо чи опосередковано впливають на розподіл енергії, що надходить, рівень радіації, фізико-хімічні властивості атмосфери та умови існування живих організмів. Окрім діяльності людини, забруднення атмосфери також відбувається й природним шляхом: вулканічні гази, природний пил, спори грибів, мікроорганізми, пилок рослин розкладання живих організмів та ін. (рис. 29) [14, 24].

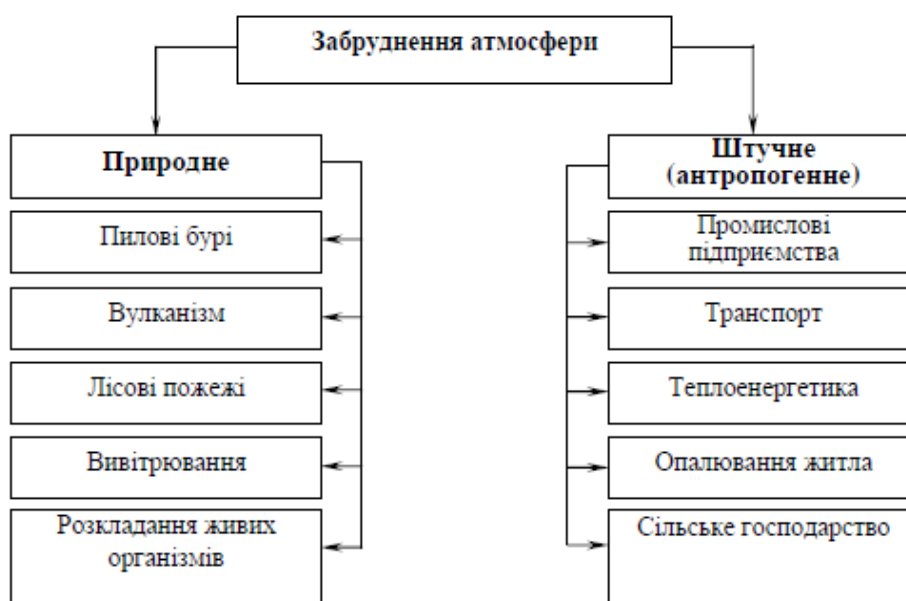


Рис. 29. Джерела забруднення атмосфери (за Л. Б. Лук'янова) [24]

Негативний вплив при забрудненні діється в результаті прямого контакту з забрудненим повітрям, внаслідок випадання забруднених речовин із атмосфери і вторинне забруднення навколишнього середовища. Забруднення повітря призводить до руйнування матеріалів, обладнання, споруд, багато поллютантів викликають хвороби людей, загибель свійських і диких тварин, вражають лісові та культурні рослини. Підраховано [22], що економічні втрати від захворювань і смертності людей в зв'язку з забрудненням атмосфери щорічно сягають 6 млрд. доларів США.

### ***Екологія атмосферного повітря***

Порівняно з іншими геологічними резервуарами Землі, розміри атмосфери невеликі, що робить її досить чутливою до забруднення. Навіть незначні зміни концентрації речовин в атмосфері можуть викликати значні зміни її властивостей. Завдяки швидкій циркуляції атмосферного повітря, викиди від великих аварій і катастроф поширюється по всій планеті. Крім переміщення забруднень відбуваються їх різноманітні хімічні перетворення [22].

Атмосфера – газова оболонка Землі. Як відомо, головними компонентами атмосфери є азот (78,08 %), кисень (20,94 %), аргон (0,93 %). Вміст води варіює від 0,5 до 4,0 %. Середня концентрація CO<sub>2</sub> становить 0,03 %. Досить невелика частина (в об'ємних відсотках) припадає на інертні (неактивні в хімічних реакціях) гази: неон ( $1,8 \cdot 10^{-3}$ ), гелій ( $4,6 \cdot 10^{-3}$ ), криптон ( $1,1 \cdot 10^{-4}$ ), ксенон ( $8 \cdot 10^{-6}$ ). Зокрема, атмосферне повітря містить (в об'ємних відсотках) радон ( $6 \cdot 10^{-5}$ ), оксид нітрогену (I) ( $5 \cdot 10^{-5}$ ), водень ( $5 \cdot 10^{-5}$ ), метан ( $1,7 \cdot 10^{-4}$ ).

Атмосфера поділяється на тропосферу, стратосферу, мезосферу, термосферу та екзосферу (табл. 5). Біля 80–90 % атмосферних газів знаходиться в тропосфері. Решта знаходяться в стратосфері, а менше всього їх у верхній частині, мезосфері та термосфері (або іоносфері). Частина атмосфери – стратосфера складається з двох шарів (*strata* – шар). Тут, на висоті 25–35 км знаходиться озоновий шар, який є захисним бар'єром від проникнення на поверхню Землі ультрафіолетового випромінювання Сонця.

## Загальна будова атмосфери

Назва шару	Характеристика
Тропосфера	На висоті 8–18 км, містить 90 % усього атмосферного повітря
Стратосфера	До 50–55 км, повітря розріджене та сухе. Із зростанням висоти його температура становить $-3^{\circ}\text{C}$ . Основний газ – озон (модифікація кисню).
Мезосфера	На висоті 80–85 км, має дуже розріджене повітря, температура якого знижується до $-100$ – $-110^{\circ}\text{C}$ .
Термосфера (іоносфера)	До 400 км, сфера дуже розрідженого іонізованого газу. Завдяки поглинанню сонячної радіації температура з висотою підвищується до $1000^{\circ}\text{C}$ .
Екзосфера («Земна корона»)	До 1800–2000 км. Сфера розсіяння, з якої гази можуть потрапляти до міжпланетного простору. Має незначний вміст гелію та водяної пари.

Господарська діяльність людини призвела до руйнування озонового шару, внаслідок чого концентрація озону почалася зменшуватися, а в деяких місцях, зокрема над Антарктидою, виникла «пульсивна діра» або «озонова діра» (рис. 30).

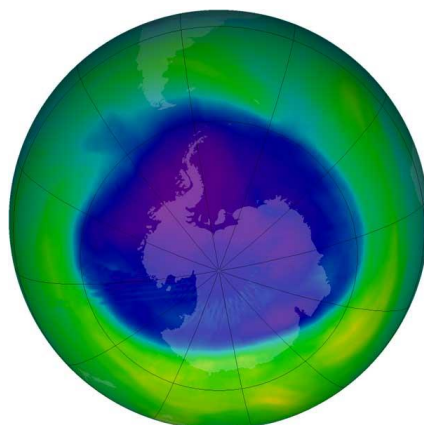


Рис. 30. Озонова діра над Антарктидою

Вміст озону в ній менший від існуючого на 40–50 %. За результатами супутникових спостережень, за останні роки ультрафіолетове опромінення на

поверхні Землі зросло більш ніж на 10 %. Це призводить до зниження імунітету та збільшення частоти інфекційних захворювань людей і тварин. За даними «Грінпіс», зменшення товщини озонового шару на 10 % призводить до збільшення захворювань на рак шкіри 300 тис. населення Землі [14].

За екологічної оцінки якості атмосферного повітря особлива увага приділяється реакційноздатним речовинам, які потрапляють в атмосферу внаслідок господарської діяльності людини.

*Реакційноздатні матеріали (energetic materials)* – речовини або суміші, котрі вступають у хімічну реакцію, що протікає з вивільненням енергії, необхідної для їх призначеного застосування. До них відносяться оксиди Нітрогену ( $\text{NO}$ ,  $\text{NO}_2$ ), діоксид Сульфуру ( $\text{SO}_2$ ), хлорфторвуглеводні (перед усім фреони  $\text{CFCl}_3$  та  $\text{CF}_2\text{Cl}_2$ ). Частина цих газів, які потрапляють в атмосферу, має природне походження (наприклад, вулканічна діяльність).

Основні антропогенні викиди шкідливих речовин в атмосферу пов'язані зі спалюванням палива на електростанціях, в котельнях, у двигунах внутрішнього згорання, а також із переробкою руди та діяльністю підприємств хімічної промисловості.

*Парниковий ефект* – можливе потепління клімату на планеті Земля внаслідок накопичення в атмосфері вуглекислого газу та інших, так званих парникових газів, основним джерелом яких є людська діяльність. Оксид карбону (IV) прозорий для сонячного світла, проте не пропускає в атмосферу інфрачервоне випромінювання Землі. До парникових газів відносяться : оксид Карбону (IV) ( $\text{CO}_2$ ), метан ( $\text{CH}_4$ ), оксид Нітрогену ( $\text{N}_2\text{O}$ ), гідрофторвуглець (ГФУ), перфторвуглероди (ПФУ), гексафторид Сульфуру ( $\text{SF}_6$ ). Секторами парникових газів є: енергетика; витік при видобутку і транспортуванні палива; виробничі процеси, сільське господарство, відходи.

Спалювання палива призводить до збільшення концентрації  $\text{CO}_2$ . За деякими прогнозами [22], при збереженні існуючих темпів утворення  $\text{CO}_2$ , в 2050 р. середня температура Землі підвищиться на 2,5–3,5 °C, що призведе до танення льодовиків і підвищення рівня Світового океану на 4–5 м. Зокрема, відбудеться



зміщення основних кліматичних зон на північ на 400 км, зокрема настане потепління в зонах тундри, збільшиться посушливість у середніх широтах. Збитки від змін клімату оцінюють приблизно в  $10^{13}$  доларів. З метою запобігання впливу «парникових газів» на людство, на Всесвітній конференції ООН у Токіо в 1998 р. було прийнято рішення про введення квот на викиди «парникових газів», що буде сприяти обмеженню викиду їх в атмосферу [14].

Аерозолі твердих і рідких частинок, які потрапляють в атмосферу внаслідок природних і техногенних процесів, знижують здатність атмосфери пропускати сонячне світло, і цим сами зменшують нагрівання поверхні Землі, компенсуючи «парниковий ефект». Проте це не послаблює актуальності проблеми зниження кількості  $\text{CO}_2$ .

*Фотохімічний смог* (*smoke* (дим) + *fog* (туман) = *smog*) – це комплексне забруднення атмосфери, зумовлене застоюванням мас повітря у великих містах, де багато транспорту та промислових підприємств.

Атмосфера Землі здатна до самоочищення. Проте від значної кількості забруднюючих речовин, які надходять в атмосферу вона не встигає самоочищуватися [24].

### ***Забруднення повітря та здоров'я людини***

Тверді зважені частинки (*пил*) розміром біля 10–100 мкм можуть бути в повітрі у великих кількостях, час перебування їх в атмосфері незначний, оскільки гравітаційні сили змушують їх осідати. Такими частинками є пилок рослин, мікроорганізми та їх спори, сухий пісок, азбестовий, вугільний та цементний пил, добрива. Пил може містити радіонукліди. Головними джерелами пилу є металургійні заводи, теплоелектростанції (ТЕЦ), будівельна індустрія, транспорт, нафтоперероблювальні комбінати, заводи по виробництву білково-вітамінних препаратів [22].

Природні джерела пилу – лісові пожежі, ерозія ґрунтів, вулканічний, метеорологічний пил, морська сіль. Пил, потрапляючи у легені разом із повітрям, накопичується в організмі. На частинках пилу можуть знаходитися

мікроорганізми, адсорбуватися ще більш дрібні частинки шкідливих речовин. Наприклад, на сажі міцно закріплюються канцерогенні поліароматичні речовини. Найбільш токсичним є пил, який містить білкові молекули і живі та відмерлі найпростіші організми. Вони викликають алергії. Пил із алергенними властивостями (пил борошна, льону, бавовни, шовку, шерсті, соломи, хрому та ін.) призводить до нападів бронхіальної астми, атрофії та ерозії слизових оболонок носа, носоглотки, патологічних змін трахеї, бронхів. Пил може спричинювати також інфекційні захворювання, наприклад на туберкульоз, сибірку (легенева форма) у працівників [14, 22]. Пил деревини, бавовни, борошна з повітрям утворює вибухонебезпечні суміші. Вибухонебезпечність пилу залежить від його концентрації, вологості, наявності летких сполук тощо. Найбільш небезпечним є органічний пил [14].

### ***Вплив автомобільного транспорту на екологічний стан атмосферного повітря***

В Україні автомобільний транспорт – є однією з головних причин забруднення повітря в містах. Нині в світі їх нараховується біля полуміліарда. Викиди від автомобілей в містах небезпечні тим, що забруднюють повітря переважно на рівні 60–90 см від поверхні Землі, особливо на ділянках автотрас, де знаходяться світлофори. Досить велика кількість канцерогенних речовин виділяється під час розгону, гальмування, при роботі двигуна на холостому ході, а також при їзді по ямах і вибоїнах (табл. 6).

В середньому автомобіль викидає в атмосферу: CO –135,3 кг/г, NO<sub>2</sub> – 25, вуглеводнів – 20, SO<sub>2</sub> – 4, твердих частинок – 1,2. Автомобіль в середньому на 1 км пробігу викидує в атмосферу ((R (CO) = 30 г/км, R (NO<sub>2</sub>) = 4 г/км, R (бензину)=2 г/км)). На холостому ході на стоянці за 1 хв. автомобіль викидує: CO – 30 г/хв. Зокрема, кожен автомобіль в середньому за рік викидує в атмосферу (R (Pb) =1 кг/г) у вигляді пилу.

**Таблиця 6**

Склад вихлопних газів бензинових і дизельних двигунів (г/хв.)

Склад вихлопних газів	Бензинові двигуни	Дизельні двигуни
CO	0,035	0,017
CO <sub>2</sub>	0,217	0,12
NO/NO <sub>2</sub>	0,002	0,001
Сажа, або технічний вуглець	0,004	1,1

**Практичні завдання**

1. Встановіть відповідність між галузями техніки та результатами впливу на атмосферу забруднювачів, що викидаються підприємствами та машинами: до кожної позиції представленої в першому стовпці підберіть відповідну позицію з другого стовпця. Впишіть отримані результати в таблицю. Звертаємо Вашу увагу на те, що різні галузі техніки можуть викликати однакові техногенні зміни в атмосфері.

Галузі техніки
1) теплоенергетика
2) чорна металургія
3) нафтовидобування та нафтопереробка
4) автотранспорт
5) промисловість будівельних матеріалів
6) хімічна промисловість

Техногенні зміни в атмосфері
А) «кислотні опади» (вимивання кислот із атмосфери)
Б) зменшення та перфорація шару O <sub>3</sub> , який захищає від ультрафіолетового випромінювання Сонця
В) «паниковий ефект» (потепління клімату спричинене накопиченням у атмосфері газів, що поглинають інфрачервоне випромінювання і перешкоджають його розсіюванню)
Г) корозія металів, ерозія каменю на відкритому повітрі
Д) фотохімічний смог у містах

1	2	3	4	5	6	7

2. «Життя на Землі впливає на атмосферу, а атмосфера впливає на життя на Землі». Проаналізуйте даний вираз, висловіть свої думки. У відповіді необхідно використовувати відповідні поняття екології (жива речовина, продуценти, фотосинтез, біосфера, гомеостаз, парниковий ефект) і, спираючись на наукові думки та власний життєвий досвід, навести необхідні аргументи (не менше двох) для обґрунтування власної позиції.

3. Запропонуйте три можливих способи вирішення проблеми глобального потепління клімату на Землі. У яких сферах людської діяльності необхідні зусилля для реалізації цих рішень.

4. Встановіть відповідність між видами забруднень повітря та захворюваннями, які вони можуть викликати : до кожної позиції представленої в першому стовпці підберіть відповідну позицію з другого стовпця. Впишіть отримані результати в таблицю.

Звертаємо Вашу увагу, що забруднювачі повітря можуть викликати декілька захворювань, і навпаки, однаковий патологічний стан може бути спричинений різними токсичними речовинами.

<b>Захворювання</b>
А) Онкологічні захворювання
Б) Респіраторні захворювання (силікоз)
В) Алергія
Г) Захворювання крові
Д) Головний біль, отруєння чадним газом

<b>Техногенні зміни в атмосфері</b>
1) пило вищих рослин
2) азбест
3) ядохімікати, добрива
4) частинки, які містять кремній
5) вугільний пил, ПАУ (поліароматичні вуглеводні)
6) монооксид вуглецю (СО) або чадний газ

<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>

5. Здійсніть оцінку та розрахунок токсичних продуктів, які потрапляють у довкілля від роботи транспорту :

А) Зафіксуйте час  $t=10$  хв.;

Б) Визначте число автомобілів, які зупиняються біля світлофора –  $n$  ;

В) Визначте кількість перемикачів :

\*– гальмування  
\*– набір швидкості  
\*– головний хід

}  $k$

Г) Результати запишіть у таблицю :

Марка машини	$t, хв$	$n$	$k$	$m_{CO}$	$m_{CO2}$	$m_{NO2}$	$m_{сажі}$	$M$
Легкові								
Грузові								
Автобус								

Д) Обчисліть сумарне забруднення токсичними речовинами повітря від роботи двигунів машин за формулою :

$$M = t \cdot n \cdot k \cdot (m_{CO} + m_{CO2} + m_{NO2} + m_{сажі})$$

### Запитання для самоконтролю :

1. Охарактеризуйте сучасний стан забруднення атмосфери.
2. Яким чином можна зменшити забруднення атмосфери.
3. Що таке «фотохімічний стог», «парниковий ефект»?
4. Дайте коротку характеристику атмосфери.
5. Як впливає забруднення повітря на здоров'я людей та стан довкілля ?

