

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Кафедра загальної екології, радіобіології та безпеки життєдіяльності

ЗАГАЛЬНА ЕКОЛОГІЯ

**Навчально-методичний посібник для студентів
ОС Бакалавр за напрямом підготовки
193 Геодезія та землеустрій**

КИЇВ - 2023

УДК 504 (0.75.8)

ББК

ISBN

Ракоїд О.О., Клепко А.В., Бондарь В.І. Загальна екологія. Навчально-методичний посібник для студентів ОС Бакалавр за напрямом підготовки 193 Геодезія та землеустрій. К.: НУБіП, 2023. 133 с.

Автори:

Ракоїд О.О., доцент кафедри загальної екології, радіобіології та безпеки життєдіяльності НУБіП України, кандидат сільськогосподарських наук;

Клепко А.В., завідувач кафедри загальної екології, радіобіології та безпеки життєдіяльності НУБіП України, доктор біологічних наук;

Бондарь В.І., доцент кафедри загальної екології, радіобіології та безпеки життєдіяльності НУБіП України, кандидат сільськогосподарських наук

Рецензенти:

Наумовська О.І., завідувач кафедри екології агросфери та екологічного контролю НУБіП України, кандидат сільськогосподарських наук

Кудрявицька А.М., доцент кафедри загальної екології, радіобіології та безпеки життєдіяльності НУБіП України, кандидат сільськогосподарських наук

Рекомендовано до видання вченою радою факультету захисту рослин, біотехнологій та екології Національного університету біоресурсів і природокористування України (протокол № 8 від 20 квітня 2023 р.).

У навчально-методичному виданні наведені структура дисципліни, реферативно викладено лекційний матеріал і порядок самостійного вивчення дисципліни студентами як стаціонарної, так і заочної форм навчання. Наведено основні визначення, закони і принципи сучасної екології, а також основи еволюційного вчення. Розглянуто елементи теоретичної і прикладної екології, положення екологічної парадигми та принципів сталого розвитку суспільства та природи.

ЗМІСТ

	Стор.
Передмова.....	4
Методичні вказівки до розділів курсу.....	6
<i>Модуль 1. Сучасна екологія: предмет, методи і структура</i>	
1. Основні визначення, поняття і головні завдання сучасної екології.....	8
1.1. Екологія як наука.....	9
1.2. Структура сучасної екології та її взаємозв'язки з іншими науками.....	12
1.3. Основні закони та принципи екології.....	16
2. Основи теоретичної екології.....	27
2.1. Сучасні концепції природознавства.....	27
2.2. Елементи еволюційного вчення.....	30
2.3. Становлення біосфери та її характеристика.....	36
2.4. Жива речовина.....	42
2.5. Екологічні фактори середовища.....	47
2.6. Екосистеми.....	52
<i>Модуль 2. Прикладні аспекти екології</i>	
3. Техногенний вплив на біосферу.....	63
3.1. Забруднення довкілля.....	64
3.2. Природоохоронне районування та регіональні екологічні проблеми.....	68
3.3. Еколого-економічні проблеми урбанізованих територій.....	75
4. Сталий розвиток природи та суспільства – проблеми і перспективи.....	80
4.1. Стратегічні парадигми сталого розвитку.....	80
4.2. Забезпечення збалансованого використання природних ресурсів України.....	92
4.3. Екосистеми та добробут людини.....	105
4.4. Досягнення екологічної стабільності.....	112
Методичні вказівки до виконання контрольних завдань для студентів заочної форми навчання.....	131
Рекомендована література.....	132

ПЕРЕДМОВА

Пошук найбільш оптимальних шляхів та засобів підготовки висококваліфікованих фахівців будь-якої галузі діяльності – одне з головних завдань сучасної системи освіти. Актуальною проблемою є формування у майбутніх фахівців знань, вмінь та навичок творчої діяльності, розвиток навчально-пізнавальної діяльності тощо. Немає сумніву, що тільки системний підхід до організації навчального процесу може забезпечити повноцінний розвиток пізнавальної активності студентів, спрямованої на отримання нових знань. На основі єдиної системи теоретичних і практичних знань формується комплексна система вмінь та навичок їх використання. Це можливо зробити на підставі оптимізації змісту освіти, методів, форм та засобів навчання.

Необхідність включення екологічного компоненту до змісту технічної освіти пов'язана зі зростанням екологічних проблем, які виникли внаслідок бурхливого розвитку інформаційних технологій. У навчальному процесі важливо довести студентській аудиторії думку про те, що реальне вирішення екологічних проблем потребує, перш за все, екологізації свідомості усіх членів суспільства, розвиток екологічної культури та формування екологічно спрямованих потреб і мотивів у подальшій професійній діяльності.

Екологія як навчальна дисципліна представляє комплекс різноманітних наукових знань про взаємодію і взаємовпливи в надскладній системі „живі організми-довкілля”, зокрема, і про можливі наслідки неконтрольованого впливу людини на довкілля. На наш погляд, такі знання повинен сьогодні отримати майбутній фахівець будь-якого профілю.

Екологічна освіта та виховання є одним з найголовніших факторів і шляхів стабілізації та покращення екологічного стану природно-територіальних комплексів України, а також найважливішим засобом зменшення негативного впливу забруднень на здоров'я населення.

Еколого-природознавчі знання допомагають студентам усвідомити механізми впливу діяльності людини на навколишнє природне середовище, а також зрозуміти необхідність охорони природи і збалансованого природокористування на всій території України. Системний підхід дозволяє також розглядати у єдності проблеми ресурсо- і енергозбереження.

