

Міністерство освіти і науки України
Чернівецький національний університет
імені Юрія Федьковича

М. Федоряк, Г. Москалик,
У. Легета, О. Зароченцева

ОСНОВИ ЕКОЛОГІЇ

Навчальний посібник



Чернівці

Чернівецький національний університет
імені Юрія Федьковича
2020

УДК 574(075.8)
Ф-337

*Друкується за ухвалою Вченої ради
Чернівецького національного університету
імені Юрія Федьковича
Протокол № 11 від 30 листопада 2020 року*

Рецензенти: **Дробик Надія Михайлівна** – проф., д.б.н., декан хіміко-біологічного факультету Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка

Павличенко Артем Володимирович – проф., д.т.н., завідувач кафедри екології та технологій захисту навколишнього середовища НТУ «Дніпровська політехніка»

Федоряк М.
Ф-337

Основи екології : навч. посібник / М. Федоряк, Г. Москалик, У. Легета, О. Зароченцева. – Чернівці : Чернівець. нац. ун-т ім. Ю. Федьковича, 2020. – 120 с.

Мета видання – формування сучасного екологічного мислення. Матеріал розбито на два розділи: теоретична екологія і прикладна. Перший – вивчає загальні закономірності взаємодії організмів між собою та із факторами навколишнього середовища. Другий – присвячений вивченню основних аспектів антропогенного впливу на біосферу та стан довкілля за дії окремих галузей виробництва.

Для студентів вищих навчальних закладів, учителів біології, учнів.

УДК 574(075.8)

© М. Федоряк, Г. Москалик, У. Легета,
О. Зароченцева, 2020

© Чернівецький національний університет
імені Юрія Федьковича, 2020

ЗМІСТ

	ВІД АВТОРІВ (ПЕРЕДМОВА)..... 5
ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 1. ТЕОРЕТИЧНА ЕКОЛОГІЯ..... 7	
	ТЕМА 1. Екологія в системі природничих наук, її теоретичний і прикладний аспекти..... 7 Становлення екології як природничої науки..... 7 Структура сучасної екології..... 10
	ТЕМА 2. Екологічні фактори та закономірності їх впливу..... 13 Різноманіття екологічних факторів та їх класифікація..... 13 Загальні закономірності впливу екологічних факторів на живі організми..... 16
	ТЕМА 3. Властивості та структура надорганізмених систем..... 19 Поняття популяції, її групові характеристики..... 19 Біоценоз як біологічна система..... 25 Поняття та структура екосистем..... 27
ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 2. ПРИКЛАДНА ЕКОЛОГІЯ..... 32	
	ТЕМА 4. Антропогенний вплив на біосферу..... 32 Загальна характеристика антропогенного впливу.. 32 Стан довкілля за дії основних галузей виробництва 33 Екологічна безпека людини 36
	ТЕМА 5. Глобальні екологічні проблеми сьогодення та способи їх подолання..... 40 «Парниковий ефект»: причини, механізм, наслідки, шляхи подолання..... 40 Причини та наслідки руйнування озонового шару.. 44 Джерела, причини, наслідки кислотних опадів..... 46

	ТЕМА 6. Біоенергетика: стан та перспективи розвитку..... 49 Основні джерела біомаси та види біопалива..... 49 Методи отримання палива з біомаси..... 52 Розвиток біоенергетики у світі й Україні..... 54
	ТЕМА 7. Гарбологія – новий напрям екології..... 60 Поняття «гарбологія», її становлення та завдання 60 Класифікація відходів..... 61 Основні способи поводження з відходами 65
	ТЕМА 8. Екологічний слід..... 73 Поняття «екологічний слід» та «біологічний потенціал» 73 Міжнародна організація Global Footprint Network ... 76 Анкета із визначення власного екологічного сліду.. 79 Екологічна поведінка в помешканні, магазині, на кухні..... 82
	ТЕМА 9. Екологічне маркування продукції..... 86 Загальне поняття про маркування. Види інформаційних знаків..... 86 Екологічне маркування та його типи..... 91
	ПЕРЕВІР СВОЇ ЗНАННЯ..... 101 Зразки контрольних завдань до змістового модуля 1 «Теоретична екологія»..... 101 Зразки контрольних завдань до змістового модуля 2 «Прикладна екологія»..... 107 Перелік запитань та завдань до підсумкового контролю з навчальної дисципліни «Основи екології»..... 113
	ЛІТЕРАТУРА..... 116

Усе пов'язане з усім!
Усе повинно кудись подітися!
Природа знає краще!
Ніщо не дається задарма!

Баррі Коммонер, 1974

Генеральний секретар ООН Антоніу Гутерріш на форумі, проведеному під егідою міжнародної кліматичної ініціативи TED Countdown заявив, що нинішнє століття може виявитися останнім для людства через загрозу глобального потепління. Тому посилення уваги до екологічної освіти – нагальна необхідність.

Навчальний посібник написаний для формування сучасного екологічного мислення. У процесі вивчення дисципліни передбачається формування таких компетентностей: усвідомлення необхідності збереження біорізноманіття, охорони навколишнього середовища, раціонального природо-користування; розуміння структури та функціонування екосистем, законів існування біосфери; здатність діяти соціально відповідально і свідомо для збереження довкілля.

Теоретична частина, яка стосується надорганізмених систем, подана стисло, з використанням яскравих прикладів. Практична – вміщує багато цікавих тем, які привертають увагу до необхідності екологізації не лише виробництва, але й повсякденного життя. Вчить, як ненав'язливо, під час виконання щоденних звичних справ можна сприяти гармонізації взаємодії людини і довкілля. У розділі «Перевір свої знання» наведено зразки контрольних завдань до кожного змістового модуля.

Навчальний посібник орієнтує студента на активну пізнавальну діяльність, самостійну роботу. Основні поняття та терміни виділено, у кінці кожної теми подано запитання і завдання для роздумів і самоперевірки та самостійної роботи.

Сподіваємося, що запропоноване видання сприятиме розвитку екологічної свідомості студентів, допоможе в майбутньому спрямувати їх професійну діяльність на збереження біосфери як середовища існування людини.



Кілька причин, щоб вивчати цю дисципліну стилий курс виживання

Екологія – це наука про взаємодію

- Усе пов'язане з усім!
- Усе повинно кудись подітися!
- Ніщо не дається задарма!
- Природа знає краще!



На нашому курсі ви дізнаєтесь про основні закони екології та наслідки їх порушення, зрозумієте причинно-наслідкові зв'язки у різних сферах впливу людини на довкілля, поміркуєте про значення бджіл для людства, навчитесь використовувати корисні екологічні поради в помешканні, магазині, на кухні.

Біосфера змінюється. Глобальні проблеми, які викликають занепокоєння:



Поміркуйте...

- У серпні 2019 року Голова ООН оголосив "надзвичайну кліматичну ситуацію", оскільки рівень концентрації вуглекислого газу в атмосфері досяг найвищої позначки за всю історію людства;
- до 2050 року 178 мільйонів жителів Землі можуть зіткнутися із нестачею питної води та опустелюванням;
- до 22-го століття рівень Світового океану буде підвищуватися на кілька сантиметрів на рік, тобто в 100 разів швидше, ніж зараз;
- понад мільярд людей щороку стикаються з циклонами, повеннями та іншими природними стихіями через підйом рівня Світового океану.

Із доповіді, підготовленої для ООН Міжурядовою групою експертів з питань зміни клімату (IPCC). Серпень, 2019

Висновок



Не дозволяйте розростатися екологічним проблемам!!
Допоможіть планеті перемогти!!
Хочете дізнатися як?

Вивчайте **ЕКОЛОГІЮ** – науку про взаємодію живих організмів між собою та із факторами навколишнього середовища.

У виданні використано умовні позначення:



Запитання і завдання для роздумів та самоперевірки



Запитання та завдання для самостійної роботи

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 1. ТЕОРЕТИЧНА ЕКОЛОГІЯ



ТЕМА 1

ЕКОЛОГІЯ В СИСТЕМІ ПРИРОДНИЧИХ НАУК, ЇЇ ТЕОРЕТИЧНИЙ І ПРИКЛАД- НИЙ АСПЕКТИ

Мета: показати місце екології у системі природничих наук, проаналізувати її структуру, методи та завдання.

1. Місце екології в системі природничих наук.
2. Структура сучасної екології.

1. Місце екології у системі природничих наук

Нагромадження відомостей про залежність розвитку рослин і тварин від умов навколишнього середовища, про їх спосіб життя, характер розподілу організмів на планеті почалося досить давно. Ще праці давньогрецьких філософів містили інформацію екологічного змісту. На середину XIX століття накопичено велику кількість фактичного матеріалу, який відображав новий науковий напрям щодо взаємодії організмів між собою та із факторами навколишнього середовища.

14 вересня 1866 року вийшла у світ фундаментальна двотомна праця «Всезагальна морфологія організмів» німецького зоолога-еволюціоніста *Ернста Геккеля*. У передмові науковець уперше дає визначення терміна «екологія»: «Під екологією ми розуміємо загальну науку про відносини організмів з навколишнім середовищем, куди відносимо в широкому значенні всі «умови існування». Вони частково органічної, частково неорганічної природи; але як ті, так і інші мають досить велике значення для форм організмів, оскільки змушують їх пристосовуватися до себе».

На сучасному етапі розвитку суспільства поняття *екології* значно змінилося: із біологічної науки екологія переросла у комплексну інтегральну галузь знань. Це наука, яка тісно взаємодіє з багатьма іншими біологічними (мікробіологія, зоологія, ботаніка та ін.) та небіологічними (хімія, фізика, географія тощо) науками. У країнах заходу (США, Канада, Західна Європа) цей термін вживається як традиційне суто біологічне поняття (тобто як «біоекологія»). У разі, коли йдеться про прикладні аспекти екології, використовують термін «інвайроментологія», «наука про довкілля», «вплив людини на екосистеми», «інженерна екологія» та інші. Наразі більшість дослідників дотримується такого визначення:

Екологія (від гр. *oikos* – дім, та *logos* – наука) – це наука про взаємодію живих організмів між собою та навколишнім середовищем, а також про особливості структури та функціонування надорганізмених систем за дії природних і антропогенних факторів.

До надорганізмених біологічних систем належать: популяції, біоценози, біогеоценози, біосфера.

Об'єкт дослідження екології – *екосистеми* планети та їхні елементи: організми різних груп (рослини, тварини, мікроорганізми), які можна вивчати як на рівні однієї особини, так і на рівні популяцій чи екосистем; органічні та неорганічні речовини тощо.

Предмет досліджень екології – *взаємозв'язки* живих організмів, їхніх груп різних рангів, живих і неживих компонентів екосистем, а також характер впливу природних і антропогенних факторів на функціонування екосистем і біосфери в цілому. Сфера компетенції екології простягається від організменого рівня до біосфери, при цьому стрижневий – рівень екосистем.

Екологія – наука комплексна, тому використовує найрізноманітніші **методи дослідження**. Специфіка методології сучасної екології полягає у поєднанні системного підходу, натурних спостережень, експерименту та моделювання.

Методи екології об'єднують у три основні групи:

1. Методи, за допомогою яких збирають інформацію про стан екологічних об'єктів: рослин, тварин, мікроорганізмів, екосистем, біосфери. Ці методи специфічні для різних систематичних груп живих організмів, а також для вивчення властивостей природного середовища (повітря, води, ґрунту). Наприклад, реєстрація параметрів і оцінка стану навколишнього середовища (вологість, температура, хімічний склад тощо); кількісний облік організмів, оцінка біомаси та продуктивності рослин і тварин; дослідження впливу факторів середовища на життєдіяльність організмів (наприклад вплив пестицидів на організми, або меліорації – на рослини та тварини тощо); вивчення взаємодії між організмами у багатовидових угрупованнях (наприклад дослідження трофічних ланцюгів);

2. Методи обробки отриманої інформації, узагальнення. Наприклад, створення банків даних екологічної інформації, використання геоінформаційних (ГІС) технологій, застосування статистичних програм (Exel, Statist, PCA).

3. Методи інтерпретації отриманих фактичних матеріалів, прогнозування стану екосистем. Це методи математичного й імітаційного моделювання; прогнозування негативного впливу проєктованих і споруджуваних об'єктів на навколишнє середовище тощо.

Завдання екології як інтегральної науки різноманітні. До загальнотеоретичних завдань належать такі, як: розробка загальної теорії структури і функціонування (усталеності) екологічних систем; вивчення екологічних механізмів адаптації до навколишнього середовища; дослідження регуляції чисельності популяцій; аналіз біологічного різноманіття та механізмів його збереження; моделювання стану екосистем і глобальних біосферних процесів.

Прикладні завдання екології – це прогнозування й оцінка можливих негативних наслідків у довкіллі, спричинених діяльністю людини; поліпшення якості навколишнього природного середовища; зберігання, відтворення та раціональне використання природних ресурсів; віднов-

лення порушених природних систем, збереження еталонних (непорушених) ділянок біосфери; оптимізація інженерних, сільськогосподарських, організаційно-правових, соціальних та інших рішень для уможливлення екологічно безпечного розвитку.

Стратегічним завданням екології вважають гармонізацію взаємодії природи і суспільства.

2. Структура сучасної екології

Наразі екологізація охопила майже всі галузі знань, що призвело до виникнення низки напрямків екологічної науки, які об'єднують у два розділи – теоретична та практична екологія (рис. 1).



Рис. 1. Структура сучасної екології

Теоретична (фундаментальна, загальна) екологія досліджує загальні закономірності взаємозв'язків організмів між собою та довкіллям і має такі напрямки: екологія людини, екологія тварин, екологія рослин, палеоекологія, еволюційна екологія, біоіндикація тощо.

Практична (прикладна) екологія вивчає соціально-економічні фактори впливу людини на довкілля (національна екополітика, екологічний менеджмент, екологічна освіта тощо).

Теоретичну екологію умовно поділяють на п'ять великих підрозділів (М.Ф. Реймерс, 1994):

Аутекологія (факторна екологія) розглядає взаємозв'язки окремо взятих організмів (передусім представників сільськогосподарських, лікарських, рідкісних, небезпечних видів) із середовищем, яке їх оточує. Цей розділ екології переважно визначає межі стійкості виду та його ставлення до різних екологічних факторів. Аутекологія вивчає також вплив середовища на морфологію, фізіологію та поведінку організмів.

Демекологія (популяційна екологія) вивчає взаємозв'язки популяцій живих організмів із середовищем, їх структуру та процеси, які в них відбуваються, описує коливання чисельності популяцій і встановлює їх причини.

Синекологія (біоценологія) аналізує взаємозв'язки між особинами, які належать до різних видів даного угруповання організмів, а також між ними та навколишнім середовищем (видовий склад угруповань, чисельність, частота траплення виду, просторове розміщення, розвиток угруповань, обмін речовин і енергії між різними компонентами).

Біогеоценологія (екосистемологія) досліджує біогеоценотичний шар Земної кулі та, зокрема, конкретні біогеоценози (суходольні, водні), у яких взаємодіють біоценози й абіотичне середовище.

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

У розділі практичної екології виділяють такі підрозділи:

Геоєкологія – напрямки досліджень про взаємозв'язки організмів між собою і середовищем їх існування в різних географічних зонах, а також про охорону природи (екологія геосфер Землі, геоаномальних зон, ландшафтна екологія та ін.).

Техноєкологія – напрямки досліджень про техногенні забруднення (екологічні аспекти військової діяльності, транспорту, промисловості; агроєкологія, урбоєкологія; екологічна стандартизація, оцінка впливу на довкілля (ОВД), стратегічна екологічна оцінка (СЕО) та ін.).

Соціоекологія – напрямки досліджень про взаємовідносини суспільства та середовища існування, покликані перебудувати ставлення людини до природи (екологічна освіта, екологічна культура, екологічне право, етнічна екологія, екологічний менеджмент тощо).

Екологія, яка виникла як біологічна наука, нині розв'язує проблеми, пов'язані з господарською діяльністю людини та її впливом на довкілля. Одні автори приділяють більше уваги загальнофілософським і культурним аспектам, інші – соціальним, треті – еколого-економічним, четверті – біоекологічній деталізації.

Отже, екологія ґрунтується на досягненнях як біологічних наук: зоології, ботаніки, фізіології, генетики, біофізики, так і небіологічних: географії, фізики, математики та інших. Усі ці науки пов'язує екологічна абетка – єдині терміни та закони. Знання цієї абетки та вміння користуватися нею необхідні для фахівців усіх галузей народного господарства і громадян на побутовому рівні. Екологія, яка виникла як природнича наука, уже переросла в комплексну, інтегральну, здатну виконувати низку теоретичних і прикладних завдань.



1. Дайте сучасне визначення екології як науки.
2. Як змінювалося поняття екології з розвитком науки?
3. Наведіть основні атрибути науки: об'єкт, предмет, методи та завдання.
4. Опишіть основні розділи та напрямки сучасної екології.
5. Чому екологія як природнича дисципліна переросла в інтегровану науку?



1. Охарактеризуйте розвиток екології як науки в Україні на початку XXI ст.
2. Складіть таблицю основних історичних дат екології.
3. Наведіть сучасні напрямки екології.



ТЕМА 2

ЕКОЛОГІЧНІ ФАКТОРИ ТА ЗАКОНОМІРНОСТІ ЇХНЬОГО ВПЛИВУ

Мета: показати різноманіття екологічних факторів та з'ясувати основні закономірності їхнього впливу на живі організми.

1. Різноманіття екологічних факторів.
2. Загальні закономірності впливу екологічних факторів на живі організми.

1. Різноманіття екологічних факторів

Екологічний фактор – це будь-який елемент середовища, здатний виявляти прямий чи опосередкований вплив на живі організми протягом принаймні однієї фази їхнього розвитку.

Зовнішнє середовище кожного організму складається з великої кількості елементів різної природи, тому є кілька класифікацій екологічних факторів.

Абіотичні фактори – це властивості неживої природи, які прямо чи опосередковано впливають на живі організми, тобто сукупність кліматичних, едафічних (ґрунтових), а також топографічних (особливості місцевості) факторів. За своїм значенням абіотичні фактори поділяють на ресурси й умови існування.

Абіотичні фактори природних екосистем різноманітні за своєю природою, походженням, інтенсивністю прояву, значенням для живих організмів тощо, тому розроблено численні їх класифікації.

Кліматичні фактори – основні елементи клімату (енергія сонця, яка надходить на поверхню Землі, освітленість, вологість, газовий склад і циркуляція повітряних мас, температура та вологість повітря, атмосферний тиск, опади й інші метеорологічні процеси і явища).

Едафічні – комплекс факторів, зумовлених хімічними та

фізичними особливостями ґрунту, які значно впливають на життя організмів (механічний склад, вологість, рН тощо).

Орографічні – елементи середовища, пов'язані з рельєфом місцевості (висота над рівнем моря, експозиція і крутизна схилу тощо).

Гідрологічні – елементи середовища пов'язані з фізико-хімічними властивостями води (солоність, кислотність, хімічний склад тощо).

Хімічні фактори – це хімічний склад атмосфери, прісних і морських вод, ґрунту тощо.

Фізичні фактори – шум, магнітні поля, теплопровідність, теплоємність, радіоактивність та ін.

Найважливіші абіотичні фактори для життя організмів, які мешкають у різних середовищах, – це світло, температура, вологість.

Біотичні фактори – це властивості живої природи, тобто сукупність взаємовпливу життєдіяльності одних організмів на інші.

Кожен живий організм у природних умовах живе в оточенні багатьох інших. Зв'язок з іншими організмами, з одного боку, необхідна умова живлення та розмноження, можливість захисту та пом'якшення несприятливих умов середовища, а з іншого – завжди небезпека, часто навіть безпосередня загроза існуванню індивідуума.

Для уточнення поняття «біотичні фактори середовища» американські екологи *Ф. Клементс* і *В. Шелфорд* (1939) запропонували термін *коакції* – взаємодії між різними організмами, які населяють відповідне середовище.

Французький еколог *Р. Дажо* розрізняє два типи коакцій:

- *гомотипові коакції*, тобто взаємодія між організмами одного виду;
- *гетеротипові коакції*, тобто взаємодія між організмами двох різних видів.

Серед гомотипових коакцій виділяють три основні типи: груповий ефект, масовий ефект, внутрішньовидова конкуренція. Значення гомотипових коакцій для природних екосистем полягає в підтриманні оптимальної для них

чисельності популяцій та забезпеченні одного з механізмів дії природного добору (внаслідок вибіркового виживання та розмноження найпристосованіших до певного середовища особин).

Серед гетеротипових коакцій виділяють шість основних типів: хижацтво і паразитизм, аменсалізм, коменсалізм, мутуалізм, міжвидова конкуренція і нейтралізм.

Хижацтво і паразитизм (+,-) – це однакові за наслідками типи взаємодій. Проте хижацтво – відносини типу «хижак–жертва», це прямі харчові зв'язки, які для одного з партнерів мають негативні (-), а для другого – позитивні (+) наслідки. Наприклад, такі варіанти трофічних зв'язків, як мисливство (змія–жаба), пасіння (вівці–трава), збирання (горобець–комаха), а також фільтрування води з відцідженням живих організмів (кити), належать до єдиного типу біотичних зв'язків – «хижак–жертва». Паразитизм – це відносини типу «паразит–живитель», за яких організм-споживач використовує живого господаря не тільки як джерело їжі, а і як місце постійного чи тимчасового мешкання. Паразитизм трапляється серед різних груп організмів: тварин (найпростіші, плоскі черви, нематоди, кільчасті черви, молюски, членистоногі), бактерій, грибів (борошнисто-росяні, трутовики, ріжки, сажки) і навіть у квіткових рослин (повитиця, петрів-хрест лускатий).

Коменсалізм (+,0) – одностороннє використання одного виду іншим, без заподіяння йому шкоди. Основні форми: *нахлібництво* та *квартирантство*. Наприклад, у гніздах птахів, нірках гризунів мешкає багато членистоногих, які знаходять там їжу і використовують мікроклімат сховищ.

Аменсалізм (-,0) – взаємодія, наслідки якої для одного з видів негативні, а для іншого – нейтральні. Наприклад, світлолюбні трав'яні види, які ростуть під ялиною, відчувають пригнічення внаслідок сильного затінення її кроною, натомість дерево не відчуває наслідків їх присутності.

Мутуалізм (+,+) – взаємовигідні відносини видів. Класичний приклад – лишайники, які демонструють тісне співжиття гриба й водорості.

Міжвидова конкуренція (-,-) – це антагоністичні взаємовідносини, які виникають між видами з подібними екологічними вимогами. Унаслідок конкуренції в біоценозі уживаються разом лише ті види, котрі змогли розійтися у своїх екологічних вимогах, зайняти різні екологічні ніші. Наприклад, копитні африканських саван по-різному використовують корми: жирафи об'їдають верхівки дерев на висоті 5–6 м, антилопи дікдік – молоде листя з невеличких чагарників, зебри обривають верхи трав, антилопи гну – те, що залишають зебри, газелі – виїдають найнижчі трави.

Нейтралізм (0,0) – форма біотичних відносин, за якої співжиття двох видів на одній території не викликає для них ані позитивних, ані негативних наслідків. Наприклад, білки і лосі, живучи в одному лісі, майже не контактують одні із одними. Однак пригнічення лісу тривалою посухою або пошкодження його при масовому розмноженні шкідників має вплив на кожен із цих видів, хоча й по-різному.

Антропогенні фактори – це форми діяльності людського суспільства, які призводять до зміни природи як середовища життя інших видів чи безпосередньо відображаються на їхньому житті.

2. Загальні закономірності впливу екологічних факторів на живі організми

Екологічні фактори надзвичайно різноманітні, проте у характері їхнього впливу на організми і в реакціях живих істот у відповідь виділяють певні загальні закономірності, що уможливило формулювання екологічних законів.