## Тема № 14

### ГІДРОСФЕРА. ЗАБРУДНЕННЯ ВОДИ

**Ключові терміни:** гідросфера, вода, питна вода, стічні води, ГДК, забрудник, забруднення, евтрофікація

#### Теоретичні відомості

Одним із важливих факторів, який визначає життя Людини є вода. Роль води не обмежується тільки її використанням у комунальному та побутовому господарствах [22]. Вода (особливо чиста, технічна, мінеральна, термальна, стічна) приймає участь у всіх виробничих циклах, а тому прямо або опосередковано впливає на всі категорії, які визначають якість життя (рис. 31).

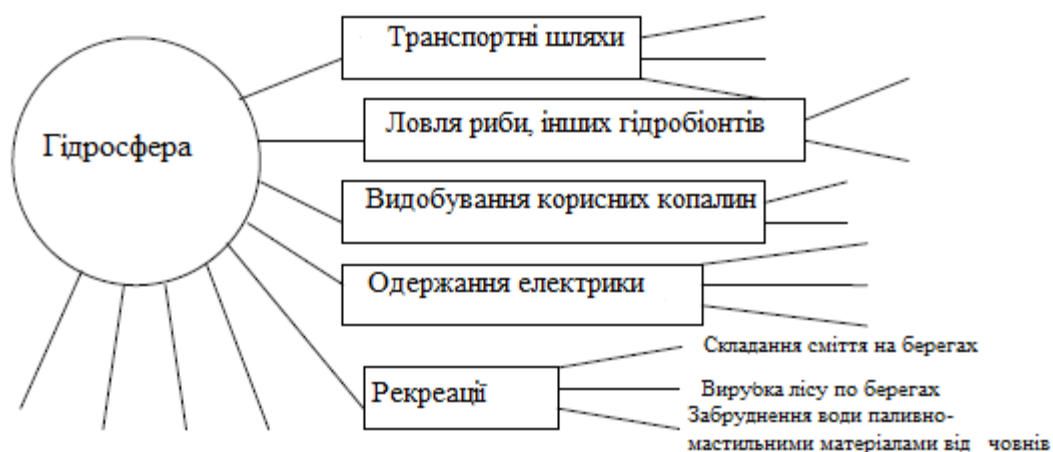


Рис. 31. Використання людиною гідросфери та наслідки її господарської діяльності

Земля – «планета Води». Вона є найважливішим і найбільш поширеним мінералом. Вода є невід'ємним компонентом будь-якої екосистеми. Склад і властивості води впливають на екологічний стан усіх природних об'єктів. Здійснюючи кругообіг, природна вода приймає участь у багатьох хімічних і фізичних процесах неживої та живої природи. Висока розчинна здатність води призводить до забруднення її небезпечними для життєдіяльності організму, твердими, рідкими та газоподібними речовинами.

Вода входить до складу всіх живих організмів. В організмі людини масова частка її становить 70 %. Втрата організмом понад 10 % води може призвести до його загибелі. Без води людина зможе прожити тільки три доби, тоді як без їжі – 30–50 днів. З водою до живого організму потрапляють необхідні та шкідливі для нього речовини. Зокрема, водне середовище забезпечує здійснення процесів очищення організму від шлаків, регуляцію температури тіла, транспортну функцію крові та підтримку його кислотно-лужної рівноваги.

Гідросфера – водна оболонка Землі. Вона пов'язана з атмосферою та літосферою. Вода існує в трьох агрегатних станах: рідкому, газоподібному та твердому. На Землі вода розподілена наступним чином: в Світовому океані 1370323 тис. км<sup>3</sup> (94,2 %), в підземних водах – 60000 тис. км<sup>3</sup> (4,12 %), в льодовиках – 24000 тис. км<sup>3</sup> (1,65 %), в озерах – 230 тис. км<sup>3</sup> (0,016 %), волога ґрунтів – 75 тис. км<sup>3</sup> (0,005 %), пари атмосфери – 14 тис. км<sup>3</sup> (0,001 %), вода річок – 1,2 тис. км<sup>3</sup> (0,0001 %) [22]. Незважаючи на такі колосальні запаси води, тільки її незначна частина (біля 0,02 %) є доступною для практичного використання.

Водні ресурси складаються зі статистичних (вікових) запасів і поновлюваних ресурсів. Щорічно в кругообігу на поверхні Землі задіяно понад 1 млн. км<sup>3</sup> води, що становить біля 0,1 % об'єму води активного водообміну. Циркуляція води пов'язана з механічним рухом (потоки річок, океанічні течії) та зі зміною фазового складу, коли вода випаровується та переходить в атмосферу завдяки дифузійним конвективним потокам із поверхневих вод, ґрунтів і гірських порід, рослинності. При випаровуванні води відбувається накопичення нею енергії, яку вона повертає, конденсуючись, і вода у вигляді опадів повертається на Землю [22].

Світове споживання води становить стільки ж, скільки вживання інших мінеральних ресурсів. Так, в країнах Євросоюзу споживання води знаходиться в межах 150–200 л за добу на людину. На думку багатьох науковців, водна криза вже охопила більшу частину планети, а до 2025 р. залишиться тільки три країни з достатнім забезпеченням води: Канада, Бразилія та Росія [22]. В Україні нестачу води зареєстровано в південних районах [14].

### *Антропогенний вплив на гідросферу*

Вода – унікальний розчинник, тому її можна розглядати як багатоконпонентні розчини різної концентрації. Основними хімічними елементами природного походження, які визначають склад і властивості природних вод із катіонів є: кальцій, магній, натрій, залізо, марганць; із аніонів – гідрокарбонати, карбонати, хлориди, сульфати, рідше – силікати, фосфати.

*Забруднення* – внесення в навколишнє середовище або виникнення в ньому будь-яких забруднювачів, які негативно впливають на людину та природні екосистеми.

*Забрудник* – це будь-який фізичний агент, хімічна речовина або біологічний вид (в основному мікроорганізми), які потрапляють у навколишнє середовище чи виникають в ньому в кількостях, що перевищує граничний рівень та призводить до забруднення середовища [22].

*Забруднююча воду речовина* – це речовина, вміст якої у воді зумовлює порушення норм якості води.

Деградація природних вод відбувається, головним чином, через скидання в водойми недостатньо очищених або зовсім неочищених стічних вод. Забруднення природних вод здійснюється також через розсіювання хімічних речовин, які потрапляють в ґрунт і атмосферу з твердих побутових і промислових відходів, із газовими викидами. Всі ці речовини внаслідок міграційних процесів потрапляють у воду. При цьому особливу небезпеку становлять хімічні речовини, які досить важко піддаються розкладанню. Їх накопичення у воді та ґрунті знижує здатність останніх до самоочищення, порушуючи природні ценози мікроорганізмів – мінералізаторів.

*Євтрофування (євтрофікація) водойм* – підвищення рівня первинної продуктивності водойм внаслідок збільшення концентрації у них біогенних речовин (N, P), що найчастіше призводить до цвітіння води.



### ***Чи Вам відомо:***

Тільки 40 % населення Землі забезпечено якісною питною водою; за деякими прогнозами, до 2032 р. більше половини населення Землі буде відчувати нестачу води, якщо буде збережено тенденцію технократичного розвитку цивілізації; в Африці проживає 328 % населення світу, котрі не мають доступу до водогону; більше 5 млн. людей в рік вмирають від хвороб, які пов'язані з використанням недоброякісної води; в світі біля 80 % хвороб людини є наслідком споживання води низької якості, тому що з водою в організм потрапляють патогенні мікроби, важкі метали, нітрити, феноли, канцерогенні хлорорганічні речовини та ін.; річки Хуанге (Китай), Ганг (Індія), Амудар'я та Сирдар'я (Середня Азія) є найбільш забрудненими в світі; для переробки нафти необхідно біля 60 т води, для виготовлення 1 т умовної тканинної продукції – 110 т, синтетичного волокна – 5000 т, для вирощування 1 т зерна – 2 т, для 1 т рису – понад 25 т.

Забруднення поверхневих і підземних вод можна розподілити наступним чином:

\*– *механічне* – підвищення вмісту механічних домішків, яке властиве переважно поверхневим видам забруднень;

\*– *хімічне* – наявність у воді органічних і неорганічних речовин токсичної та нетоксичної дії;

\*– *бактеріальне та біологічне* – наявність у воді різноманітних патогенних мікроорганізмів, грибів та дрібних водоростей;

\*– *радіоактивне* – присутність радіоактивних речовин в поверхневих і підземних водах;

\*– *теплове* – викид у водойми підігрітої води теплових і атомних електростанцій.

Найчастіше забруднення буває комплексним. Наприклад, підігріті стічні води теплових електростанцій та інших виробництв створюють «теплове забруднення». Це призводить до суттєвого зниження вмісту кисня, різко змінюється термічний режим, що негативно впливає на флору та фауну водойм, при цьому виникають умови, які сприяють масовому розвитку в водоймах синьо-

зелених водоростей – так зване цвітіння води. Внаслідок таких змін у водоймі гинуть гідробіонти.

Нині відомо понад 200 речовин, які забруднюють водойми. Всі вони потрапляють до води внаслідок діяльності людини. До найбільш шкідливих хімічних забруднювачів відноситься нафта та нафтопродукти. Щорічно в Світовий океан потрапляє понад 16 млн. т нафти, що призводить до зміни гідробіологічних умов у океані, зменшення первинної продукції – фітопланктону, загибелі риби та морських птахів [22].

Досить серйозну загрозу екологічної безпеки становлять і поверхнево-активні речовини (ПАВ), солі важких металів (свинцю, заліза, міді, ртуті та ін.). Важкі метали поглинаються фітопланктоном, надалі передаються організмам по трофічних ланцюгах. Внаслідок сільськогосподарської діяльності з ґрунту в поверхневі та ґрунтові води потрапляють добрива, ядохімікати (пестициди, гербіциди). Серед розчинних речовин, які з суходолу виносяться в річки, негативне значення мають й органічні рештки. Винос у гідросферу органічної речовини оцінюється в 300–380 млн т [22]. Стічні води, які містять суспензії органічного походження або розчинні органічні речовини, шкідливо впливає на стан водойм. Осідаючи, суспензії замулюють дно та затримують розвиток або повністю припиняють життєдіяльність донних мікроорганізмів.

Значних розмірів сягає концентрація забруднювачів дощових стічних вод. Найбільш небезпечними забруднювачами є радіоактивні та біологічно активні речовини. Для оцінки ступеня та характеру забруднення природних вод використовують гідрохімічні показники (табл.7).

Для визначення ступеня забруднення водойми, оцінки можливості використання води для питного водопостачання або інших цілей, застосовують такий показник як гранично-допустима концентрація (ГДК).

*Гранично-допустима концентрація* – показник безпечного рівня шкідливих речовин у навколишньому середовищі.

*Гранично-допустима концентрація* – максимальна кількість шкідливої речовини в одиниці об'єму або маси, яка при щоденному впливі протягом необмеженого часу не викликає хворобливого стану організма та несприятливі спадкові зміни у нащадків.

## Найважливіші показники якості води

Група показників	Характеристика показників
Фізичні	Колір, запах, каламутність, прозорість, температура
Хімічні	Активна реакція (рН), вміст розчиненого кисню, біохімічне споживання кисню (БСК)*, хімічне споживання кисню (ХСК)*, вміст нітрогену (амонію, нітратів, нітритів), концентрація аніонів (хлориди, сульфати, фосфати) і катіонів
Бактеріологічні	Вміст кишкової палички (кол-індекс), наявність патогенних мікроорганізмів (сапрофітних бактерій)
Гідробіологічні	Видовий склад гідробіонтів, співвідношення сапробних і олігосапробних організмів

*Примітка* : \*– ХСК– характеризує сумарний вміст органічних речовин у природних водоймах; БСК – визначає ступінь забруднення води органічними сполуками [6, 33].

**Чи Вам відомо:**

Тривале використання в їжу води з підвищеним вмістом ферума призводить до цирозу печінки, оскільки колоїдні частинки гідроксиду ферума закупорюють протоки цього органу; велику небезпеку становлять нітрит- та нітрат – іони.

Під дією мікробів і окислювального середовища шлунково-кишкового тракту відбувається їх відновлення до нітрозил-іона, який окисляє залізо гемоглобіну і перешкоджає насиченню крові киснем; при потраплянні в організм великих доз нітратів вже через 4–6 год виникають симптоми кисневої недостатності: нудота, задуха, посиніння шкірних покривів, болі в серці та потилиці.

При переході всього 6–8 % заліза (II) в залізо (III) настає смерть.

Особливо чутливими до наявності нітрат-іонів є немовлята.

Для кожного забруднювача води сучасні ГДК встановлюється в

законодавчому порядку, як норматив, що рекомендується компетентними організаціями (комісіями) [7]. Якість води більшості водних об'єктів України не відповідає нормативним вимогам. Забруднення вод нітратами, що перевищує ГДК, відмічається майже на всій території України, за виключенням її західних областей [14]. Для води господарсько побутового призначення встановлено ГДК для 640 речовин, рибогосподарського призначення – для 147 речовин. Для ведення рибогосподарства вода має відповідати умовам життєдіяльності риби, зокрема їх цінних порід [6, 14].

Біля  $\frac{1}{3}$  всієї маси шкідливих речовин вноситься в вододжерела з поверхневими і зливовими стоками із санітарно непорядкованих територій, сільськогосподарських об'єктів та угідь, що впливає на сезонне, особливо в період весняного паводку, погіршення якості питної води, котре щорічно відмічається у великих містах. У зв'язку з цим проводиться гіперхлорування води, що, однак, небезпечно для здоров'я населення, оскільки це пов'язано з утворенням хлорорганічних речовин [22].

Споживання неякісної води, яка забруднена хімічними та мікробіологічними забруднювачами, призводить до незадовільного стану організму. Хімічні реагенти не викликають (крім окремих випадків катастрофічних скидів) спалахів гострих отруєнь або захворювань, як це відбувається при мікробному забрудненні води. Тривале використання води з підвищеною концентрацією деяких хімічних елементів, які входять до складу мінеральних речовин, і великого ряду органічних сполук, здійснюють шкідливий вплив на стан здоров'я населення. В зв'язку з цим, є необхідність ретельного і постійного контролю якості води.

### **Практичні завдання**

**1.** Продовжіть складений відомою організацією *Greenpeace* список рекомендацій, виконання котрих сприяє економії води, а значить збереженню цього стійкого ресурса:

А) Відремонтуйте або замініть усі крани, які протікають. Несправний кран за добу може «накапати» 30–200 л води. Намагайтеся щільно закривати кран.

Б) При виборі змішувачів – віддайте перевагу ричаговим. Вони швидше змішують воду ніж змішувачі з двома кранами, а значить менше йде води, коли підбираємо оптимальну температуру води.

В) На час, коли Ви чистите зуби, виключайте воду. Щоб сполоснути рот, достатньо стакана води.

Г) Зі зливної бачка в унітаз може постійно текти вода. Щоденно через подібні протікання втрачаються десятки літрів води. Намагайтеся стежити за станом сантехніки у власній квартирі (будинку) та своєчасно усувати несправності.

Д) ...

Ж) ...

З) ...



2. Ресурси прісної води розподілені нерівномірно, і дуже часто в регіонах із інтенсивною господарською діяльністю її не вистачає. Нестача і виснаження

водних ресурсів, їх забруднення – серйозна екологічна проблема, пов’язана з рядом причин, головні з яких вказані нижче. Оберіть з них ті, котрі на Ваш погляд, актуальні для Житомирщини. Які заходи можуть покращити ситуацію ?

Причини виснаження та забруднення прісної води	Актуальність для Житомирщини		Проблема може бути вирішена на рівні	
	ДА	НІ	Загально-державний	Регіональний
Нерівномірний розподіл води у часі та просторі				
Зростання споживання води				
Втрати води при транспортуванні та використанні				
Інтенсивний відбір води із вододжерела				
Розробка родовищ корисних копалин				
Урбанізація територій (житлова забудова, звалища, відходи)				
Скидання стічних вод				
Сільськогосподарська діяльність				
Забруднення атмосфери				

**3.** Встановіть відповідність між типами забруднень і видами впливів, які вони викликають: до кожної позиції, яка представлена в першому стовпці, підберіть одну або декілька відповідних позицій з другого стовпця. Впишіть Ваші відповіді в таблицю.