Навчально-методичний посібник побудований з урахуванням принципів історизму, міждисциплінарності, а також ряду інших принципів сучасної педагогічної науки. Так, принцип історизму дає можливість простежити основні етапи у взаємодії суспільства та природи, у характері впливу на оточуюче середовище по мірі зростання масштабів впливу. Еволюція взаємовідносин людини та природи розглядається при цьому як

закономірний процес екологічних криз на різних етапах розвитку цивілізації. Принцип міждисциплінарності дозволяє всебічно розкрити суть та особливості шляхів охорони навколишнього природного середовища і відновлення його якості.

Особистісний принцип реалізує ідею гуманізації освіти, орієнтує студентів на усвідомлення зв'язків людини з природою (біологічних, ресурсних, духовних), включаючи її потреби, інтереси та бажання. Це дозволяє формувати якісно нове відношення до природи, екологічний стиль мислення. Кожна екологічна проблема повинна носити особистісно-зацікавлений характер.

Діяльнісний принцип безпосередньо залучає студентів до роботи щодо оцінки якості довкілля, ресурсозбереження, конструктивної природотворчої діяльності.

Проблемний принцип передбачає оволодіння системою знань про природні об'єкти, процеси, явища, умови, територіальний розподіл природних ресурсів, про види впливу людини на природу, зміни в оточуючому навколишньому середовищі та їх наслідках. Найважливішим етапом у розкритті проблем природокористування є вивчення шляхів раціонального природокористування.

Зміст курсу „Загальна екологія” розкривається через систему понятійно-термінологічного апарату, частина якого вже знайома студентам, а у навчальному курсі розвивається та узагальнюється. На основі ускладнення відомих понять вводяться нові, які і складають основу курсу „Загальної екології”.

У навчально-методичному посібнику зібрані основні матеріали, які дають змогу теоретично ознайомитись з екологією, як інтегральною навчальною дисципліною. Значна увага приділена теоретичним і прикладним аспектам екології, основам еволюційного вчення, екологічним проблемам регіонів України. Особлива увага приділена проблемам соціально-еколого-економічно збалансованого або сталого розвитку. Посібник включає також питання для самоперевірки та рекомендації до самостійної роботи.

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДО РОЗДІЛІВ КУРСУ

Навчальна дисципліна „Загальна екологія” складається з двох модулів.

Модуль I включає в себе основи екології як біологічної науки, зокрема містить основні положення, закони і принципи екології.

Модуль II – включає аспекти прикладної екології, елементи охорони навколишнього середовища та засадничі принципи сталого розвитку.

Вивчаючи першу частину дисципліни, треба знати структуру природного середовища, його склад та особливості, загальні властивості біосфери, її склад та функціонування, кругообіг речовин та енергії, основні положення вчення В.І.Вернадського про біосферу.

Слід ознайомитися із сучасними уявленнями про походження життя на Землі, еволюцію біосфери та людини, усвідомити роль людини як носія розуму на Землі, з одного боку, і як основне джерело негативних змін, з другого.

Розглядаючи еволюцію взаємовідносин людського суспільства та природного середовища, потрібно мати уявлення про чотири періоди розвитку та основні причини виникнення глобальної екологічної кризи, знати і усвідомлювати основні концепції і шляхи виходу з неї.

Важливо розуміти зв'язки екології з іншими науками, її місце в сучасній системі наукових знань.

Особливу увагу слід приділяти другій частині дисципліни – прикладним аспектам екології та питанням охорони навколишнього середовища.

Другу частину дисципліни рекомендується вивчати у такій послідовності: основні джерела антропогенного забруднення навколишнього середовища, характер забруднення, види забрудників, екологічні наслідки забруднення атмосфери, охорона повітряного середовища, заходи боротьби з забрудненням атмосфери, стан повітряного середовища в Україні; роль гідросфери для функціонування біосфери; охорона водного середовища, проблеми вод, стан водних басейнів України; джерела забруднення ґрунтів та літосфери; проблеми знешкодження та перероблення промислових та побутових відходів; екологічні проблеми паливно-енергетичного комплексу; альтернативні джерела енергії, енергозабезпечення; природні ресурси Землі; вплив стану навколишнього середовища на стан здоров'я людини; регулювання взаємовідносин між суспільством та природою.

Треба чітко усвідомлювати, що головними причинами, які призвели до екологічної кризи, є споживацька спрямованість науково – технічного

прогресу, зокрема, різке зростання народонаселення Землі, урбанізація та індустріалізація планети, надзвичайне зростання енергетичних потреб, надмірна гонка озброєнь, невідворотне вичерпання природних ресурсів.

Слід розуміти недостатність природоохоронних заходів для відновлення динамічної рівноваги біосфери і потребу докорінної перебудови всієї господарської діяльності на нових природоохоронних принципах.

МОДУЛЬ 1. СУЧАСНА ЕКОЛОГІЯ, ЇЇ ПРЕДМЕТ, МЕТОДИ І СТРУКТУРА

1. ОСНОВНІ ВИЗНАЧЕННЯ, ПОНЯТТЯ І ГОЛОВНІ ЗАВДАННЯ СУЧАСНОЇ ЕКОЛОГІЇ

Термін "екологія" (від грецького *oikos* – дім, помешкання і *logos* – наука) ввів у науковий вжиток німецький біолог і натураліст Ернст Геккель (Е. Наескел). Так він у 1866 році назвав "науку, яка вивчає відносини між живим організмом та тим природним середовищем, де він перебуває". Отже, у широкому розумінні екологія це наука, яка цікавиться організацією природи та її механізмів, а також взаємодією її складових. Геккель розглядав екологію як “знання суми відносин організмів з оточуючим світом, з органічними і неорганічними умовами існування”.