Німецький учений Юстус Лібіх обґрунтував закон про обмежувальні, або лімітувальні фактори:

Закон мінімуму (Ю. Лібіх, 1840): витривалість організму визначається найслабшою ланкою в ланцюзі його екологічних потреб (рис. 2).

Тобто, якщо хоч один із екологічних факторів, які впливають на організм, наближається до мінімальної величини, то, незважаючи на оптимальне значення інших

факторів, особинам загрожує загибель. Цей фактор називають *обмежувальним*, або *лімітувальним*.

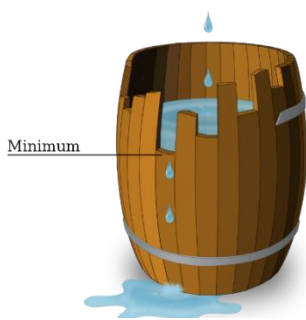


Рис. 2. «Діжка Лібіха» – відображення закону мінімуму

Згодом з'ясовано, що лімітувальним фактором може бути не тільки нестача, але й надлишок факторів, таких як тепло, світло, вода, поживні речовини. Ця закономірність відображена у наступному законі.

Закон екологічної толерантності (В. Шелфорд, 1913):

лімітувальним фактором процвітання може бути як мінімум, так і максимум екологічного фактору, діапазон між якими й

визначає величину толерантності (витривалості) організму до даного фактору (рис. 3).



Рис. 3. Графічне відображення закону екологічної толерантності

Реакція організмів характеризується екологічним мінімумом і максимумом. Сприятлива сила впливу називається *зоною оптимуму* екологічного фактору. Чим сильніші відхилення від оптимуму, тим більше пригнічує даний фактор життєдіяльність організму, це *зона песимуму*. Значення фактору, які переносяться мінімально та максимально, – це критичні точки, за межами яких існування організму вже неможливе, настає смерть. Діапазон між цими двома величинами називають *зоною екологічної толерантності*.

Види з широкою зоною толерантності, які можуть жити за різних значень фактору, називають *еврибіонтами*. Організми, життєві можливості яких обмежені вузьким діапазоном змін даного фактору, називають *стенобіонтами*. Екологічну валентність виду щодо різних екологічних факторів позначають додаванням до назви фактору префіксів «еври-» чи «стено-»: стенотермний – евритермний (щодо температури); стеногалинний – евригалинний (щодо засоленості середовища) тощо. Наприклад, сосна звичайна або заєць-біляк можуть витримувати коливання температури від +30 °C до –40 °C – це евритермні організми. Риба молінезія здатна жити у прісній воді, солонуватій, а також у морській – евригалинний вид.



1. Що таке екологічний фактор? Наведіть приклади.
 2. Опишіть гомотипові коакції.
 3. Охарактеризуйте гетеротипові коакції.
4. Які закони відображають загальні закономірності пристосованості організмів до дії екологічних факторів?



1. Які фактори вважають лімітувальними у водній екосистемі, ґрунті?
2. Які екологічні групи організмів виділяють за ставленням до основних абіотичних факторів?
3. Порівняйте властивості основних середовищ життя організмів.



ТЕМА 3

ВЛАСТИВОСТІ ТА СТРУКТУРА НАД-ОРГАНІЗМЕНИХ СИСТЕМ

Мета: з'ясувати основні властивості та структуру надорганізмених систем.

1. Поняття популяції, її групові характеристики.
2. Біоценоз як біологічна система.
3. Поняття та структура екосистем.

1. Поняття популяції, її групові характеристики

Популяція (з лат. *populus* – народ) – це сукупність особин одного виду, здатна до самовідновлення та відмежована від аналогічних сукупностей цього ж виду екологічними чи біологічними бар'єрами, що ускладнює обмін генетичною інформацією.

Вид, охоплюючи певну територію (ареал), представлений на ній системою популяцій. Наприклад, бук лісовий *Fagus sylvatica* L. – вид, географічний ареал якого займає значну частину території Європи (від Великої Британії до заходу України), складається із багатьох популяцій: далматинської, альпійської, моравської, татринської, карпатської, розточанської тощо.

Залежно від розмірів території популяції, розрізняють *елементарні, екологічні та географічні* типи популяцій (М.П. Наумов, 1963).

Елементарна популяція – сукупність особин виду на невеликій ділянці однорідної території. Обмін генетичною інформацією найчастіше відбувається між особинами елементарних популяцій.

Екологічна популяція – сукупність елементарних популяцій, поширених на значній території. Обмін генетичною інформацією відбувається рідше, ніж між особинами елементарних популяцій. Наприклад, білка

заселяє різні типи лісу, тому виділяють кілька її екологічних популяцій – соснові, ялицево-смерекові тощо.

Географічна популяція – сукупність екологічних популяцій, які населяють досить велику територію з географічно однорідними умовами існування. Такі популяції добре ізольовані та розмежовані, тому обмін генетичною інформацією між особинами різних географічних популяцій майже не відбувається. Наприклад, популяції білки в заснісейській тайзі та змішаних лісах України.

Популяції як групові об'єднання мають чимало специфічних властивостей, які відрізняють їх від окремо взятого організму. Їх називають *групові характеристики популяцій*:

- чисельність – кількість особин у межах певного ареалу (екз. або особин);
- щільність – число особин на одиницю площі (об'єму) (екз./м² (екз./м³); або особин/м² (особин/м³);
- народжуваність – кількість нових особин, які з'явилися за одиницю часу (година, доба, рік) у процесі розмноження (екз./рік, або особин/рік);
- смертність – кількість особин, які загинули за одиницю часу (екз./рік, або особин/рік);
- приріст популяції – різниця між кількістю особин у популяції на початку та в кінці певного проміжку часу (екз. або особин);
- темп росту – середній приріст за одиницю часу (екз./рік, або особин/рік).

Природні популяції мають складну внутрішню структуру. Структура популяції нестабільна і залежить від росту та розвитку організмів, народження нових, загибелі з різних причин, зміни навколишніх умов, збільшення чи зменшення чисельності ворогів. Від особливостей структури популяції в даний період значно залежить напрям її подальших змін. Виділяють просторову, вікову, статеву, етологічну структури популяцій.

Просторова структура – закономірне розміщення особин даної популяції у просторі в певний період часу.

Аналіз популяцій показує, що особини розміщуються на території по-різному. Простір, який охоплює популяція, дає їй засоби до життя. Кожна територія може прогодувати лише певну кількість особин. Тому повнота використання наявних ресурсів залежить не тільки від загальної чисельності популяції, а й від розміщення особин у просторі.

Розрізняють такі типи просторового розміщення особин у популяціях (рис. 4): *рівномірний (регулярний), нерівномірний (груповий), випадковий (дифузний)*.

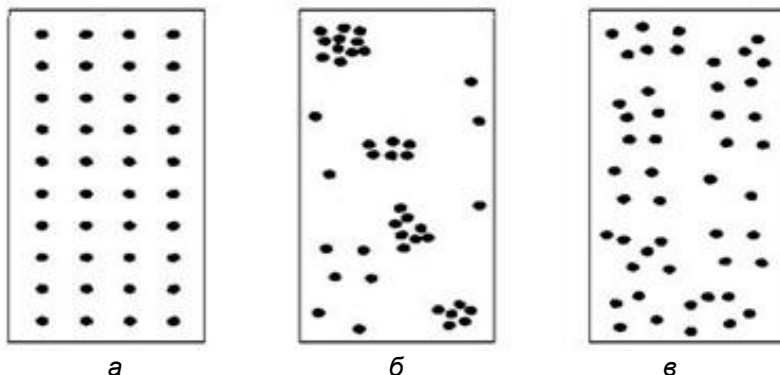


Рис. 4. Типи просторового розміщення особин: *а* – рівномірний, *б* – нерівномірний, *в* – випадковий

Випадковий розподіл можливий лише в однорідному середовищі (наприклад, попелиці на полі спочатку розподіляються випадково, а при зростанні чисельності комах їх розподіл стає груповим). *Рівномірний* (упорядкований) розподіл особин на зайнятій території у природі трапляється зрідка. Наприклад, в ущільнених популяціях сидячих морських червів поліхет, у чистих заростях деяких рослин, культурних посадках дерев та ін. Найчастіше члени популяції розподіляються у просторі *нерівномірно*, що виникає унаслідок місцевих особливостей умов середовища, під впливом добових і сезонних змін у

середовищі існування, через процес розмноження, внаслідок соціального тяжіння у вищих тварин.

Вікова структура – закономірне співвідношення різних вікових груп організмів у складі популяції.

Розрізняють *дорепродуктивний*, *репродуктивний*, *пострепродуктивний* вік особин у популяції (рис. 5).

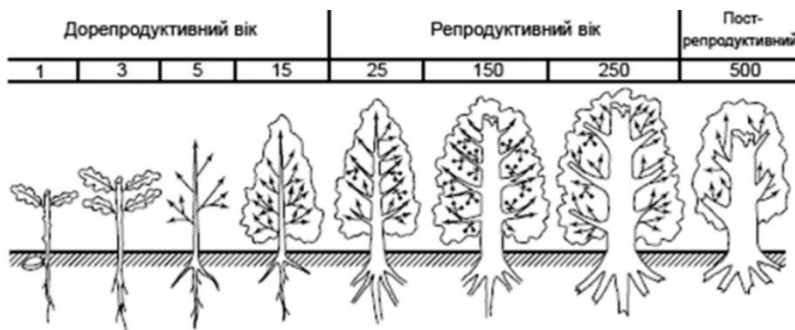


Рис. 5. Вік дерев у популяції на прикладі дубового лісу

Вікова структура популяції має пристосувальний характер. Вона формується на основі біологічних властивостей виду, але відображає також силу дії факторів навколишнього середовища. Розрізняють три типи вікової структури, які відрізняються співвідношенням особин різного віку (рис. 6).

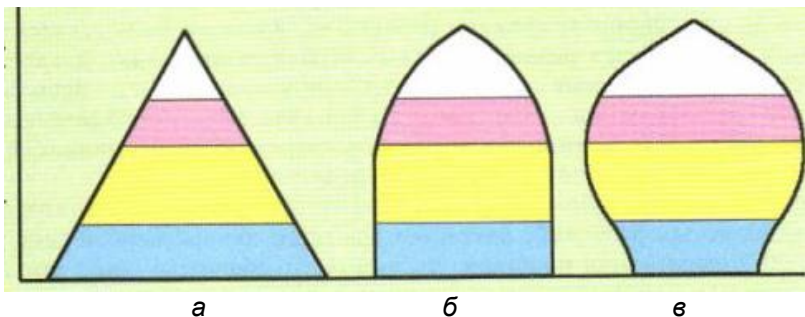


Рис. 6. Типи вікової структури популяції: а – прогресивний (ростучий), б – стабільний, в – регресивний

Прогресивний тип – у популяції багато особин молодого (репродуктивного) віку, проте мало старих. **Стабільний тип** – у популяції близьке співвідношення частки всіх вікових груп. **Регресивний тип** – частка старих особин значно переважає над молодими.

Статева структура – закономірний розподіл особин популяції за статтю. Особливе значення має частка самок від загальної кількості особин у популяції.

Співвідношення статей у популяції генетично зумовлене, однак у природних умовах змінюється під впливом чинників навколишнього середовища. Так, у кажанів частка самок після зимової сплячки зменшується на 20 %. У рудих лісових мурашок із яєць, відкладених за температури нижче 20 °С, розвиваються самці, а при вищій – самки.

У людській популяції співвідношення статей змінюється з віком, так до 16–18 років на 100 дівчаток припадає 106 хлопчиків; до 50 років це співвідношення становить на 100 жінок – 85 чоловіків; а до 80 років на 100 жінок – 50 чоловіків.

Етологічна структура – це система взаємовідносин між тваринами, які належать до однієї популяції.

Залежно від способу життя виду форми спільного існування особин у популяції надзвичайно різноманітні. Розрізняють поодинокий спосіб життя (землерії, росомаха), сімейний (лебеді), життя у спільнотах – зграї (атлантичний оселедець), стада (антилопа гну), колонії (бджоли, терміти), прайди (лев).

Загальні зміни чисельності популяцій залежать від чотирьох явищ: народжуваності, смертності, вселення та виселення особин (міграції). Виселення особин із популяції або поповнення її прибульцями – закономірне явище, яке базується на одній із найважливіших рис виду – його здатності до розселення.

Підтримання певної чисельності особин або рівноважного стану називається *гомеостазом популяції*, який залежить від *біотичного потенціалу*, *опірності середовища* та інших факторів (рис. 7).



Рис. 7. Фактори, які регулюють чисельність популяції

Біотичний потенціал – це теоретичний максимум нащадків від однієї пари (однієї особини) за одиницю часу, наприклад за рік або весь життєвий цикл. Так, самка козулі здатна народити протягом свого життя 10–15 козенят, самка медоносної бджоли відкласти 40–50 тис. яєць, а риба-місяць – до 3 млрд ікринок.

Опірність середовища – це сукупність факторів (лімітувальних), які сприяють зниженню чисельності популяції. Серед лімітувальних факторів середовища можуть бути як абіотичні (екстремальна температура, кислотність, солоність, вологість), так і біотичні (наявність хижаків, паразитів, хвороботворних організмів, нестача їжі).

Отже, популяція – це біологічна система, у якій відбувається відтворення організмів, забезпечується виживання виду, здійснюються елементарні еволюційні процеси. Вивчення показників популяції має важливе теоретичне та практичне значення (при плануванні мисливства, рибальства, проведенні природоохоронних заходів, у боротьбі зі шкідниками та хворобами тварин і рослин).

2. Біоценоз як біологічна система

Спільне існування популяцій різних видів на одній території сприяє формуванню біологічних систем – *біоценозів*.

Термін «біоценоз» в екологічну літературу ввів німецький зоолог *К. Мебіус* у 1877 році.

Біоценоз (з грецьк. *bios* – життя, *koinos* – загальний) – стала система живих організмів, які населяють більш-менш однорідну ділянку суші чи води та пов'язані між собою.

До складу біоценозу входить сукупність рослин – *фітоценоз*, сукупність тварин – *зооценоз*, сукупність грибів – *мікоценоз*, сукупність мікроорганізмів – *мікробоценоз*.

Кожний біоценоз містить представників трьох екологічних груп організмів – продуцентів, консументів, редуцентів, які функціонують на відповідних трофічних рівнях.

Продуценти – автотрофні організми (зелені рослини, фото- та хемосинтезуючі бактерії), здатні утворювати органічні речовини з простих неорганічних. Це трофічний рівень первинної продукції.

Консументи I порядку – це гетеротрофні організми, споживачі первинної продукції, зазвичай рослиноїдні тварини (*фітофаги*).

Консументи II порядку – гетеротрофні організми з м'ясоїдним типом живлення (*зоофаги*) – хижаки.

Редуценти – гетеротрофні організми – бактерії, гриби, які перетворюють у процесі своєї життєдіяльності складні органічні речовини на прості неорганічні сполуки.

Прямі харчові зв'язки типу «рослина–фітофаг–хижак» об'єднують види в ланцюги живлення, наприклад трава→ коник → жаба → змія → яструб (рис. 8).

Ланцюги живлення – групи видів рослин, тварин, грибів і мікроорганізмів, пов'язані між собою відносинами типу їжа–споживач, унаслідок чого створюється певна послідовність переходу речовин та енергії від одних груп організмів до інших.

У природних умовах прості ланцюги живлення розгалужені та переплетені між собою, оскільки кожний трофічний рівень представлений багатьма видами, які взаємопов'язані, що призводить до утворення *трофічних мереж*.

Трофічну структуру біоценозу можна зобразити графічно – у вигляді *екологічної піраміди*. Відомо три основні типи екологічних пірамід: *піраміда чисел, біомаси, енергії*.

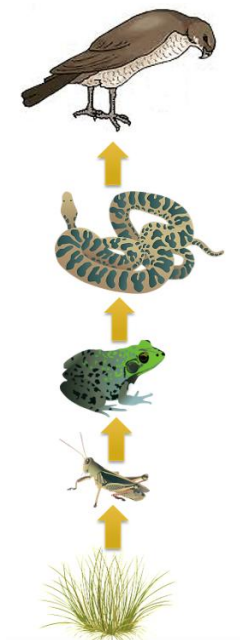


Рис. 8. Приклад харчового ланцюга

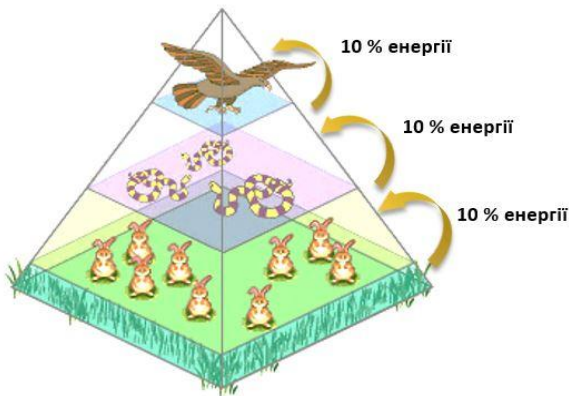


Рис. 9. Перехід енергії по трофічних рівнях

Закон 10 %: на кожний наступний трофічний рівень передається не більше 10 % енергії від попереднього трофічного рівня (рис. 9).

3. Поняття та структура екосистем

Термін «екосистема» вперше запропонований у 1935 році англійським екологом *Артуром Тенслі*.

Екосистема – це будь-яке угруповання живих істот і його середовище існування, об'єднані в єдине функціональне ціле, яке виникає на основі взаємозалежності та причинно-наслідкових зв'язків між окремими екологічними компонентами (*М.Ф. Реймерс*, 1990).

Є кілька класифікацій екосистем.

За ступенем трансформації людською діяльністю екосистеми поділяють на: *природні* (тропічні ліси, саванна), *антропогенно-природні* (лісові насадження, луки), *антропогенні (штучні)* (акваріум, урбоекосистема).

За розмірами екосистеми поділяють на: *мікро-екосистеми* (стовбур гниючого дерева), *мезоекосистеми* (ліс, ставок), *макроекосистеми* (океан), *глобальна* екосистема (біосфера).

Біосфера (від грец. *bios* – життя, *sfera* – куля) – це глобальна планетарна екосистема, населена живими організмами. Основоположник учення про біосферу і ноосферу – В.І. Вернадський, учений, великий натураліст, геніальний мислитель, природодослідник.

Біосфера поєднує сім основних типів речовин (за *В.І. Вернадським*):

- *жива речовина* – представлена організмами різних видів;
- *біогенна речовина* – продукт життєдіяльності організмів (кам'яне вугілля, торф);
- *косна (нежива) речовина* – в утворенні якої живі організми не брали участі (гірські породи, мінерали, вода, повітря);
- *біокосна речовина* – сформована внаслідок взаємодії живої та косної речовин (ґрунт, нафта);
- *розсіяні атоми*;
- *радіоактивна речовина* – представлена різними речовинами, які знаходяться в радіоактивному розпаді (^3H період напіврозпаду – 12 років, ^7Be – 53 доби, ^{10}Be –

1,6·10⁶ років, ¹⁴C – 5730 років, ²²Na – 2,6 років, ³²P – 14 діб та ін.);

- *космічна речовина* – представлена залишками космічних тіл (метеорити, космічний пил).

Паралельно розвивається вчення про біогеоценози. Термін запропонований російським ученим *В.М. Сукачевим* у 1944 році.

Біогеоценоз – це сукупність на певній території землі однорідних природних явищ (склад атмосфери, гірських порід, ґрунту, рослинного і тваринного світу та світу мікроорганізмів), поєднаних обміном речовин і енергії в єдиний природний комплекс.

Основні структурні компоненти біогеоценозу – біотичний чинник – сукупність живих організмів – *біоценоз* (фітоценоз, зооценоз, мікробіоценоз) і абіотичний чинник – *екотоп*, представлений сукупністю кліматичних (*кліматоп*) і ґрунтових (*едафотоп*) умов (рис. 10).

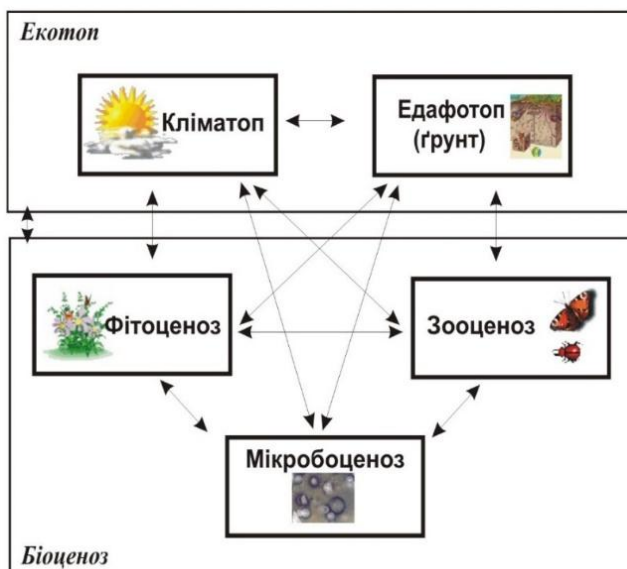


Рис. 10. Структура біогеоценозу і схема взаємодії між його компонентами (за В.М. Сукачевим, 1944)

В екосистемах спостерігаються постійні зміни біоценозів, які називають **сукцесіями** (з лат. *successio* – наступність) – послідовна зміна біоценозів, які виникають на одній і тій самій території внаслідок дії природних чи антропогенних факторів.

Виділяють різні типи сукцесій.

Первинна сукцесія – процес розвитку екосистеми через послідовні зміни біогеоценозів на незаселених раніше ділянках (на скелях, зруйнованій гірській породі, наносах річок), у процесі чого формуються не лише фітоценози, але і ґрунт. Класичний приклад – перехід зарослого озера в болото, потім – у чагарникові зарості, хвойний ліс, листяний ліс, діброви.

Вторинна сукцесія – відновлення екосистеми, яка колись існувала на даній території. Вона починається в тому разі, якщо в утвореному біоценозі порушені взаємозв'язки організмів унаслідок виверження вулканів, пожежі, вирубки та ін.

Деградаційна сукцесія – послідовне використання організмами різних ресурсів, які розкладаються. Наприклад розклад соснової хвої.

Сукцесія завершується стадією, коли всі види екосистеми, розмножуючись зберігають відносно постійну чисельність, і подальша зміна її видового складу не відбувається. Такий рівноважний стан називається клімаксовим, а екосистема – *клімаксовою*.

Для означення специфічної ролі і місця популяції будь-якого виду в екосистемі використовується поняття «екологічна ніша».

Екологічна ніша (від фр. *nicht* – гніздо) – це функціональне місце виду в екосистемі або сукупність характеристик, які вказують на положення виду в екосистемі.

Тобто екологічна ніша виду – це його «професія», наприклад, за аналогією щодо людського суспільства – лікар, викладач.

Розрізняють фундаментальну та реалізовану ніші. *Фундаментальна (потенційна) ніша* та, яку організм займає

за відсутності конкурентів, хижаків та інших ворогів, у якій фізичні умови оптимальні. *Реалізована ніша* – відображає фактичний діапазон умов існування організму, і може бути меншою, ніж фундаментальна, або дорівнювати їй.

В екосистемі екологічні ніші тісно упаковані. Вони можуть зовсім не перекриватись (наприклад рослини і хижак) (рис. 11 а); тільки торкатись одна до одної (фітофаги) (рис. 11 б); частково перекриватись (наприклад, сови і яструби полюють на гризунів і дрібних пташок, але сова – вночі, а яструб – удень) (рис. 11 в); накладатися – тоді виникає конкурентна боротьба між видами і домінантний конкурент витісняє свого суперника (рис. 11 г).