<b>Забруднення</b>
1) механічне
2) хімічне
3) бактеріальне та біологічне
4) радіоактивне
5) теплове

<b>Вид впливу</b>
А) скиди в водойму теплих стічних вод
Б) потрапляння в річку сніготалої води, яка містить пестициди
В) аварійний викид хімічної речовини на підприємстві
Г) будівництво дачного будинку на березі річки або озера
Д) аварія на нафтопроводі
Е) недостатньо очищені стічні води будинку потрапляють у річку
Є) видобуток торфу
Ж) на березі річки (озера) влаштовано тимчасовий склад, де зберігаються добрива
З) поряд із криницею знаходиться туалет з вигрібною ямою, тваринницька ферма
И) звалище твердих відходів влаштоване в яру
І) сміттєзвалище неподалік від житлових будинків

<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>

**4.** Чи відомі Вам випадки евтрофування? Наведіть приклади, використовуючи власні спостереження або літературні дані. Обґрунтуйте відповідь.

5. В зв'язку зі зміною клімату, що підтверджується аномально високими температурами, які зареєстровано в багатьох країнах Європи, найважливішим фактором виживання стає раціональне використання питної води. Італійський учений Пьетро Лауреано, експерт ЮНЕСКО з проблем боротьби з наступом пустель, опублікував 10 правил користування водою в умовах глобального потепління клімату на планеті. В цих правилах наголошено:

- \*– не застосовувати питної води для потреб сільського господарства;
- \*– при подачі води в будинок розділяти її на питну та технічну;
- \*– не змінювати багаторічних звичок і припинити рекламу мінеральної води;
- \*– забезпечити будівлі резервуарами для збору питної води;
- \*– застосовувати методи повторного використання води після її очищення;
- \*– заборонити будівництво великих гребель;
- \*– відмовитися від застосування штучного снігу;
- \*– посилити правила збереження природних льодовиків;
- \*– полегшити шлях води в басейни річок;
- \*– навчитися використовувати в урбаністиці простір покрівель та садів.

Сформулюйте власні 10 правил поведінки з водою стосовно Житомирщини.

#### **Запитання для самоконтролю:**

1. Охарактеризуйте роль води у житті людини.
2. Яким чином розподіляють забруднення поверхневих підземних вод?
3. Назвіть найбільш важливі показники якості води.
4. Що таке «ГДК», «евтрофікація», «забруднення», «забрудник»?
5. Назвіть основні джерела забруднення гідросфери.



## Тема № 15

### ЛІТОСФЕРА. ЕКОЛОГІЧНА РОЛЬ ҐРУНТІВ

**Ключові терміни:** літосфера, ґрунт, ерозія, деградація ґрунтів, ґрунтовий горизонт

#### Теоретичні відомості

**Літосфера** – верхня тверда оболонка Землі. До її складу входять суходіл, який займає 148 млн км<sup>2</sup> (29,2 %) поверхні земної кулі та включає ґрунт різної категорії й корисні копалини [14].

**Ґрунт** – основне джерело родючості. Площа ґрунтових ресурсів становить 129 млн км<sup>2</sup> або 86,5 % площі суші. Щорічно на Землі втрачається біля 0,7 % потенційної оранки. На <sup>1</sup>/<sub>3</sub> орних земель планети ґрунти руйнуються швидше, ніж відновлюються. Для відновлення 1 см ґрунту потрібно 250–300 років.

Нині на кожну людину Землі припадає біля 0,34 га орної землі. Внаслідок діяльності людини щороку її втрачається до 70 тис. км<sup>2</sup> [14].

**Ґрунт** – верхній родючий шар земної кори, який утворився внаслідок сукупної дії на гірські породи води, повітря та різних організмів (живих або мертвих). В. В. Докучаєв – засновник науки ґрунтознавства, – говорив, що ґрунт, як і будь-який рослинний і тваринний організм, вічно живе й змінюється, то розвиваючись, то руйнуючись, то регресуючи, то прогресуючи.

Ґрунт – своєрідне середовище, яке залежно від породи, що підстиляє його, і клімату має різну будову і різну динаміку процесів, що відбуваються в ньому. Протягом доби відбувається газообмін у ґрунті: виділяється СО<sub>2</sub> і проникає О<sub>2</sub>. Ґрунти перерозподіляють атмосферну вологу й водний баланс суші. Вони є біологічним фільтром і нейтралізатором багатьох антропогенних забруднень і здатні до самоочищення [14]. Найвжливіша властивість ґрунту – *родючість*, тобто його здатність забезпечувати врожай рослин.

Ґрунт складається з добре виражених шарів, які називаються *ґрунтовими горизонтами* (рис. 32). Верхній гумусовий горизонт А населений рослинами,

тваринами, мікроорганізмами (живими і мертвими). Мертві органічні рештки піддаються розкладанню: гуміфікації (синтез гумусових речовин). Підшари горизонту *A*: *A<sub>0</sub>* – підстилка, *A<sub>1</sub>* – власне гумусовий, *A<sub>2</sub>* – вилужений світлозбарвлений ґрунт. В наступному, *B* горизонті (перехідному), знаходяться, в основному, мінеральні речовини, тоді як органічні перероблені редуцентами і перемішані з дрібнозернистою материнською породою. Материнська порода утворює горизонт *C* [22].

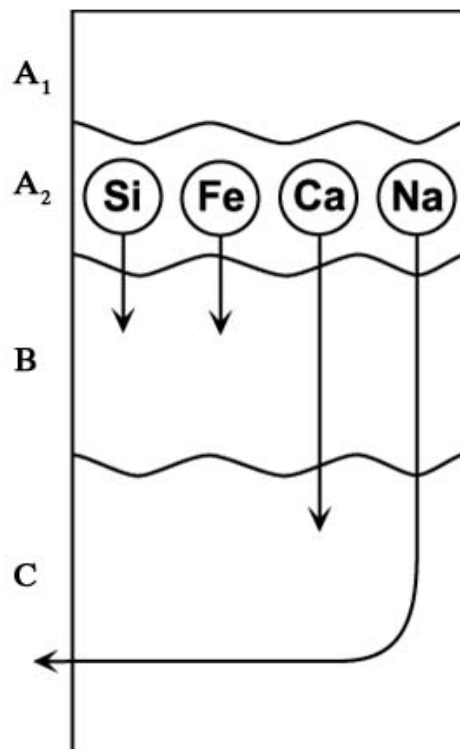


Рис. 32. Ґрунтовий профіль автоморфних ґрунтів:

*A* – перегнійно-акумулятивний горизонт (*A<sub>1</sub>* – мінеральний гумусо-акумулятивний; *A<sub>2</sub>* – елювіальний); *B* – горизонт вимивання (ілювіальний); *C* – материнська порода

Ґрунт складається з частинок різного розміру та хімічної природи, які називаються «мехнічними елементами».

Розрізняють три типи «механічних елементів»:

\*– мінеральні (пісок, мрамор, граніт і т.п.) утворюється за рахунок вивітрювання гірських порід і їх розпушення водою та льодом ;

\*– органічні – це гумус і негумінова частина. *Гумус* – комплекс темно-забарвлених високомолекулярних органічних сполук ґрунту, який містить гумінові кислоти і фульвокислоти. Утворюється при розкладанні та гуміфікації органічних решток рослин, тварин і мікроорганізмів. Кількість його незначна. Гумус слугує джерелом Нітрогену, Фосфору, Сульфуру, мікроелементів для рослин, підвищує фільтрованість, обмінну ємність, водо- і повітропроникність;

\*– орґано-мінеральні – суміш механічних елементів.

У ґрунтах є майже всі елементи періодичної системи Д. І. Менделєєва. Всі вони є обов'язковими і необхідними. Основними хімічними елементами ґрунту є : Оксисен (49 %), Сіліцій (33 %), Ферум (біля 4 %), Алюміній (біля 7 %), Карбон (біля 2 %), Нітроген (біля 0,7 %), лужні та лужноземельні метали, Кальцій, Магній, Натрій, Калій.

### ***Чи Вам відомо:***

В. В. Докучаєв (1846-1903) – засновник сучасного вчення про ґрунт;  
шар гумусу 20-25 см утворюється за 2000-7000 р.,  
але внаслідок дії антропогенної фактора він швидко зменшується;  
складові ґрунтоутворюючого процесу:  
створення органічної речовини і її розкладання,  
створення орґано-мінеральних сполук і  
їх руйнування, акумуляція та  
винос органічних, неорґанічних речовин,  
надходження вологи в ґрунт;  
у ґрунті найбільше бактерій і найпростіших;  
біомаса бактерій у доброму ґрунті досягає 500т/га;  
на 1 м<sup>2</sup> площі найпростіших припадає до 20 000 000 000 особин;  
дощові черви вносять у ґрунт до 100 кг/га азоту.

В природі відбувається закономірний кругообіг хімічних елементів: ґрунт-рослина (тварина – мікроорганізми) – ґрунт. Цей кругообіг називається *малим* або *біологічним*. В Україні основними є 8 типів ґрунтів (табл. 8).

**Таблиця 8**

Основні типи ґрунтів України

Тип ґрунтів	Характеристика	Поширення
Дерново-підзолисті	ґрунти хвойних і змішаних лісів.	ґрунти характерні переважно для півночі України (Полісся)
Торф'яно-підзолисті	Вміст гумусу – низький (0,7-2,0 %); ґрунтова реакція – кисла (4,2-5,2)	
Сірі лісові	Перехідні від дерново-підзолистих до чорноземних. ґрунт широколистяних лісів з трав'янистим покривом. Вміст гумусу – невисокий, ґрунтова реакція – кисла або слабокисла	ґрунти Лісостепу і південних районів Полісся
Чорноземи	Найбільш родючі ґрунти, утворені переважно під багаторічними трав'янистими рослинами. Вміст гумусу – високий (5-15 %), ґрунтова реакція – нейтральна або слабокисла. Товщина шару в деяких районах досягає метра (близько 10 % території країни).	ґрунти Лісостепової та Степової зони
Каштанові	Недостатньому зволоженні. Вміст гумусу – низький (до 3 %), ґрунтова реакція – лужна, вологість – низька. Товщина шару – до 0,5 м.	ґрунти причорноморських і присаваських степів

Бурі лісові (буроземи)	Ґрунти сформовані під широколистяними, змішаними, листяними лісами на щербенистих і щільних породах. Вміст гумусу – низький (до 3-4 %) вологість помірна, ґрунтова реакція – кисла або слабо кисла. Товщина шару – до 30 см.	Ґрунти гірських районів Криму та Карпат, рівнинних територій Закарпатської низовини та Передкарпаття
Солонці та солончаки	Ґрунти містять значну кількість солей натрію, інколи магнію, малородючі та неродючі.	Ґрунти південних степів (на терасах річок Дніпро, Південний Буг, Дністер, Дунай і на морських узбережжях). Зустрічаються фрагментарно в лісостепу та степу.
Урбанізовані (міські)	Ґрунти антропогенно-перетворені, поверхневий шар потужністю понад 50 см	Ґрунти територій міст

На сьогодні в світі швидкими темпами відбувається деградація й ерозія ґрунтів, руйнування природних ландшафтів. Сучасне людство здатне зруйнувати родючий шар ґрунту за 1-2 роки. Щорічно з оброблювальних земель виноситься понад 25 млрд т корисних речовин. У світі в результаті діяльності людини вже деградувало більш ніж 15 % усієї площі суші, з них 5% виведено з обігу внаслідок перехімізації й фізичної деструкції (витоптування свійськими тваринами, екстенсивне переорювання та ін.). Отже, людина сама себе позбавила мільйонів гектарів родючої землі [13].

Освоєння земель в Україні досягала 70 %, з 33,3 млн. га орних земель близько 17 млн. га мають підвищену кислотність. Щороку землі країни втрачають 24 млн. т гумусу, який визначає родючість ґрунтів [13, 14].

Одже, нераціональне використання ґрунтів може призвести до незворотніх змін, які загрожують існуванню людства.

### ***Важливість охорони ґрунтів***

Охорона ґрунтів від забруднень – найважливіше завдання, тому що будь-які забруднювачі, які знаходяться в ґрунтах, обов'язково рано чи пізно потрапляють до організму людини [22].

А) Відбувається постійне вимивання забруднень у відкриті водойми та ґрунтові води, які можуть бути використані людиною для пиття та інших потреб;

Б) Ці забруднення з ґрунтової вологи, ґрунтових вод і відкритих водойм потрапляють в організми тварин і рослин, які споживають цю вологу, в подальшому по трофічних ланцюгах потрапляють до організму людини;

В) Багато шкідливих для людського організму сполук мають здатність накопичуватися в тканинах, і насамперед у кістках.

За деякими оцінками в біосферу потрапляє щорічно біля 20–30 млрд. т твердих відходів, із них 50–60 % органічних сполук, у вигляді кислотних агентів газового або аерозольного характеру – біля 1 млрд. т [14].

На сьогодні є потреба в охороні ґрунтів. Зокрема, Верховна Рада України прийняла ряд законів про охорону природного середовища України. Ними передбачено конкретні заходи охорони надр, земної поверхні, а також покарання за шкоду, заподіяну природі [14].

### **Практичні завдання**

**1.** Порівняйте поняття (що в них спільного, чим відрізняються та як співвідносяться): Літосфера, Земля, Ґрунт).

**2.** В парках, на вулицях восени накопичується велика кількість опалого листя. При його спалюванні забруднюється повітря, вивезення машинами на сміттєзвалища потребує великих матеріальних затрат. Запропонуйте декілька інших способів вирішення даної проблеми, враховуючи такий за якого опале листя перетворюється в гумус.

3. Проаналізуйте вираз еколога Лі Талботаі «Ми не успадкували землю у своїх батьків. Ми позичили її у своїх дітей».

4. Опишіть детально біологічний кругообіг, використовуючи свої знання про продуценти, консументи та редуценти. Чому ґрунт називають редуцентною ланкою біосфери.

5. Проаналізуйте сукупність факторів, які згубно впливають на ґрунт та його родючість (ерозія, випас тварин, вирубка лісу, меліорація, неправильне застосування добрив, пестицидів). Відповідь оформити у вигляді таблиці.

Фактори	Наслідки їх впливу на ґрунт

6. За Б. Г. Розановим, *опустелювання* – це процес незворотньої зміни ґрунту і рослинності та зниження біологічної продуктивності, який в екстремальних випадках може призвести до повного руйнування біосферного потенціалу та перетворенню території в пустелю. Обґрунтуйте, чому опустелювання є однією з глобальних екологічних проблем. Для цього розгляньте його як сукупність історичного, соціального, екологічного та природного процесів.

#### Запитання для самоконтролю :

1. Що таке деградація ґрунтів, які її причини?
2. Охарактеризуйте основні забруднювачі літосфери.
3. Що таке ерозія ґрунтів? Проаналізуйте її наслідки.
4. Обґрунтуйте необхідність бережливого ставлення до ґрунтів.
5. Назвіть класифікацію «механічних елементів» ґрунту.

## Тема № 16

# ВИЗНАЧЕННЯ РАДІОАКТИВНОГО ЗАБРУДНЕННЯ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ, ЗАХОДИ ПРОФІЛАКТИКИ

**Ключові терміни:** радіоактивні речовини, радіонукліди, дозиметр, профілактика, радіопротектори.

### Теоретичні відомості

Аварія на Чорнобильській АЕС призвела до викиду в атмосферу за різними оцінками від 25 до 50 млн. кюрі радіоактивних елементів [26]. В зоні забруднення розташовано 740 населених пунктів. Радіоактивного забруднення зазнали 413 тис. га сільськогосподарських угідь і 559 тис. га лісів [37].

На сьогодні головну радіоекологічну загрозу для тварин і людей становить  $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{137}\text{Cs}$  та  $^{238-241}\text{Pu}$  [1, 35]. Цезій, зокрема, хоч і в незначних кількостях міститься практично в усіх об'єктах навколишнього середовища. Із радіоактивних ізотопів цезія найбільше біологічне значення має цезій-137 – радіонуклід з періодом напіврозпаду 30,2 роки [43]. Характерною особливістю поведінки радіоцезія є висока швидкість обміну та накопичення у м'язовій тканині в організмі людини та тварин [17].

Основним депозитарієм радіоактивних речовин при забрудненні атмосфери довгоживучими радіонуклідами стають ґрунти [25, 34]. Підвищений вміст в них  $^{137}\text{Cs}$  та  $^{90}\text{Sr}$  призводить до забруднення продуктів харчування, що обумовлено тривалим періодом напіврозпаду цих радіонуклідів у ланцюгу ґрунт – рослина – тварина (рис. 33).

Встановлено, що в середньому біля  $^{2/3}$  ефективної дози опромінення, котру людина одержує, надходить від радіоактивних речовин, які потрапляють в організм з їжею та водою [11, 31, 40].