Слід відразу вказати на необхідність відрізняти екологію, як науку від “екологізму¹” – поняття, що узагальнює цілу низку видів діяльності і навіть філософських концепцій, які можна розглядати як більш чи менш віддалені "плоди" “справжньої” екології. На жаль, останнім часом термін “екологія” часто поєднується з терміном “довкілля”, що істотно його звужує і збіднює, а також спричиняє небажану плутанину й непорозуміння.

Термін “навколишнє середовище” або "довкілля" (англ. – “environment”, рос. – “окружающая среда”) використовується екологами вже більше 50 років для позначення всієї сукупності абіотичних і біотичних факторів, які визначають умови життя всіх рослинних і тваринних організмів. Термін "довкілля" став поєднуватися з багатьма дисциплінами, наприклад, з медициною, соціологією, географією і навіть політикою.

Слід також розрізняти довкілля, у його найширшому значенні як середовище мешкання всіх рослин і тварин, і людське довкілля, що об'єднує абіотичні й біотичні фактори, які спричиняють певний вплив на Людину. З цієї точки зору можна визначити **екологію людини** як частину екології, що цікавиться взаємодією людини з довкіллям (Білявський, 2004).

¹ *Екологізація* — процес неухильного і послідовного впровадження систем технологічних, управлінських та інших рішень, що дають змогу підвищувати ефективність використання природних ресурсів з одночасним збереженням або поліпшенням природного середовища (або взагалі життя) на локальному, регіональному та глобальному рівнях. Екологізація науки, культури, всіх видів людської діяльності — найважливіша вимога сучасності, один з головних чинників гармонійного розвитку людства.

Екологія є одночасно новою точкою зору і синтезуючою наукою². З цього подвійного твердження випливає, що вона, з одного боку, є "новим поглядом" на природу, який повинен пронизувати все навчання та виховання дітей і молоді на всіх існуючих рівнях і, з другого боку, вона перетворюється на продуктивну міждисциплінарну науку.

З часів Е. Геккеля поняття "екологія" постійно змінювалося, його значення то розширювалося, то звужувалося і до середини ХХ ст. екологія здобула статус науки про організацію і функціонування надорганізмних біологічних систем усіх рівнів. Проте в останні десятиріччя, коли під впливом агресивно-технократичної природопідкорювальної діяльності людини почала активно розвиватися глобальна екологічна криза й існування цивілізації опинилося під загрозою, екологія значно розширила коло своїх наукових і практичних завдань.

Завдяки процесу проникнення проблем і методів екології в інші науки і сфери діяльності людини широкого розвитку набуло явище "екологізації", завданням якого стало відвернення глобальної екологічної кризи завдяки об'єднанню зусиль вчених і практиків усіх галузей діяльності. Екологія перетворилася на комплексну фундаментальну і прикладну науку, головним завданням якої стало збереження життя і цивілізації на планеті, а в центрі уваги залишаються живі організми і, зокрема, людина.

На початку ХХІ ст. поняття "екологія" досягло найвищого політичного рівня і **екологічний імператив** (сукупність обмежень) став набувати визначального значення при формуванні шляхів розвитку матеріального виробництва та духовної культури.

1.1. Екологія як наука і навчальна дисципліна

У науковій і навчальній літературі останнього десятиліття можна знайти не один десяток понять екології, що визначають її як науку і як навчальну дисципліну, але далеко не всі вони об'єктивно відображають її сучасну сутність і значення (табл. 1.1).

Таблиця 1.1 Визначення екології як науки

<i>Автор</i>	<i>Рік</i>	<i>Версія визначення</i>
Ернст Геккель	1869	Під екологією ми розуміємо суму знань, що відноситься до економіки природи: вивчення всієї сукупності взаємовідносин живого з навколишнім

² Екологію можна розглядати в трьох іпостасях – як науку, як навчальну дисципліну і як проблему. В побуті, як правило, термін екологія пов'язують з проблемами забруднень довкілля, що, безумовно, далеко не в повній мірі відповідає змісту сучасної екології.

		середовищем, як органічним, так і неорганічним...
Чарльз Елтон	1927	Екологія є дослідженням тварин і рослин у зв'язку з їхнім способом і середовищем проживання (замість слів “тварини і рослини” краще вживати слово “організми”, тому що зараз виділяються й інші категорії організмів – гриби, протисти і бактерії – які не належать до рослинного або тваринного світів).
Юджин Одум	1975	Екологія – це біологія навколишнього середовища
	1980	Екологія – міждисциплінарна галузь знань про устрій і функціонування багаторівневих систем у природі і суспільстві в їх взаємозв'язку.
	1986	Сьогодні екологія сформувалась у принципово нову інтегральну дисципліну, яка зв'язує фізичні та біологічні явища і створює міст між природничими і суспільними науками.
В.Д. Федоров	1980	Екологія вивчає сукупність живих організмів, які взаємодіють один з одним і утворюють з навколишнім середовищем певну єдність (систему), в межах якої здійснюються процеси трансформації енергії і речовини
Кребс	1985	Екологія – це наукове дослідження взаємодій, що визначають поширення і кількість організмів.
М. Реймерс	1992	Сучасна екологія – новий розділ знання, наука про виживання в навколишньому середовищі, фундаментальна основа для природоохоронного знання... Для екології характерний широкий, системний міжгалузевий погляд, вона з суто біологічної науки перетворилась у значний цикл знань, ввівши в себе розділи географії, геології, хімії, фізики, соціології, теорії культури, економіки...
В. Данілов-Данільян	1998	Ориентация на экологию – одна из важнейших задач как для теоретической, так и для прикладной экологии, поскольку экологизация производства и потребления, всей экономической системы – обязательное условие успешного решения экологических проблем, предотвращения экологической катастрофы.
М. Моїсєєв	1995	Перед человечеством во весь рост поднимается проблема выживания – центральная проблема