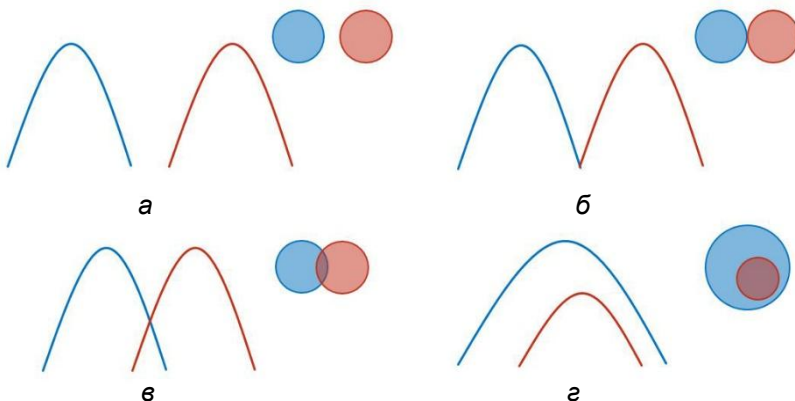


Рис. 11. Можливі взаємодії екологічних ніш двох видів

Безперервність процесів у біосфері забезпечуються колообігом речовин і потоком енергії. **Колообіг речовин** – це їх багаторазова участь у природних процесах, що відбуваються в геосферах. Розрізняють *біологічний (малий)* колообіг – перерозподіл речовин і енергії за участю живих організмів і *геологічний (великий)* – колообіг речовин між Світовим океаном та суходолом.

Важлива характеристика екосистеми – її стійкість. *Стійкість екосистеми* полягає у її здатності зберігати структурно-функціональні особливості за умов впливу

зовнішніх чинників. Ця властивість забезпечується різноманіттям живих організмів та їх здатністю адаптуватися до умов середовища.

Тож, будь-яка сукупність організмів і неорганічних компонентів, у якій може здійснюватися колообіг речовин, – це екосистема. Її цілісність і функціональна стійкість забезпечується чисельністю, різноманітністю видового складу біоценозу та багатогранністю взаємодії між ними.



1. Охарактеризуйте популяцію як біологічну систему.
2. Чому біоценоз – це біологічна система?
3. Яка функціональна роль продуцентів, консументів та редуцентів у біоценозі? Наведіть приклади таких організмів.
4. Порівняйте поняття екологічної системи та біогеоценозу.
5. Охарактеризуйте різні типи сукцесій (первинна, вторинна, деградаційна).



1. Охарактеризуйте біотичний потенціал виду. Чому в природних умовах він ніколи не реалізується повністю?
2. Охарактеризуйте параметри, які забезпечують цілісність і функціональну стійкість екосистеми.
3. Чим зумовлене формування бічних харчових ланцюгів у трофічних сітках біоценозу?
4. Застосовуючи правило Гаузе, доведіть, що два види не можуть займати одну і ту ж екологічну нішу.

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 2. ПРИКЛАДНА ЕКОЛОГІЯ



ТЕМА 4

АНТРОПОГЕННИЙ ВПЛИВ НА БІОСФЕРУ

Мета: з'ясувати основні аспекти антропогенного впливу на навколишнє середовище та виділити фактори ризику для здоров'я людини.

1. Загальна характеристика антропогенного впливу.
2. Стан довкілля за дії основних галузей народного господарства.
3. Екологічна безпека людини.

1. Загальна характеристика антропогенного впливу

Антропогенний вплив – це будь-який вплив, який здійснює людина на навколишнє середовище та його ресурси.

Вплив людини на навколишнє середовище за своєю природою, інтенсивністю, тривалістю дії досить різноманітний; він може бути постійним чи періодичним, ледве помітним чи катастрофічним, свідомим (людина виводить нові високопродуктивні сорти рослин, породи тварин, усуває шкідливі види тощо), стихійним (хижацьке винищення окремих видів, розселення рослин і тварин у нові райони та ін.), випадковим (розповсюдження насіння бур'янів чи тварин, наприклад завезення з Північної Америки колорадського жука, з Європи іспанського слимака тощо). Крім того, виділяють антропогенний вплив *за характером впливу* (споживання природних ресурсів і забруднення), *за тривалістю дії* (короточасний,

довготривалий і постійний), *за рівнем впливу* (локальний, регіональний, державний, континентальний, глобальний), *за способом впливу* (прямий і опосередкований або непрямий), *за технологічними особливостями джерела впливу* (аграрний, комунальний, транспортний, промисловий).

2. Стан довкілля за дії основних галузей виробництва

Навколишнє середовище зазнає постійного впливу внаслідок діяльності таких галузей народного господарства: *промислова, аграрна, комунальна, транспортна.*

Промисловість нині – одне з основних джерел антропогенного забруднення. Серед промислових об'єктів найбільший внесок належить підприємствам енергетичної галузі – це ТЕС, ГЕС, АЕС, котельні, промисловим об'єктам металургійної, нафтопереробної, хімічної та целюлозно-паперової промисловості, заводам будівельної індустрії.

Аграрне виробництво – одна з найважливіших галузей матеріального виробництва, яка забезпечує людей продуктами харчування, а багато галузей промисловості – сировиною. Сучасне аграрне виробництво багатогалузеве – рілляництво, садівництво, тваринництво, кожне з яких класифікується за багатьма напрямками. Зазначені галузі характеризуються широким використанням сільськогосподарської та універсальної техніки, хімічних препаратів, біологічних технологій.

Під впливом аграрної діяльності стан ґрунту постійно погіршується через часткові втрати нагромаджених органічних речовин або порушення структури, тобто спостерігається **деградація ґрунту**. За даними ООН, деградація ґрунту відбувається внаслідок водної ерозії (56 %), вітрової ерозії (28 %), хімічної деградації (12 %), фізичної деградації (4 %).

Руйнування ґрунту настає під впливом природних та антропогенних чинників. Головні фактори, які зумовлюють природну (геологічну ерозію): опади, вітер, крутизна схилу, температурні коливання, фізичні властивості порід, часткове підняття земної кори і землетруси.

Антропогенна (прискорена ерозія) пов'язана з екстенсивним веденням господарства: 1) безконтрольне вирубування лісів – ліс затримує талу та дощову воду, яка поступово всмоктується ґрунтом і перешкоджає утворенню поверхневого стоку (відомо, що 10 тис. га лісу утримує до 500 м³ води); 2) перевипас худоби; 3) неправильний обробіток ґрунту – розорювання легкоеродованих ґрунтів, неправильне розорювання схилів та введення монокультур, які надзвичайно слабо захищають ґрунти.

Хімічна деградація ґрунтів спостерігається через застосування мінеральних добрив, пестицидів, стимуляторів та інгібіторів росту тощо.

Пестициди – (від грец. *pestis* – зараза і *cido* – вбивати) – це загальноновживана назва отрутохімікатів, які використовуються в с/г для захисту рослин і тварин. Це такі, як: *інсектициди* – хімічні препарати, використовувані для боротьби зі шкідливими комахами; *фунгіциди* (з паразитуючими грибами); *гербіциди* (з бур'янами); *акарициди* (з кліщами); *арборициди* (з небажаною деревною та кущовою рослинністю); *бактерициди* (з бактеріями та бактеріальними захворюваннями); *зооциди* (із шкідниками хребетними, переважно гризунами); *нематоциди* (із круглими червами-нематодами).

Крім того, до пестицидів належить чимало інших препаратів, які застосовуються з різною метою: *репеленти* – для відлякування комах, гризунів та інших тварин; *десиканти* – для висушування рослин на кореню; *дефоліанти* – для видалення листя, наприклад, під час збору бавовни; *дефлоранти* – для видалення надлишкових квітів і зав'язі рослин; *регулятори росту* – для регулювання росту та розвитку рослин).

Фізична деградація ґрунтів спостерігається у разі втрати фізичних властивостей (наприклад, багаторазовий обробіток ґрунтів із використанням потужної техніки).

Комунальне господарство – це комплекс підприємств, служб і господарств, які задовольняють комунально-побутові потреби населення міст і поселень. Це житлове й енергетичне господарство, громадський пасажирський транспорт, система водопостачання та каналізації, підприємства санітарного очищення міських територій і переробки сміття, об'єкти благоустрою населених пунктів (дороги, мости, зелені насадження, вуличне освітлення тощо).

Урбанізація (переселення сільського населення в селища міського типу чи міста) – це частина сучасного процесу економічного розвитку. Відомо, що у 2000 році близько половини населення Землі проживала в містах. Підраховано, що до 2025 року слаборозвинені країни можуть досягти 57 % урбанізації. Водночас, у високорозвинених країнах урбанізація становить 73 %, однак до 2025 року може сягнути 84 %. Тобто явище урбанізації поглиблює проблеми комунального господарства, такі як проблема дефіциту прісної води, *нераціонального використання води та видалення твердих побутових відходів (ТПВ).*

Транспорт – один із основних джерел забруднення атмосфери. У відпрацьованих газах, які викидаються автомобілями, виявлено до 280 різних шкідливих речовин, серед яких: бензопірени, оксиди нітрогену, Плюмбум, Ртуть, альдегіди, окиси карбону та сульфур, сажа, вуглеводні тощо. Автотранспорт потребує в 6,5 разу більше палива, ніж залізничний і в 5 разів більше, ніж водний на перевезення одного і того ж вантажу.

3. Екологічна безпека людини

Людство впливає на довкілля постійно, численно, різноманітно, а це створює загрозу для існування самої



людини та викликає необхідність турбуватися про власну *екологічну безпеку*.

Поняття «екологічна безпека» неоднозначне. З одного боку – це така діяльність людини, яка не спричинює ризик для довкілля. Користуються цим поняттям якщо мають на увазі природоохоронну діяльність, заходи із запобігання забрудненню, аваріям тощо.

З іншого боку, екологічна безпека – це такий стан людини, коли природні та техногенні процеси не чинять негативного впливу на здоров'я та її психоемоційний стан, що пов'язано із залежністю здоров'я людини від факторів і компонентів зовнішнього середовища від початку ембріонального зародження до кінця свого життя (повітрям, водою, продуктами харчування).

Здоров'я (за визначенням Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ)) – це стан повного фізичного, духовного і соціального добробуту і відсутність захворювань або фізичних дефектів. Негативно впливають на здоров'я людини різноманітні фактори навколишнього середовища, серед них хімічні речовини, які становлять велику небезпеку для здоров'я і життя людини.

Виділяють 5 груп небезпечних речовин (рис. 12).

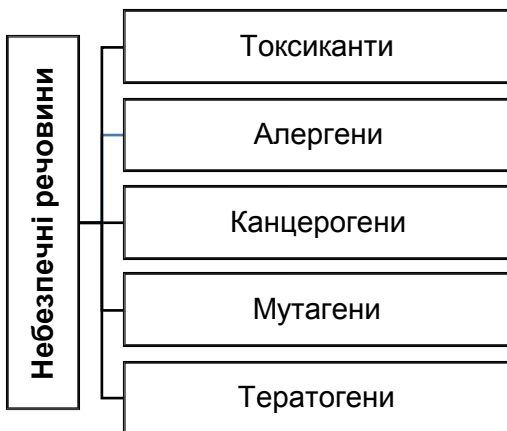


Рис. 12. Класифікація небезпечних речовин

Токсиканти – речовини, які в небезпечних концентраціях викликають отруєння (токсикози). Це фітотоксини (наприклад рицин, стрихнін, атропін), зоотоксини (наприклад бджолина отрута), речовини неорганічного й органічного природного (чадний газ, важкі метали, нітрати; органічні розчинники) та синтетичного (пестициди, отруйні речовини) походження.

Алергени – фактори, які викликають алергічні реакції (алергії). Це шерсть тварин, пір'я, лікарські засоби, продукти харчування, численні речовини природного та штучного походження, побутова хімія тощо. Унаслідок контакту з алергеном знижується імунітет організму, спостерігається нежить, сльозотеча, кон'юнктивіт, зуд, почервоніння, набряк, сухий кашель. У людини можуть розвинути різні захворювання: дерматити (запалення шкіри), бронхіальна астма, сінна пропасниця, ураження слизових оболонок внутрішніх органів тощо.

Канцерогени – речовини, які призводять до розвитку злоякісних пухлин, котрі необмежено ростуть, не контролюються гормональною та нервовою системами, здатні утворювати метастази – нові пухлини на здорових тканинах – і здебільшого призводять до летального кінця. За результатами оцінки експертів Міжнародного агентства з вивчення раку, розвиток майже 70–80 % усіх злоякісних новоутворень зумовлено впливом канцерогенних факторів навколишнього середовища. Згідно з прогнозами ВООЗ – смертність від раку до 2030 року зросте на 45 % порівняно із рівнем у 2007 році. Канцерогенні властивості мають фізичні фактори, такі як: різні види випромінювання, радіонукліди. Ріст пухлин можуть викликати хімічні речовини, зокрема бензопірен, бензол, фенольні сполуки, вінілхлорид, сажа, смоли, тощо. Певну роль у розвитку пухлин мають біологічні фактори, як-от: кишкова мікрофлора, яка може сприяти синтезу нітрозосполук і стимулювати розвиток пухлин.

Мутагени – фактори, що здатні викликати генні чи хромосомні мутації. Розрізняють *фізичні мутагени*

(наприклад, іонізуюче (гамма-промені, рентгенівські), ультрафіолетове випромінювання, радіоактивний розпад), *хімічні* (пестициди, деякі харчові добавки, органічні розчинники), *біологічні* (деякі віруси, наприклад кору, віспи, грипу).

Тератогени – фактори, які спричиняють порушення нормального розвитку плоду під час вагітності і призводять до уроджених аномалій.

До тератогенів належить багато факторів різної природи. Відомо, що окремі віруси можуть викликати розвиток вад у плоду. Так, якщо вагітна жінка хворіла на краснуху у ранній період, то висока ймовірність народження дітей з катарактою, вадами слуху та серцевими хворобами.

Алкоголь та тютюн теж мають тератогенні властивості. Якщо вагітна вживає алкоголь, то у народжених дітей може спостерігатися відставання у фізичному та розумовому розвитку. У жінки, яка палить чи навіть пасивно вдихає тютюновий дим, нікотин нагромаджується та концентрується в яйцеклітині, тому новонароджені мають меншу вагу, ніж якщо жінка не палить.

Крім небезпечних факторів навколишнього середовища, які можуть викликати цілий ряд захворювань людини, виділяють речовини, які є причиною забруднення сучасних житлових приміщень. Відомо, що на один випадок отруєння з вимушеним звертанням до лікарів на робочому місці припадає п'ятдесят отруєнь у домашніх умовах. Тому існує проблема забруднення атмосфери жител і приміщень.

Фахівці підраховали: в наших домівках трапляється понад 60000 небезпечних субстанцій (рідких, твердих і газоподібних): лаки, фарби, розчинники, лікарські препарати, засоби для боротьби із гризунами та комахами. Подекуди вони зберігаються у великій кількості, що може призвести до гострих отруєнь і смертельних випадків.

Від стану навколишнього середовища залежить якість та склад продуктів харчування. Відомо, що у 80 % випадків в організм людини чужорідні речовини (ксенобіотики) проникають саме аліментарно, тобто з продуктами харчування та водою.

Отже, розвиток біосфери відбувається під впливом наростаючого антропопресингу, який змінює довкілля та впливає на здоров'я людини.



1. Які основні аспекти негативного впливу аграрного виробництва на довкілля?
2. Охарактеризуйте вплив комунального господарства на довкілля.
3. Опишіть вплив автотранспорту на стан навколишнього середовища.
4. Чому вплив промислових підприємств вважають найбільш значним негативним впливом на довкілля?
5. Опишіть групи речовин, найнегативніші для здоров'я людини.



1. У чому полягає небезпека ядерної енергетики?
2. Порівняйте переваги та недоліки ГЕС і ТЕС.
3. Поясніть, чому дитячий організм особливо чутливий до факторів навколишнього середовища?
4. Що таке екозалежні хвороби людини? Наведіть приклади факторів довкілля, які до них призводять.



ТЕМА 5

ГЛОБАЛЬНІ ЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ СЬОГОДЕННЯ ТА СПОСОБИ ЇХ ПОДОЛАННЯ

Мета: ознайомитися із основними глобальними екологічними проблемами сьогодення та навести можливі способи їх подолання.

1. Парниковий ефект: причини, механізм, наслідки, способи подолання.
2. Причини та наслідки руйнування озонового шару.
3. Джерела, причини, наслідки кислотних опадів.

В останні десятиліття людство зіткнулося з цілою низкою екологічних проблем, які виходять за межі окремих територій, держав і, навіть, континентів. Саме такі проблеми, коли біосфера не в змозі задовольняти зростаючі потреби людського суспільства чи нейтралізувати наслідки дій, прийнято називати *глобальними екологічними проблемами*. Серед них глобальне потепління, руйнування озонового шару, випадіння кислотних опадів, забруднення всіх геосфер Землі, виснаження природних ресурсів, демографічні проблеми (демографічна криза і демографічний вибух, зменшення біологічного різноманіття та стійкості екосистем, поява чужорідних інвазійних видів в екосистемі, накопичення відходів різних типів і класів небезпеки.

1. Парниковий ефект: причини, механізм, наслідки, способи подолання

В останні роки відбувається нагрівання планети, відоме під назвою **парникового ефекту**. Суть парникового ефекту (рис. 13) полягає у тому, що Земля, отримуючи енергію Сонця, сама випромінює в космічний простір

переважно інфрачервоні промені, оскільки вона – набагато холодніше тіло. Але багато газів, які знаходяться в атмосфері – водяна пара, вуглекислий газ (CO_2), метан (CH_4), озон (O_3), оксиди нітрогену (N_2O , N_2O_3) та інші – прозорі для видимих променів, але активно поглинають інфрачервоні, утримуючи тим самим в атмосфері частину тепла, яку ті повинні були б віддавати в космос.

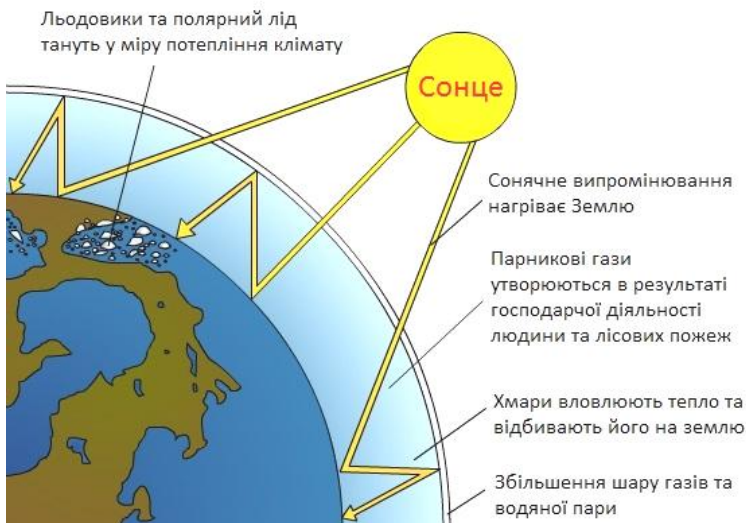


Рис. 13. Механізм парникового ефекту

У результаті, на поверхні Землі утримується температура на рівні, придатному для життя. При збільшенні концентрації вказані гази створюють ефект, який називається **парниковим**, а гази – **парниковими**. Парниковий ефект характерний не лише нашій планеті. Наслідки парникового ефекту також виявлені на Марсі, Венері та Титані – супутнику Сатурна. Це явище може відбуватися скрізь, де небесне тіло оточене атмосферою.

Нині Земля розігрівается значно швидше, ніж будь-коли в минулому. Так, підвищення температури на $0,7\text{--}0,8\text{ }^\circ\text{C}$ у природі відбувалося за тисячі років, а тепер – за 100! За останні 15 років середня температура змінювалася ще швидше – $0,3\text{--}0,4\text{ }^\circ\text{C}$.

Причини парникового ефекту – різні гази, які містяться в атмосфері Землі: вуглекислий газ (CO_2), метан (CH_4), озон (O_3), оксиди нітрогену (N_2O , N_2O_3), галогенпохідні алканів тощо, а також випаровування води. Більшість із цих газів увійшли до складу антропогенних викидів в атмосферу тільки у XX столітті, оскільки почали використовуватися як холодоагенти у холодильниках, в аерозольних розпилювачах як розчинники, а також при виробництві пластмас.

Водяна пара – один із найважливіших парникових газів. Але ми її такою не сприймаємо. Вона усюди є в природі. Вона невидима. Діяльність людини не впливає на неї безпосередньо, але існують важливі непрямі зв'язки. Потепління, яке відбувається через дію інших парникових газів, збільшує випаровування та призводить до підвищення кількості водяної пари в атмосфері. Це також може збільшити потепління.

У земній атмосфері парникові гази діють як скло в парнику: пропускають сонячне світло, але затримують тепло розігрітої Сонцем поверхні Землі.

У чому ж небезпека парникового ефекту? Як свідчать розрахунки, підвищення середньої річної температури Землі на $2,5^\circ\text{C}$ викличе зміни таких критично важливих змінних величин, як опади, вітер, шар хмар, а також розміри полярних крижаних шапок. Внутрішні райони континентів стануть сухішими, а узбережжя – вологішими, зими – коротшими й теплішими, а літо – тривалішим і жаркішим. Основні кліматичні зони в Північній півкулі змістяться на північ приблизно на 400 км. Це викличе потепління в зоні тундри, танення шару вічної мерзлоти у високих широтах.

Найзначніші для людства два наслідки парникового ефекту:

- значне збільшення посушливості в середніх широтах, тобто в основних зернових районах (Україна, чорноземна зона Росії, Кубань, «зернові» штати США). Клімат стане напівпустельним і врожаї зерна різко скоротяться;

- підйом рівня Світового океану на 0,2–0,5 м. Це викличе затоплення багатьох прибережних ділянок, де живуть мільйони людей, розташована велика кількість міст, портів тощо.

Для обмеження зростання викидів парникових газів у атмосферу на Всесвітній конференції ООН у місті Кіото (Японія) в грудні 1997 року ухвалено рішення про квотування викидів (*Кіотський протокол*). Фактично Кіотський протокол розподіляє дозволи на викиди, встановлюючи об'єми CO₂, порівняно з 1990 роком. У разі меншої кількості викидів країні дозволяється продавати одиниці іншим учасникам Кіотського процесу.

У 2007 році Європейський Союз (ЄС) розробив стратегію щодо заходів боротьби зі змінами клімату до 2020 року. У цьому документі визначені як внутрішньо-європейські цілі (наприклад, зобов'язання щодо скорочення викидів парникових газів і проведення політичних заходів із кліматичних питань), так і міжнародні (міжнародна угода після Кіотського протоколу). ЄС прийняв рішення про зниження викидів парникових газів на 20 % до 2020 року від рівня 1990 року всередині ЄС незалежно до рішень у рамках Кіотського протоколу та Рамкової конвенції ООН зі зміни клімату.

Наступним документом у межах Рамкової конвенції ООН про зміну клімату стала Паризька угода щодо регулювання заходів зі зменшення викидів вуглекислого газу з 2020 року. Україна підписала Паризьку угоду цієї Конвенції 22 квітня 2016 року у м. Нью-Йорку. США вийшли із Паризької кліматичної угоди, проте новообраний президент Джо Байден обіцяє повернути країну до цього документа.

2. Причини та наслідки руйнування озонового шару

Ще одна глобальна проблема сьогодення пов'язана зі змінами у складі атмосфери – проблема руйнування озонового шару або появи **озонових дір**.



Озоновий шар атмосфери (тут повітря містить підвищену кількість озону (O_3), розташований на висоті 20–55 км захищає живі організми від згубної дії короткохвильового ультрафіолетового (УФ) випромінювання Сонця. Вперше озон виявлений у 1785 році голландським фізиком Ван Марумом. У 1850 році визначена висока активність озону як окислювача і здатність ого приєднуватися до подвійних зв'язків у реакціях із багатьма органічними сполуками. Обидві ці властивості озону в подальшому знайшли широке практичне застосування.