Стан здоров'я населення постраждалого внаслідок аварії на ЧАЕС залежить переважно від умов та способу життя.



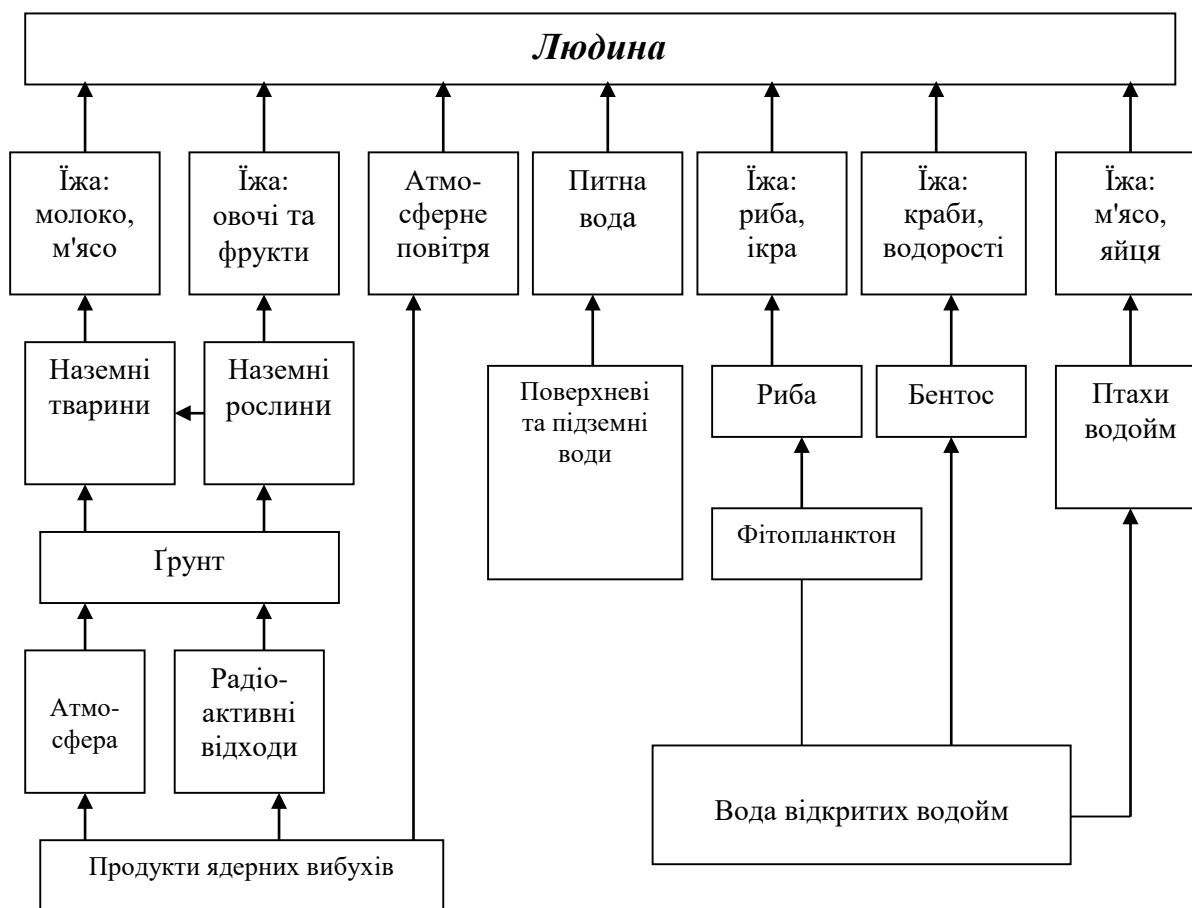


Рис. 33. Міграція радіонуклідів із навколишнього середовища в організм людини (за М. М. Барановський, 2008) [41]

Правильне, а саме збалансоване, *харчування* є найважливішим чинником, який визначає функціонування захисних систем організму від негативних впливів навколишнього середовища, зокрема радіоактивного випромінювання.

*Харчування* – це основа здоров'я та працездатності людини. Воно забезпечує нормальне функціонування організму, його розвиток, впливає на розумові здібності. Харчування дає людині велику користь, забезпечує необхідною енергією для роботи і навчання, проте в тому випадку, якщо продукти харчування різноманітні, містять всі необхідні поживні речовини (білки, жири, вуглеводи, мінеральні речовини, вітаміни та воду) та дотримується режим харчування. Таке харчування називається *раціональним*.

Відомо, що населення забруднених радіонуклідами територій досить активно споживають харчові продукти лісу. Так, споживання жителями Українського Полісся грибів та ягід (в сирому вигляді) становить 36,5–40,2 кг в рік [32]. Ліси є критичними з погляду формування значних доз внутрішнього опромінення населення при вживанні лісових харчових продуктів, переважно, грибів і ягід. Нині радіаційна ситуація в лісах Українського Полісся залишається досить складною і потребує постійного моніторингового спостереження за міграцією радіонуклідів та їх накопиченням в різних компонентах лісових екосистем [11].

Між споживанням харчових продуктів лісу та вмістом  $^{137}\text{Cs}$  в організмі людей існує тісний зв'язок. Внесок харчової продукції лісу у дозу внутрішнього опромінення, за даними багатьох дослідників, сягає від 12–40 % у всього населення і до 50–95 % у його критичних груп. Різке збільшення дози внутрішнього опромінення населення щорічно реєструється протягом другої половини липня до другої половини жовтня (з піком у вересні) внаслідок масового вживання грибів [11].

Для зменшення надходження радіонуклідів до організму людини необхідно систематично приймати *радіопротектори* – речовини, які містяться у деяких харчових продуктах і рослинах (яблучне повидло, неосвітлений яблучний сік, чорноплідна горобина, ожина, морква, обліпіха, деревій) та продуктах бджолярства (маточне молочко, мед, прополіс) [21]. Додаткове введення в раціон харчування певних продуктів сприяє виведенню радіонуклідів, зменшує їх накопичення та підтримує захисні властивості організму. Перш за все в раціон харчування мешканці забруднених радіонуклідами територій повинні включати продукти, які містять високий відсоток білка (м'ясо, молочні продукти, риба, яйця, бобові та цільне зерно). Обов'язковим є введення в харчовий раціон у великих кількостях хліба грубого помелу, пшона, перлової, гречаної та вівсяної крупи. Неочищений рис, ячмінь, кукурудза, гречка, овес є корисними, оскільки в них багато клітковини, складних вуглеводів, білка, мікроелементів, вітамінів [11, 30].

Досить важливим є вживання свіжих овочів та фруктово-ягідних соків. Вони є джерелом клітковини, кальцію, заліза, вітамінів, підвищують антиокислювальний захист організму та сприяють виведенню радіонуклідів та поповнює дефіцит макро- і мікроелементів в організмі [11, 30].

Відомо, що радіонукліди подібні з деякими стабільними елементами, зокрема цезій – з калієм, стронцій – з кальцієм. Тому, для зменшення всмоктування в організм людини  $^{137}\text{Cs}$  та  $^{90}\text{Sr}$  необхідно вводити в раціон продукти, що містять ці стабільні елементи [11]. Для поповнення організму калієм необхідно вживати картоплю, родзинки, чорнослив, курагу, чай, горіхи, лимон, квасолю, пшеницю та жито; щодо кальцію (1 г/добу) – молоко, молочні продукти, яйця, бобові, зелена цибуля, кріп, петрушка, ріпа, хрін, шпинат [11, 30].

Для уникнення накопичення радіоцезію та радіостронцію в організмі людини необхідно: обмежити вживання місцевих забруднених вище допустимих рівнів продуктів харчування та проводити їх кулінарну обробку; правильно організувати своє харчування з метою виведення радіоактивних речовин із організму; вживати продукти, що містять багато клітковини і пектину; приймати настої трав, плодів і ягід, які мають жовчогінну та сечогінну дію; вживати продукти харчування, які багаті на білок, насичені жирними кислотами і вітамінами; збагачувати раціон мінеральними солями та мікроелементами [11, 30].

Отже, правильне раціональне харчування сприяє не тільки збереженню здоров'я людини, але й підвищує стійкість організму до радіоактивного впливу. В Україні встановлено державні гігієнічні нормативи «Допустимі рівні вмісту радіонуклідів  $^{137}\text{Cs}$  та  $^{90}\text{Sr}$  у продуктах харчування та питній воді» (табл. 9). Вони виходять з того, що вміст радіонуклідів  $^{137}\text{Cs}$  та  $^{90}\text{Sr}$  у продуктах харчування та питній воді повинен забезпечити неперевищення прийнятої границі річної ефективної дози внутрішнього опромінення 1 мЗв. При цьому опромінення за рахунок надходження інших техногенних та природних радіонуклідів не враховується.

Нормативи запроваджуються з метою подальшого зниження дози внутрішнього опромінення населення України шляхом обмеження надходження радіонуклідів з продуктами харчування та стимуляції створення і дотримання виробниками необхідних умов для одержання чистої продукції на радіоактивно забруднених територіях.

**Таблиця 9**

Вимоги допустимих рівнів (ДР-2006) вмісту радіонуклідів у продуктах харчування та питній воді ( Бк/кг, Бк/л)

№	Найменування продуктів	$^{137}\text{Cs}$	$^{90}\text{Sr}$
1	Хліб, хлібопродукти	20	5
2	Картопля	60	20
3	Овочі (листові, коренеплоди, столова зелень)	40	20
4	Фрукти	70	10
5	М'ясо і м'ясні продукти	200	20
6	Риба і рибні продукти	150	35
7	Молоко і молочні продукти	100	20
8	Яйця (шт.)	6	2
9	Вода	2	2
10	Молоко згущене і концентроване	300	60
11	Молоко сухе	500	100
12	Свіжі дикоростучі ягоди й гриби	500	50
13	Сушені дикоростучі ягоди й гриби	2500	250
14	Лікарські рослини	600	200
15	Інші продукти	600	200
16	Спеціальні продукти дитячого харчування	40	5

Для визначення радіоактивного забруднення продуктів харчування використовують дозиметри, наприклад «Прип'ять», «Белла», «Бета» (рис. 34).



Рис. 34. Дозиметр «Белла»

В цілому дозиметри побутові призначені для вимірювання потужності дози, тобто дози за одиницю часу. При оцінці, по показникам дозиметра, загрози опромінення, треба пам'ятати, що наслідки опромінення визначаються не потужністю дози, а сумарно отриманою дозою, тобто потужністю дози помноженої на час, внаслідок якого опромінюється людина. Наприклад, якщо потужність дози зовнішнього опромінення становить 0,11 мікрозіверта на годину (мкЗв/год), то опромінення протягом року (8800 години) створює дозу 1000 мкЗв або 1 мілізіверт (мЗв).

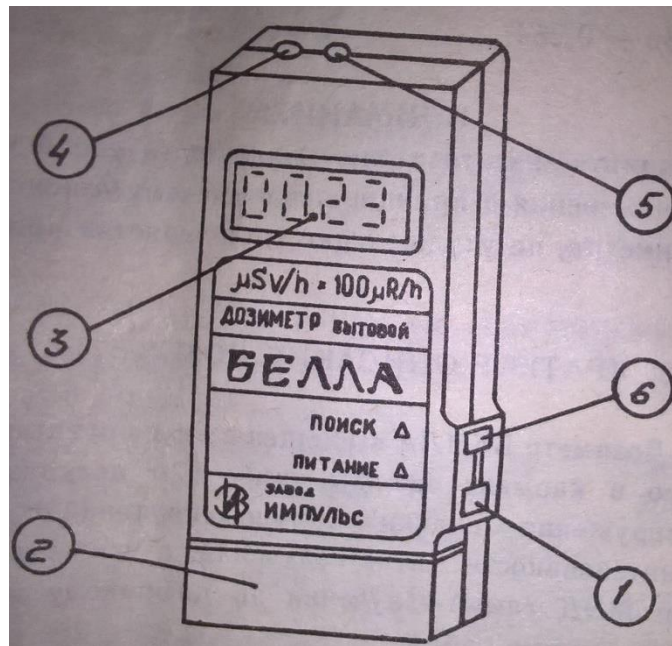
*Еквівалентна доза* – дозиметрична величина для оцінки дії випромінювання на живі організми, насамперед для людини і тварини. Одиницею еквівалентної дози в системі СІ є зіверт (Зв) [10].

За допомогою побутових дозиметрів можна оцінити радіоактивне забруднення продуктів харчування за їх зовнішнім гамма-опроміненням. На сьогодні радіоактивне забруднення продуктів харчування обумовлено ізотопом цезія -137, який концентрується в молоці та м'ясопродуктах.

## Практичні завдання

Дозиметр побутовий «Белла» призначений для виявлення та оцінки за допомогою звукової сигналізації інтенсивності гамма-випромінювання, також для вимірювання потужності польової еквівалентної дози (ПЕД) гамма-випромінювання по цифровому табло; для оперативного індивідуального контролю населенням радіаційної обстановки; визначення радіоактивного забруднення продуктів харчування.

1. Ознайомтесь з дозиметром «Белла» та призначенням його органів управління:



1. Вимикач живлення
2. Кришка відсіку для елементів живлення
3. Цифрове рідкокристалічне табло
4. Кнопка «ПЕД-КОНТР. ЖИВЛЕННЯ» для включення режиму визначення ПЕД і контролю напруги батареї живлення (ПЕД – потужність еквівалентної дози)
5. Індикатор напруги батареї живлення
6. Вимикач режиму ПОШУК.

2. Підготуйте прилад до роботи: встановіть вимикач живлення (позиція (поз.) 1) і режим ПОШУК (поз. 6) в положення вимкнено (нижнє положення); увімкніть дозиметр, для чого вимикач живлення (поз. 1) перевести в положення ЖИВЛЕННЯ, при цьому на цифровому табло повинні індиціюватися 0.0.0.0.; переконайтеся, що напруга батареї живлення знаходиться не нижче мінімально-допустимого значення, для цього нажміть кнопку «ПЕД-КОНТР. ЖИВЛЕННЯ» (поз. 4), при цьому повинен засвітитися індикатор напруги батареї живлення (поз. 5); вимкнення живлення дозиметра здійснюється переводом вимикача живлення в нижнє положення, при цьому інформація на цифровому табло зникає не миттєво, а через декілька секунд.

3. Дозиметр «Белла» має два режими роботи: ПОШУК та ПЕД. Режим ПОШУК призначений для грубої оцінки радіаційної обстановки по частоті проходження звукових сигналів. Режим ПЕД слугує для виміру потужності еквівалентної дози по цифровому табло.

4. Порядок роботи з дозиметром. **Робота в режимі ПОШУК:** підготуйте дозиметр до роботи; включите його, при цьому на цифровому табло повинні індиціюватися нулі; включити режим ПОШУК, для цього вимикач (поз. 6) перевести в положення ПОШУК; при природному фоновому випромінюванні дозиметр повинен подавати 10–60 звукових сигналів у хвилину, зі збільшенням інтенсивності гамма-випромінювання пропорційно зростає частота проходження звукових сигналів.

5. **Робота в режимі ПЕД:** підготуйте дозиметр до роботи; вимірювання ПЕД можна здійснювати в будь-якому положенні вимикача ПОШУК, при цьому в нижньому положенні вимикача ПОШУК звукова сигналізація відключається; Включите дозиметр, при цьому на цифровому табло повинні індиціюватися нулі і точки після кожного розряду (цифри): 0.0.0.0.; наявність точок після кожного розряду (цифри) свідчить про те, що відбувається вимірювання ПЕД, при цьому покази на цифровому табло будуть змінюватися. Вимір ПЕД триває біля 40 сек. Потім точки після 1 2, 4 розрядів зникнуть, вимірювання ПЕД закінчиться, покази дозиметра перестануть змінюватися і на його табло буде зберігатися

вимірне значення ПЕД. Наприклад: 00.23. Покази на табло дозиметра можуть зберігатися протягом 40 сек, після чого вони автоматично перемиються на нуль, знову з'являться точки після кожної цифри та почнеться наступний вимір ПЕД; вимір ПЕД можна починати в любий момент не дочекуючись закінчення попереднього заміру або автоматичного початку наступного виміру. Для цього необхідно натиснути кнопку ПЕД. КОНТР. ЖИВЛЕННЯ – з'являться точки після кожного розряду (цифри) та почнеться вимірювання ПЕД, яке буде тривати біля 40 сек.

**6.** Для більш точного виміру ПЕД зовнішнього гамма-опромінення необхідно зняти не менше 5 показників ПЕД і обрахувати середнє арифметичне значення, шляхом ділення суми всіх показників на їх кількість. Для отримання значення ПЕД в мкР/год необхідно показник дозиметра помножити на 100. Наприклад, якщо дозиметр показав 0,23 (мкЗв/год), то  $0,23 \text{ (мкЗв/год)} \cdot 100 = 23 \text{ (мкР/год)}$ .