		современной науки. Дисциплина, которая ее изучает, носит название экология.
В. Крисаченко	1998	Найкраще екологію визначити як науку про взаємини біосистем з природним довкіллям, котре визначає просторові та часові параметри їх існування та розвитку... Повнота цивілізованого поступу, очевидно, значною мірою визначатиметься тим, наскільки ефективно та повно будуть реалізовані всі соціальні функції екології: гносеологічна, освітня, інформативна, світоглядна, естетична, етична....

Таким чином, сучасна **екологія** - це комплексна наука про будову, функціонування, взаємозв'язки багаторівневих систем у Природі й Суспільстві з метою збереження людства і біосфери. Основний об'єкт досліджень сучасної екології – екологічні системи (екосистеми) планети всіх рівнів та їх елементи.

Екосистема – це одне із основних понять сучасної екології. Під екосистемою розуміють сукупність живих організмів, що мешкають на певній території та умов їх існування. Тобто, екосистема – це сукупність біоценозу і біотопу, поєднаних в єдине функціональне ціле.

Важливим поняттям екології є **біосфера** – нижня частина атмосфери, вся гідросфера та верхня частина літосфери Землі, що населені живими організмами (рис.1.1). Згідно з вченням В.І. Вернадського, в процесі розумної діяльності людини біосфера перейде у вищу стадію свого розвитку – ноосферу, тобто сферу розуму.

Основні завдання сучасної екології :

- вивчення загального стану сучасної біосфери (біологічних систем усіх рівнів), умов і чинників його формування, причин і обсягів змін під впливом різних природних і антропогенних чинників;
- прогнозування динаміки стану екосистем і біосфери в цілому в часі й просторі;
- розроблення, з урахуванням основних екологічних законів, шляхів гармонізації взаємовідносин людського суспільства і природи;
- збереження здатності біосфери до саморегуляції і самовідновлення;
- дослідження живої компоненти біосфери, її реакції на різні впливи, а також пізнання всіх процесів функціонування життя.

1.2 Структура сучасної екології та її взаємозв'язки з іншими науками.

Проблема відвернення глобальної екологічної кризи поставила питання об'єднання всіх наукових знань і галузей практичної діяльності на єдиній науковій основі. В результаті екологія перетворилась в комплексну міждисциплінарну науку, структура якої включає близько 90 напрямів і піднапрямів, які сформувалися впродовж останніх десятиліть в усіх галузях людської діяльності, де йдуть процеси екологізації, що умовно об'єднані в чотири блоки – біоекологію, геоекологію, техноекологію та соціоекологію (рис. 1.1).

Серед підрозділів сучасної екології відокремлюють "загальну екологію", що об'єднує різні екологічні знання на єдиному науковому фундаменті. Головними складовими загальної екології вважають теоретичну екологію, яка встановлює загальні закони функціонування екосистем, а також експериментальну та математичну екологію, включаючи моделювання екологічних процесів, обробку інформації та її кількісний аналіз.

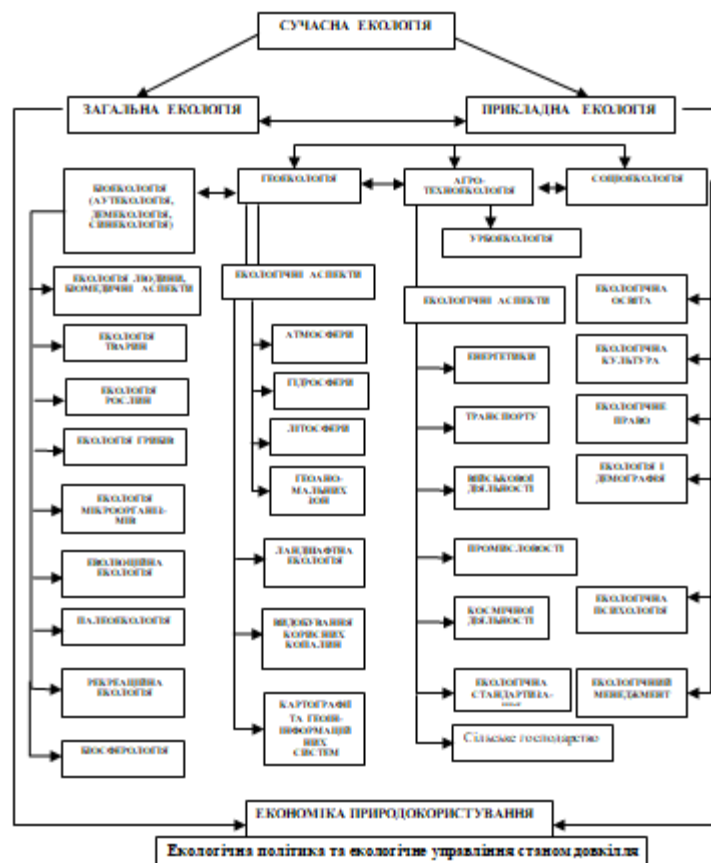


Рис. 1.1. Схема структуризації сучасної екології

Важливо зазначити, що кожен із прикладних екологічних напрямів має свою специфіку, своє коло екологічних питань, свої методи й масштаби