Відомо, що необхідна для життя на Землі енергія Сонця надходить у вигляді різного випромінювання, серед якого УФ-випромінювання має найбільшу енергію та високу фізіологічну активність (може призводити до розриву молекул білків, виникнення мутацій тощо).

Найзгубнішими для озонового шару виявилися так звані *фреони* — сполуки з одночасним вмістом і Флуору, і Хлору (насамперед $CFCl_3$ і CF_2Cl_2 , які масово використовувалися в холодильних машинах та аерозольних балонах). У нижніх шарах атмосфери вони нешкідливі, бо хімічно досить-таки інертні. Діставшись до стратосфери і поглинувши один ультрафіолетовий фотон, розпадаються, звільняючи атоми Флуору і Хлору. Кожен з останніх, до свого вимивання вниз у формі сполуки з Гідрогену (кислоти), встигає каталітичним способом розкласти десятки тисяч молекул озону.

Озонова діра діаметром понад 1000 км уперше відкрита 1985 року в Південній півкулі над Антарктидою групою вчених Британської антарктичної експедиції Джо Фарманом, Браяном Гардінером і Джоном Шенкліном. Вона з'являлася у серпні й до середини зими зникала. Завдяки глобальній боротьбі з викидами фреонів (Монреальський протокол), антарктична озонова діра з 1989 року стабільно зменшується на 0,8 %, що виведе локальний рівень атмосферного озону на показники 1980 року приблизно до 2075 року. Над Північною півкулею в Арктиці утворювалася інша діра, значно менших розмірів. Насправді, рівень озону падає всюди, не лише над

Антарктидою. Це показують результати довготривалих вимірювань концентрації в різних точках планети.

Процес зменшення концентрації озону невинно триває. Як показали супутникові спостереження, за останні 15 років УФ-випромінювання на поверхні Землі зросло більш ніж на 10 %, а в районах Антарктиди – більш ніж на 40 %. Це призводить до збільшення частоти раку шкіри, катаракти, зниження імунітету, інфекційних захворювань у людей і тварин. За даними ВООЗ, зниження концентрації стратосферного озону лише на 1 % призвело до появи додаткових 150 тисяч випадків сліпоти від катаракти, а хворих на рак шкіри стало на 2,6 % більше.

Для запобігання подальшому руйнуванню озонового шару атмосфери уряди багатьох країн підписали в 1985 році у Відні (Австрія) Конвенцію про охорону атмосферного озону, а 1 січня 1987 року 56 країн уклали Монреальський протокол. У цьому міжнародно-правовому документі міститься перелік речовин, які руйнують озоновий шар, і продуктів, у яких містяться такі речовини. До таких продуктів належать кондиціонери в легкових і вантажних автомобілях, холодильники, морозильні камери, льодогенератори, кондиціонери, аерозольні продукти, фторполімери. В протоколі закріплюється принцип обмеження вироблення та споживання речовин, які руйнують озоновий шар, визначається сфера використання речовин, наявним є заохочення держав до використання та розвитку альтернативних і менш шкідливих речовин і технологій.

Відповідно до постанови Європейської Комісії (№ 2037, 2000 р.) щодо захисту навколишнього середовища і, зокрема, озонового шару країни-члени ЄС повинні інформувати про вжиті заходи стосовно контролю у сфері поводження зі шкідливими речовинами, типу фторхлор-вуглеводневих (ФХВВ) та інших газів із подібним негативним впливом на озон.

3. Джерела, причини, наслідки кислотних опадів

Шкідливо діють на біосферу **кислотні опади** – це будь-які опади (дощ, сніг, туман тощо), значення рН (водневий показник) яких становить менш ніж 5,6. Нормальне рН у чистих дощах рівне 6,6. Термін «кислотний дощ» уперше застосував англійський хімік Р. Сміт, який ще у ХІХ ст. описав забруднення атмосфери в м. Манчестер.

У 70-х роках минулого сторіччя у річках і озерах скандинавських країн почала зникати риба, сніг у горах був сірого кольору, листя з дерев швидко опадало. Дуже скоро ті ж самі процеси помітили у США, Канаді, Західній Європі. У Німеччині, наприклад, постраждало 30 %, а місцями – 50 % лісів. І все це відбувалося далеко від великих міст і промислових центрів. З'ясувалося, що причина усього цього – саме кислотні дощі. Ґрунт, звичайно, теж страждає від них: знижується продуктивність ґрунту, змінюється склад поживних речовин і ґрунтових мікроорганізмів. Унаслідок випадіння кислотних дощів на великих площах висихають ліси. Кислота збільшує рухливість у ґрунті алюмінію, токсичного для дрібних коренів, що призводить до пригнічення росту листя і хвої, крихкості гілок. Особливо страждають хвойні дерева – вони жовтіють, проріджуються крони, пошкоджується дрібне коріння. А у листяних дерев змінюється колір листя, воно передчасно опадає.

Причина утворення кислотних опадів – оксиди сульфуру й нітрогену, які потрапляють в атмосферу, окиснюються і, сполучаючись із водою, утворюють туманоподібні краплини сульфатної та нітратної кислот, котрі, переносячись вітрами на значні відстані, згодом випадають з опадами з кислою реакцією (рис. 14).

Речовини-забруднювачі *первинні* – це ті, які потрапили в довкілля безпосередньо зі джерел забруднення, а *вторинні* утворюються з первинних через біогенні й абіогенні трансформації.

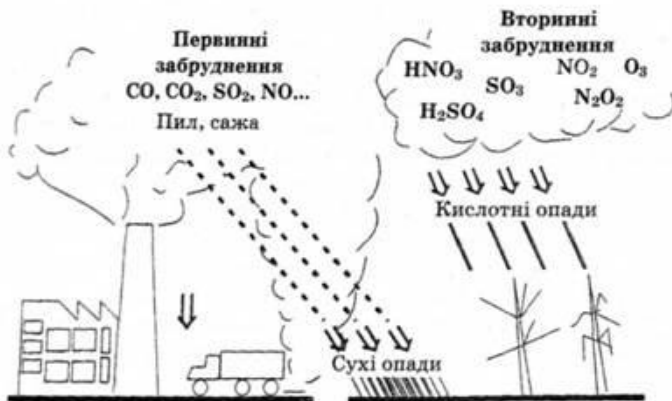


Рис. 14. Механізм утворення кислотних опадів

Кислотні опади мають усебічний негативний вплив на людину та біосферу:

- отруєння водойм, загибель гідробіонтів;
- пошкодження зелених рослин (як наслідок, урожайність багатьох сільськогосподарських культур знижується на 3–8 %);
- ослаблення та знищення лісів (особливо чутливі до дії кислотних дощів кедр, бук, тис), що в гірських районах зумовлює збільшення зсувів і селів;
- деградацію ґрунтів (кислотні опади спричиняють вимивання з ґрунту кальцію, калію, магнію);
- подразнення очей, захворювання дихальних шляхів;
- прискорення руйнування пам'яників архітектури, інших споруд, особливо оздоблених мармуром, вапняком.

Кислотні опади спостерігаються не тільки у великих містах по всьому світу, але й у віддалених регіонах. Утворюються над містами токсичні речовини переносяться разом із повітряними масами на великі відстані. Звичайно, їх концентрація зменшується, оскільки відбувається розсіювання забруднювальних частинок, але вони все одно потрапляють на землю разом із опадами. Через транскордонне перенесення повітряних мас страждають

сусідні країни, що нерідко служить причиною взаємних претензій і конфліктів. Наприклад, скандинавські країни, такі як Швеція та Норвегія, є заручниками свого географічного положення, тому що саме до них разом із переважаючими західними вітрами потрапляє значна кількість оксидів нітрогену і сульфуру, які виробляються на території Великої Британії, Франції та Німеччини. У країнах Північної Європи часто випадають кислотні опади, які потрапляють із Західної Європи. Канада також страждає від кислотних опадів, причина виникнення яких – повітряні маси із США. Саме тому навіть аграрні країни, які не роблять значний внесок у забруднення атмосфери, можуть постраждати від кислотних опадів.

Найчастіше кислотні дощі спостерігаються після тривалого періоду спекотної і сухої погоди. Тобто типові літні грози і зливи, які приходять на зміну палючому сонцю і тривалому періоду ясної погоди, якраз і містять високу кількість агресивних кислот. Кислотні дощі можуть утворитися і внаслідок природних причин, без безпосередньої участі людини. Наприклад, такі опади спостерігаються після виверження вулканів, коли повітря насичене сполуками сульфуру. Але вплив природних джерел значно нижчий, ніж від антропогенної діяльності.



1. Опишіть причини та наслідки парникового ефекту.
2. Наведіть шляхи розв'язання проблеми парникового ефекту.
3. Чим зумовлена поява озонових дір? Які наслідки та способи подолання цієї глобальної екологічної проблеми?
4. Яка причина появи та наслідки дії кислотних опадів?



1. Яких заходів уживають сьогодні міжнародна спільнота й уряди окремих держав для подолання глобальних екологічних проблем?
2. Яка роль України у вирішенні глобальних екологічних проблем?



ТЕМА 6

БІОЕНЕРГЕТИКА: СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ

Мета: виділити перспективи біоенергетики як одного зі способів енергонезалежності України та можливість подолання екологічних проблем.

1. Основні джерела біомаси та види біопалива.
2. Методи отримання палива з біомаси.
3. Розвиток біоенергетики у світі й Україні.

1. Основні джерела біомаси та види біопалива

Нині спостерігаємо різноспрямовані глобальні негативні тенденції, а саме: клімат змінюється, запаси вугілля, нафти та газу зменшуються, кількість населення на планеті постійно зростає, енергоресурсів споживається чимраз більше. Тому виникла ситуація, яка потребує розвитку та використання джерел відновлюваної енергії, а особливо біоенергії.

Біоенергетика – галузь енергетики, основана на використанні енергії з біопалива, яке виробляють з біомаси.

Тлумачення терміна «біомаса» наведено в Законах України «Про електроенергетику», «Про альтернативні види палива» та інших нормативних актах, проте вони не відповідають міжнародним вимогам. Згідно із Директивою Європейського Парламенту та Ради 2009/28/ ЄС від 23 квітня 2009 р. про заохочення до використання енергії, виробленої з відновлюваних джерел: «біомаса – це частина продуктів, яка підлягає біологічному розкладанню, відходи та залишки біологічного походження, отримані з сільського господарства (враховуючи речовини рослинного та тваринного походження), лісового господарства та суміжних галузей, враховуючи рибальство та аквакультуру, а також частина промислових і міських відходів, яка

підлягає біологічному розкладанню». Тобто основні ознаки біомаси – біорозкладання (можливість біологічного розкладання) і рослинне та тваринне походження.

Біомаса, яка вирощується регулярно, а її використання, як джерела енергії не супроводжується зменшенням кількості зелених насаджень у регіоні, визнається *відновлювальним ресурсом* і належить до екологічно нейтральних (має нульовий баланс викидів вуглекислого газу). Тобто при спалюванні біопалива в атмосферу повертається CO_2 , який раніше поглинався рослинами у період росту, тому вуглецевий баланс викидів планети залишається незмінним.

Основні джерела біомаси для використання в енергетичних цілях поділяють на первинні та вторинні (відходи). *Первинні джерела* – біомаса дерев, чагарників, деяких багаторічних трав, водоростей. Для цих цілей створюють спеціальні «енергетичні плантації» швидкозростаючих у природних умовах *енергетичних культур*: верби, тополі, тростини, кукурудзи, вівса, сорго, міскантусу, свічграсу та інших. Ці рослини використовують безпосередньо як біопаливо в енергетичних установках теплових електростанцій, в котельнях тощо.

До *вторинних джерел* належать – відходи лісової, деревообробної та целюлозно-паперової промисловості; – сільськогосподарські відходи – залишки первинної біомаси (солома, лушпиння зернових культур, макуха олійних культур) і відходи тваринництва, птахівництва (гній, послід); – промислові рідкі відходи промислових виробництв (харчова промисловість, цукрова промисловість, виноробство тощо); – муніципальні відходи міських очисних споруд і звалищ.

Біопаливо – це тверде, рідке або газоподібне паливо, яке отримують з біомаси термохімічним або біологічним способом.

До **твердого палива** належать: дрова, паливні гранули та брикети, зокрема пелети – пресовані вироби з деревних відходів (тирси, тріски, кори, некондиційної деревини, по-

рубкових залишків), соломи, відходів сільського господарства (лушпиння соняшника, горіхова шкаралупа, гній) тощо.

Основні **види рідкого біопалива** – це біоетанол (C_2H_5OH) (який отримують в процесі переробки рослинної сировини, зокрема цукрової тростини або кукурудзи), біометанол (CH_3OH), біобутанол (C_4H_9OH – бутиловий спирт), диметилловий ефір (C_2H_6O), який виробляють із відходів целюлозопаперового виробництва), а також біодизель – паливо на основі жирів тваринного та рослинного походження (наприклад, отримані з насіння олійних культур: соя, соняшник, ріпак), а також продуктів їх етерифікації (реакція утворення складних ефірів при взаємодії кислот і спиртів). Для підвищення октанового числа використовується паливний етанол (етилловий спирт) як 8–20 % добавка до звичайних бензинів.

До **газоподібного біопалива належать** біогаз і біоводень. Біогаз – це продукт анаеробного зброджування органічних відходів, який представляє собою суміш метану та вуглекислого газу. Біоводень – водень, отриманий з біомаси термохімічними, біохімічними методами або біофотолізом (фоторозкладання води на водень і кисень за участю мікробіологічних систем).

Окрім цього, біопаливо поділяють на паливо першого, другого та третього покоління. **Біопаливо першого покоління** – це моторне біопаливо, яке виробляється з будь-якої сільськогосподарської сировини із застосуванням традиційних технологій (кукурудза, пшениця, олійні культури тощо). До цього виду палива належать біоетанол (виробляється з цукрової тростини, кукурудзи, пшениці тощо), біодизель (отримується з олійних культур – сої, ріпаку, пальми, соняшнику), біобутанол, біометанол, диметилловий ефір.

Біопаливо другого покоління виробляється з харчової сировини (відпрацьовані жири і рослинні масла, біомаса дерев і рослин) та з неїстівних культур і відходів виробництва, переважно целюлозних. Технологічно виробництво біопалива другого покоління – це процес отримання палива за допомогою переробки целюлози і лігніну, які містяться в деревній або волокнистій біомасі.

Основні переваги біопалива 2-го покоління порівняно з біопаливом 1-го покоління – це різноманітність біологічної маси, придатної для переробки; вища ефективність виробництва – в середньому на 30–40 %; значне скорочення викидів деяких видів парникових газів у процесі використання біопального може досягати 90 % (біопальне 1-го покоління – до 50 %).

Біопаливо третього покоління – сучасна технологія виробництва біопалива з водоростей. Сировину використовують для виробництва метану (анаеробним зброджуванням) або для отримання етанолу (бродинням). При переробці водоростей отримують у 3,5 разу більше палива, ніж із пальмової олії, у 5 разів більше, ніж із цукрового очерету, у 8 разів більше, ніж із кукурудзи, і в 40 разів більше, ніж із сої. Корпорацією *Green Fuel Technologies* (США) розроблено технологію вирощування водоростей на викидах ТЕЦ: гази, які містять CO_2 , пропускають через біореактор, водорості використовують CO_2 і активно ростуть і розмножуються. У результаті такого технологічного процесу отримують спирти, біодизель, високоякісний корм для тварин, при цьому значно знижуються викиди шкідливих газів: NO_2 – до 86 % і CO_2 – до 40 %.

2. Методи отримання палива з біомаси

Залежно від вологості біомаса переробляється термохімічними або біологічними способами (рис. 15). Біомаса з низькою вологістю (сільськогосподарські та міські тверді відходи) переробляється термохімічними процесами: прямим спалюванням, газифікацією піролізом, зрідженням, гідролізом. Після цього отримують водяну пару, електроенергію, паливний газ, водень (метанол), рідке паливо, газ, деревне вугілля.

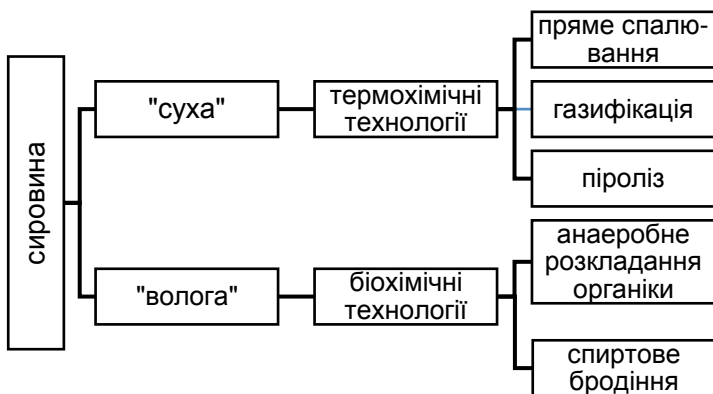


Рис. 15. Технології перетворення різних типів сировини

Біомаса з високою вологістю (стічні води, побутові відходи, продукти гідролізу органічних залишків) переробляється біологічними процесами: анаеробна переробка, етанольна ферментація, ацетонобутанольна ферментація. В результаті цих процесів отримують біогаз, органічні кислоти, етанол, ацетон, бутанол.

Пряме спалювання – одне із найпоширеніше застосовуваних методів переробки біомаси (деревини і деревних відходів, соломи, міських твердих відходів тощо). Зола після спалювання біомаси можна використовувати як добриво.

Газифікація – процес спалювання біопалива при температурі 800–1500 °С за наявності повітря або кисню і води з отриманням синтез-газу або генераторного газу з теплотою згоряння від 10000 до 16700 кДж/м³.

Синтез-газ – газова суміш, яка містить різну кількість монооксиду вуглецю і водню, а також малу кількість діоксиду вуглецю. Склад одержуваних при газифікації газів залежить від природи застосовуваної сировини, типу окислювача, температури процесу і тиску. Паливний газ може бути безпосередньо використаний у котельнях, випалювальних печах і різного виду топках, а після

охолодження, очищення й осушення – як паливо в двигунах внутрішнього згорання.

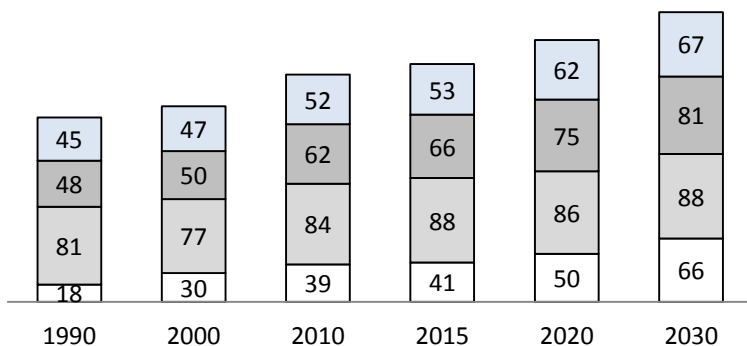
Піроліз біомаси здійснюється при її нагріванні без кисню з утворенням рідкого палива, газів і деревного вугілля. Вихід продуктів піролізу залежить від умов проведення процесу і типу сировини.

Анаеробне розкладання органіки – спосіб перетворення біомаси без доступу повітря за участю бактерій, при якому одержують біогаз у вигляді суміші вуглекислого газу і метану, причому на частку останнього може припадати до 70 %.

Спиртове бродіння – це анаеробний процес розкладання вуглеводів біомаси на етиловий спирт і вуглекислий газ. Основними збудниками спиртового бродіння є дріжджі. Етанол використовують як 25 %-на добавка до бензину. У Бразилії етанол отримують з цукрової тростини, в США – переважно з кукурудзи. Типове паливо, яке складається з бензину і спирту і не потребує переробки деяких вузлів двигуна – газохол Е10. Використання біопалива сприяє поліпшенню екологічних характеристик двигунів внутрішнього згорання: зі збільшенням вмісту етанолу у паливі знижується концентрація токсичних речовин (CO , NO_2 , SO_2 , CH_2O) у вихлопних газах.

3. Розвиток біоенергетики у світі й Україні

За прогнозами Міжнародного енергетичного агентства (МЕА; англ. *International Energy Agency*, IEA), до 2030 року потреба в енергоресурсах щороку зростатиме в середньому на 1,7 % і досягне 15,3 млрд т н. е. (нафтовий еквівалент, за класифікацією IEA 1 т н.е. становить 41,868 ГДж або 11,63 МВт/год). Вуглеводні види енергоносіїв залишаються головним джерелом енергії для країн ЄС. За оцінками Єврокомісії, середній показник імпортозалежності країн-членів ЄС у паливних ресурсах перевищує 50 % (рис. 16).



□ Тверді види палива □ Нафта □ Газ □ Середня величина

Рис. 16. Залежність країн-членів Європейського Союзу від імпорту органічних енергоносіїв, %

Наразі багато країн залежать від імпорту енергетичних ресурсів, ціни на енергоносії залишаються досить високими, необхідність проведення заходів, які б не впливали на зміну клімату – все це стимулює розвиток технологій і розширення використання біопалива.

Світова індустрія різних видів біопалива характеризується наявністю широкого спектра заходів законодавчого та нормативно-правового забезпечення розвитку біоенергетики, а також державних програм, спрямованих на збільшення виробництва біопального в окремих країнах світу. Зокрема, на частку Бразилії та США припадає 87 % світового виробництва біопалива, що зумовлено потужною державною підтримкою.

За оцінкою *IEA*, біоенергетика – вискоєфективний і перспективний вид енергетичного забезпечення, яка, крім того, ще й нешкідлива для навколишнього середовища. Технології отримання та використання біоенергетичних ресурсів відповідають вимогам Паризької кліматичної угоди (COP21) щодо захисту навколишнього середовища. Ключові фактори, які забезпечують стрімкий та стійкий темп розвитку біоенергетичної галузі протягом останніх

десятиліть – це: широке застосування державних програм щодо обмеження викидів парникових газів та захисту навколишнього середовища, скорочення запасів традиційних енергоресурсів при супутньому зростанні цін на енергоносії, вдосконалення технологічних ланцюжків, які підсилюють конкурентоспроможність біоенергетики.

IEA прогнозує зростання до 2030 р. попиту на первинну енергію з біомаси до 1827 млн т н.е., або 12 % від загального світового попиту на первинну енергію; світове виробництво біопалива продовжуватиме щороку зростати приблизно на 7 %. Інноваційні напрями біоенергетики: біопаливо, біогаз і тверді паливні пелети.

У країнах ЄС середньостатистичний показник використання біопалива для виробництва теплової енергії становить 15 %. Однак чимало країн значно випереджають загальноєвропейські показники. Зокрема, у Швеції 61 % тепла отримують на основі біопалива, в Австрії – 37 %, Данії – 35 %, Фінляндії – 32 %. Водночас, переважно для одержання теплової енергії, в країнах Європи використовують тверді види біопалива: пелети, паливні гранули тощо.

Сучасною біотехнологією є теплоелектроцентральною (ТЕЦ), яка працює на біопаливі, показники ефективності якої співставні з аналогічними показниками традиційної ТЕЦ, яка використовує викопні види палива. Електростанції, які працюють на біомасі, потужністю 10–50 МВт, забезпечують ККД 18–33 %, що дещо нижче від аналогічного ККД електростанцій на викопних енергоносіях. Наприклад, Китай активно переобладнує мало-ефективні діючі та буде нові електростанції, основним паливом яких є відходи, і насамперед – тверді комунальні відходи. Крім вироблення енергії, вони вирішують важливе соціальне завдання – очищення великих міст від відходів, а також сприяють зниженню викидів парникових газів у атмосферу.