**7.** Для контролю рівня забруднення молока, м'ясопродуктів та інших продуктів харчування, дозиметр помістити щільно лівим боком до ємкості, яка містить 1 л молока або 1 кг м'ясопродукта (можна через плівку або бумагу). Якщо забруднення продукту сягає 4 кБк/кг (л), показники дозиметра повинні збільшитися на 015 мкЗв/год над фоном. При виявленні такого радіоактивного забруднення продуктів харчування рекомендуємо відмовитися від їх вживання або обмежити споживання вдвічі в порівнянні зі звичайним раціоном. Якщо опромінення від продуктів харчування перевищить потужність дози до 0,3 мкЗв/год над рівнем фону, вживання таких продуктів має становити не більше чверті звичайного раціону, при 1 мкЗв/год – не більше однієї десятої.

**8.** Визначте та оцініть рівень радіаційної обстановки в аудиторії; рівень забруднення продуктів харчування (на вибір).



### Запитання для самоконтролю :

1. Яке харчування називається раціональним ?
2. Призначення та основна характеристика дозиметра «Белла».
3. Схарактеризуйте раціон харчування мешканців територій забруднених радіонуклідами.
4. З якою метою в Україні встановлено державні гігієнічні нормативи «Допустимі рівні вмісту радіонуклідів  $^{137}\text{Cs}$  та  $^{90}\text{Sr}$  у продуктах харчування та питній воді».
5. Чому необхідно вживати радіопротектори?
6. Які продукти відносяться до радіопротекторів?

## Тема № 17

# СОЦІОЛОГІЧНЕ ОПИТУВАННЯ ЯК ОДНА З ФОРМ ІНФОРМУВАННЯ НАСЕЛЕННЯ ПРО СТАН НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

**Ключові терміни:** комунікативна компетентність, екологічна ситуація, анкетування.

В процесі професійної діяльності сучасного спеціаліста особливе місце займає *комунікативна компетентність*, яку розглядають як здатність організації адекватного спілкування в ситуаціях, які відповідають певним культурним зразкам спілкування та взаємодії.

Освічена людина повинна володіти рівнем компетентності, який дозволив би їй приймати рішення для поліпшення стану навколишнього середовища. Діяльність, яка направлена на поліпшення екологічної ситуації регіону, логічно розпочинати із з'ясування відношення людей до місця свого проживання (село, селище міського типу, місто), рівня його привабливості, готовності суспільства для вирішення природоохоронних завдань. Суб'єктивне відношення різних категорій населення щодо розуміння необхідності збереження навколишнього середовища можна вивчити за результатами соціологічного опитування [22].

### ***Чи Вам відомо:***




**Соціологія** – наука про суспільство як цілісної системи і його окремі соціальні інститути, процеси, суспільні групи. В середині XIX ст. Огюст Конт ввів у науковий обіг термін «соціологія». З самого початку завданням соціології стає визначення законів суспільної динаміки, а на цій основі і пропозиція практичних заходів. Соціологічний аналіз починається тоді, коли необхідно знайти приховані значення статистичних даних.

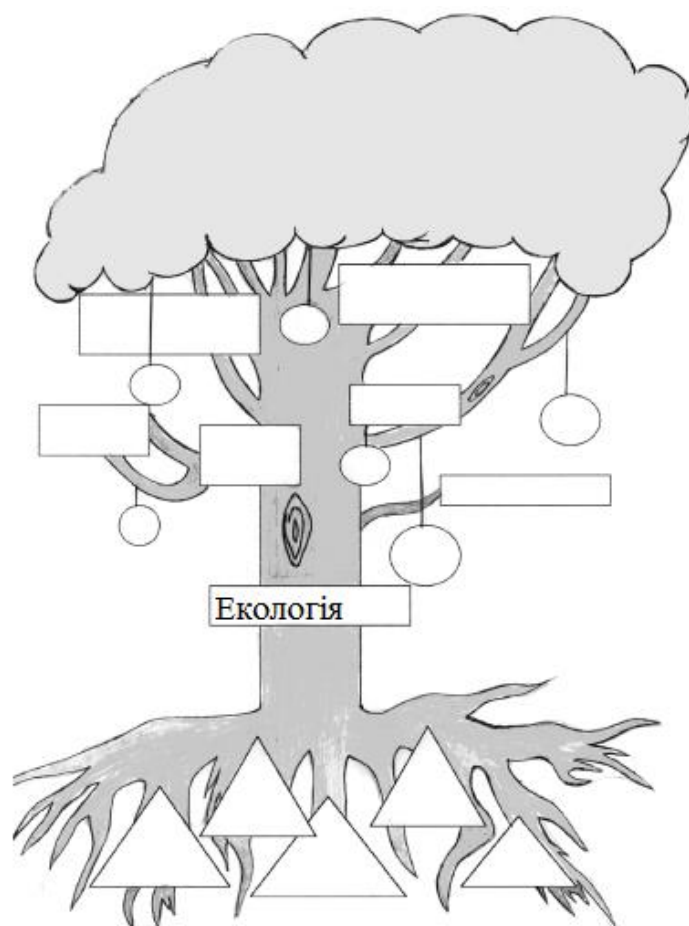
На сьогодні для будь-якої освіченої людини постає питання: на якому місці серед найважливіших для мене проблем знаходяться екологічні? Проте, як

відомо, відповідь на це запитання залежить від багатьох факторів: віку, статі, рівня освіти, стану природного середовища в місці проживання тощо. Соціологами встановлено [22], що в європейських країнах із високим рівнем проживання в свідомості людини екологічні проблеми займають 2–3 місце по значущості, а в бідних країнах вони відсуваються на 11–12 місце, поступаючись першочерговим проблемам виживання.

### Практичні завдання

1. Автор: \_\_\_\_\_

Впишіть, будь ласка, в відповідні місця відсутні слова. Кількість місць, які позначаються    к витоків науки «Екологія» (коріння дерева), розділи науки «Екології» (гілки дерева), практичне застосування (плоди) може бути будь-яким. Продемонструйте, будь ласка, Вашу власну думку, постарайтеся не діяти за шаблоном, або «як сусід на практичному занятті»



2. Складіть анкету, котра необхідна для проведення соціологічного опитування. Сформулюйте питання, відповіді на які дозволяють з'ясувати ставлення людей до проблеми взаємин Людини та Природи.

Ваша анкета може мати наступну форму:

№ питання	Питання	Да	Ні	Не знаю	Не завжди
1					
2					
3					
і т. п.					

До анкети додається ключ, який може мати наступний вигляд:

за кожну відповідь «Да» присвоюється 2 бали; «Ні» – 0 балів; «Не знаю»; «Не завжди» – 1 бал

Сума балів	Інтерпретація (результати опитування, отримані в результаті відповідей респондентів)

Ваша анкета може мати й інший вигляд. Це можуть бути питання з передбачуваними варіантами відповідей.

Питання :

А) передбачуваний варіант відповіді;

Б) передбачуваний варіант відповіді;

Анкета може містити питання різного типу, які визначають відношення людей до збереження навколишнього середовища та культурної спадщини.

**3.** Дати відповідь на питання анкети. В кінці анкетування підрахувати бали та визначити модель власної поведінки. *Метою анкетування є визначення рівня екологічної грамотності та свідомості майбутнього сучасного фахівця*

## АНКЕТА

1. Чи вважаєте Ви важливою проблему екологічної безпеки людини :

- А) Да
- Б) Ні
- В) Не знаю

**(2 бали)**

2. Що буде з природою певної країни, якщо повністю вирубають ліс :

- А) Порушиться природний баланс, який призведе до негативних наслідків ;
- Б) Руїнуватимуться ґрунти, погіршиться стан повітря.
- В) Не знаю

**(4 бали)**

3. Від кого, на Ваш погляд, залежить вирішення питання екологічної безпеки людини:

- А) Від держави
- Б) Від кожної людини
- В) Від розвитку науки і техніки

**(3 бали)**

4. Чи існують екологічні проблеми в Україні:

- А) Да
- Б) Ні
- В) Не знаю

**(2 бали)**

5. Які фактори впливають на всихання сосни звичайної (*Pinus sylvestris*):

- А) Кислотні опади
- Б) Верхівковий короїд
- В) Діяльність людини

**(3 бали)**

**6.** Які екологічні проблеми є у Вашому населеному пункті:

А) Не знаю

Б) Засміченість, відсутність облаштованих сміттєзвалищ

В) Забруднення відкритих водойм, ґрунтів, вирубування лісу, знищення

квітників

**(3 бали)**

**7.** Чи всі люди дотримуються правил поведінки на природі:

А) Не знаю

Б) Да

В) Ні

**(2 бали)**

**8.** Як Ви вважаєте, яка з перерахованих сфер господарської діяльності людини найбільш негативно впливає на стан довкілля Житомирщини:

А) Промислові та комунальні підприємства

Б) Сільське господарство

В) Автомобільний транспорт

**(3 бали)**

**9.** Як Ви вважається чи є необхідність екологізації освіти в Україні:

А) Не знаю

Б) Да

В) Ні

**(2 бали)**

**10.** Чи влаштовує Вас сучасний стан природи України:

А) Не знаю

Б) Да

В) Ні

**(2 бали)**

**11.** *Що Ви розумієте під терміном «Екологічна проблема»:*

А) Зміна навколишнього середовища в результаті антропогенної діяльності, що призводить до порушення природних систем, економічних, соціальних та інших наслідків

Б) Свідоме розуміння та ставлення до всього живого, його захист

В) Зміна довкілля в результаті дії природних факторів

**(4 бали)**

**11.** *Виділіть серед причин сучасної екологічної кризи найбільш суттєві:*

А) Ріст чисельності населення

Б) Ріст природних аномалій

В) Забруднення відходами води, ґрунту, атмосферного повітря

**(3 бали)**

**12.** *Як, на Ваш погляд, повинен розвиватися науково-технічний прогрес:*

А) Не повинен враховувати закони Природи

Б) Повинен встановлювати нові закони розвитку Природи

В) Повинен розвиватися з врахуванням законів Природи

**(4 бали)**

**13.** *До глобальних екологічних проблем біосфери відносяться:*

А) Зростання вуглекислого газу в атмосфері

Б) Вирубка лісів та лісові пожежі

В) Зникнення рослин, тварин і екосистем в цілому

**(4 бали)**



**14.** *Що потрібно робити для того щоби покращити стан навколишнього середовища:*

- А) Проводити заходи з охорони природи
- Б) Садити дерева
- В) Очищати території населених пунктів та розчищати русла річок

**(3 бали)**

**15.** *Чи вважаєте Ви за екологічну проблему :*

- А) Деградацію ґрунтів
- Б) Браконьєрство
- В) Знищення лісів

**(3 бали)**

**16.** *Назвіть, на Ваш погляд, найбільш ефективні заходи вирішення екологічних проблем:*

- А) Раціональне природокористування
- Б) Застосування природозберігаючих новітніх технологій
- В) Зміна екологічної свідомості сучасної Людини

**(4 бали)**

**17.** *Як Ви вважаєте, чи є необхідність у сортуванні відходів, що накопичуються в будинках (квартирах), де проживають люди:*

- А) Не знаю
- Б) Да
- В) Ні

**(2 бали)**

**18.** *Що Вам необхідно для успішної орієнтації у сучасних екологічних проблемах:*

- А) Зустрічі з науковцями цієї області
- Б) Курс «Загальної екології» за навчальною програмою

В) Науково-популярна література по екології

**(3 бали)**

19. Чи є необхідність викладання навчальної дисципліни «Загальна екологія» при підготовці сучасного фахівця будь-якої спеціальності:

А) Не знаю

Б) Да

В) Ні

**(2 бали)**

20. Як Ви вважаєте, чи є необхідність розширювати паркові зони в селищах, містах:

А) Не знаю

Б) Да

В) Ні

**(2 бали)**

<b>Антираціональна модель поведінки</b>	<b>Соціораціональна модель поведінки</b>	<b>Екорациональна модель поведінки</b>
1–22 бали	23–44 бали	45–66 балів

*Антираціональна модель поведінки* – характеризує негативне відношення не тільки до навколишнього природного середовища але і до власної екологічної безпеки;

*Соціораціональна модель поведінки* – визначається особливостями соціального оточення та рівнем сформованості соціальної свідомості ;

*Екорациональна модель поведінки* – базується на екологічному світогляді, свідомості, дотримання правил поведінки в навколишньому природному середовищі.

### **Запитання для самоконтролю:**

1. Дайте визначення науки «Соціологія».
2. Що таке комунікативна компетентність?
3. Для чого освіченій людині володіти комунікативною компетентністю?
4. З якою метою проводять анкетування населення щодо стану навколишнього середовища?

## САМОСТІЙНА НАВЧАЛЬНА ДІЯЛЬНІСТЬ СТУДЕНТА

Самостійну роботу студента з дисципліни «Загальна екологія» умовно можна поділити на два етапи: етап засвоєння наукової інформації та етап набуття практичних вмінь і навичок. Перший включає самостійне опрацювання студентами теоретичного матеріалу, засвоєння основних понять, положень, термінології та ін. Необхідну інформацію з тієї чи іншої теми студенти можуть почерпнути з підручників, посібників, ілюстративного та наочного матеріалу (таблиць, схем, рисунків). Другий етап передбачає набуття студентами практичних вмінь та навичок, тобто навчитися самостійно описувати і аналізувати небезпечні явища, процеси та встановлювати їх причинно-наслідкові взаємозв'язки, тощо.

Після вивчення теоретичного курсу дисципліни «Загальна екологія» студент має написати реферат, що дозволить глибше опанувати ту чи іншу тему, яку він вибирає самостійно та погоджує її з викладачем. Написання рефератів сприяє розвитку навичок самостійної роботи як основного засобу наукового пошуку для опанування дисципліни.

Обсяг: для рефератів, написаних від руки – не менше восьми повних сторінок формату А-4 (*не враховуючи титульної*); для друкованих – не менше дванадцяти повних сторінок (шрифт Times New Roman, розмір 14, інтервал – 1,5).

Орієнтовний план реферату: вступ (розкривається важливість, актуальність теми), основна частина, висновки, список використаної літератури.

На титульному аркуші вказується навчальний заклад, кафедра, прізвище та ініціали автора, факультет і курс, прізвище, ініціали і вчене звання викладача, рік виконання роботи.

Літературні джерела подаються в кінці реферату за порядком їх використання чи алфавітом. Оформлення бібліографічного запису здійснюється згідно міждержавного стандарту ДСТУ ГОСТ 7.1:2006 «Система стандартів з інформації, бібліотечної та видавничої справи. Бібліографічний запис, бібліографічний опис. Загальні вимоги та правила складання» / Нац. стандарт

України. – Вид. офіц. – [Чинний від 2007-07-01]. – Київ : Держспоживстандарт України, 2007. Після цитати чи посилання на джерело інформації в тексті ставиться його номер в квадратних дужках [ ]. Наприклад, [5, с. 45], що означає 5 – номер джерела із списку літератури; с. 45 – сторінка з якої наведено конкретну інформацію з даного джерела.

## ТЕСТОВІ ЗАВДАННЯ ДЛЯ ПІДСУМКОВОГО КОНТРОЛЮ

1. Термін «Екологія» вперше запропонував:

- А) Ч. Дарвін
- Б) Ж. Бюффон
- В) Е. Геккель
- Г) О. Северцов

2. Зрілий біогеоценоз – це:

А) система, яка перебуває у стані рівноваги з фізичним середовищем існування і здатна до саморегуляції та тривалого самопідтримання.

Б) система, яка не перебуває у стані рівноваги з фізичним середовищем існування і здатна до саморегуляції та тривалого самопідтримання.

В) система, яка перебуває у стані рівноваги з фізичним середовищем існування, проте не здатна до саморегуляції та тривалого самопідтримання.

Г) система, яка не перебуває у стані рівноваги з фізичним середовищем існування і не здатна до саморегуляції та тривалого самопідтримання.