досліджень. Але завдання в усіх одне: визначити характер і обсяги забруднень довкілля, пов'язаних з діяльністю людини, ступінь їх небезпечності і можливості нейтралізації, шляхи екологізації виробництва, економії та відтворення природних ресурсів. Як видно зі схеми, різнопланові екологічні дослідження мають завершуватися узагальненням усієї екологічної інформації, що необхідна для:

- розроблення і реалізації планів та програм охорони довкілля на локальному, регіональному і глобальному рівнях;
- створення наукових засад економіки природокористування;
- формування регіональної і національної екологічної політики;
- укладання міжнародних програм, угод та договорів у сфері природокористування;
- визначення тактики і стратегії екологобезпечного розвитку людства, збереження біосфери та життя на Землі

Агроєкологія є одним з розділів прикладної екології. Це комплексна наукова дисципліна, об'єктом вивчення якої є агросфера планети, а предметом – взаємозв'язки людини з довкіллям у процесі сільськогосподарського виробництва і вплив сільського господарства на природні комплекси.

Головна мета агроєкології – ефективна екологізація всіх галузей сільського господарства для забезпечення виробництва якісної екологічно чистої продукції в достатній кількості при збереженні і відтворенні природно-ресурсної бази аграрного сектора.

Агроєкологія вивчає особливості екологічних процесів у агросфері і є ідеологічною основою екологічно збалансованого функціонування агросфери.

Біоекологія займається формуванням уявлень про екологію як економіку природи на основі вивчення потоків речовини, енергії та інформації в життєдіяльності організмів, їх груп та біологічних систем. Вона є праматір'ю і головною складовою сучасної екології. До складу біоекології входять - екологія природних біологічних систем (аутекологія, декекологія, синекологія, біогеоценологія); екологія таксономічних груп; еволюційна екологія.

Геоєкологія вивчає специфіку взаємовідносин організмів і середовища їх існування в різних географічних зонах, на суші і в океані, в тундрі, тайзі і тропіках, у горах і пустелях тощо; дає екологічну характеристику різних географічних регіонів, областей, районів, ландшафтів; розглядає екологічні наслідки ендо- і екзогенних геологічних процесів, видобутку корисних копалин; займається екологічним картографуванням.

Екологія природних сфер досліджує екологічні процеси, що відбуваються на територіях, де вплив людини ще не відіграє вирішальної ролі у функціонуванні екосистем (заповідні території, позашельфові зони океанів і морів, пустелі, великі лісові масиви, гори, де антропогенні забруднення мінімальні або в межах допустимих для функціонування біоти норм).

Екологія людини – розділ сучасної екології, що вивчає взаємодію людини як з природнім, так із штучним навколишнім середовищем. Тобто, екологія людини це – екологія біологічного виду *Homo Sapiens*.

Соціальна екологія – вивчає роль людини в довкіллі не як біологічного виду, а як соціальної істоти, а також шляхи оптимізації взаємовідносин людського суспільства з природою. Тісно пов'язана з етнографією і соціологією. Основними завданнями соціальної екології є: формування екологічної свідомості і екологічної культури; вивчення взаємовідносин суспільства і природи; розробка принципів і критеріїв екологічного менеджменту; формування основ локальної, регіональної та глобальної екологічної політики.

Техноекологія – найбільший за обсягом блок прикладних екологічних напрямів, пов'язаних з такими об'єктами людської діяльності, як енергетика, промисловість, транспорт, військова справа, сільське господарство, космос. Займається питаннями:

- вивчення джерел, обсягів, механізмів і наслідків впливів на довкілля та здоров'я людини різних галузей і об'єктів діяльності, особливостей використання ними природних ресурсів;
- розробки регламентацій природокористування, організаційних і технічних засобів охорони природи;
- утилізації відходів виробництва та відтворення зруйнованих екосистем;
- екологізацією всіх сфер виробничої діяльності.

За останнє десятиліття в техноекологічних розділах відокремилися галузеві підрозділи, кожен з яких має свої методи екологічних досліджень і контролю, свою специфіку впливу на довкілля, утилізації відходів та свої методи й шляхи екологізації:

- **військова діяльність** – екологічні проблеми механізованих військ; екологічні проблеми військово-промислового комплексу; екологія і аерокосмічна техніка; екологія і військово-морський флот; екологічні наслідки військових дій та навчань; екологічна освіта військових кадрів; екологічна безпека військової радіотехніки; військова техніка і стан довкілля та ін.;

- **енергетика** – екологічні проблеми теплоенергетики, гідроенергетики і ядерної енергетики; екологічні проблеми альтернативної енергетики (вітрової, сонячної, біоенергетики, геотермальної та ін.);
- **промисловість** – близько 20 галузевих підрозділів (екологічні проблеми металургійної, нафтопереробної, хімічної, машинобудівної, будівельної, цементної, м'ясо-молочної, цукрової, фармацевтичної, деревообробної та ін.);
- **транспорт** – екологічні проблеми повітряного, наземного автомобільного, водного, залізничного, трубопровідного, підземного транспорту;
- **агропромисловий комплекс** – екологічні проблеми електрифікації і механізації сільського господарства; екологічні проблеми землеробства; екотоксикологія агросфери; агроекологічний контроль: моніторинг, аудит, експертиза; агроекологічний менеджмент та ін.;
- **космічна діяльність** – екологія ближнього і дальнього космосу, екологічні проблеми космічних апаратів

Урбоекологія (екологія міських систем) – розділ сучасної екології, що досліджує процеси урбанізованих селітебних і промислових територій, які формують екологічні умови та особливості функціонування екосистем під впливом житлових масивів, енергетики, транспорту, будівництва, різних галузей промисловості. Це найбільш техногенно навантажені території.