Україна поки що енергозалежна держава, яка лише частково забезпечує себе енергоресурсами й імпортує майже 35 % викопних енергоносіїв. Це, переважно,

природний газ, нафтопродукти, кам'яне вугілля. Рівень витрат паливно-енергетичних ресурсів (ПЕР) на одиницю виробленого валового внутрішнього продукту (енергомісткість ВВП) України вдвічі перевищує середньосвітовий показник та втричі – середньо-європейський. Це зумовлено низкою причин: низькою ефективністю використання ПЕР у технологічних процесах, незадовільним станом інфраструктури, значними втратами під час перетворення, передавання та розподілення енергії, недостатньою ефективністю природоохоронних заходів.

На думку фахівців, Україна має значний потенціал розвитку відновлюваних джерел енергії (ВДЕ). Науковці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН розробили проект концепції розвитку біоенергетики в Україні на період до 2030 р. (рис. 17).

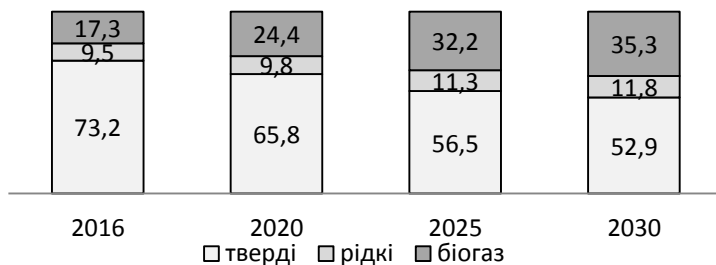


Рис. 17. Прогноз розвитку біоенергетики в Україні на період до 2030 (за видами палив), %

За даними Міжнародного агентства з відновлюваних джерел енергії (англ. *International Renewable Energy Agency*, IRENA), Україна може збільшити в 10 разів використання ВДЕ до 2030 року за рахунок свого потенціалу. Зокрема, Україна багата на окремі біоенергетичні ресурси, особливо такі, як деревна біомаса, відходи сільськогосподарського виробництва (солома, стебла і стержні кукурудзи, стебла і кошики соняшнику, лушпиння соняшнику, жом буряків цукрових і меляса, силос кукурудзи, гній тваринництва та послід птахівництва),

побутові відходи, стічні води та ін. Крім того, в Україні значні площі малопродуктивних для виробництва так званих маргінальних земель, які можна використовувати для вирощування таких біоенергетичних культур, як верба, міскантус, тополя, просо прутоподібне, сорго та ін. За своїми природними можливостями Україна здатна виробити – 49 млн т у.п. за рік. (у.п. – умовне паливо – одиниця обліку органічного палива, яка використовується для порівняння ефективності різних видів палива та їхнього сумарного обліку. $1 \text{ кг у.п.} = 7 \cdot 10^{-4} \text{ т н.е.}$). Економічний рівень оцінюється експертами у 20–25 млн т у.п.

Наразі відомо кілька успішних біоенергетичних, насамперед, біогазових проектів європейського рівня, зокрема у компаніях – «Астарта», «Гудвеллі Україна», «Екопрод», «Рокитне», «Славута», «Нива», «Дніпровська», «Гнідавський цукровий завод» та ін. Крупна аграрна компанія «Миронівський хлібопродукт» будує під Ладижином Вінницької області потужний біогазовий комплекс на 20 МВт/г, тощо.

Ухвалено багато нормативно-правових актів, які регулюють і стимулюють виробництво електроенергії з альтернативних джерел. Наразі державою гарантовано «зелений тариф», відповідно до курсу євро і купівлю електроенергії до 2030 р., вдвічі збільшено інвестиції у відновлювальні джерела енергії, відбувається заохочення приватних фермерських господарств щодо постачання енергії в агросектор та ін.

1 лютого 2011 року Україна набула статусу Договірної Сторони в Енергетичному Співтоваристві Південно-Східної Європи (*Energy Community*). Тому взяла на себе зобов'язання імплементувати до національного законодавства напрацьоване міжнародне нормативно-правове поле.

Проте неподоланих складних проблем в українській біоенергетиці значно більше.

Нерозвиненість матеріально-технічної бази біоенергетики, надто низькі темпи збільшення частки виробництва електроенергії з відновлювальних джерел.

У країні відчувається сильна протидія провідних енергетичних компаній і їх лобі застосуванню біологічних видів палива, особливо біоетанолу і біогазу, які становлять для них небезпечну конкуренцію. Недостатній ще обсяг державних і приватних інвестицій у біоенергетику, особливо в науково-технічну сферу. Найбільший недолік – величезна прірва між пропагандою значення біоенергетики, потенційними можливостями окремих біоенергетичних культур і видів палива і реальним втіленням цих можливостей у життя. Не подолані економічні проблеми біоенергетики.

Отже, в Україні є всі необхідні природні умови для прискореного розвитку біоенергетики, який гальмується з об'єктивних і суб'єктивних причин, основні з яких – розпорошеність сил і засобів, нечіткість стратегії розвитку виробництва біосировини, її переробки й ефективного використання, недосконалість нормативно-правового, науково-технічного та фінансового забезпечення.



1. Які джерела біомаси необхідно використовувати в біоенергетиці?
2. Які є види біомаси?
3. Наведіть основні технології використання біомаси для отримання енергії.
4. Охарактеризуйте розвиток біоенергетики у світі.
5. Опишіть сучасний стан та перспектив розвитку біоенергетики в Україні.



1. Доведіть перспективність використання енергетичних культур.
2. У чому перспективність біопалива третього покоління?
3. Наведіть приклади діючих успішних біоенергетичних проектів в Україні.



ТЕМА 7

Гарбологія – новий напрям екології

Мета: визначення сутності нового наукового напрямку «гарбологія».

1. Поняття «гарбологія», її становлення та завдання.
2. Класифікація відходів.
3. Основні способи поводження з відходами.

1. Поняття «гарбологія», її становлення та завдання

Сучасна людина збільшує обсяги споживання товарів і продукції в рази більше, ніж її предки, що призводить до зростання і кількості відходів. Щоб задовольнити потреби населення, потрібно більше використовувати природних ресурсів, а це призводить до утворення відходів, які негативно впливають на навколишнє середовище. Нині проблема забруднення відходами – це вже екологічна катастрофа глобального характеру, яку необхідно терміново подолати.

Гарбологія (від англ. *garbage* – сміття) або **сміттєлогія** – це окремий напрямок екології, який займається вивченням відходів і способів їх утилізації.

Вперше термін «гарбологія» використаний американським соціологом Вільямом Ресджі, який у 70-х роках минулого століття досліджував смаки та звички нью-йоркців, вивчаючи склад сміття. З часом гарбологія перетворилася на важливу наукову дисципліну, яка вирішує важливі екологічні питання.

Протягом 1995 – 2005 рр. гарбологія позиціонувалася як наука про склад, тобто морфологію сміття. Вивчення відходів людської діяльності дає змогу відстежити вподобання і вести статистику популярності того чи іншого товару. За складом відходів, як стверджує гарбологія,

можна з'ясувати, до якого типу економічного розвитку належить «країна-виробник». Зокрема, у складі сміття держав, котрі розвиваються, переважають харчові відходи, розвинених – папір і метал, «перехідних» – приблизно рівне співвідношення різних типів відходів.

Із розвитком технологій утилізації твердих побутових відходів (ТПВ) змінювалися і задачі, які ставляться перед гарбологією. Так, у період становлення гарбології основне завдання – це вивчення переваг споживачів і ведення статистики популярності того чи іншого товару, нині склад і норми накопичення ТПВ аналізуються в основному для вибору оптимальних технологій переробки відходів з метою отримання корисних ресурсів (енергії, тепла, палива, добрив, субпродуктів тощо), або для повторного застосування. У зв'язку з постійним збільшенням об'ємів відходів виробництва та споживання виникає необхідність пошуку альтернативного рішення їхньої утилізації.

2. Класифікація відходів

Згідно зі статтею 1 Закону України «Про відходи» від 5 березня 1998 року (зі змінами від 2012 року), **відходи** – це будь-які речовини, матеріали і предмети, утворені у процесі виробництва чи споживання, а також товари (продукція), які втратили свої споживчі властивості і не мають подальшого використання. Між тим Державний класифікатор відходів ДК 005-1996 розширює їх поняття, відходами, утвореними внаслідок природних і техногенних катастроф.

Досі в Україні немає єдиного універсального класифікатора видів відходів. Зате можна прочитати численні авторські варіанти класифікацій серед наукових публікацій багатьох фахівців, кожний з яких має свої переваги й недоліки (табл. 1).

Таблиця 1

Загальна класифікація видів відходів
(за Тихомировою, 2011)

За властивостями	За агрегатним станом	За походженням	За джерелами забруднення
малонебезпечні	тверді	промислові	фізичні
помірно небезпечні	рідкі	сільсько-господарські	хімічні
високонебезпечні	газоподібні	побутові	біологічні
надзвичайно небезпечні		військові	

Всі варіанти наявних класифікацій відходів прикріплюються до нормативно-правових актів і поділені на групи:

1) сфера їх утворення: відходи виробництва, споживання, побутові відходи;

2) агрегатний стан: тверді, рідкі, газоподібні;

3) фізичний стан, у якому вони перебувають: газоподібні, рідинні, тверді, сумішеві;

4) ступінь (рівень) небезпеки і характер впливу на навколишнє природне середовище і здоров'я людини: безпечні і небезпечні відходи (токсичні, біологічні, вибухонебезпечні, вогненебезпечні, радіоактивні тощо);

5) належність: відходи, які перебувають у власності відповідних суб'єктів, та безхазяйні;

6) суспільна користь; залежно від засобу подальшого поводження.

Найпоширеніші **відходи виробництва**. Відповідно до «Класифікатора відходів» розрізняють: залишки сировини, матеріалів, напівфабрикатів тощо, утворені в процесі виробництва продукції і втратили свої споживчі властивості; супутні гірничі породи та залишкові продукти (шлам, пил, відсів тощо); новоутворені речовини та їх суміші (шлак, зола, кубові залишки, інші тверді утворення); залишкові продукти сільськогосподарського виробництва

(зокрема тваринництва), лісівництва; бракована, некондиційна продукція чи забруднена небезпечними речовинами і непридатна для використання.

До **відходів споживання** належать: непридатна до експлуатації продукція, вироби, медичні препарати, які вийшли з використання та містять певні хімічні і біологічні компоненти. Особливе місце займають побутові відходи, утворені в процесі життєдіяльності людини (тверді, великогабаритні, ремонтні, рідкі, крім відходів, пов'язаних із виробничою діяльністю підприємств). В свою чергу вони можуть бути твердими та рідкими.

Тверді побутові відходи – це відходи, які утворюються в процесі життєдіяльності людини та накопичуються у житлових будинках, громадських, навчальних, лікувальних, торговельних та інших закладах (наприклад, харчові відходи, предмети дорожнього вжитку, сміття, опале листя, відходи від прибирання і поточного ремонту квартир, макулатура, скло, метал, полімерні матеріали тощо) і не мають подальшого застосування за місцем їх утворення.

Рідкі побутові відходи – це господарсько-побутові (миття, прання тощо) та каналізаційні стоки (за винятком промислових) за відсутності централізованого водовідведення.

Особлива увага приділяється **небезпечним відходам**, оскільки вони завдають пряму або потенційну шкоду навколишньому природному середовищу і здоров'ю людини та потребують спеціальних методів і засобів поводження з ними (ГОСТ 12.1.007-76 «Класифікація і загальні вимоги безпеки») (рис. 18).

Клас небезпеки відходів встановлюється залежно від вмісту в них високотоксичних речовин розрахунковим методом або згідно з переліком відходів, наведених у Державному класифікаторі відходів. На всі види відходів розробляється технічний паспорт згідно з Міждержавним стандартом ДСТУ-2195-93.

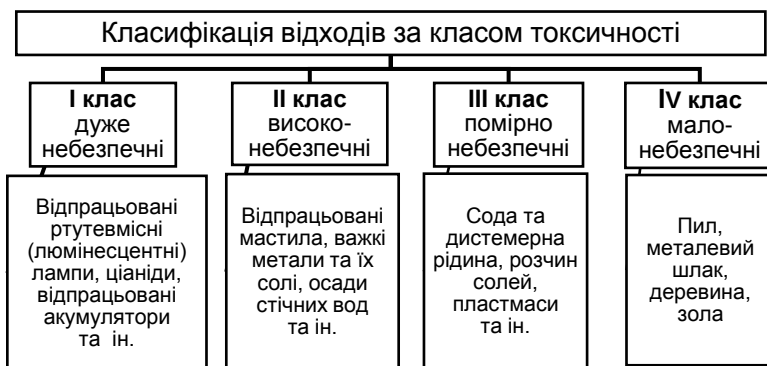


Рис. 18. Класифікація відходів за класом токсичності

У Європі відповідно до небезпечності відходи класифікуються за трьома категоріями: зелений, жовтий і червоний каталоги. У зелений унесені найбезпечніші відходи, у жовтий – помірно небезпечні, у червоний – найнебезпечніші. Над трансграничним перевезенням відходів передбачені різні процедури спостереження і контролю. Відходи із зеленого списку (близько 200 видів відходів, поділених на 15 груп), переміщуються відповідно до всіх заходів контролю, які звичайно застосовуються в торгівлі. За відходами, внесеними в жовтий (80 видів небезпечних відходів, уключених у 4 групи) і червоний каталоги (10 видів відходів, поділених на 3 групи), завжди здійснюється належний контроль. У разі невнесення відходу в жоден із каталогів його транспортування контролюється згідно з процедурами червоного каталогу. Тільки відходи, внесені в зелений каталог, можуть транспортуватися для утилізації без процедури спостереження.

3. Основні способи поводження з відходами

До основних способів поводження з відходами належать: запобігання їх утворенню, збирання, перевезення,

сортування, зберігання, обробка, перероблення, утилізація, видалення, знешкодження, захоронення. Останнє означає контроль за цими операціями та нагляд за місцями видалення.

Основні кроки в порядку їхньої пріоритетності та безпечності для довкілля відображені в ієрархії поводження з відходами, які містяться в Директиві ЄС про відходи від 19 листопада 2008 року (рис. 19).



Рис. 19. Ієрархія пріоритетів поводження з відходами (вимога Директиви 2008/98/ЄС про відходи, яку має імплементувати Україна)

Політика держави та окремих населених пунктів у сфері відходів має охоплювати всі сходинки, а не зосереджуватися на останній.

Третя сходинка – найбажаніша дія після попередніх двох кроків поводження з відходами: запобігання та повторного використання.

Переробка залежить від роздільного збирання та сортування як невід’ємних етапів, які повинні передувати 2-й, 3-й, 4-й та 5-й сходинкам ієрархії поводження з відходами. Роздільне збирання необхідне, щоб забезпечити високу якість переробки, згідно з Директивою про відходи. Держави – члени Євросоюзу запровадили роздільне збирання ще до 2015 року, принаймні таких категорій відходів, як: папір, метал, пластик та скло. Переробка кожного з цих типів відходів має свою

технологію. Цінними такі відходи будуть за умови роздільного збирання. Причому витрати енергії на переробку значно менші, ніж при новому виробництві.

Роздільне збирання найефективніше у місцях утворення відходів (вдома, на підприємствах тощо), що допоможе на первинному етапі відсортувати та передати у відповідний пункт прийому чи, у разі наявності, у контейнер, призначений для відповідного виду відходів. Для пошуку пунктів прийому вторсировини можна скористатися спеціально створеними онлайн-мапами. Окремо для м. Чернівці розроблено картосхему локалізації пунктів прийому певних видів ТПВ від населення.

За даними Мінрегіону в Україні забезпечено роздільне збирання лише у 822 населених пунктах (за даними 2018 р.). Маємо позитивні приклади, які відбуваються за власної ініціативи окремих населених пунктів, ОТГ, ОСББ, окремих громадян, які, окрім доброї справи для довкілля, отримують від цього і фінансові вигоди при здаванні зібраних у великій кількості відповідного виду відходів на переробку. У Швеції, Німеччині, Польщі, інших європейських країнах влада забезпечує населення ємностями для відходів та ярликами щодо кожного виду відходів. Окремо зібрані відходи відправляються на підприємства для переробки на нові матеріали чи продукцію.

Для збереження навколишнього середовища важливе значення має створення та розширення застосування маловідходних та безвідходних технологій виробництва, які зводять шкідливі викиди до мінімуму. Застосування маловідходних технологій знижує природоохоронні витрати, а також на встановлення природоохоронного устаткування. Наприклад, установка очисного устаткування складає близько 20 % від суми капітальних вкладень у проект, тоді як маловідходна технологія обходиться часто у 5–7 %.

Основою маловідходних технологій є комплексна переробка сировини з використанням усіх її компонентів, оскільки відходи виробництва являють собою саме невикористану або недовикористану сировину. Певні види відходів тепер нераціонально використовувати, наприклад

у кольоровій металургії. Водночас це не стосується тих відходів, які вирізняються високою токсичністю, наприклад, сполуки сірки, миш'яку, селену, телуру, залишки свинцю, цинку, міді, потрапляючи у відходи, становлять небезпеку навіть без урахування економічної доцільності.

Структура технологічного ланцюга маловідходних технологій виробництва має вигляд: природні ресурси – виробництво – споживання – вторинна сировина, з мінімальним негативним впливом на природне середовище. Щодо вторинної сировини у даному ланцюзі – це відпрацьовані товари, відходи, упаковка, поворотні товари, призначені для переробки або повторного використання для зниження застосування первинної сировини, ресурсо- й енергозбереження, економії витрат виробництва і, нарешті, зниження собівартості виробленої продукції.

Переробка – це операція відновлення, в процесі якої відходи переробляються на продукцію, матеріали або речовини того ж чи іншого призначення (згідно з Директивою про відходи 2008/98/ЄС). Дана операція передбачає переробку органічних матеріалів як окремого виду відходів, але не враховує відновлення енергії чи переробку на матеріали, котрі будуть використовуватися як паливо або матеріали для зворотного заповнення, що вже входить у наступну 4-ту сходинку ієрархії поводження з відходами.

Національна стратегія управління відходами в Україні до 2030 року передбачає збільшення обсягів відходів, спрямованих на перероблення до 15 % до 2023 року, та до 50 % – до 2030 року.

Впродовж XX століття проводилися численні дослідження структури відходів, розроблялися методи їх переробки, вивчалася природа самого поняття, і нарешті вчені у сфері екології, інженерії і технологій з переробки дійшли висновку, що майже немає таких відходів, які не можуть бути перероблені. Тому виникла пропозиція відмовитися від поняття «відходи», а вживати таке, як «вторинна сировина» для позначення цих матеріальних потоків.

Можливі два варіанти **рециклінгу**:

1) повторне використання відходів за тим же призначенням, наприклад скляних пляшок після їх відповідної безпечної обробки та маркування (етикетування);

2) повернення відходів після відповідної обробки і виробничий цикл, наприклад бляшаних банок – у виробництво сталі, макулатури – у виробництво паперу чи картону.

Значення вторинної переробки відходів:

1) ресурси багатьох матеріалів на Землі обмежені та не можуть бути відновлені в терміни, порівняно з часом існування людської цивілізації;

2) потрапивши в навколишнє середовище, матеріали зазвичай стають забруднювачами;

3) відходи та вироби, які закінчили свій життєвий цикл, часто (але не завжди), дешевше джерело багатьох речовин і матеріалів, ніж природні джерела.

Останнім часом відходи розглядаються не тільки як джерело негативного впливу на навколишнє середовище та людину, але і як джерело постійно поновлюваних (вторинних) матеріально-сировинних і паливно-енергетичних ресурсів. Значна частина таких накопичень може бути відносно дешевим джерелом сировини для самих підприємств. Про це свідчить міжнародний досвід країн ЄС та США, в яких проблема дефіциту природної сировини та імпортозаміщення стимулює використання вторинних матеріальних ресурсів на рівні 65–80 %. Наприклад, у таких країнах, як США, Німеччина, Японія, Франція із *вторинних матеріальних ресурсів* (ВМР) отримують 20 % усього алюмінію, 33 % заліза, до 50 % свинцю і цинку, 44 % міді та інших корисних компонентів. Досвід таких країн свідчить про те, що переробка і використання ВМР є до 15 разів дешевшою, ніж розробка природних родовищ.

У зарубіжній практиці в сучасних умовах рециклінгу піддається у Швейцарії – 23 %, в Японії – 20 %, у США (включаючи компостування) – 32,4 % побутових відходів.

Для сукупності відходів і зливів операцію рециклінгу називають **рекуперацією**, для зливів, порошко- та

пастоподібних відходів – **регенерацією**, для зливів і викидів – **рециркуляцією**.

Вторинна переробка – це найбезпечніший і прогресивний вид утилізації відходів, який сприяє зменшенню площі сміттєзвалищ, уникненню забруднення навколишнього середовища, а також економії природних ресурсів завдяки використанню вторинної сировини.

Уперше переробкою сміття зайнялися в Англії 200 років тому. Наприкінці XIX століття там з'явився перший завод зі спалювання сміття. Нині в Європі під утилізацією сміття розуміється його сортування і використання вторсировини. Найкраще своєму сміттю дає лад Швеція, переробляючи 52 % від загальної кількості відходів. За нею йде Австрія (49,7 %) і Німеччина (48 %).

Методи переробки відходів залежать від їх складу. У разі наявності органічних сполук їх найкраще переробляти в газифікаторах на паливний газ. У британському місті Едмонтоні щороку економлять 100 тис. т вугілля, оскільки енергію отримують спалюванням сміття. Сільськогосподарські органічні відходи після переробки можна використовувати як добриво. Ядерні й токсичні відходи зазвичай ховають або топлять у морі, що, на жаль, не знімає небезпеку зараження. Промислові відходи, які затоплює, наприклад, Англія в Північному морі, становлять 550 тис. т попелу з теплових станцій. В Ірландському морі затоплюють 80 т урану на рік і 300 млн галонів побутових відходів щодня.

Утилізація відходів (від лат. *utilis* – застосування з користю) – це використання відходів як матеріальних або енергетичних ресурсів. Наприклад, при збагаченні вугілля переробку відходів здійснюють їх обробкою та приготуванням для відвантаження на виробництво будівельних і шлакових матеріалів: пористих наповнювачів бетону (аглопарит, керамзит), паливовмісної домішки для виробництва цегли та будівельної кераміки, випалення низькомарочних в'язучих речовин (цементу).

Спалювання відходів – швидкий і дорогий спосіб їх позбутися. Сміттєспалювальні заводи генерують дим, який

містить різноманітні шкідливі складники: оксид азоту, важкі метали, кислотні гази, канцерогенний діоксин та фуран. Єдина перевага спалювання сміття – це швидкість.

У розвинених країнах широко використовується цей метод. Частка спалюваних побутових відходів у загальному їх обсязі коливається в широких межах: в Англії і США – 14 %. Австрії, Італії, Франції, Німеччині – від 20 до 40 %, в Бельгії, Швеції – 48–50 %, в Японії – 70 %, у Данії, Швейцарії – 80 %.

В Україні найнижчий рівень спалювання побутового сміття – приблизно 1–2 %. Просте спалювання ТПВ не можна вважати економічно та екологічно доцільною технологією, оскільки багато речовин, придатних для використання, знищуються і при цьому на спалювання потрібні додаткові витрати енергії. Аналіз економічних показників найпоширеніших у світі методів переробки відходів дає змогу стверджувати, що сміттєспалювання – найдорожчий спосіб. Особливу небезпеку являють собою сміттєспалювальні заводи для регіонів, де їх експлуатація може призвести до деградації особливо вразливих екосистем.

Полігони/звалища для захоронення та складування відходів. Полігон – інженерна споруда, призначена для складування та захоронення ТПВ, яка повинна запобігати негативному впливу на навколишнє середовище і відповідати санітарно-епідеміологічним і екологічним нормам. Наразі цей метод утилізації відходів традиційний і на 65 % дешевший від інших способів їх переробки.