3. Сукупність всіх чинників середовища (температура, волога, світло, живі організми тощо), які впливають на організми:

- А) біогенні фактори
- Б) екологічні фактори
- В) абіотичні фактори
- Г) антропогенні фактори

4. Показник безпечного рівня шкідливих речовин у навколишньому середовищі:

- А) гранично-допустима концентрація
- Б) хімічне споживання кисню

В) біологічне споживання кисню

Г) поверхнево-активні речовини

**5.** Найвищим таксоном фітоценозу є:

А) екологічна група асоціацій

Б) формація

В) тип рослинності

Г) асоціація

**6.** Ряд видів організмів або їх груп, пов'язаних між собою харчовими відносинами, що створює певну послідовність у передаванні речовин та енергії:

А) екологічна піраміда

Б) редуценти

В) консументи

Г) ланцюги живлення

**7.** Інформаційна система спостережень, оцінки і прогнозу змін у стані навколишнього середовища, створена з метою виділення антропогенних складових цих змін на тлі природних процесів:

А) екологічний моніторинг

Б) екологічний аналіз

В) математичний метод

Г) моделювання

**8.** Співжиття двох видів на одній території, що не мають позитивних чи негативних наслідків:

А) паразитизм

Б) нейтралізм

В) мутуалізм

Г) хижацтво

**9.** З перерахованих рослин назвіть ту, які належать до гігрофітів:

- А) будяк городній
- Б) дуб скельний
- В) яблуня домашня
- Г) верба плакуча

**10.** З перерахованих тварин назвіть ті, які належать до ксерофілів:

- А) заєць-біляк
- Б) верблюд одногорбий
- В) слонова черепаха
- Г) вовк звичайний

**11.** Сфера життя, частина оболонки Землі, населена живими організмами:

- А) літосфера
- Б) біосфера
- В) ноосфера
- Г) мезосфера

**12.** Тривалість світлового дня :

- А) фотоперіодизм
- Б) біологічна продуктивність
- В) фотоперіод
- Г) екологічна валентність

**13.** Ділянка середовища існування рослинних і тваринних організмів, що характеризується схожими умовами існування:

- А) біоценоз
- Б) фітоценоз
- В) біогеоценоз
- Г) біотоп

**14.** Визначте організми, які знаходяться на початку ланцюга живлення:



- А) детритофаги
- Б) консументи
- В) продуценти
- Г) консументи

**15.** Назвіть, який біосферний заповідник є найстарішим в Україні:

- А) Чорнобильський радіаційно-екологічний
- Б) Асканія-Нова
- В) Карпатський
- Г) Дунайський

**16.** Найповніше уявлення про функціональну організацію угруповання дає:

- А) піраміда енергії
- Б) піраміда біомаси
- В) сукцесія
- Г) піраміда чисельності

**17.** Бур'янові рослинні угруповання, котрі займають значні урбанізовані території міст і селищ, це

- А) акваценози
- Б) флороценози
- В) вітоценози
- Г) рудероценози

**18.** До біотичних факторів належать:

- А) ультрафіолетове випромінювання
- Б) вірусні інфекції
- В) клімат
- Г) ґрунт

**19.** Форма біологічної взаємодії двох видів, за якою один з них чинить шкоду іншим і не отримує при цьому відчутної користі для себе, це:

- А) аменсалізм
- Б) алелопатія
- В) коменсалізм
- Г) хижацтво

**20.** Контроль стану навколишнього природного середовища за допомогою живих організмів, це:

- А) геоекологічний моніторинг
- Б) біологічний моніторинг
- В) біосферний моніторинг
- Г) екологічний аналіз

**21.** Динамічна, здатна до саморегуляції система, компоненти якої (продуценти, редуценти і консументи) взаємозалежать один від одного, називається:

- А) ареал
- Б) біоценоз
- В) біотоп
- Г) ландшафт

**22.** Індес Маргалеффа розраховують за формулою:

А)  $d_M = \frac{s-1}{\ln N}$

Б)  $c = \sum \left( \frac{n_i}{N} \right)^2$

В)  $E = HSh / \ln s$

$$\Gamma) I_{CS} = \frac{2a}{2a + b + c} \cdot 100\%$$

**23.** Який газ в атмосфері спричинює «парниковий ефект»:

- А) чадний газ
- Б) вуглекислий газ
- В) озон
- Г) азот

**24.** Із запропонованих організмів оберіть ті, котрі утворюють бентос:

- А) судак звичайний
- Б) марена дніпровська
- В) сопоч чорноморський
- Г) камбала

**25.** Рослини, що ростуть на помірно вологих ґрунтах. Зустрічаються у тропічних і прохолодних зонах, але люблять середні умови вологості і температури:

- А) мезофіти
- Б) гідрофіти
- В) сукуленти
- Г) склерофіти

**26.** Види, що виконують провідну роль у створенні фітосередовища, визначають структуру фітоценозу та специфічні умови існування в ньому:

- А) едифікатори
- Б) кондомінанти

В) асектатори

Г) екотон

**27.** Види рослин, які переважають у фітоценозах та визначають особливості рослинного угруповання та мікросередовище:

А) субдомінантні

Б) доміантні

В) ключові

Г) види-едифікатори

**28.** Утворення азотистих сполук шляхом фіксації атмосферного нітрогену вільноіснуючими ґрунтовими бактеріями (азотобактер) або бактеріями, які живуть у симбіозі з корнями бобових рослин (бульбочкові бактерії ризобіум):

А) азотфіксація

Б) нітріфікація

В) амоніфікація

Г) денітріфікація

**29.** Використання відходів як вторинних матеріальних чи енергетичних ресурсів:

А) технологія ресурсозберігаюча

Б) рециклінг

В) утилізація

Г) техногенез

**30.** Угрупування рослин з усталеним певним флористичним складом, особливими умовами місцевості, де вони ростуть, та фізіологічними особливостями:

- А) еколого-ценотична група
- Б) екобіоморф
- В) синузії
- Г) асоціації

**31.** Визначте площу (га) поля, що необхідна для прогодування орла масою 8 кг (суха речовина становить 48 %). Суха маса трави з 1 м<sup>2</sup> становить 350 г:

- А) 1,1
- Б) 2,0
- В) 0,8
- Г) 1,5

**32.** Сукупність усіх живих організмів – рослин, тварин, мікроорганізмів, які населяють суходіл:

- А) біомаса Світового океану
- Б) біомаса Землі
- В) біомаса поверхні суші
- Г) біомаса ґрунту

**33.** Форма біотичних взаємовідносин, організмів різних видів, за яких один живе за рахунок іншого, знаходячись всередині або на поверхні його тіла:

- А) хижацтво
- Б) паразитизм
- В) антибіоз
- Г) коменсалізм

**34.** Хімічно активні речовини (продукти виділення рослин), здебільшого газоподібні, що пригнічують або згубно впливають на мікроорганізми:

- А) фітонциди
- Б) гербіциди
- В) дефоліанти
- Г) інсектициди

**35.** За правилом екологічної піраміди визначте, скільки рослинної маси необхідно для того, щоб у певному біоценозі могли існувати три рослинні птахи масою 2,5 кг.

- А) 25
- Б) 75
- В) 40
- Г) 10

**36.** З представлених рослин назвіть ті, що належать до сциофітів:

- А) липа серцелиста
- Б) ялиця біла
- В) мати-й-мачуха
- Г) подорожник ланцетолистий

**37.** Речовини або суміші, котрі вступають у хімічну реакцію, що протікає з вивільненням енергії, необхідної для їх призначеного застосування, це:

- А) реакційноздатні матеріали
- Б) відходи
- В) інсектициди
- Г) ксенобіотики

**38.** Окремі унікальні об'єкти, що представляють собою наукове, історичне, культурно-естетичне значення:

- А) національний парк
- Б) заповідник
- В) пам'ятка природи
- Г) заказник

**39.** Подібність фаун визначають за:

- А) індексом Чекановського-С'єренсена
- Б) індексом домінування Бергера-Паркера
- В) індексом Маргалєффа
- Г) індексом Жаккара

**40.** Система заходів відновлення здоров'я та працездатності на спеціалізованих територіях, які розміщені поза їх постійним помешканням:

- А) аридизація
- Б) рекреація
- В) гранично допустиме рекреаційне навантаження
- Г) імператив екологічний

**41.** Організми, які можуть існувати тільки при наявності кисню:

- А) ендеміки
- Б) аероби
- В) біоіндикатори
- Г) гігрофіти

**42.** Сукупність організмів, які існують в однакових кліматичних умовах:

- А) біом
- Б) гідробіонти
- В) едофіли
- Г) галофіти

**43.** Організми витримують сильний дефіцит кисню, значну кількість сірководню, вуглекислого газу та високий ступінь забруднення водного середовища органічними сполуками:

- А) мезосапроби
- Б) еврибіонти
- В) полісапроби
- Г) олігосапроби

**44.** Перехід енергії з одного трофічного рівня на інший супроводжується її розсіюванням у формі теплової енергії, при переході енергії на кожний наступний трофічний рівень її розсіюється майже 90%:

- А) закон Ліндемана
- Б) правило Вант-Гоффа
- В) правило Бергмана
- Г) правило Аллена

**45.** Наука, що вивчає закономірності взаємовідношень організмів із навколишнім середовищем, а також організацію та функціонування надорганізмових систем:

- А) зоологія
- Б) біогеоценологія
- В) екологія
- Г) фітоценологія

**46.** Содомінуючі у тому чи іншому ярусі види рослин, називаються:

- А) домінантами
- Б) інгредієнтами
- В) субдомінантами
- Г) кондомінантами



**47.** Збагачення водойм біогенними елементами, що супроводжується знищенням продуктивності водойми:

- А) евтрофікація
- Б) екологічна катастрофа
- В) забруднення
- В) навантаження антропогенне

**48.** Кількісно виражена здатність природно-антропогенного середовища забезпечувати нормальну життєдіяльність (дихання, харчування, розмноження, захист та ін.) певної кількості організмів і їх угруповань без помітного порушення середовища, називається:

- А) демографічний перехід
- Б) ємність середовища
- В) антропогенетичний моніторинг
- Г) імператив екологічний

**49.** Структурна одиниця біоценозу, що об'єднує автотрофні та гетеротрофні організми на основі топічних і трофічних зв'язків:

- А) біогеоценоз
- Б) консорція
- В) біоценоз насичений
- Г) фітоценоз

**50.** Інформаційна система спостережень, оцінки і прогнозу змін у стані навколишнього середовища, називається:

- А) біологічний моніторинг
- Б) природно-господарський моніторинг
- В) екологічний моніторинг
- Г) біосферний моніторинг

**51.** Озоновий шар розташований між:

- А) стратосферою та мезосферою
- Б) стратосферою та іоносферою
- В) термосферою та екзосферою
- Г) стратосферою та термосферою

**52.** Смог найчастіше спостерігають:

- А) в сільській місцевості
- Б) в містах
- В) в гірській місцевості
- Г) у місті, розташованому на височині

**53.** Яка з запропонованих послідовностей правильно показує передачу енергії в трофічному ланцюгу:

- А) змія–миша лісова –дощовий черв'як –листовий опад–чагарник
- Б) чагарник–листовий опад– миша лісова – змія
- В) чагарник– миша лісова – дощовий черв'як –змія
- Г) змія–миша лісова–листовий опад–чагарник – дощовий черв'як

**54.** Ділянка середовища існування рослинних і тваринних організмів, що характеризується схожими умовами існування, це:

- А) біоценоз
- Б) фітоценоз
- В) біотоп
- Г) асоціація

**55.** Кількість органічної речовини, яка виробляється організмами, котрі входять до складу того чи іншого біогеоценозу (луки, ліси, поля, водойми) за певний проміжок часу:

- А) біологічний кругообіг
- Б) біологічна продуктивність
- В) кругообіг речовини
- Г) кругообіг кисню

**56.** Сукупність факторів (нестача їжі, дія несприятливих абіотичних чинників, брак місць існування, конкуренція, хвороби, паразити, хижаки), які спрямовані на скорочення чисельності популяції і перешкоджає її росту та розмноженню, це:

- А) ємність середовища
- Б) репродукція
- В) біотичний потенціал
- Г) опір середовища

**57.** Виберіть, який ланцюг живлення є правильним:

- А) комар – гадюка – жаба
- Б) жаба – комар – гадюка
- В) гадюка – комар – жаба
- Г) комар – жаба – гадюка

**58.** Розрахунок кількості однієї складової побутових відходів як вторинної сировини в загальній масі побутових відходів здійснюється за формулою:

А)  $M_i = d/100 \cdot M_{заг}$

Б)  $c = \sum \left( \frac{n_i}{N} \right)^2$

В)  $H_s = 1 - \sum \left( \frac{n_i}{N} \right)^2 = 1 - c.$

$$\Gamma) d_M = \frac{s-1}{\ln N}$$

**59.** Розлад здоров'я, порушення нормального функціонування організму:

- А) хвороба
- Б) нездоров'я
- В) стрес
- Г) передхвороба

**60.** Головними компонентами атмосфери є:

- А) нітроген (18,08 %), оксисен (20,94 %), аргон (0,93 %).
- Б) нітроген (0,08 %), оксисен (20,94 %), аргон (0,93 %)
- В) нітроген (78,08 %), оксисен (20,94 %), аргон (0,93 %).
- Г) нітроген (20,08 %), оксисен (20,94 %), аргон (0,93 %).

**61.** Яка кількість (%) населення Землі забезпечена якісною питною водою:

- А) 40
- Б) 95
- В) 78
- Г) 55

**62.** Процес незворотньої зміни ґрунту і рослинності та зниження біологічної продуктивності, який в екстремальних випадках може призвести до повного руйнування біосферного потенціалу та перетворенню території в пустелю:

- А) деградація
- Б) опустелювання
- В) деформація
- Г) знищення

**63.** Відсутність даних про певний вид ротягом 50 років дає підстави занести його до:

- А) синього списку
- Б) зеленого списку
- В) червоного списку
- Г) чорного списку

**64.** Одиницею еквівалентної дози в системі СІ є:

- А) зіверт
- Б) бер
- В) кюрі
- Г) джоуль

**65.** Ідея створення Червоної книги належить:

- А) В. І. Вернадському
- Б) І. І. Шмальгаузену
- В) П. Скотту
- Г) К. Бергман

**66.** Рослини, які звикли жити в умовах тривалого затемнення і не витримують тривалого яскравого сонячного освітлення:

- А) геліофіти
- Б) сциофіти
- В) еврифаги
- Г) еврибати

**67.** Свідоме втручання до природного ходу процесів у екосистемі з метою з'ясування функції «відповіді» системи на різноманітні впливи, це:

- А) експеримент
- Б) спостереження
- В) методологія
- Г) екологічний аналіз

**68.** Форма симбіотичних відносин, коли взаємодія організмів взаємовигідна, але носить тимчасовий характер та не обов'язкова для їхнього існування:

- А) прокооперація
- Б) симбіоз
- В) алелопатія
- Г) мутуалізм

**69.** Основний об'єм прісної води зосереджений:

- А) прісних озерах
- Б) льодовиках
- В) підземних водах
- Г) річках

**70.** Індекс Маргалєффа використовують для:

- А) чисельної оцінки видового багатства угруповання
- Б) розрахунку показників домінування
- В) для оцінки видового розмаїття
- Г) для оцінки подібності фаун

**71.** Створення і вирощування лісів на вирубах і згарищах:

- А) лісорозведення
- Б) організаційно-господарські заходи
- В) рекультивація
- Г) лісовідновлення

**72.** Державний документ у якому відображено сучасний стан тварин і рослин в Україні:

- А) Червона книга

- Б) Зелена книга
- В) Синя книга
- Г) Біла книга

**73.** Фактори середовища, що взаємодіють в біоценозі:

- А) антропогенні
- Б) біотичні
- В) абіотичні
- Г) усі разом

**74.** Обмежуючий фактором в біоценозі є:

- А) вода
- Б) світло
- В) їжа
- Г) повітря

**75.** Сигналом до сезонних змін для рослин і тварин є:

- А) температура
- Б) довжина дня
- В) взаємовідносини
- Г) кількість їжі

**76.** Обмежуючий фактором в біогеоценозі є:

- А) вода
- Б) світло
- В) їжа
- Г) ґрунт

**77.** Кількість відсотків енергії переходить на кожний наступний трофічний рівень:

- А) 1

- Б) 10
- В) 100
- Г) 110

**78.** Хижі тварини в екосистемі відносяться до:

- А) продуцентів
- Б) редуцентів
- В) консументів I порядку
- Г) консументів II порядку

**79.** За В. І. Вернадським швидкість можливого заселення свинею дикою всієї поверхні планети:

- А) 56
- Б) 4
- В) 49
- Г) 168

**80.** Вперше Червона книга України надрукована в:

- А) 1896 р.
- Б) 1880 р.
- В) 1923 р.
- Г) 1975 р.