Окрім згаданих вище напрямів останнім часом активно розвиваються такі напрями, як екологічна техніка, екологічна метрологія, стандартизація і сертифікація, економіка природокористування, екологічна політика екологічна освіта.

Після Всесвітньої конференції ООН на вищому рівні з навколишнього середовища в Ріо-де-Жанейро (1992 р.) першочерговим на порядку денному постало питання переходу людства на шлях “*сталого розвитку*” в розумінні “*sustainable development*”. Термін “сталий розвиток” означає такий розвиток суспільства, що задовольняє потреби сучасності, не ставлячи під загрозу здатність майбутніх поколінь задовольняти свої потреби.

На завершення огляду уявлень про сучасну екологію необхідно зазначити, що нині ще не можна говорити про цю науку як про повністю консолідовану наукову систему. Формування фундаментальних основ її тільки починається, існує низка надзвичайно складних проблем, розв'язання яких вимагає глибоких професійних знань, універсальної підготовки фахівців, їх взаєморозуміння і координації.

Структура сучасної екології свідчить про її тісний взаємозв'язок з іншими науковими дисциплінами. Місце екології в системі сучасних наук зображено на рис. 1.2.

Таким чином, в останні десятиріччя сформувалась нова міждисциплінарна наукова дисципліна, яка спрямована на вивчення взаємовідносин людини і природи з метою збереження навколишнього природного середовища та поліпшення якості життя нинішнього та майбутніх поколінь людей.

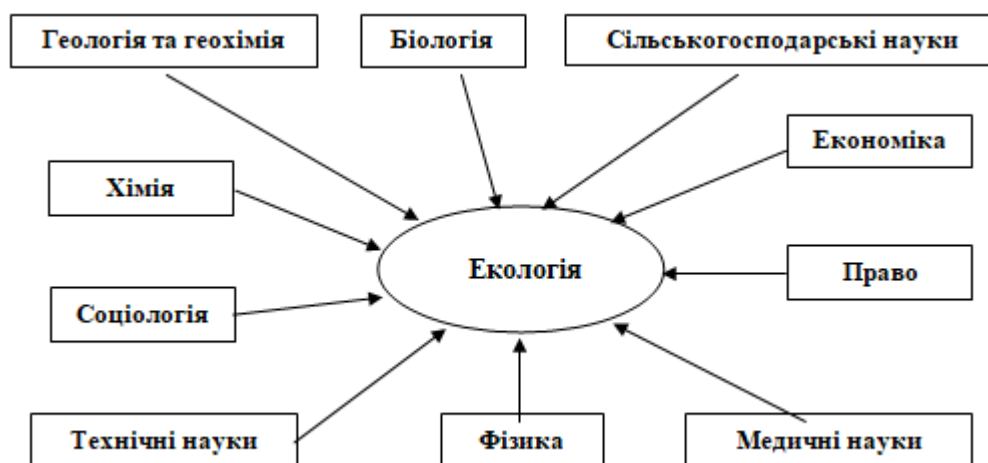


Рис. 1.2. Місце екології в структурі сучасних наук

1.3. Основні закони та принципи екології

Сучасному фахівцю, в якій би галузі він не працював, потрібно знати **закони, правила і принципи екології**, основні з яких наведені в таблицях 1.2 і 1.3.

Американський еколог **Баррі Коммонер** дуже вдало сформулював найважливіші закономірності і екологічні особливості природи у вигляді таких **екологічних аксіом**:

- все пов'язано з усім;
- все повинно кудись діватися;
- ніщо не дається дарма;
- природа знає і вміє краще;
- на всіх не вистачить.

Таблиця 1.2. Основні закони екології

Закон	Сутність
мінімуму (Ю.Лібіха)	Біотичний потенціал лімітується тим з екологічних факторів середовища, який перебуває в мінімумі, хоча інші умови сприятливі
максимізації енергії та інформації в еволюції	Найкращі можливості на самозбереження має та система, яка найбільшою мірою сприяє надходженню, виробленню и ефективному використанню енергії та інформації
розвитку біосистеми	Будь-яка система може розвиватися лише за рахунок матеріально-енергетичних та інформаційних можливостей навколишнього середовища; абсолютно ізольований саморозвиток неможливий.
толерантності	Фактори середовища, які мають у конкретних умовах несприятливе значення, обмежують можливості існування виду в даних умовах, всупереч і незважаючи на оптимальний збіг інших факторів.
константност і живої речовини в біосфері	Кількість живої речовини (біомаса всіх організмів) біосфери для конкретного екологічного періоду є величиною сталою.
Закон біогенної міграції атомів	Міграція хімічних елементів у біосфері та інших геосферах здійснюється або за безпосередньої участі живої речовини, або ж відбувається в середовищі, геохімічні особливості якого зумовлені живою речовиною, як сучасною, так і тією, що функціонувала на Землі в минулому
Закон максимуму	Для біосфери кількісні зміни екологічних умов не можуть збільшити біологічну продуктивність екосистеми чи господарчу продуктивність агроекосистеми понад речовинно-енергетичні ліміти, які визначаються еволюційними властивостями біологічних об'єктів та їх співтовариств.
Закон обмеженості ресурсів.	Згідно із законом константності кількості живої речовини на планеті, збільшення чисельності і маси одних організмів у глобальному масштабі може відбуватися лише за рахунок зменшення кількості й маси інших організмів. Саме суперечливість між швидкостями розмноження багатьох організмів і обмеженістю ресурсів харчування є своєрідним регулятором, що запобігає "біологічному вибуху" космічного масштабу. Маса продуктів для живлення всіх форм життя на Землі (зокрема й для людини) обмежена і вичерпна, тому виживання цивілізації можливе лише за умов реалізації обґрунтованих і жорстко контрольованих самообмежень.