Найбільший сміттевий полігон у світі розташований в Америці, у місцевості Fresh Kills. Він має площу 1200 га, що дорівнює 1700 футбольним полям. Кожен день на нього звозять 13 тис. т відходів.

На звалищах токсичні відходи потрапляють у ґрунт та воду разом із дощем чи снігом, виділяється метан, який шкідливо впливає на живих істот, крім того, легко займається, що пожежонебезпечно (рис. 20).

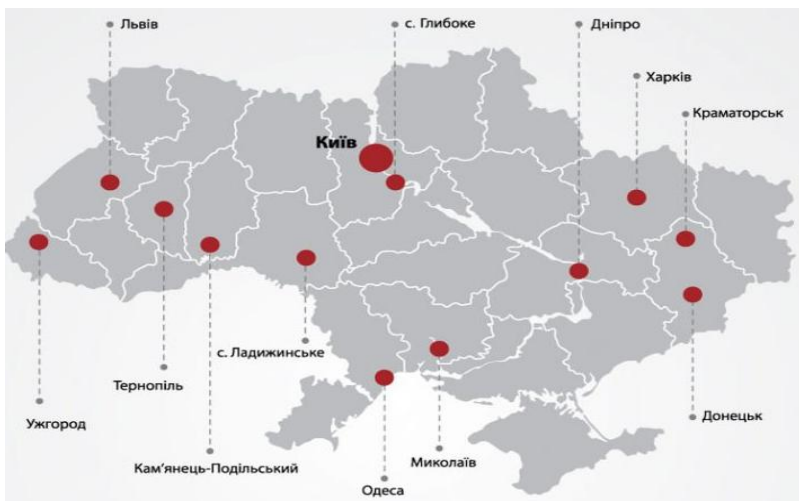


Рис. 20. Локалізація найбільших сміттєзвалищ, розміщених на території України

За даними Асоціації рециклінгу відходів, щороку утворюється понад 3 млрд т промислових відходів, понад 40 млн т твердих комунальних відходів, 3 млн т медичних відходів. Особливо гостра проблема безконтрольного поховання небезпечних токсичних відходів.

Значних економічних збитків завдає також традиційна для України технологія захоронення змішаних побутових відходів на звалищах і полігонах. Враховуючи те, що 50 % загальної кількості звалищ в Україні вже вичерпали свій ресурс, 90 % цих об'єктів працюють у режимі перевантаження і не відповідають нормам екологічної безпеки, розміщення відходів на звалищах спричинює виникнення багатьох негативних зовнішніх ефектів, зокрема забруднення довкілля. Велика частина цих відходів не знищується відповідно до вимог санітарних норм і правил, частина з них надходить у сміттєві контейнери і на полігони ТПВ, створюючи загрозу здоров'ю населення.

Основний принцип «зеленої» економіки – це: «економічно вигідно те, що екологічно безпечно». Світове співтовариство приділяє щораз більше уваги розв'язанню екологічних проблем, раціональному використанню природно-ресурсного потенціалу регіону, розвитку рециклінгу.



1. Назвіть основні передумови формування гарбології як окремого екологічного напрямку?
2. За яким принципом класифікують відходи?
Перерахуйте відомі категорії відходів.
3. Наведіть основні способи поводження з відходами.
4. Охарактеризуйте процес рециклінгу. Назвіть основні види рециклінгу.



1. Охарактеризуйте законодавство України у сфері поводження з відходами.
2. Наведіть класифікацію відходів відповідно до небезпеки впливу на людину та навколишнє середовище.
3. Назвіть основні принципи захисту атмосфери, гідросфери та літосфери від шкідливого впливу полігонів.
4. Порівняйте технологічну схему поводження з відходами в країнах ЄС і в Україні.



ТЕМА 8

ЕКОЛОГІЧНИЙ СЛІД І МЕТОД ЙОГО РОЗРАХУНКУ

Мета: з'ясувати поняття «екологічний слід» та «біопотенціал», оцінити власний екологічний слід.

1. Поняття «екологічний слід» та «біологічний потенціал».
2. Міжнародна організація Global Footprint Network.
3. Анкета по визначенню власного екологічного сліду.
4. Екологічна поведінка в помешканні, магазині, на кухні.

1. Поняття «екологічний слід» та «біологічний потенціал»

Бурхливий розвиток економіки багатьох європейських країн, США, Китаю, Індії, а також зростання світового населення призвели до значного збільшення споживання природних ресурсів нашої планети.

За останні десятиліття забруднення навколишнього середовища стало таким масштабним, що вчені заговорили про глобальні зміни клімату, викликані екологічним слідом людини.

Поняття **«екологічний слід»** уперше використано в 1992 році Вільямом Рисом і швидко розповсюдилося планетою після доповіді на Конференції ООН із навколишнього середовища «Екологічні сліди країн світу». Цей індикатор ще називають *«показником тиску на природу»*. Він допомагає встановити, скільки земельних і водних ресурсів використовується людиною (містом, регіоном, бізнес-організацією) для виробництва, споживання та утилізації необхідних для його життєдіяльності товарів і послуг. За допомогою отриманих показників можна зрозуміти, чи не перевитрачаються природні

ресурси, тобто, чи не витрачається їх більше, ніж наша планета здатна дати.

Екологічний слід – це умовний показник, який відображає візуально обсяг споживання людством ресурсів планети; виражається у площі біологічно продуктивної поверхні Землі (га), необхідної для виробництва ресурсів, які ми споживаємо та використовуємо для переробки відходів. Біологічно продуктивна поверхня Землі охоплює орні землі, ліси, акваторії морів і океанів, де здійснюється вилов риби, і не враховує безжиттєві пустелі, льодовики тощо. Нині на кожного жителя Землі потрібно 2,70 га продуктивної поверхні Землі.

Ще екологічним слідом називають усі відходи, які залишає кожен із нас протягом свого життя. Один мешканець України продукує близько 250 кг побутового сміття щороку, для європейців цей показник досягає 400–500 кг, а для американців – до 1 т! І це лише побутове сміття, тобто те, яке ми виносимо з дому на смітники, викидаючи використану упаковку, зіпсовані продукти харчування, непотрібний одяг, прилади та предмети, які вийшли із ладу. Проте разом із тим – кожен товар, який ми споживаємо чи використовуємо для власних потреб, потребує сировини й енергії. Якщо провести розрахунок кількості деревини, необхідної для виробництва паперової коробки, піску – для виготовлення скляної пляшки, нафти – для пластикової продукції, металу – для авто, а також додати корисні копалини, використані на виробництво електроенергії, то вийде, що кожен кілограм побутового сміття, викинутого нами після споживання товару, «важить» у 10–20 разів більше.

Ступінь впливу на навколишнє середовище можна обчислити не лише відносно людини або району, а й для кожної країни зокрема. При розрахунках екологічного сліду в межах кожної країни враховують біопродуктивність аграрних земель та водних ресурсів; відсоток територій під забудовами; енергетичний потенціал території та показники біорізноманіття (рис. 21).



Рис. 21. Складові характеристики територій при визначенні їх екологічного сліду

Біопотенціал – відповідає можливості біосфери Землі виробляти поновлювані ресурси, виражається у гектарах. Ще менше 10 років тому біопотенціал на одиницю населення Землі становив 1,78 га. У 2019 році на Землі налічувалося ~ 12,2 млрд га біологічно продуктивних земель та води. Якщо поділити на кількість населення (7,7 млрд), то отримаємо 1,6 га на людину. Ця територія також передбачена для розміщення диких видів, які змагаються за той самий біологічний матеріал, і простори, що і люди. Біопотенціал може змінюватися з року в рік через клімат, управління, а також яка частина сприятлива для людської економіки.

Отже, *екологічний слід* – це ресурси, необхідні для задоволення наших потреб та відходи, а *біологічний потенціал* – це можливість задовольнити потреби. При знаходженні різниці між величиною біологічного потенціалу та величиною екологічного сліду, отримаємо результат, який показуватиме, наскільки наше споживання ресурсів перевершує можливості планети ($1,6 - 2,7 = -1,1$, тобто ми споживаємо більше, ніж планета може забезпечити).

За даними Всесвітнього фонду дикої природи (WWF), людський вплив на біосферу планети перевищує здатність Землі до відновлення приблизно на 30 %, і ця цифра надалі зростає. Вчені вважають, що нині нашій планеті потрібно один рік і п'ять місяців, щоб поповнити ту кількість ресурсів, яку людство витрачає за один рік.

Глобальна перевитрата земельних і водних ресурсів загрожує не тільки екологічному стану планети, а й добробуту більшості людей на Землі. Безконтрольний вилов морських мешканців, зменшення лісового покриття Землі, виснаження джерел чистої прісної води призводять до зниження біорізноманіття та глобальних змін клімату. Крім того, забруднення навколишнього середовища сприяє розвитку міжнаціональних конфліктів і збільшенню масової міграції населення, викликаній голодом, нестачею води та інших природних ресурсів.

2. Міжнародна організація *Global Footprint Network*

Починаючи з 1961 р. і дотепер організація *Global Footprint Network* (Глобальна мережа з екологічного сліду) веде статистику, фахівці порівнюють міру потреб людини у ресурсах планети та біоздатність екосистеми Землі, тобто її спроможність генерувати нові ресурси і поглинати відходи, зокрема і викиди парникових газів.

Нині діють Стандарти Екологічного Сліду 2009 р. – це офіційний документ, в якому зазначені критерії, котрі регулюють методи, джерела даних та звітність, які будуть використані в дослідженнях із екологічного сліду. Стандарти встановлені Комітетом зі стандартів *Global Footprint Network*, що складається з науковців та практикуючих фахівців з усього світу. Стандарти служать для отримання прозорих, надійних і взаємопорівнюваних результатів у дослідженнях.

Дані щодо врожаю, продуктивності лісу, пасовищ, рибного промислу, відновлення земель і вмісту карбону розміщені у вільному доступі на офіційному сайті *Global Footprint Network* у вигляді Національних звітів (до 2016

року включно). На рис. 22 зображене графічне відображення узагальненої інформації щодо динаміки світового екологічного сліду.

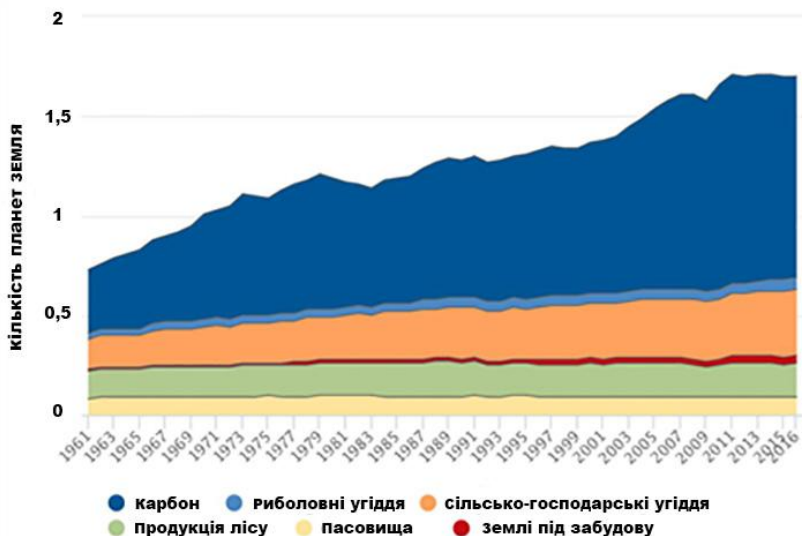


Рис. 22. Світовий екологічний слід за типом земель (Global Footprint Network)

У цьому документі з відкритим доступом розглядається еволюція національних облікових записів щодо екологічного сліду та біопотенціалу, описуються та кількісно оцінюються ефекти впроваджуваних методологічних удосконалень, а також переглядаються останні світові тенденції.

Результати аналізу проливають світло на екологічний вплив окремої країни. Країна має **екологічний резерв**, якщо її слід менший за біопотенціал, в іншому разі – **екологічний дефіцит**. Країни з екологічним резервом називають **екологічними кредиторами**, а останніх – **екологічними боржниками**.

Нині більшість країн та весь світ мають екологічний дефіцит. Лише 20 % населення світу живе в країнах, які можуть забезпечити своїх громадян необхідними ресурс-

сами, не вдаючись до імпорту. А 80 % світового населення проживає в країнах з екологічним дефіцитом. Світовий екологічний дефіцит називають глобальним **екологічним переповненням**.

До країн – найбільших *екологічних кредиторів* належать Французька Гвінея, Сурінамі, Гаяна, Габон, Конго, Центральна Африканська республіка, Уругвай, Болівія, Парагвай, Бразилія. У цьому списку виявилися, як бідні країни з низьким рівнем споживання, так і розвинені країни з відносно невеликою чисельністю населення й багаті природними ресурсами.

До країн – найбільших *екологічних боржників* належать Сінгапур, Бермудські острови, Барбадоські острови, Кайманові острови, Ізраїль; Бахрейн, Об'єднані Арабські Емірати, Саудівська Аравія, Кувейт; Катар, Кіпр.

За даними *Global Footprint Network* Україна належить до країн, де екологічний слід перевищує біопотенціал, тобто Україна має екологічний дефіцит, хоча й незначний – 2 % (екологічний слід 2,8 га, біопотенціал – 2,9 га).

Дані щодо екологічного сліду окремих країн подано нижче (рис. 23).



Рис. 23. Екологічний слід деяких держав світу (*Global Footprint Network National Footprint Accounts*)

3. Визначення особистого екологічного сліду

Для обчислення власного екологічного сліду необхідно розрахувати бали особистого внеску стосовно житла, використання енергії, транспорту, режиму харчування, споживання водних ресурсів і паперу, побутових відходів (табл. 2–7).

Таблиця 2
Анкета екологічного сліду стосовно житла*

1	Запитання стосовно житла	Бали
1.1	Площа вашого житла дозволяє тримати кішку, а собаці нормальних розмірів було б затісно	+7
1.2	Велика простора квартира	+12
1.3	Котедж на дві сім'ї	+13
1.4	Ваша відповідь	
1.5	Кількість людей, які проживають з вами	
1.6	Отриманий бал (п.1.4 розділіть на п.1.5)	

Примітка: * – необхідно вибрати твердження, яке відповідає Вашому способу життя і провести додавання та ділення кількості балів, зазначених праворуч.

Таблиця 3
Анкета екологічного сліду стосовно використання енергії*

2	Запитання стосовно використання енергії	Бали
2.1	Для опалення вашого будинку використовується нафта, природний газ або вугілля	+45
2.2	Для опалення вашого будинку використовується енергія води, сонця або вітру	+2
2.3	Більшість з нас отримує електроенергію з горючих копалин, і тому додайте собі	+75
2.4	Опалення Вашого будинку влаштовано так, що ви можете регулювати його залежно від погоди	-10
2.5	У холодний період року вдома ви тепло одягнені, а вночі вкриваєтеся двома ковдрами	-5
2.6	Виходячи з кімнати, ви завжди вимикаєте в ній світло	-10

2.7.	Ви завжди вимикаєте свої побутові прилади, не залишаючи їх у черговому режимі	-10
2.8	Отриманий бал	

Примітка: * - тут і в наступних таблицях необхідно вибрати твердження, які відповідають Вашому способу життя (одне або кілька) і провести додавання/віднімання кількості балів, зазначених праворуч.

Таблиця 4

Анкета екологічного сліду стосовно транспорту

3	Запитання стосовно транспорту	Бали
3.1	Ви їдете на громадському транспорті	+25
3.2	Ви ходите пішки або їдете на велосипеді	+3
3.3	Ви їдете на звичайному легковому автомобілі	+45
3.4	Ви використовуєте великий і потужний автомобіль з повним приводом	+75
3.5	В останню відпустку ви летіли літаком	+85
3.6	У відпустку ви їхали потягом, причому шлях зайняв до 12 годин	+10
3.7	У відпустку ви їхали потягом, причому шлях зайняв понад 12 годин	+20
3.8	Отриманий бал	

Таблиця 5

Анкета екологічного сліду стосовно режиму харчування

4	Запитання стосовно режиму харчування	Бали
4.1	В продуктовому магазині або на ринку ви купуєте в основному свіжі продукти (хліб, фрукти, овочі, рибу, м'ясо) місцевого виробництва, з яких готуєте обід самостійно	+2
4.2	Ви надаєте перевагу вже обробленим продуктам, напівфабрикатам, свіжозамороженим готовим стравам, які потребують тільки розігріву, а також консервам, причому не звертаєте уваги на виробника	+14
4.3	В основному ви купуєте готові або майже готові до вживання продукти, але намагаєтеся, щоб вони були зроблені ближче до дому	+5
4.4	Ви вживаєте м'ясо 2–3 рази на тиждень	+50



4.5	Ви вживаєте м'ясо 3 рази на день	+85
4.6	Ви надаєте перевагу вегетаріанській їжі	+30
4.7	Отриманий бал	

Таблиця 6

Анкета екологічного сліду стосовно споживання
водних ресурсів та паперу

5.	Запитання стосовно споживання води та паперу	Бали
5.1	Ви приймаєте ванну щодня	+14
5.2	Ви приймаєте ванну 1–2 рази на тиждень	+2
5.3	Замість ванни ви щодня приймаєте душ	+4
5.4	Час від часу ви поливаєте присадибну ділянку або мисте свій автомобіль зі шланга	+4
5.5	Якщо ви хочете прочитати книгу, то завжди купуєте її	+2
5.6	Іноді ви берете книги в бібліотеці або позичаєте у знайомих	-1
5..	Прочитавши газету, ви викидаєте її	+10
5.8	Виписані або придбані вами газети після вас читають інші	+5
5.9	Отриманий бал	

Таблиця 7

Анкета екологічного сліду стосовно побутових відходів

6	Запитання стосовно побутових відходів	Бали
6.1	Оскільки усі ми створюємо масу відходів і сміття, додайте зазначені бали	+100
6.2	За останній місяць ви здавали пляшки (принаймні один раз)	-15
6.3	Викидаючи сміття, ви відкладаєте в окремий контейнер макулатуру	-17
6.4	Ви здаєте порожні банки з-під напоїв і консерв	-10
6.5	Ви викидаєте в окремий контейнер пластикову упаковку	-8
6.6	Ви намагаєтеся купувати в основному не фасовані, а вагові товари; отриману в магазині упаковку використовуєте в господарстві	-15

6.7	З домашніх відходів ви робите компост для удобрення своєї ділянки	-5
6.8	Отриманий бал	

Розрахуйте величину вашого екологічного сліду, підсумувавши бали, отримані за кожен попередній крок, а саме пункти 1.6, 2.8, 3.8, 4.7, 5.9 та 6.8.

Якщо Ви проживаєте в місті з населенням в пів мільйона і більше, помножте ваш загальний результат на 2, у іншому разі – ні.

Отриманий вами бал власного екологічного сліду занесіть в табл. 8.

Щоб дізнатися, скільки гектарів земної поверхні потрібно, щоб задовольнити всі ваші потреби і скільки буде потрібно планет, якби всі люди жили так само, як ви – поділіть отримані вами бали на 100 га.

Щоб усім нам вистачило однієї планети, на 1 людину має припадати не більше 1,6 га (біопотенціал планети) продуктивної землі.

Таблиця 8

Дані щодо власного екологічного сліду

7.1	Отриманий вами бал власного екологічного сліду	___ балів
7.2	Кількість гектарів земної поверхні, необхідної для задоволення всіх ваших потреб	___ га
7.3	Кількість планет, потрібна для задоволення потреб людства, якщо всі житимуть так само, як ви	___ планет

4. Екологічна поведінка в помешканні, магазині, на кухні

- **Заощаджуйте енергію всюди!** Вимикайте світло, коли виходите із приміщення. Не залишайте зарядні пристрої увімкненими після заряджання гаджета.

- **Вимикайте комп'ютер.** У режимі очікування використання електроенергії не зменшується. Стару техніку здавайте на утилізацію.

- **Чисте віконне скло.** Забруднене пилом скло затримує від 10 до 30 % сонячного світла, миті шибки допоможуть пізніше вмикати штучне освітлення восени та взимку.

- **Справні водопровідні крани.** Не допускайте у помешканнях несправних водопровідних кранів. Одна краплина води, яка падає з крана за 1 с, перетворюється за рік на 3 т даремно витраченої води.

- **Душ, а не ванна.** За тиждень економія води становитиме 400 літрів на одну особу.

- **Кип'ятіть економніше.** Набирайте у чайник рівно стільки води, скільки потрібно на цей момент. Вийде і швидше, і економніше.

- **Ощадливе чищення та миття.** Під час того, як чистите зуби, обов'язково вимикайте воду, для полоскання використовуйте воду, набрану в склянку.

- **Безпечні мийні засоби.** При виборі мийних засобів керуйтеся їхньою екологічністю як для людини, так і для довкілля – потрібно використовувати лише натуральні засоби для миття посуду та прання білизни.

- **Ощадливе використання пральної машинки.** Завантажуйте пральну машину повністю. Для прання середньо забрудненої білизни обирайте скорочений режим прання. Так ви зекономите воду, електрику та збережете пральну машину.

- **Економія паперу.** Робіть якнайменше роздруківок. Використовуйте папір для друку та письма з обох сторін

- **Збір використаного паперу.** Не викидайте використаний папір у сміття. Збирайте його, а також картонні упаковки у спеціальний ящик та здавайте у пунктах прийому макулатури. Для виготовлення 1 т паперу потрібно 5,6 м³ деревини. Середній об'єм 1 дерева становить орієнтовно 0,33 м³, отже, для виробництва 1 т паперу необхідно 17 дерев.

- **Список покупок.** Не купуйте нічого зайвого – лише те, що вам дійсно потрібно. До магазину вирушайте із

попередньо складеним списком покупок. Не купуйте товари у зайвій упаковці – це збільшує кількість відходів.

- **Екаторбинка замість поліетилену.** Йдучи до магазину обов'язково візьміть із собою екаторбинку, а не купуйте поліетиленові пакети.

- **Обирайте місцеві товари.** Так ви не лише сприятимете розвитку бізнесу підприємців свого регіону, але й не витрачатимете додаткові кошти за транспортування продукції до магазину, чим допоможете зменшити забруднення навколишнього середовища.

- **«Ні» разовому вжитку!** Відмовтеся від продукції разового використання – пластикового посуду, пакетів, серветок, паперових рушників тощо. Перевагу надавайте скляному посуду, а не пластиковому.

- **Бережіть ялинки.** Зробіть вибір на користь штучної ялинки, яка слугуватиме Вам багато років, цим ви збережете ліси та перешкоджатимете незаконному вирубуванню.

- **Нове життя – старим речам.** Якщо можливо відремонтувати зламану річ, а не купувати нову, – зробіть це!

- **Натуральні тканини.** При виборі одягу надавайте перевагу одягу з натуральних тканин перед синтетичними, які є продуктом хімічного синтезу, як і пластикові пляшки чи поліетиленові пакети. Крім того, природні матеріали приємні для тіла та краще зігрівають.

- **Транспорт.** Більше пересувайтеся пішки або користуйтеся громадським транспортом. Придбайте велосипед – це екологічний вид транспорту.

- **Автомобіль.** Якщо є така можливість, придбайте електромобіль. При виборі пального для традиційних авто надавайте перевагу пальному з позначкою «Есо». Вчасно перевіряйте технічний стан свого автомобіля. Правильний тиск у шинах Вашого авто допоможе скоротити витрати пального на 10 %.

- **Вирощування кімнатних рослини.** Протягом доби рослини поглинають до 87 % забруднень із повітря та збагачують його киснем.

- **«Ні» спалюванню сміття!** Спалювання листя забруднює повітря та знищує організми, які живуть у ґрунті та на його поверхні на ділянці під вогнищем. Опале листя – це захист коренів дерев взимку від морозу, а влітку – від спеки, крім того, розкладаючись листя стає добривом для ґрунту.