**81.** Рослини, як здатні рости в затінених місцях, а також при недостатньому сонячному освітлені:

- А) сциогеліофіти
- Б) геліофіти
- В) сциофіти
- Г) гігрофіти



**82.** Взаємодія й співіснування різних філогенетично не пов'язаних між собою організмів, при цьому жодна із сторін не може існувати без іншої:

- А) мутуалізм
- Б) паразитизм
- В) хижацтво
- Г) симбіоз

**83.** Кругообіг речовини та енергії забезпечує:

- А) видова структура біоценозу
- Б) біогеоценоз
- В) біоценоз
- Г) багатство виду

**84.** Сукупність особин одного виду у межах певного фітоценозу об'єднуються у:

- А) біоценоз
- Б) біотоп
- В) ценопопуляцію
- Г) ярус

**85.** Біогеохімічний процес в біосфері, в якому приймають участь організми-редуценти, а також нітрифікуючі та бульбочкові бактерії, це:

- А) кругообіг Нітрогену
- Б) кругообіг Оксигену
- В) кругообіг Води
- Г) кругообіг Карбону

**86.** Можливість виду збільшити свою чисельність і/або область поширення при покращенні умов існування, це:

- А) *r*-стратегія

- Б) опір середовища
- В) *k*-стратегія
- Г) біотичний потенціал

**87.** Недостатня адаптація організму до середовища проживання, неефективна реакція організму на несприятливі зовнішні чинники, яка проявляється пошкодженням тканин, клітин та їхніх компонентів, що може створювати ризик для виживання живих організмів у середовищі існування:

- А) хвороба
- Б) нездоров'я
- В) передхвороба
- Г) здоров'я

**88.** Масу побутових відходів, якщо їх збирають в один контейнер, визначають за формулою:

А)  $M_i = d/100 \cdot M_{заг}$

Б)  $D_{BP} = \frac{n_{max}}{N}$

В)  $\sum_i M_i = \sum_i d/100 \cdot M_{заг}$

Г)  $d_M = \frac{s-1}{\ln N}$

**89.** Біологічний регрес холоднокровних тварин наступив у зв'язку з:

- А) нестачею води
- Б) міжвидовою боротьбою
- В) похолоданням
- Г) нестачею їжі

**90.** До якої екологічної групи за відношенням до вологи належить Орляк звичайний:



- А) ксерофіти
- Б) мезофіти
- В) гігрофіти
- Д) гідатофіти

**91.** За період зимового анабіозу в організмі тварин відбуваються процеси:

- А) знижується інтенсивність обміну речовин
- Б) зменшується кількість вільної води в організмі
- В) знижується температура тіла
- Д) все зазначене

**92.** Стан внутрішньої динамічної рівноваги середовища, в якому відбуваються всі біологічні процеси:

- А) акліматизація
- Б) гомеостаз
- В) адаптація
- Д) анабіоз

**93.** Вертикальна ярусність або:

- А) просторова структура біоценозу
- Б) багатство виду
- В) стратифікація
- Г) трофічна структура біоценозу

**94.** Використання відходів за допомогою нових технологій їх переробки, як вторинних матеріальних чи енергетичних ресурсів:

- А) техногенез
- Б) утилізація відходів
- В) фактор антропогенний
- Д) технологія ресурсозберігаюча

**95.** Мікроорганізми, які синтезують органічні речовини з неорганічних за рахунок енергії, що вивільнюється під час хімічного окиснення деяких мінеральних сполук (аміаку, сірководню, солей заліза тощо), це:

- А) хемотрофи
- Б) фітонциди
- В) автотрофи
- Г) редуценти

**96.** Перенесення тваринами діаспор рослин (спор, плодів, насіння), це:

- А) форезія
- Б) зоохорія
- В) паразитизм
- Г) коменсалізм

**97.** До якої екологічної групи за відношенням до температури належить Модрина європейська:



- А) кріофіти
- Б) термофіти
- В) психрофіти
- Г) все зазначене

**98.** Сукупність особин одного виду, що займає певну територію, знаходиться в межах одного й того самого синтаксону, формується під впливом однорідних фітоценотичних умов і однаково на них реагує:

- А) ценопопуляція
- Б) популяція
- В) угруповання
- Г) синузія

**99.** Сучасна стадія розвитку біосфери пов'язана з появою в ній людства:

- А) техносфера
- Б) стратосфера
- В) ноосфера
- Г) мезосфера

**100.** Лімітуючим фактором для організмів, які мешкають у верхніх шарах Світового океану є:

- А) температура
- Б) світло
- В) нестача кисню
- Г) кількість поживних речовин

**101.** Екологічні фактори, що пов'язані з діяльністю людини:

- А) абіотичні
- Б) антропогенні
- В) біотичні
- Г) орографічні

**102.** Організми, що мешкають у ґрунті:

- А) гігрофіти
- Б) гідрофіти
- В) едафобіонти
- Г) орнітофіти

**103.** До гігрофітів належать:

- А) абрикос домашній
- Б) сосна Веймутова
- В) сосна кедрова
- Г) верба плакуча

**104.** Що притаманно популяції:

- А) розподіл у просторі
- Б) вікова структура та біотичний потенціал
- В) густина, народжуваність, смертність
- Г) всі відповіді правильні

**105.** Оберіть види абіотичних факторів:

- А) кліматичні
- Б) едафічні, гідрологічні
- В) орографічні
- Г) всі відповіді правильні

**106.** При збільшенні температури на кожні 10°C швидкість більшості хімічних реакцій в організмі збільшується у 2–4 рази:

- А) правило Вант-Гоффа
- Б) правило Бергмана
- В) правило Аллена
- Г) закон оптимуму

**107.** Показник, який базується на реакції організму на зовнішні впливи:

- А) індекс якості середовища
- Б) якість довкілля
- В) гранично допустимий викид
- Г) гранично допустима концентрація шкідливої речовини

**108.** Стала сукупність видів флори, фауни, мікроорганізмів, що об'єднані спільною територією поширення:

- А) біоцикл
- Б) біота
- В) біоценоз
- Г) біом

**109.** Область поширення будь-якої групи організмів:

- А) біоценоз
- Б) ареал
- В) біоценоз
- Г) біосфера

**110.** Шар життя у певній частині літосфері:

- А) біоценоз
- Б) біогеоценоз
- В) біогеосфера
- Г) біосфера

**111.** Головну радіоекологічну загрозу для тварин і людей становить:

- А)  $^{90}\text{Sr}$
- Б)  $^{137}\text{Cs}$
- В)  $^{238-241}\text{Pu}$

Г) всі відповіді правильні

**112.** Сумарне забруднення токсичними речовинами повітря від роботи двигунів машин за формулою:

А)  $I_j = \frac{20}{20 + 5 + 14} \cdot 100 = 51,3\%$

Б)  $M = t \cdot n \cdot k \cdot (m_{co} + m_{co2} + m_{No2} + m_{сажкi})$

$$B) c = \sum \left( \frac{n_i}{N} \right)^2$$

$$Г) E = H_{Sh} / \ln s,$$

**113.** Біологічна маса (для великих особин) або число особин (для дрібних особин) одного виду на одиницю площі або об'єм простору, що він займає, це:

- А) видове різноманіття
- Б) багатство виду
- В) частота зустрічності
- Г) ступінь домінування

**114.** Картину швидкостей проходження маси їжі через ланцюг живлення відображає:

- А) піраміда продукції
- Б) піраміда чисельності
- В) піраміда біомаси
- Г) всі відповіді правильні

**115.** Свідоме втручання до природного ходу процесів у екосистемі з метою з'ясування функції «відповіді» системи на різноманітні впливи, це:

- А) експеримент
- Б) методологія
- В) спостереження
- Г) моделювання

**116.** До мезофілів належить:

- А) виноградний слимак
- Б) сірий лелека
- В) зелена ящірка
- Г) кенгурові стрибуни



117. До якої екологічної групи за відношенням до води належить Двогорбий верблюд:



- А) мезофіли
- Б) ксерофіли
- В) гігрофіли
- Г) все зазначене

118. Вплив числа індивідуумів у групі особин на поведінку, фізіологію, розвиток, розмноження, що забезпечується сприйняттям присутності особин свого виду через органи відчуття, це:

- А) ефект маси
- Б) ефект групи
- В) агрегація
- Г) нейтралізм

119. Розкладання (гниття) білків з утворенням аміаку (мініралізація органічної речовини), здійснюється:

- А) консументами II порядку
- Б) продуцентами
- В) редуцентами
- Г) фітофагами

**120.** Частина фітоценозу (біоценозу), сукупність (об'єднання, група) особин одного виду (синузії першого порядку) або подібних видів (синузії другого і третього порядків), це:

- А) синузія
- Б) рекреаційна зона
- В) ландшафт
- Г) екотон

## СЛОВНИК ТЕРМІНІВ І ПОНЯТЬ

**Аварія екологічна** – значне пошкодження, вихід з ладу різних агрегатів, механізмів, споруд, що спричиняє екстремальне забруднення довкілля й завдає великої шкоди.

**Автотрофи** – організми, що самостійно синтезують потрібні їм органічні речовини з неорганічних. Це фотототрофи – зелені рослини, синьо-зелені водорості, які функціонують за рахунок сонячної енергії, та хемотрофи – деякі бактерії, які синтезують речовини за рахунок енергії хімічних реакцій.

**Агломерація** – спільне зростання кількох екологічно однорідних видів рослин, або просторово й функціонально єдина група населених пунктів міського типу, яка складає соціально-економічну і екологічну систему.

**Адаптація** – процес пристосування організмів, популяцій та угруповань до мінливих умов оточуючого середовища.

**Аероби** – організми, які можуть існувати тільки при наявності кисню – тварини, рослини, люди.

**Алелопатія** – вплив живих організмів один на одного за посередництвом хімічних речовин, які вони виділяють у навколишнє середовище.

**Акліматизація** – пристосування організму до кліматичних умов. Це навмисне переселення організму до ареалу, в якому раніше він не перебував. Проходить у три фази – інтродукція, адаптація до нових умов та натуралізація – заняття нової екологічної ніші.

**Анаероби** – організми, які існують без кисню. Це дуже древні організми, які існували, коли вільного кисню в атмосфері планети, у воді не було.

**Антибіоз** – вид взаємодії популяцій, при якому одна з них виробляє речовину, яка шкідливо впливає на конкуруючу з нею популяцію.

**Антропогенетичний моніторинг** – система спостережень за змінами процесів життєдіяльності людей у зв'язку з дією на них різних факторів довкілля, а також дослідження та оцінювання його умов, що впливають на здоров'я населення, зумовлюють поширення захворювань.

**Антропоєкосистема** – однорідно заселений (за визначеними критеріями) простір, котрому властиві однорідні для певного часу форми взаємодії людей із довкіллям. Антропоєкосистему формують: природа, її забрудненість, населення, його культура, рівень освіти, здоров'я, екологічна свідомість, соціально-побутові умови життя, господарська діяльність тощо.

**Ареал** – область поширення будь-якої групи організмів.

**Аридизація, або ксеротизація** – процес втрати екосистемою рослинного покриву, загальне наростання сухості в екосистемах, ландшафтах і спричиненого цим скорочення біологічної продуктивності екосистем.

**Аутекологія** (факторальна екологія) – розділ екології, що вивчає взаємовідносини організмів з навколишнім середовищем.

**Бентос** – сукупність організмів, що живуть на дні і в ґрунті водойм.

**Біогенні речовини (елементи) або біогени** – речовини, що найбільш активно беруть участь в життєдіяльності водних організмів.

**Біогеографія** – наука, що вивчає рослинний покрив і тваринне населення Землі, та закономірності географічного поширення видів та інших таксономічних категорій.

**Біогеосфера** – шар життя у певній частині літосфері.

**Біогеохімія** – комплексна дисципліна на стику геохімії та біології. Вивчає біохімічні процеси в живих організмах, які впливають на біогеосферу.

**Біогеоценоз** – сукупність життєвих форм та фізичних явищ, об'єктів, що залежать один від одного і обумовлюють певний тип обміну речовин.

**Біоіндикатор** – організм або певна спільнота за наявності та станом яких можна робити висновки про якість середовища, про наявність забруднювачів.

**Біом** – сукупність організмів, які існують в однакових кліматичних умовах.

**Біомаса** – кількість речовини, яка утворюється організмами на одиниці пощі або об'ємі ареалу (вимірюється у одиницях: г/м<sup>3</sup>, кг/га, г/м<sup>2</sup> або в енергетичних одиницях – калоріях).

**Біосфера** – оболонка земної кулі, склад, структура і енергетика якої в сучасних рисах зумовлені минулою або сучасною діяльністю живих організмів.

*Біосфера* – найбільша екосистема Землі – область системної взаємодії живої та неживої речовини на планеті.

оболонка земної кулі, склад, структура і енергетика якої в сучасних рисах зумовлені минулою або сучасною діяльністю живих організмів.

*Біота* – стала сукупність видів флори, фауни, мікроорганізмів, що об'єднані спільною територією поширення.

*Біотичні складові* – утворюються з усіх живих організмів.

*Біотоп* – відносно однорідний за абіотичними факторами середовища простір в межах водної, наземної, підземної частини біосфери, який займає один біоценоз. Біотоп функціонує за рахунок енергії, яка може перетворюватися із однієї форми в іншу.

*Біоценоз* – історично складена сукупність рослин, тварин та мікроорганізмів, їх популяцій на певному ареалі, біотопі.

*Біоцикл* – сукупність організмів з певним циклом зміни фаз, стадій розвитку. Найбільш крупний підрозділ біосфери. Виділяють біоцикли суші, океану, лимани, внутрішні водойми.

*Викиди* – разові або постійні надходження в навколишнє середовище будь-яких забруднюючих речовин.

*Відходи* – речовини, що утворюються як побічний продукт в результаті виробничої діяльності людини.

*ГДВ* – гранично допустимий викид – науково-технічний норматив, який встановлює розмір викиду забруднюючої речовини, за якого її концентрація у природному середовищі не перевищить норматив якості повітря для населення, тваринного і рослинного світу.

*ГДК* – гранично допустима концентрація шкідливої речовини у довкіллі, визначена відповідними інструкціями.

*Геліоенергетика* – одержання тепла або електроенергії за рахунок використання сонячної енергії, яка поглинається особливими екранами.

*Геліобіонти* – організми, які не можуть існувати без сонячного світла. Синонім – геліофіти, фотофіти.

**Геліофоби** – організми, що не переносять сонячного світла – мешканці печер, глибинних вод, підземні мешканці – черви. Синонім терміна геобіонти.

**Геофіли** – організми, що можуть існувати без сонячного світла.

**Гербіциди** – хімічні препарати для винищення трав'янистих бур'янів.

**Гетеротрофи** – організми, які живляться готовими органічними речовинами, які синтезують інші види. До гетеротрофів належать більшість мікроорганізмів, гриби, рослини – паразити, всі тварини, а також людина.

**Гетеротрофне живлення** – харчування живих організмів з використанням готової органічної речовини.

**Гідробіонти** – організми, які живуть у водному середовищі.

**Гідросфера** – водна оболонка Землі.

**Гранично допустиме рекреаційне навантаження** – відношення кількості відпочиваючих на певній площі до часу знаходження на ній, коли не спостерігається руйнування природних біоценозів, виснаження природних ресурсів.

**Демографія** – наука, що вивчає склад і рух населення та закономірності його розвитку.

**Детрит** – мертва органічна речовина.

**Детритофаги** – живі організми, що харчуються детритом (наприклад, дощові черви).

**Домінант** – вид, який чисельно переважає в біоценозі над іншими.

**Еволюція** – поступовий розвиток всіх організмів з пристосуванням до умов довкілля, що змінюються.

**Евтрофікація** – збагачення водойм біогенними елементами, що супроводжується знищенням продуктивності водойми.

**Екологія** – наука, що вивчає закономірності взаємовідношень організмів із навколишнім середовищем, а також організацію та функціонування надорганізованих систем (популяцій видів біоценозів біосфери).

**Екологічна катастрофа** – надзвичайно швидка і тому небезпечна деструкційна зміна умов навколишнього середовища глобального чи локального

масштабу, котра пов'язана з нанесенням великої шкоди довкіллю, загибеллю рослин, тварин і людей.

**Екополітика** – 1) *глобальна* – проведення міжнародно-правових, політичних та зовнішньоекономічних акцій з урахуванням екологічних обмежень у соціально-економічному розвитку, запасів природних ресурсів, які є у світі та їх розподілення між країнами; може набувати агресивного характеру та виходити за межі міжнародних угод і норм; 2) *державна* – соціально-економічна політика, в тому числі і міжнародна, побудована на розумінні вигравів і недоліків, пов'язаних із екологічним станом території, акваторії та повітряного простору країни з урахуванням перспективного розвитку господарства та зміни чисельності населення, а також природних ресурсів, що є в її межах. Може мати протекціоністський та агресивний характер.

**Екосистема** (*екологічна система*) – біологічна система, що являє собою функціональну єдність угруповання організмів і навколишнього середовища.

**Екотон** (за Ю. Одуном) – «... Екотон являє собою перехід між двома і більше різними угрупованнями (фізіономічно помітними), наприклад між лісом і лугом або між м'яким і твердим ґрунтом морських біоценозів.

**Екотоп** – певний комплекс екологічних факторів (повітряний, водний, температурний, мінерального живлення, температурно-радіаційний та ін.) на певній ділянці земної поверхні.

**Ендемічний вид** – вид, який існує тільки в певному регіоні (може бути зникаючим, уразливим, рідкісним).

**Жива речовина** – сукупність організмів планети Земля.

**Життєвий цикл** (цикл розвитку) – сукупність фаз розвитку організму, пройшовши які, зазвичай від зіготи, він досягає статевої зрілості й стає здатним давати початок наступному поколінню.