Таблиця 1.3. – Основні правила та принципи екології

Назва	Суть
Правило 1%	Для біосфери загалом частка можливого споживання чистої первинної продукції (на рівні консументів вищих порядків) не перевищує 1%.
Правило 10% (правило Р.Ліндемана)	З одного трофічного рівня екологічної піраміди переходить на інший, вищий рівень, у середньому близько 10% енергії.
Правило екологічної	Порожньою екологічна ніша не буває, вона обов'язково завжди заповнюється природним шляхом.

ніші	
Правило харчової кореляції	У процесі еволюції зберігаються лише ті популяції, для яких швидкість розмноження скоригована з кількістю харчових ресурсів середовища їх існування.
Правило Ю.Одума	При незмінному потоці енергії через трофічну мережу дрібні наземні організми з вищим питомим метаболізмом ³ створюють меншу біомасу, ніж великі організми.
Принцип Ле Шательє	При зовнішньому впливі, який виводить систему зі стану стійкої рівноваги, ця рівновага зміщується в напрямі, за якого ефект зовнішнього впливу слабшає.
Принцип винятку (Т. Гаузе)	Два види не можуть існувати в одній і тій самій місцевості, якщо їхні екологічні потреби ідентичні, тобто якщо вони займають одну и ту саму екологічну нішу.
Принцип консервативного споживання	Живі істоти споживають лише необхідне і в такій кількості, яка їм необхідна.
Принцип популяційного контролю	Природа не допускає вибухоподібного зростання популяцій, регулюючи кількість особин того чи іншого виду створенням відповідних умов для його існування та розмноження.
Принцип зворотних зв'язків	Біосистеми самопідтримуються та саморегулюються завдяки наявності в них різноманітних зворотних зв'язків, завдяки яким інформація з виходу системи додатково поступає і на її вхід.

Перша аксіома (все пов'язано з усім) підтверджує всезагальність зв'язків об'єктів і явищ у природі та в людському суспільстві. Усе живе існує за рахунок величезної кількості зв'язків усередині організмів, зовнішніх зв'язків з іншими особинами, співтовариствами і залежить від зовнішніх впливів природи і космосу.

Наприклад, на геосферні процеси планети, без сумніву, впливають положення Сонячної системи в Галактиці, ритми сонячної активності, положення планет і Місяця. Ці ж процеси й одночасно планетарні процеси (клімат, погода) впливають на життя і розвиток народів. До цих впливів додається вплив соціальних процесів (закони, що забезпечують розвиток і виховання особистостей, перерозподіл продуктів праці), міжособистісних відносин, а все це ще зв'язано зі здоров'ям, що у свою чергу залежить від стану усіх внутрішніх органів і власного поведіння.

Дуже важливі наслідки цих взаємозв'язків:

³ Метаболізм (грец. метаболе – зміна) – обмін речовин, сукупність процесів біохімічних перетворень речовини і енергії у живих організмах.

1) дія **закону великих чисел** (сукупна дія великої кількості випадкових чинників призводить, за деяких загальних умов, до результату, майже незалежного від випадку, тобто такого, що має системний характер);

2) дія принципу Ле Шательє (при зовнішньому впливі, який виводить систему з рівноваги, ця рівновага зміщується в напрямку, за якого ефект зовнішнього впливу зменшується; у біологічних системах цей принцип реалізується у вигляді здатності екосистем до авторегуляції);

3) розвиток ланцюгових реакцій у разі виникнення окремих локальних змін у системі; ці реакції йдуть у бік нейтралізації збурення, що виникло, або формування нових взаємозв'язків;

4) будь-які зміни в системі "природа" прямо чи опосередковано впливають на людину (від індивіда до суспільства).

Друга аксіома ("все повинно кудись діватися") свідчить про закони збереження речовини та енергії в природі. В біосфері завжди спостерігається кількісний баланс швидкостей синтезу живої речовини та її розкладання, що свідчить про високий ступінь замкненості кругообігу речовини у біосфері. Всі опалі листи, екскременти і трупи тварин стають їжею для інших організмів – комах, хробаків, грибів, бактерій. У біосфері завжди дотримувався кількісний баланс мас і рівність швидкостей синтезу і розпаду. Це означає сформовану біосферою замкненість кругообігу речовини в біосфері. На відміну від людської діяльності, в природі не буває сміття.

Людство, з колосального обсягу матеріалів, що витягаються з надр, може включити в природний круговорот речовин лише малу частину. З погляду живої природи людство робить в основному сміття й отруту, при цьому порушуючи замкнутість кругообігу речовин і накопичуючи в природі дедалі більшу кількість чужорідних синтетичних сполук (ксенобіотиків). Ці сполуки досить стійкі, часто є сильними токсикантами і накопичуються у величезних обсягах, що становить дедалі більшу загрозу для людства.