- **Утилізація батарейок.** Після використання батарейок та акумуляторів не викидайте їх, а збирайте та віднесіть у спеціальні пункти для відправки на утилізацію. Одна викинута у навколишнє середовище батарейка забруднює 20 м³ землі та близько 400 л води.

- **Допомагайте людям і природі.** Якщо маєте меблі, посуд, книги, одяг чи іграшки, які Вам не потрібні, віддайте тим, хто їх потребує (до дитячих інтернатів чи притулків).



1. Поясніть значення термінів «екологічний слід» та «біологічний потенціал».
2. Що ви розумієте під поняттями «екологічні кредитори» та «екологічні боржники», які застосовуються до країн світу у контексті екологічного сліду?
3. Поміркуйте, як ви можете знизити власний внесок у екологічний слід.
4. Які заходи допоможуть заощадити енергію та воду у власному помешканні?



1. Що таке нетрадиційні джерела енергії і як вони можуть сприяти зниженню впливу на навколишнє середовище?
2. Розкажіть про діяльність міжнародної організації Global Footprint Network.
3. Що вам відомо про умовний «день перевитрати Землі», які зміни відбулися у його настанні з 1970 по 2020 р.?



ТЕМА 9

ЕКОЛОГІЧНЕ МАРКУВАННЯ ПРОДУКЦІЇ

Мета: ознайомитися із поняттям екологічного маркування та його типами, навчитися розпізнавати знаки екомаркування на продукції.

1. Загальне поняття про маркування. Види інформаційних знаків.
2. Екологічне маркування та його типи.

1. Загальне поняття про маркування. Види інформаційних знаків

Маркування товару – одне з найважливіших для споживачів джерел інформації про товари на ринку. **Маркування** – це нанесення на упаковку товару даних про його властивості у вигляді текстової інформації, штрихкоду інформаційних знаків та умовних позначень, спрямованих на інформування споживачів.

Стаття 15 **Право споживача на інформацію про продукцію** Закону України «Про захист прав споживачів» звертає увагу на таке:

1. Споживач має право на одержання необхідної, доступної, достовірної та своєчасної інформації про продукцію, яка забезпечує можливість її свідомого і компетентного вибору. Інформація повинна бути надана споживачеві до придбання ним товару чи замовлення роботи (послуги).

2. Інформація, передбачена частиною першою цієї статті, доводиться до відома споживачів виробником (виконавцем, продавцем) у супровідній документації, яка додається до продукції, на етикетці, а також у маркуванні чи в інший спосіб (у доступній наочній формі).

Інформація, про яку виробник продукції зобов'язаний повідомити потенційного споживача, містить багато пунктів, ось основні із них:

- назва товару;
- інформація про основні властивості продукції – її масу/об'єм;
- дата виготовлення та термін придатності;
- дані про умови зберігання та правила використання;
- позначення, які свідчать про наявність/відсутність у складі продукції ГМО (генетично модифікованих організмів);
- назва та розміщення виробничих потужностей.

На рис. 24 представлені види інформаційних знаків, які зображають на етикетці або упакуванні товару, ознайомимося з окремими з них.

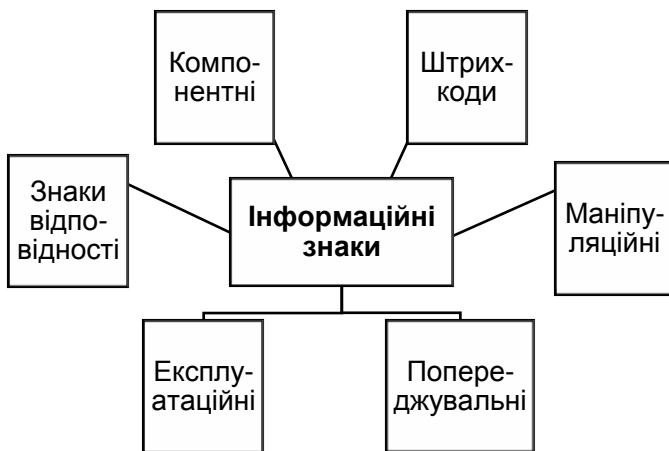


Рис. 24. Види інформаційних знаків

Знаки відповідності – свідчать, що товар відповідає тому чи іншому стандарту та вимогам сертифікаційних організацій тощо.

Знак СЕ (рис. 25) – спеціальний знак, який наноситься на виріб та свідчить, що товар відповідає основним вимогам директив Європейського Союзу.

Маркування СЕ вказує на те, що виріб не є шкідливим чи небезпечним для здоров'я споживачів, а також для довкілля. Якщо продукція не відповідає директивам і гармонізованим стандартам Європейського Союзу, які зобов'язують нанесення знака відповідності СЕ, вона не допускається на внутрішній ринок ЄС.

В Україні на даний момент (починаючи з 2015 року) застосування ГОСТ, ДСТУ та інших стандартів щодо якості та інших вимог для усіх категорій продукції не обов'язкове.

Єдиний знак, який свідчить, що продукція відповідає загальнообов'язковим вимогам безпеки і діє на території України відносно продукції певної категорії, – це знак відповідності технічним регламентам (рис. 26).



Рис. 25. Маркування СЕ – європейська відповідність



Рис. 26. Національний знак відповідності

Для різних країн розроблені свої національні знаки відповідності, які розміщують на продукції, яку випускають на внутрішньому ринку.

Штриховий код (рис. 27) являє собою певну унікальну послідовність чорних та білих смуг різної товщини, в якій зашифрована інформація у вигляді, зручному для зчитування лазерними сканерами.

Найпоширеніші системи штрихкодів – американський Універсальний товарний код **UPC** (8 цифр) і Європейська система кодування **EAN** (13 цифр).



Рис. 27. Штриховий код

Компонентні знаки інформують споживача про харчові добавки, які містяться в продуктах. Їх позначають буквою Е з цифровим кодом, який вказує на тип добавки:

- *барвники* використовують для надання кольору харчовим продуктам;
- *консерванти й антиоксиданти* застосовують для продовження терміну зберігання харчових продуктів;
- *регулятори кислотності* – речовини, які додають у харчові продукти для регуляції їх кислотності або лужності;
- *емульгатори* – сприяють підтриманню у харчовому продукті в гомогенному стані суміші кількох компонентів несумісних фаз;
- *наповнювачі* – збільшують об'єм харчового продукту без суттєвого збільшення його енергетичної цінності;
- *посилювачі смаку й аромату* – підсилюють яскравість смакових чи ароматних якостей харчового продукту.

Експлуатаційні знаки інформують про правила експлуатації виробу. До них належить, наприклад,

інформація на бірках про температурний режим прання, можливість та умови сушіння тощо (рис. 28).



Рис. 28. Приклади експлуатаційних знаків

Маніпуляційні знаки повідомляють споживача (покупця) про способи поводження з товарами (рис. 29).



Рис. 29. Приклади маніпуляційних знаків

Попереджувальні знаки використовують для гарантування безпеки споживачів і навколишнього середовища (рис. 30).



Рис. 30. Приклади попереджувальних знаків

Маркування країни походження (*made-in labelling*) також один із видів інформаційних знаків. На даний момент нанесення цього знака добровільне. Європейська Комісія внесла пропозицію до Парламенту ЄС щодо обов'язковості маркуванням країни походження для усіх непродовольчих товарів. Проте поки що невідомо, коли такі вимоги стануть обов'язковими.

2. Екологічне маркування та його типи

У 1992 році на Всесвітній конференції Організації Об'єднаних Націй з навколишнього середовища і розвитку, яка відбулася у Ріо-де-Жанейро (Бразилія), рекомендовано застосування екологічного маркування.

Саме тоді розпочалася розробка та впровадження екологічного маркування в країнах Західної та Північної Європи, а також у Німеччині, США, Канаді, Японії, Австралії та ін. Це були регіональні програми та багатокритеріальні національні програми.

Наступним етапом у розвитку екологічного маркування після упровадження перших програм екологічного маркування стала розробка Міжнародною організацією зі стандартизації міжнародних стандартів.

Міжнародну організацію зі стандартизації (International Organization for Standardization, **ISO**) створено у 1946 році, її робота розпочалася вже наступного року. До її структури включені 25 національних організацій зі стандартизації, які входили до двох організацій, а саме – International Federation of the National Standartizing Associations (**ISA**; рік заснування – 1926, рік розформування – 1942) та United Nations Standards Coordinating Committee (**UNSCC**; рік заснування – 1944).

Робочий орган ISO – Генеральна асамблея. Технічна робота ISO ведеться у рамках технічних комітетів. Технічні комітети займаються розробкою міжнародних стандартів.

Кожний комітет складається з підкомітетів і робочих груп за конкретними видами діяльності: 185 технічних комітетів, 636 підкомітетів, 1975 робочих груп за рік створюють понад 700 стандартів.

Екологічне маркування – це один із видів екологічної декларації на виробі або упаковці у вигляді знака, графічного зображення, які інформують про вплив продукції, товару або послуги на навколишнє середовище на усіх стадіях життєвого циклу.

Екологічне маркування має на меті дати можливість потенційному споживачеві завдяки спеціальним знакам виділити серед групи однорідної продукції на ринку товари та послуги, які на всіх стадіях свого життєвого циклу мають менший вплив на навколишнє середовище.

Екологічному маркуванню **підлягають** харчові продукти та питна вода; нехарчова продукція: одяг, меблі, канцелярія, будівельні й оздоблювальні матеріали, побутова техніка, мийні засоби, транспорт, паливо тощо; послуги: туристичні, готельно-ресторанні, будівельні-оздоблювальні, виробництво різних видів енергії.

Екологічному маркуванню **не підлягають** медичні вироби, лікарські засоби та ветеринарні препарати.

Екологічне маркування функціонує на таких **принципах**.

- Екологічні знаки та декларації повинні мати надійність, точність та достовірність, бути такими, які перевіряються. Інформація мусить декларувати

характеристики екологічності продукції, яка нею маркується, бути інтуїтивно зрозумілою для споживачів, незалежно від їхнього рівня екологічних знань.

- Інформацію щодо характеристик екологічності продукції та послуг, розміщених у документації, котра стосується маркування, зобов'язаний надавати безпосередньо виробник, який застосував маркування.
- Екологічне маркування та декларація мусять ґрунтуватися на системній методології, котра розглядає життєвий цикл продукції, оцінку екологічного ризику, забезпечення відтворюваності результатів досліджень.
- Інформація, використовувана для екологічного маркування, має бути доступною для зацікавлених сторін.
- Екологічне маркування та декларація зобов'язані враховувати характеристики екологічності на стадіях життєвого циклу продукції.
- Проходження процедури екологічного маркування та дотримання критеріїв не повинні створювати додаткових перешкод у торгівлі, дискримінацію у виборі вітчизняних чи іноземних товарів і послуг. Цим безпосередньо займається **ВТО** (Світова організація торгівлі).

Декларація екологічності – це правдива, точна, перевірена заява про характеристики екологічності, а саме про ефект впливу на навколишнє середовище під час проходження усіх стадій життєвого циклу (видобування сировини – виробництво – постачання – використання – утилізація). Залежно від масштабів ефект впливу може набувати локального, регіонального або глобального характеру, крім того, вплив може бути індивідуальним, незалежним або опосередкованим, що залежить від інших чинників або їх сукупності.

Мета декларації – сприяти зменшенню збитків, завданих довкіллю, які пов'язані із використанням товарів і послуг.

Самодекларація екологічності – це заява, яка описує поліпшення характеристик екологічності продукції та надає

певну вигоду виробнику продукції, імпортеру, продавцю. Складається вона без участі третьої сторони. Самодекларація повинна містити опис переваг даної продукції над товарами-аналогами, а також роз'яснення стосовно того, завдяки чому досягнуто ті чи інші поліпшення. Порівняння може проводитися або з товарами-аналогами різних виробників, або з попередньо випущеною продукцією одного і того ж виробника, проте обов'язково таке порівняння повинне базуватися на загальновідомих стандартних чи опублікованих методах досліджень.

Згідно з міжнародним стандартом ISO 14020, екологічне маркування поділяється на два типи.

Екологічне маркування за I типом здійснюється в рамках відповідної програми замовника, проводиться третьою стороною і присвоюється за результатами сертифікації. Програма маркування за I типом вимагає відповідності замовника певним критеріям, які зумовлюють можливість маркування продукції знаком, котрий інформує про те, що продукція екологічно чиста та безпечна для природи, здоров'я і життя споживачів, їх майна. На даний час у світі є понад 30 різних екологічних знаків. Деякі з них наведені нижче (табл. 9).

Таблиця 9

Приклади знаків екологічного маркування, які належать регіональним і національним програмам I типу

Знак	Інформація
«Блакитний ангел» 	Даний знак – перший екологічний знак, для товарів і послуг. Він надається продукції, яка відповідає жорстким вимогам якості і не шкодить довкіллю. Рік створення – 1977 р.

«Квітка ЄС» 	Відповідність стандартам і нормативам Європейського Союзу. Знак наноситься на упаковку товару і повідомляє споживача про екологічність продукції; не застосовується для маркування харчових продуктів і ліків
«Зелений журавлик» 	Відповідність стандартам і нормативам України. Знак підтверджує, що продукція пройшла екологічну сертифікацію, має екологічну перевагу перед агналагами та безпечна для довкілля на усіх етапах життєвого циклу. Наноситься на упаковки, етикетки різноманітних продуктів, товарів, виробів, матеріалів, інформаційні носії організацій, які надають послуги.
«Білий лебідь» 	Відповідність стандартам та нормативам скандинавських країн – Швеції, Норвегії, Данії, Фінляндії, Нідерландів. Знак засвідчує, що продукт легко утилізується і не містить шкідливих для людини та довкілля речовин.
«Ecogarantie» 	Відповідність стандартам і нормативам Бельгії. Знаком маркуються екологічно чисті товари, основні критерії при виробництві яких – використання органічної, мінеральної та рослинної сировини без застосування ГМО, тестування не проводиться на тваринах.

«HYVAA SUOMESTA» 	Відповідність стандартам і нормативам Фінляндії. Знак засвідчує високу якість продукту. Знаком маркуються молочні, м'ясні та рибні продукти – при цьому для їх виробництва повинно бути використано 100 % чистої фінської сировини, для інших груп продуктів – не менше 75 %.
«Екологічний вибір» 	Відповідність стандартам і нормативам Канади. Знак застосовується при маркуванні продукції та послуг, спрямованих на економію енергії, матеріалів та мінімізацію шкідливих викидів.
«Еко-знак» 	Відповідність стандартам і нормативам Японії. Еко-знак японської асоціації з охорони навколишнього середовища.
«Сприятливий вибір для навколишнього середовища» 	Відповідність стандартам і нормативам Швеції (<i>Шведське Товариство Охорони Природи – SSNC</i>). Знак використовується при маркуванні товарів із 13 різних груп: мийні засоби, засоби для виведення плям і відбілювачі, туалетні очищувачі, засоби для посуду, пральні порошки, мила і шампуні, папір, серветки, а також текстиль, електрика, електрообладнання, пасажирський транспорт, товарні перевезення.
«Органічне походження» 	Відповідність стандартам і нормативам Європейського Союзу. Знак сповіщає споживача, що продукція – органічного походження, вирощена без застосування хімікатів, вироблена без барвників і штучних харчових добавок.

«ENERGY STAR» 	Відповідність стандартам і нормативам США та країн Європи. Знаком маркується прилад, який пройшов сертифікацію за програмою «Energy Star» і відповідає найвищому класу енергоефективності.
«ISO 14001» 	При використанні даного знака організація показує свою прихильність до виконання екологічних вимог перед своїми клієнтами.
«Екологічний сертифікат відповідності»  	Орган сертифікації «Міжнародний екологічний фонд» – акредитований в Системі обов'язкової сертифікації за екологічними вимогами.

Екологічне маркування за II типом інформує потенційного споживача про те, що під час виробництва продукції та її переробки застосовані екологічно чисті методи, в основі лежить самодекларація відповідності продукції екологічним стандартам і нормативам. При цьому продукція маркується особливими знаками (табл. 10).

Таблиця 10

Приклади знаків екологічного маркування II типу

Знак	Інформація
«Зелена точка» 	Знак інформує про повернення назад виробнику або продавцю товару та його упаковки на основі права власності для вторинної переробки.

«Ппетля Мебіуса». «Recycling» 	Знак ресайклінгу – інформує споживача про те, що даний товар та/або його упаковка виготовлені з переробленого матеріалу і придатні для подальшої переробки. Іноді виробники поряд зі знаком вказують відсоток т. зв. вторинності.
 	Знак вказує на можливість компостування товару або пакувального матеріалу для його біологічного розкладу.
«Замкнений цикл» 	Знак повідомляє про замкненість життєвого циклу продукції «виробництво – використання – утилізація». Цим знаком маркується продукція з полімерних матеріалів. Він повідомляє про придатність упаковки для вторинної переробки. Числові або буквені позначення інформують про код речовини, з якої виготовлена продукція та/або упаковка.
PET (ПЕТ) – поліетилентерфталат 	Цифра 01 та літери PET вказують, що для виробництва пляшок, склянок чи іншої тари для води, соку, упаковки для окремих харчових продуктів, порошків використовується поліетилентерфталат.
PE-HD (ПВШ) – поліетилен високої щільності 	Цифра 02 та літери PE-HD вказують, що речовина, з якої виготовлена упаковка, – це поліетилен високої щільності. Саме з такого виду полімерів виготовляють фасувальні пакети, пакети для молока та води, пляшки для мийних засобів і шампунів, канистри тощо.

PVC (ПВХ) – полівінілхлорид 	Цифра 03 та літери PVC вказують на полівінілхлорид. Він має здатність проникати в організм людини через продукти харчування. Використовується у виробництві вікон. Не придатний для переробки.
PE-LD (ПНЩ) – поліетилен низької щільності 	Цифра 04 та літери PE-LD вказують на поліетилен низької щільності. Його застосовують у виробництві поліетиленових пакетів, еластичних і гнучких пластикових упаковок, деяких пластикових пляшок і труб.
PP (ПП) – поліпропілен 	Цифра 05 та літери PP вказують, що матеріалом для упаковки служить поліпропілен. Він використовується у виробництві разового посуду, призначеного для гарячих продуктів і розігрівання їжі у мікрохвильовці. Не рекомендується вживання із таких склянок спиротвмісних напоїв, оскільки є ризик потрапляння в організм фенолу і формальдегіду.
PS (ПС) – полістирол 	Цифра 06 та літери PS вказують, що матеріал тари – полістирол, його використовують у виробництві контейнерів для яєць, риби, м'яса та інших товарів.
OTHER (ІНШЕ) 	Цифра 07 та літера O вказують на суміш різних пластиків або полімерів, не зазначених вище. Упаковка із зазначеним маркуванням не підлягає переробці.

«Бокал-виделка» 	Даним знаком маркується пластиковий посуд, він повідомляє споживача про те, що пластик використаний для його виробництва, безпечний для здоров'я людини і може контактувати із продуктами харчування.
«Не смітити!» 	Упаковка, позначена таким знаком, не має спеціальних вимог для утилізації і тому може бути викинута у звичайний сміттевий бак.
«Особлива утилізація» 	Упаковку або використану продукцію з таким маркуванням не можна викидати у звичайний сміттевий бак, оскільки це може зашкодити навколишньому середовищу. Вимога до їх утилізації – в спеціальних місцях. Даним маркуванням позначаються батарейки та акумулятори, які містять ртуть, кадмій і свинець; вироби із полівінілхлориду, при спалюванні яких виділяються токсичні речовини.



1. Що таке маркування та яку інформацію повинен розмістити виробник на етикетці товару?
2. Які є інформаційні знаки?
3. Екологічне маркування. Продукція, яка підлягає та не підлягає екологічному маркуванню.
4. Які є типи екологічного маркування? Наведіть приклади знаків, які належать до кожного її них.



1. Охарактеризуйте стан екологічної сертифікації та маркування продукції в Україні.
2. Органічна чи екологічна сертифікація та маркування, у чому різниця і що обрати?
3. Що відрізняє екопродукцію від звичайних товарів і послуг?



ПЕРЕВІР СВОЇ ЗНАННЯ...

Зразки контрольних завдань до змістового модуля 1 «Теоретична екологія»

Варіант 1

1. Екологія – це наука про...

- а) стан навколишнього середовища
- б) взаємодію живих істот та їх угруповань з навколишнім середовищем і між собою
- в) взаємодію людини й екосистем
- г) взаємодію людини, тварин і рослин з навколишнім середовищем

2. Що вивчає синекологія?

- а) взаємодію між особинами, які належать до різних видів одного угруповання
- б) коливання чисельності популяцій різних видів та їх причини
- в) взаємозв'язок організму з навколишнім середовищем
- г) з'ясовує закономірності еволюції біосфери

3. Екологічна ніша виду – це...

- а) сукупність характеристик, які вказують на місце виду в екосистемі
- б) частина земної поверхні з властивими їй екологічними умовами, заселена живими організмами різних видів
- в) частина повітряного простору з певними екологічними умовами, сприятливими для існування живих істот

4. Клімаксова екосистема – це стан...

- а) динамічної рівноваги

- б) деградації внаслідок ендегенної сукцесії
- в) мінливості екосистеми під впливом зовнішніх чинників
- г) активного перебігу сукцесійних процесів

5. До основних компонентів біогеоценозу належать...

- а) екотоп, фітоценоз, зооценоз
- б) фітоценоз, зооценоз, мікробоценоз, ґрунт
- в) едафотоп, кліматом, фітоценоз, зооценоз, мікробоценоз
- г) продуценти, консументи, мікроорганізми, ґрунт, клімат

6. Абіотичні фактори – це...

- а) температура повітря, кислотність ґрунту
- б) паразити в організмі господаря
- в) викиди парникових газів, кислотні опади

7. Укажіть гомотипові коакції:

- а) внутрішньовидова конкуренція
- б) мутуалізм
- в) алелопатія
- г) груповий ефект

8. Виділіть правильну послідовність трофічного ланцюга:

- а) продуценти, редуценти, консументи I порядку
- б) людина, рослини, тварини
- в) консументи II порядку, редуценти, продуценти
- г) продуценти, консументи I порядку, консументи II порядку

9. Виділіть імперативні екологічні фактори:

- а) світло, температура, вологість
- б) кислотність ґрунту
- в) крутизна схилу
- г) кліматичні, едафічні

10. Виділіть мутуалістичні взаємозв'язки:

- а) людина–аскарида
- б) конюшина–джміль
- в) лев–гієна
- г) орел–сова

11. Назвіть надорганізмені системи – об'єкти вивчення екології _____

12. Дайте визначення абіотичних екологічних факторів _____

13. Який закон відображає межі толерантності виду до певного фактору? _____

14. Вікова структура популяції відображає... _____

15. Перелічіть групові характеристики популяції _____

16. До складу біоценозу входять... _____

17. Дайте визначення біотичного потенціал _____

18. Дайте визначення екосистеми _____

19. Що означає сукцесія? _____

20. Напишіть основні типи речовин, з яких складається біосфера (за В.І. Вернадським) _____

Варіант 2

1. Виділіть абіотичні екологічні фактори:

- а) кліматичні, ґрунтові, топографічні
- б) коменсалізм, аменсалізм, протокооперація, мутуалізм
- в) температура, вологість, атмосферний тиск, мікроорганізми
- г) фітогенні, зоогенні

2. Перелічіть основні підрозділи теоретичної екології:

- а) аутекологія, демекоелогія, синекоелогія, біогеоценологія та біосферологія
- б) геоекологія, техноекологія, соціоекологія, біогеоценологія
- в) аутекологія, демекоелогія, синекоелогія, соціоекологія
- г) геоекологія, техноекологія, синекоелогія, соціоекологія, біосферологія

3. Предмет дослідження екології – це...

- а) сумісництво
- б) взаємодія
- в) ієрархія
- г) властивості

4. Які види називають еврибіонтами?