**Життя** – найвища форма існування матерії, що закономірно виникає за певних умов у процесі її розвитку.

**Заповідник** – природна територія, повністю виведена з господарського користування.

**Зооценоз** – сукупність взаємозв’язаних і взаємозалежних видів тварин які заселять певний біотоп.

**Зникаючі види** – їх чисельність помітно зменшується чи досягла критичного рівня у межах ареалу або його частини.

**Ієрархія** – система структурної, функціональної залежності між різними багаторівневими об’єктами – живими та неживими.

**Імператив екологічний** – система заборон на форми господарської діяльності людини, що ведуть до погіршення якості природного середовища і втрати біорізноманіття.

**Інсектициди** – хімічні речовини, призначені для винищення комах.

**Інтродукція** – введення рослин або тварин у місцеві природні умови, в агроценози, біоценози з метою її постійного існування.

**Кадастр** – систематизований звіт даних про якісний та кількісний стан будь яких об’єктів, явищ, як результат неперервних спостережень та досліджень. Розрізняють види кадастрів: водний, земельний, лісовий, кліматичний, медико-біологічний, ресурсний.

**Коакції** – сукупність взаємовідносин, взаємовпливів біотичного або абіотичного характеру в екосистемі; взаємний вплив популяцій даного біоценозу.

**Конкуренція** – тип міжвидових і внутрішньовидових взаємовідносин, за якого популяція або особини у боротьбі за живлення, місцепроживання та інші необхідні для життя умови, негативно впливають один на одного.

**Кріобіонти** – постійні мешканці холодних зон біосфери (полярні, приполярні).

**Ксенобіотики** – речовини, отримані в результаті штучного синтезу, котрі потрапляючи в навколишнє середовище у значних концентраціях, можуть порушувати життєві процеси, спричиняти захворювання та загибель організмів.

**Лабільність** – нестійкість організму проти змін внутрішнього та зовнішнього середовища.



**Ландшафт** – територія з однотипними рельєфом, кліматом, ґрунтом та біоценозами.

**Ландшафт антропогенний** – значно змінений або штучно створений людиною ландшафт.

**Мікроклімат** – клімат невеликої території або штучно створеного комплексу.

**Моніторинг** – комплексна система спостережень та оцінок, прогнозів стану будь-якої системи, об'єкта.

**Навантаження антропогенне** – сукупність прямого і непрямого впливу людини на природу або на її окремі екологічні компоненти.

**Натуралізація** – кінцева фаза акліматизації виду у певному біоценозі.

**Нейтралізм** – форма біотичних взаємовідносин, коли співіснування двох видів на одній території не викликає ні позитивних, ані негативних наслідків.

**Ніша екологічна** – функціональне місце організму, виду, яке сприяє його максимальному процвітання, тривалому існуванню.

**Ноосфера** (за В. І. Вернадським) – новий етап еволюції біосфери, на якому розумна людська діяльність є головним чинником еволюції біосфери.

**Оптимум** – сукупність найсприятливіших умов для будь-кого або будь-чого.

**Організм** – жива істота, цілісна біологічна система з певною ієрархією за будовою та функціями.

**Охорона природи** – комплекс заходів щодо раціонального використання, відтворення та збереження природного середовища, екосистем і біорізноманіття на планеті.

**Паразит** – організм, який перебуває в більш або менш тривалому зв'язку з іншими істотами, яких вони використовують як життєве середовище та як джерело живлення, діють на них своїми субстанціями, такими як антигени, викликаючи імунні реакції хазяїна, а також перебувають у стані взаємного пристосування з хазяїном, відповідно змінюючи в процесі еволюції свою організацію.

**Популяція** – сукупність особин певного виду, котрі живуть разом більш-менш тривалий час, займають певну територію (популяційний ареал), вільно схрещуються між собою і відносно ізольовані від інших популяцій виду.

**Природокористування** – сфера наукової та виробничої діяльності людини, спрямована на задоволення різноманітних потреб; теорія і практика раціонального використання людиною природних ресурсів.

**Радіонукліди** – ізотопи хімічних елементів, що створюють радіоактивне випромінювання.

**Рекреація** – система заходів відновлення здоров'я та працездатності на спеціалізованих територіях, які розміщені поза їх постійним помешканням.

**Рекреаційна зона** – територія відпочинку (туристичного, інтелектуального, медичного) для відновлення здоров'я та працездатності.

**Ресурси біологічні** – біологічні компоненти біосфери, котрі можуть бути використані для отримання людьми матеріальних та інших благ.

**Ресурси відновні** – сукупність природних ресурсів (родючі ґрунти, рослинність, тваринний світ і деякі види корисних копалин), які можуть бути відновлені внаслідок природних процесів.

**Ресурси невідновні** – сукупність природних ресурсів, які після їх вичерпання не можуть бути відновлені.

**Ресурси рекреаційні** – об'єкти та явища природного й антропогенного походження, що використовуються для оздоровлення, відпочинку і туризму.

**Синузія** – частина фітоценозу (біоценозу), сукупність (об'єднання, група) особин одного виду (синузії першого порядку) або подібних видів (синузії другого і третього порядків). Синузію утворюють організми, які пов'язані між собою спільними вимогами до середовища проживання.

**Система** – сукупність взаємопов'язаних елементів (компонентів), що знаходяться у тісній взаємодії між собою.

**Смог** – токсичний туман, поєднання пилових частинок і крапель туману.

**Стійкість екосистеми** – здатність протистояти антропогенним впливам без втрати основних властивостей.

**Техногенез** – зміни природного середовища під впливом технічної та промислової діяльності людини.

**Технологія ресурсозберігаюча** – виробництво різноманітних продуктів при найбільш раціональному використанні всіх видів ресурсів і енергії.

**Толерантність** – екологічна пластичність, здатність живих організмів витримувати відхилення чинників середовища від оптимальних для них.

**Урбанізація** – процес збільшення кількості міст, їх розміру або зростання чисельності населення, що проживає в містах.

**Угруповання** – комплекс видів живих організмів, які входять до складу однієї екосистеми.

**Утилізація відходів** – використання відходів за допомогою нових технологій їх переробки, як вторинних матеріальних чи енергетичних ресурсів.

**Фактор антропогенний** – впливи людини на природне середовище та живі організми.

**Фактор соціальний** – фактор, який є результатом відносин у людей або соціальної структури.

**Фітомеліорація** – комплекс заходів щодо покращення природного середовища шляхом культивування або підтримки природних рослинних угруповань.

**Фітонциди** — хімічно активні речовини (продукти виділення рослин), здебільшого газоподібні, що пригнічують або згубно впливають на мікроорганізми.

**Хемотрофи** (хемосинтетики, хемоавтотрофи, хемолітофіти) – мікроорганізми, які синтезують органічні речовини з неорганічних за рахунок енергії, що вивільнюється під час хімічного окиснення деяких мінеральних сполук (аміаку, сірководню, солей заліза тощо).

**Ценопопуляція** – сукупність особин одного виду, що займає певну територію, знаходиться в межах одного й того самого синтаксону, формується під впливом однорідних фітоценотичних умов і однаково на них реагує.

***Шкала якості навколишнього середовища*** (індекс якості середовища) – показник, який базується на реакції організму на зовнішні впливи.

***Якість природного середовища*** (якість довкілля) – стан природних і трансформованих людиною екосистем, що зберігає їх здатність до постійного обміну речовини та енергії, а також відтворенню життя.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Барьяхтар В. Г. Чернобыльская катастрофа / В. Г. Барьяхтар – К.: Наук. думка, 1995. – 559 с.
2. Вернадский В. И. Биосфера: Избранные труды по биологии / В. И. Вернадский. – М. : Наука, 1967. – 351 с.
3. Відоменко О. І. Основи екології / О. І. Відоменко. – К. : КІМЕП, 2003. – 120 с.
4. Волошина Н. О. Загальна екологія та неоекологія : навч. посібник / Н. О. Волошина. – К. : НПУ ім. М. П. Драгоманова, 2015. – 335 с.
5. Гайченко В. А. Основи безпеки життєдіяльності / В. А. Гайченко, Г. М. Коваль, Є. П. Буравльов. – К., 2006. – 435 с.
6. Гидрохимические показатели состояния окружающей среды / под ред. Т. В. Гусевой. – М. : Социально–экологический Союз, 2000. – 148 с.
7. Граничнодопустима концентрація // Енциклопедія водного господарства, природокористування, природовідтворення, сталого розвитку / А. В. Яцик, В. Я. Шевчук. – К. : Генез, 2006. – С. 170.
8. Довга Т. М. Класифікація побутових відходів / Т. М. Довга // Економічний часопис–XXI. – 2011. – №. 5–6. – С. 50–53.
9. Дольник В. Непослушное дитя биосферы : Беседы о человеке в компании птиц и зверей / В. Дольник. – М.: Педагогика-Пресс, 1994. – 208 с.
10. Житова О. П. Безпека життєдіяльності : курс лекцій / О. П. Житова. – Житомир : Житомир. нац. агрокол. ун-т, 2018. – 118 с.
11. Житова О. П. Харчування, як засіб профілактики надходження радіонуклідів до організму людей, які постраждали внаслідок аварії на Чорнобільській АЕС / О. П. Житова, М. В. Швець // Трофологія (вчення про закономірності живлення біоти та правильного харчування людей) – новітній міждисциплінарний напрям в Україні : матеріали I Всеукр. наук.-освіт. конф. (25–26 квітня 2019 р.). – Житомир : Житомир. нац. агрокол. ун-т, 2019. – С. 166–171.

**12.** Про відходи [Електронний ресурс] : Закон України. – Режим доступу : [http : zakon3.rada.gov. ua/lans](http://zakon3.rada.gov.ua/lans)

**13.** Зеленська В. А. Основи екології : навч. посібник для студентів вищих навчальних закладів / В. А. Зеленська. – Краматорськ : ДДМА, 2011. – 208 с.

**14.** Основи екології : підручник / за ред. К. М. Ситника. – 4-е вид., допов. і переробл. – К. : Вища шк., 2010. – 393 с.

**15.** Корнюшин В. В. Паразитологія : конспект лекцій / В. В. Корнюшин. – К. : МСУ, 2001. – 128 с.

**16.** Крамаренко С. С. Математичні методи в екології : навч. посібник / С. С. Крамаренко. – Миколаїв, 2003. – 232 с.

**17.** Кулландер С. Жизнь после Чернобыля. Взгляд из Швеции : пер. со швед. / С. Кулландер, Б. Ларссон. – М.: Энергоатомиздат, 1991. – 48 с.

**18.** Кучерявий В. П. Екологія / В. П. Кучерявий. – Львів : Світ, 2000. – 493 с.

**19.** Конспект лекцій з нормативної навчальної дисципліни «Основи екології» : для студ. усіх напрямів підготовки денної та заоч. форми навчання / уклад.: І. В. Беляєва, С. П. Придятько. – Донецьк : КП ДонНТУ, 2013. – 59 с.

**20.** Лабораторний практикум із загальної екології ( та неоекології ) / М. О. Клименко, А. М. Прищепа, І. М. Борщевська [та ін.]. – Рівне : НУВГП, 2017. – 273 с.

**21.** Лопатюк О. В. Особливості впливу радіаційного забруднення навколишнього природного середовища на живі організми та засоби радіаційного захисту / О. В. Лопатюк, Л. Д. Романчук // Вісник ЖНАЕУ. – 2016. – № 1 (55), т. 3. – С. 303–309.

**22.** Лукашевич. О.Д. Практические работы по экологии и охране окружающей среды : методическое пособие / О. Д. Лукашевич, М. . Колбек, С. А. Филичев. – Томск : Изд-во Том.гос. архит.-строит. ун-та, 2009. – 80 с.

**23.** Лук'янова Л. Б. Лабораторний практикум з екології : навч.-метод. посібник / Л. Б. Лук'янова. – Вид. 2-ге, змінене і допов. – К. : ДЕК–Центр, 2016. – 143 с.

24. Лук'янова Л. Б. Основи екології, методика екологізації фахових дисциплін : навч.-метод. посібник для викладачів / Л. Б. Лук'янова. – Вид. 2-ге, змінене і допов. – К. : ДСК-Центр, 2016. – 210 с.
25. Математическая модель биологической доступности  $^{137}\text{Cs}$  в почвах луговых экосистем / Фесенко С. В., Спиридонов С. И., Санжарова Н. И., Алексахин Р. М. // Почвоведение. – 1997. – № 1. – С. 42–48.
26. Мешалкин Г. С. Проблемы реабилитации территории в зоне аварии на Чернобыльской АЭС / Г. С. Мешалкин, Н. П. Архипов // Пробл. Чернобыльської зони відчуження. – 1994. – Вип. 1. – С. 19–27.
27. Николаева С. Н. Теория и методика экологического образования детей / С. Н. Николаева. – М. : Академия, 2002. – 60 с.
28. Одум Ю. Экология : пер с англ. : в 2-х т. / Ю. Одум. – М. : Мир, 1986. – Т. 1. – 328 с.; Т. 2. – 376 с.
29. Олійник Л. Е. Екологічна освіта як складова навчально-виховного процесу / Л. Е. Олійник // Імідж сучасного педагога. – 2009. – № 8/9.
30. Про харчування населення в умовах радіоактивного забруднення : Пам'ятка для мешканців радіоактивно забруднення / під ред. Ю. І. Бандажевського. – Іванків : Координаційний аналітичний центр «Екологія і здоров'я», 2015. – 15 с.
31. Радиация : Дозы, эффекты, риск : Доклад НДАРООН. – М. : Мир, 1990. – 78 с.
32. Романчук Л. Д. Оцінка джерел надходження радіонуклідів до організму мешканців сільських територій Полісся України ): автореф. дис. на здобуття наук. ступеня доктора с.-г. н. наук: спец. 13.00.06. – екологія / Л. Д. Романчук. – Житомир, 2011. – 40 с.
33. Руководство по методам исследования качества вод / А. В. Яцык, А. И. Денисова, А. П. Чернявская, С. А. Зимина. – К. : ТВіМС, 1995. – Т. 1. – 202 с.
34. Санжарова Н. И. Динамика биологической доступности  $^{137}\text{Cs}$  в системе почва-растение после аварии на Чернобыльской АЭС / Н. И. Санжарова, С. В. Фесенко, Р. М. Алексахин // Докл. РАН. – 1994. – Т. 338, № 4. – С. 564–566.

- 35.** Соломенко Л. І. Екологія людини : навч. посіб. / Л. І. Соломенко. – К. : Центр учбової літератури, 2016. – 120 с.
- 36.** Стадниченко А. П. Уровень содержания радионуклидов в пищевом рационе населения Житомирского Полесья и его медицинские последствия / А. П. Стадниченко, Г. Е. Киричук, Л. Н. Янович // Современные пробл. изучения, использования и охраны природных комплексов Полесья : тез. докл. Междунар. науч. конф. – Минск, 1998. – С. 59.
- 37.** Студінський В. А. Чорнобильський аспект економічно-екологічного розвитку Житомирщини / В. А. Студінський, Г. Я. Студінська. – Одеса ; Житомир ; Малин : Журфонд, 1997. – 104 с.
- 38.** Сукачѳв В. Н. Растительные сообщества (введение в фитосоциологию) / В. Н. Сукачѳв. – 4-е изд.– Л. ; М. : Книга, 1928. – 231 с.
- 39.** Основи екології / Я. Бедрій, Я. Геник, В. Єнкало, М. Назарук. – Львів : Вид-во за вільну Україну, 1997. – 210 с.
- 40.** Основи екології та охорона навколишнього середовища / В. С. Джигерей, В. М. Сторожук, Р. А. Яцюк. – Львів : Афіша, 2000. – 272 с.
- 41.** Основи екології та безпека життєдіяльності людини : навч-метод. посібник / М. М. Барановський, В. В. Москалець, Т. З. Москалець, В. А. Полінкевич. – Біла Церква, 2008. – 86 с.
- 42.** Шенников А. П. Экология растений / А. П. Шенников. – М. : Советская наука, 1950. – 320 с.
- 43.** Hansen H., Knut H., Solheim H. Radiocesium bioavailability: transfer of Chernobyl and tracer radiocesium to goat milk // Health Physics. – 1991. – Vol. 60, № 5. – P. 665–671.



**Для нотаток**

**Для нотаток**

**Для нотаток**

**Навчальне видання**

Олена Петрівна **Житова**  
Людмила Донатівна **Романчук**

**ЗАГАЛЬНА ЕКОЛОГІЯ**

Навчальний посібник

Редактор *О. П. Житова*  
Макетування, дизайн обкладинки *О. М. В'юнцова*

Підписано до друку 30.10.2019 р.  
Формат 60x84/16 Гарнітура Times New Roman.

Ум. друк. арк 11,8

Наклад 300 прим Зам № 407

Свідоцтво суб'єкта про державну реєстрацію

ДК № 3402 від 23.02.2009 р

Житомирський національний агроекологічний університет, 2019

10008, м. Житомир, бульвар Старий, 7