- а) з широкою екологічною валентністю
- б) з вузькою екологічною валентністю
- в) з постійною температурою тіла

- г) з непостійною температурою тіла

5. Виділіть гетеротипові коакції:

- а) груповий ефект, масовий ефект, внутрішньовидова конкуренція
- б) нейтралізм, витіснення, мутуалізм, співпраця, алелопатія, аменсалізм, паразитизм, хижацтво
- в) нейтралізм, конкуренція, аменсалізм, коменсалізм, паразитизм, хижацтво

6. До косної речовини біосфери належить...

- а) торф
- б) ґрунт
- в) організм
- г) пісок

7. Укажіть едафічний фактор:

- а) північний схил
- б) змінений ландшафт
- в) кислотність ґрунту
- г) температура повітря

8. Редуценти – це...

- а) бульбочкова бактерія
- б) малярійний плазмодій
- в) дощовий черв'як
- г) аскарида людська

9. Укажіть ознаки, які НЕ характеризують популяцію:

- а) чисельність
- б) приріст росту
- в) щільність
- г) збільшення біомаси

10. Комплекс факторів, зумовлених хімічними та фізичними особливостями ґрунту, які значно впливають на життя організмів – це...

- а) едафічні
- б) орографічні
- в) кліматичні
- г) антропогенні

11. Дайте визначення екології як науки _____

12. Наведіть приклади фізичних екологічних факторів _____

13. Дайте визначення біотичних екологічних факторів _____

14. Напишіть основні біотичні взаємодії організмів _____

15. Перелічіть фактори, які зумовлюють підвищення чисельності популяції _____

16. Етологічна структура популяції відображає... _____

17. Дайте визначення угруповання _____

18. Сформулюйте закон 10 % _____

19. Що таке опірність середовища? _____

20. Дайте визначення біосфери _____

Варіант 3

1. Що вивчає аутоекологія?

- а) взаємодії між особинами, які належать до різних видів
- б) коливання чисельності різних видів та їх причини
- в) взаємозв'язок організму з довкіллям
- г) з'ясовує закономірності еволюції біосфери

2. До продуцентів належать...

- а) редуценти, консументи
- б) фототрофи, хемотрофи
- в) консументи, хемотрофи
- г) фототрофи, гетеротрофи

3. Взаємодія між березою і підберезовиком – це приклад ...

- а) аменсалізму
- б) коменсалізму
- в) мутуалізму
- г) нейтралізму

4. Розділ екології, який вивчає взаємозв'язки між особинами різних видів даного угруповання – це...

- а) аутоекологія
- б) демекологія
- в) синекологія
- г) екосистемологія

5. Укажіть лімітувальний фактор для риб...

- а) низька освітленість
- б) солоність води
- в) вміст кисню
- г) постійна температура

6. Елементи абіотичних факторів середовища,

пов'язані з рельєфом місцевості, називаються...

- а) едафічними
- б) орографічними
- в) кліматичними
- г) антропогенними

7. Закономірне співвідношення різних вікових груп організмів у складі популяції – це приклад структури...

- а) вікової
- б) статевий
- в) етологічної
- г) просторової

8. Кам'яне вугілля, торф – це приклад речовини...

- а) косної
- б) біокосної
- в) біогенної
- г) живої

9. Виділіть приклад евритермного виду:

- а) прісноводний рачок живе за $+26-+29^{\circ}\text{C}$
- б) псефід витримує $+40 - -40^{\circ}\text{C}$
- в) молінезія живе у прісній та морській воді
- г) солонець росте на мокрих солончаках

10. Як називається процес розвитку екосистеми через послідовні зміни біогеоценозів на незаселених раніше ділянках?

- а) первинна сукцесія
- б) деградаційна сукцесія
- в) деградація ландшафтів
- г) трансформація екосистеми

11. Дайте визначення лімітувального (обмежувального) екологічного фактору _____

12. Дайте визначення екологічної ніші виду _____

13. Зобразіть схематично закон толерантності (В. Шелфорда) _____

14. Наведіть типи структури біоценозу _____

15. Наведіть типи популяцій залежно від розмірів території, яку вони займають _____

16. Наведіть типи просторового розміщення особин у популяціях _____

17. Перелічіть фактори, які зумовлюють зниження чисельності популяції _____

18. Наведіть компоненти трофічної структури біоценозу _____

19. Наведіть типи екосистем за ступенем трансформації людською діяльністю _____

20. Напишіть основні абіотичні фактори _____

**Зразки контрольних завдань до
змістового модуля 2 «Прикладна екологія»
Варіант 1**

1. Виділіть правильне визначення забруднення:

- а) внесення або виникнення у середовищі нових, не характерних для нього фізичних, хімічних і біологічних агентів
- б) виникнення у природному середовищі сполук хімічного та фізичного походження
- в) накопичення фізичних, хімічних і біологічних агентів в організмі рослин, тварин і мікроорганізмів

2. Укажіть основні наслідки забруднення атмосфери:

- а) парниковий ефект, озонові діри, кислотні дощі
- б) загазованість повітря, збільшення населення Землі, збільшення кількості захворювань на рак
- в) утворення смогів, туманів, пилу, шлаків, золи, великої кількості відходів

3. Яка роль озонового шару?

- а) пропускає ультрафіолетові промені
- б) не пропускає ультрафіолетові промені
- в) пропускає теплові промені

4. Які фактори викликають парниковий ефект?

- а) оксиди нітрогену та сульфору
- б) оксиди карбону
- в) хлорфторовуглеводні

5. Виділіть первинні джерела біомаси, які використовують у біоенергетиці...

- а) відходи лісової промисловості
- б) муніципальні відходи

- в) макуха олійних культур

- г) енергетичні культури

6. Який вид поводження з ТПВ визнано найперспективнішим у світі?

- а) переробка
- б) утилізація
- в) захоронення

7. Укажіть речовини, які використовують у с/г для знищення бур'янів...

- а) гербіциди
- б) інсектициди
- в) фітонциди
- г) фунгіциди

8. Тератогени – це...

- а) речовини, які сприяють розвитку злоякісних пухлин
- б) фактори, здатні викликати генні чи хромосомні мутації
- в) фактори, які порушують нормальний розвиток плоду під час вагітності

- г) речовини, котрі у великих концентраціях викликають отруєння

9. Біологічний потенціал планети на одного жителя становить...

- а) 2,7 га
- б) 1,6 га
- в) 1,1 га

10. Декларація екологічності – це...

- а) документ, який свідчить лише про якість сировини
- б) заява про безпечність відходів
- в) це заява, котра описує ефект впливу на навколишнє середовище під час усіх етапів виробництва

11. Дайте визначення поняття «забруднення» _____

12. Допишіть визначення: «Механічне забруднення – це поява у воді, ґрунті ...» _____

13. Наведіть основні недоліки використання ГЕС _____

14. Перелічіть глобальні екологічні проблеми сьогодення _____

15. Дайте визначення поняття «синтез-газ» _____

16. Дайте визначення поняття «гарбологія» _____

17. Екологічний слід – це... _____

18. Вкажіть, які країни належать до «екологічних боржників» і чому _____

19. Вкажіть товари та послуги, які підлягають екологічному маркуванню _____

20. Назвіть знаки екологічного маркування, які належать регіональним та національним програмам I типу _____

Варіант 2

1. Виділіть агенти, які спричиняють механічне забруднення середовища

- а) радіонуклеїди
- б) мікроорганізми
- в) сірководень
- г) поліетиленові пляшки

2. Визначте, які умови у водному середовищі можуть викликати замор риби

- а) нестача світла
- б) надлишок світла
- в) нестача кисню
- г) надлишок кисню

3. Укажіть речовини, які використовують у с/г для знищення комах

- а) гербіциди
- б) інсектициди
- в) фітонциди
- г) фунгіциди

4. Як називається забруднення водного середовища мікроорганізмами (зокрема й патогенними), а також органічними речовинами, здатними до бродіння?

- а) фізичним
- б) біологічним
- в) хімічним
- г) комбінованим

5. Які сполуки викликають озонові діри?

- а) оксиди нітрогену та сульфуру
- б) оксиди карбону
- в) хлорфторовуглеводні

6. Біопаливо першого покоління виробляють із...

- а) будь-якої с/г сировини
- б) харчової сировини
- в) відходів виробництва

7. Яким терміном європейські країни пропонують замінити поняття «відходи»?

- а) вторинна сировина
- б) комунальні відходи
- в) первинна сировина

8. Мутагени – це...

- а) речовини, які зумовлюють розвиток злоякісних пухлин
- б) фактори, здатні викликати генні чи хромосомні мутації
- в) фактори, які порушують нормальний розвиток плоду під час вагітності
- г) речовини, котрі у великій концентрації викликають отруєння

9. Країна має екологічний резерв, якщо її екослід...

- а) менший за біопотенціал
- б) більший за біопотенціал
- в) рівний біопотенціалу

10. Екологічне маркування за II типом...

- а) присвоюється за результатами сертифікації продукції третьою стороною
- б) ґрунтується на самодекларації відповідності продукції певним екологічним нормативам
- в) сприяє зниженню шкоди, завданої навколишньому середовищу і пов'язаної з використанням продукції, послуг

11. Наведіть приклади антропогенного екологічного фактору _____

12. Перелічіть фактори, які викликають прискорену ерозію ґрунту _____

13. Укажіть методи переробки біомаси для отримання енергії _____

14. Наведіть приклади енергетичних культур, які використовуються у біоенергетиці _____

15. Напишіть ієрархію пріоритетів поводження з відходами згідно з вимогами Директиви 2008/98/ЄС про відходи _____

16. Дайте визначення поняттю «рециклінг» _____

17. Як визначається власний екологічний слід? _____

18. Вкажіть, які країни належать до «екологічних кредиторів» і чому _____

19. Вкажіть товари та послуги, які не підлягають екологічному маркуванню _____

20. Які знаки відповідності ви знаєте і про що свідчить їх наявність на продукції? _____

Варіант 3

1. Засмічення води й поверхні землі побутовим сміттям – це забруднення...

- а) хімічне
- б) біологічне
- в) фізичне
- г) механічне

2. Виділіть антропогенні фактори

- а) розорювання ґрунтів, мутуалізм
- б) вирубування лісів, паразитизм, сходження лавини
- в) висушування боліт, мисливство

3. Які сполуки викликають кислотні опади?

- а) оксиди нітрогену та сульфору
- б) оксид карбону
- в) хлорфторовуглеводні

4. Біопаливо третього покоління виробляють із ...

- а) будь-якої с/г сировини
- б) водоростей
- в) харчової сировини
- г) відходів виробництва

5. Який метод серед запропонованих варіантів визнано найдорожчим при поводженні з відходами?

- а) утилізація
- б) спалювання
- в) захоронення

6. Канцерогени – це...

- а) речовини, які зумовлюють розвиток злویасних пухлин
- б) фактори, здатні викликати генні чи хромосомні мутації
- в) фактори, котрі порушують нормальний розвиток плоду під час вагітності
- г) речовини, які у великій концентрації викликають отруєння

7. Країна має екологічний дефіцит, якщо...

- а) її екослід менший за біо-потенціал
- б) її екослід більший за біо-потенціал
- в) її екослід та біопотенціал рівні

8. До нетрадиційних джерел енергії належать...

- а) невідновлювальні, які містять вугілля, природний газ, нафту, уран
- б) відновлювальні, котрі містять гідроенергетику, деревину у вигляді дров
- в) відновлювальні, які використовують потоки енергії Сонця, енергію вітру, морів і океанів, річок

9. Екологічне маркування за I типом...

- а) присвоюється за результатами сертифікації продукції третьою стороною
- б) ґрунтується на самодекларації відповідності продукції певним екологічним нормативам
- в) сприяє зниженню шкоди, завданої навколишньому середовищу і пов'язаної з використанням продукції, послуг

10. Самодекларація екологічності:

- а) заява про екологічність, складена без участі третьої сторони за наявності певної вигоди виробнику, імпортеру, продавцю чи іншій особі.
- б) містить характеристику переваг над аналогами продукції
- в) заява про безпечність відходів

11. Дайте визначення фізичному забрудненню _____

12. Поясніть поняття «екологічна безпека людини» _____

13. Наведіть приклади дій, які сприятимуть зменшенню екологічного сліду _____

14. Що таке газифікація біомаси? _____

15. Наведіть приклади твердих, рідких і газоподібних видів біопалива _____

16. Дайте визначення поняттю «відходи» _____

17. Що таке біопотенціал? _____

18. На що вказує умовний «день перевитрати Землі» _____

19. Дайте визначення поняттю «маркування продукції» _____

20. Назвіть знаки, які належать до II типу екологічного маркування _____

Перелік запитань та завдань до підсумкового контролю з навчальної дисципліни «Основи екології»

Теоретична екологія

1. Як змінювалося поняття екології з розвитком науки?
2. Що є предметом та об'єктом дослідження екології?
3. Опишіть основні розділи та напрямки сучасної екології.
4. У чому полягають основні завдання екології як інтегральної науки?
5. Які основні групи методів досліджень сучасної екології?
6. Які основні класифікації екологічних факторів? Чим зумовлена наявність такої кількості класифікацій?
7. Наведіть приклади абіотичних екологічних факторів.
8. Наведіть екологічні групи організмів за відношенням до імперативних факторів.
9. Які основні закони відображають загальні закономірності пристосованості організмів до дії екологічних факторів?
10. Опишіть екологічну роль внутрішньовидової конкуренції та інших типів гомотипових коакцій?
11. Проаналізуйте риси подібності та відмінності відносин типу «хижак–жертва» та «паразит–живитель».
12. Які основні форми коменсалізму?
13. За якими характеристиками популяція відрізняється від окремої особини?
14. Які переваги та недоліки характеризують поодинокий, сімейний спосіб життя та життя у спільнотах?
15. Які зовнішні чинники здатні регулювати статеву структуру популяції? Наведіть приклади.
16. Чому за оптимальних умов чисельність особин у популяції ніколи не перевищує верхню межу ємності місця існування?
17. Чим визначається вертикальна та горизонтальна структури біоценозу?
18. Яка функціональна роль продуцентів, консументів і редуцентів у біоценозі? Наведіть приклади таких організмів.

19. Доведіть, що два види не можуть займати одну і ту ж екологічну нішу. Чи можуть такі види існувати в межах одного біоценозу?
20. Порівняйте поняття екологічної системи та біогеоценоз.

Прикладна екологія

1. Охарактеризуйте основні напрямки позитивного впливу людини на довкілля.
2. Які основні аспекти негативного впливу аграрного виробництва на довкілля?
3. Охарактеризуйте вплив комунального господарства на довкілля.
4. Опишіть вплив автотранспорту на стан навколишнього середовища.
5. Чому вплив промислових підприємств вважають найзначнішим негативним впливом на довкілля?
6. Розкрийте суть поняття «забруднення». Поясніть, чому це поняття ширше, ніж просто внесення в довкілля речовин чи предметів?
7. Охарактеризуйте природні забруднення біосфери.
8. Опишіть особливості механічних забруднень біосфери.
9. У чому полягають особливості хімічних забруднень біосфери?
10. Розкрийте суть фізичного забруднення біосфери.
11. Опишіть особливості біологічних забруднень біосфери.
12. Наведіть групи речовин, найнебезпечніших для здоров'я людини.
13. Наведіть основні джерела біомаси та види біопалива
14. Які методи отримання палива з біомаси?
15. Порівняйте піроліз та газифікацію біомаси.
16. Наведіть приклади твердих, рідких та газоподібних видів біопалива.
17. Які енергетичні культури використовують у біоенергетиці?
18. Як утворюється синтез-газ?

19. Опишіть причини та наслідки парникового ефекту.
20. Чим зумовлена поява озонових дір? Які наслідки та шляхи подолання цієї глобальної екологічної проблеми?
21. Яка причина появи та наслідки дії кислотних опадів?
22. Поясніть, що вивчає ґарбологія.
23. Наведіть класифікацію відходів.
24. Опишіть основні способи поводження з відходами.
25. Поясніть значення термінів «екологічний слід» та «біологічний потенціал».
26. Що ви розумієте під поняттями «екологічні кредитори» та «екологічні боржники», які застосовуються до країн світу щодо екологічного сліду
27. Поміркуйте, як ви можете знизити власний внесок у екологічний слід.
28. Які заходи ви застосуєте, щоб заощадити енергію та воду у власному помешканні?
29. Що вам відомо про умовний «день перевитрати Землі», які зміни відбулися у його настанні з 1970 по 2020 р.?
30. Що таке маркування та яку інформацію повинен розмістити виробник на етикетці товару?
31. Які є інформаційні знаки?
32. Екологічне маркування. Продукція, яка підлягає та не підлягає екологічному маркуванню.
33. Які є типи екологічного маркування? Наведіть приклади знаків, котрі належать до кожного із них.
34. Охарактеризуйте стан екологічної сертифікації та маркування продукції в Україні.
35. Органічна чи екологічна сертифікація та маркування, у чому різниця і що обрати?
36. Що відрізняє екопродукцію від звичайних товарів і послуг?



ЛІТЕРАТУРА

1. Беа Джонсон. Дім – нуль відходів / пер. з англ. Тетяни Євлоєвої. Київ : Рідна мова, 2018. 304 с.
2. Блінова Н.К., Мохонько В.І., Саломахіна С.О., Суворін О.В. Екологічна стандартизація і сертифікація : навч. посібник. Луганськ : Вид-во СНУ ім. В. Даля, 2009. 124 с.
3. Бондар В. С., Фурса А. В., Гументик М. Я. Стратегія та пріоритети розвитку біоенергетики в Україні. *Економіка АПК*. 2018. № 8. С. 17–25.
4. Бондар О.І., Барановська В.Є., Баринов М.О. та ін. Управління відходами : вітчизняний та зарубіжний досвід: посіб. / за ред. О.І. Бондаря. Київ : Айва Плюс Лтд. 2008. 196 с.
5. Буждиган О.Я., Руденко С.С., Зароченцева О.Д., Костишин С.С. Екологія в досліджах : методичні рекомендації для наукової роботи в навчальних закладах різного типу. У 2-х ч. Частина 1, вип. 2. Чернівці : Місто, 2015. 168 с.
6. Буряк Н. Б. Лукаш С. В. Проблеми збирання, транспортування та утилізації твердих побутових відходів в Україні. *Національний вісник НЛТУ України*. 2012. С. 82–90.
7. Верховна рада України. Паризька угода. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/995_l61
8. Відновлювана енергетика в Україні: сьогодення та перспективи. *Українська асоціація відновлюваної енергетики*. URL : <https://vse.energy/docs/OEW-orgel.pdf>
9. Відходи виробництва і споживання та їх вплив на ґрунти і природні води : навч. посіб. / за ред. В. К. Хільчевського. Київ : Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2007. 152 с.

10. Вільям Ратьє URL: <https://zen.yandex.ru/media/w2e/chto-takoe-garbiologija-i-pochemu-ona-vajna-5b058de779885e40a5524ffd/>
11. Гелетуха Г.Г., Желєзна Т.А., Кучерук П.П., Олійник Є.М., Трибой О.В. Біоенергетика в Україні: сучасний стан та перспективи розвитку. Ч. 1. *Промислова теплотехніка*. 2015. Т. 37, № 4. С. 53–60.
12. Гнатишин М.А. Паризька угода: прогрес в імплементації та торговельні аспекти. *Ефективна економіка*. 2019. № 3. – URL: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=6950>
13. Гринчишин Н. М. Вплив процесів горіння твердих побутових відходів на екологічний стан ґрунту. *Пожежна безпека*. 2012. № 20. С. 131–136.
14. Гуменюк Г. Д. Войтюк Г. В. Поводження з відходами: вимоги Європейського Союзу і законодавства України *Стандартизація. Сертифікація. Якість*. 2015. № 3. С. 26–29.
15. Екологічне маркування. URL: <https://menr.gov.ua/content/ekologichne-markuvannya2.html>
16. Енергетичний баланс України. URL : http://www.ukrstat.gov.ua/metaopus/2018/2_03_08_03_2018.htm
17. Закон України «Про відходи» (від 05.03.1998, з подальшими доповненнями). Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/187/98-%D0%B2%D1%80>
18. Закон України «Про захист прав споживачів» від 12.05.1991 № 1024-XII, Редакція від 16.10.2020, Верховна Рада України офіційний веб-портал [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1023-12#Text>
19. Іванова Ю. В., Муратова Н. І. Стан і проблеми утилізації і видалення побутових і промислових відходів в Україні і країнах ЄС. *Наукова-технічна інформація*. 2015. № 2 (64). С. 46–52.

20. Маркування продукції відповідно до вимог ЄС. URL: <https://helpdesk.epo.org.ua/article/markuvannya-produkciyi-vidpovidno-do-vymog-yes>
21. Міщенко В. С., Виговська Г. П. Проблеми імплементації європейського законодавства у сфері поводження з відходами. URL: www.waste.com.ua
22. Перехід України на відновлювальну енергетику до 2050 року: звіт за результатами моделювання базового та альтернативних сценаріїв розвитку біоенергетичного сектору / Дячук О. та ін.; за заг. ред. Ю. Огаренко, О. Алієвої. Київ : ТОВ «АРТ КНИГА». 2017. 88 с.
23. Про схвалення Національної стратегії управління відходами в Україні до 2030 року: Закон України від 20 лютого 2019 р. № 117. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/820-2017>
24. Семчук М. Г. Європейський досвід державного регулювання сфери біоенергетики. *Актуальні проблеми державного управління*. 2017. № 1. 154-160. URL : http://nbuv.gov.ua/UJRN/apdy_2017_1_25
25. Укрстандартсертифікація URL: <https://ukrstandart.net/>
26. Утилізація та рекуперація відходів. Методичні рекомендації до виконання практичних робіт для студентів спеціальностей 101 «Екологія» та 183 «Технології захисту навколишнього середовища» О.О. Борисовська, О.В. Деменко, А.В. Павличенко. Дніпро : Національний гірничий університет, 2017. 56 с. URL: <http://ecology.nmu.org.ua/ua/Studies/Disciplines/.pdf>
27. Центр екологічної сертифікації та маркування. URL: <https://www.ecolabel.org.ua/>
28. Global Bioenergy Statistics. Publication of the World Bioenergy Association, 2014. URL : <https://worldbioenergy.org/uploads/WBA%20Global%20Bioenergy%20Statistics%202014.pdf>
29. Global Footprint Network, 2009. Ecological Footprint Standards 2009. Oakland: Global Footprint Network. 20 p. URL: www.footprintstandards.org
30. Lin D., Hanscom L., Martindill J., Borucke M., Cohen L.,

- Galli A., Lazarus E., Zokai G., Iha K., Eaton D., Wackernagel M. 2019. Working Guidebook to the National Footprint and Biocapacity Accounts. Oakland: Global Footprint Network. 73 p.
31. United Nations Treaty Collection. Chapter XXVII. Environment. 7. d Paris Agreement. URL:
https://treaties.un.org/Pages/ViewDetails.aspx?src=TREATY&mtdsg_no=XXVII-7-d&chapter=27&clang=_en6
32. Шевчук В.Я., Саталкін Ю.М., Білявський Г.О. та ін. Екологічне управління: підручник / Київ : Либідь, 2004. 432 с.

Навчальне видання

М. Федоряк, Г. Москалик, У. Легета, О. Зароченцева

Основи екології

Навчальний посібник

Відповідальний за випуск – **Федоряк М.М.**

Літературний редактор – **Ряднова В.П.**

Підписано до друку 22.12.2020. Формат 60х84/16.

Папір офсетний. Друк різнографічний. Умов. друк. арк. 6,5.

Обл.-вид. арк. 7,0. Тираж 50. Зам. Н-083.

Видавництво та друкарня Чернівецького національного університету

58002, Чернівці, вул. Коцюбинського, 2.

e-mail: ruta@chnu.edu.ua

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК №891 від 08.04.2002 р.