Третя аксіома ("ніщо не дається дарма", або – "за будь-які втручання і збитки природі треба платити", або ж – "природа за все віддячить"). Аналог у фізиці – закон важеля: виграєш у силі і програєш у відстані. В еволюції будь-яке нове придбання обов'язково супроводжується втратою якоїсь частини колишнього стану і виникненням нових, усе більш складних проблем. В економіці природи не існує безкоштовних ресурсів. Дешева гідроенергія рік обертається скороченням біоресурсів, затопленням величезних територій корисної суші, підвищенням випаруванням і зміною клімату, нагромадженням шкідливих речовин зі стоків підприємств у товщах донних відкладень перед греблями, проблемами, пов'язаними зі старінням гребель і вичерпанням їхнього терміну служби, збільшенням сейсмічності.

Все, що було взято людиною у природи, мусить бути їй повернуто, компенсовано. Невиконання цього закону неминуче призводить до екологічної кризи.

Четверта аксіома (*"природа знає і вміє краще"* або *"природа мудріше людей"*) свідчить про незрівнянні переваги природних конструкцій над людськими. Все, створене природою, пройшло надзвичайно жорсткий конкурс на місце в біосфері впродовж тисяч і мільйонів років природного добору та адаптації. При цьому головним критерієм добору було входження у глобальний біологічний колообіг, збільшення його ефективності, заповнення всіх екологічних ніш, виключення "мертвих зон" в мережі природних взаємозв'язків тощо.

Біосфера «методами проб і помилок» за мільярди років сформувалася в єдину системну структуру взаємозалежних видів. Ті види, що не вписувалися в умови навколишнього середовища, поступово вимирали, а ті, що вдало пристосовувались до умов, що змінюються, – продовжували розвиватись, генетично передаючи нащадкам здатності до пристосування.

Тому насильницьке антропогенне знищення видів живого веде до руйнування основ існування як біосфери, так і людства. За оригінальністю рішень, економічністю, ефективністю й естетичністю, біологічні системи набагато перевищують придумані людиною технічні.

Так фермент живого в багато разів ефективніше придуманих каталізаторів, серце – довговічніше і енергетично ефективніше компресорів і насосів, мозок за компактністю, багатофункціональністю і своїми логічними можливостями ще дуже довго буде перевершувати комп'ютер, а перетворення сонячної енергії зеленим листом в багато разів ефективніше, ніж сонячними батареями. Дельфін екологічніше підводного човна, а кінь – автомобіля. Усім, хто сумнівається, пропонується порівняти шкідливість «вихлопу» природного й антропогенного створіння.

П'ята аксіома (*на всіх не вистачить!*). Цей афоризм рідко зустрічається в підручниках, але його глибокий екологічний зміст не викликає сумнівів. Взаємодія між усіма видами живих організмів у біосфері за час еволюції сформувалась таким чином, що для підтримки стабільності їхнього існування і чисельності повинне зберігатися відповідна кількість доступних ресурсів харчування. Розмноження будь-якого одного з видів понад рівноважну чисельність приводить до збільшення споживання ними ресурсів, яких стане не вистачати іншим видам. У боротьбі за ресурси більш слабкий вид буде витіснитися і його чисельність неминуче буде скорочуватися. Людський вид - не виключення, і країни і народи зобов'язані будувати довгострокову політику з урахуванням цього закону.

В останні десятиріччя сформувались певні закони та правила, які ґрунтуються на теоретичних основах охорони природи і тісно взаємопов'язані з законами і принципами екології (табл. 1.4).

Таблиця 1.4. – Природоохоронні закони, принципи та правила

Назва	Зміст
Закон шагреневої шкіри	Глобальний початковий природно-ресурсний потенціал безперервно виснажується у процесі розвитку людства, що потребує від людства науково-технічного вдосконалення природокористування.
Закон неусуненості відходів і побічних впливів вироб-ва	У будь-якому господарстві відходи, що утворюються, цілком усунути неможливо, вони можуть бути лише переведені з однієї фізико-хімічної форми в іншу, або переміщені у просторі.
Закони охорони природи П. Ерліха	В охороні природи можливі лише успішна оборона або відступ – бо знищені вид чи екосистема не можуть бути відновлені ніколи;
	зростання населення і охорона природи принципово суперечать одне одному;
	зростання економічної системи і охорона природи також принципово суперечать одне одному;
	брати до уваги при прийнятті рішень щодо використання Землі одні лише найближчі цілі і негайне благо Homo sapiens є смертельно небезпечним не лише для людей, а й для біосфери загалом;
	охорона природи має бути не тільки закликком (який мало хто чує), а і пріоритетом державної та міжнародної політики.
Правило економіко-екологічного сприйняття	Проблеми довкілля сприймаються в чотири етапи: 1) ні розмови, ні дії; 2) розмови, але бездіяльність; 3) розмови і початок діяльності; 4) припинення розмов, рішучі природоохоронні дії.
Принцип збалансованого природокористування	Розвиток і розміщення об'єктів матеріального виробництва на певній території мають здійснюватися відповідно до її екологічної витривалості до техногенних навантажень.

Методологічною засадою сучасної екології є системний підхід як особливий напрям досліджень, орієнтований на вивчення специфічних характеристик складних об'єктів з різноманітним зв'язків між їхніми елементами.

Поняття про систему є категорією філософською. Сучасна філософія вкладає у це поняття дуже широкий зміст. З точки зору філософії *система* (від грецького *systema* – складене з частин, поєднання) – множина елементів, які знаходяться у відношеннях і зв'язках між собою, завдяки чому утворюється певна цілісність, єдність.

Термін "система" використовується людством з давніх часів і охоплює значний перелік об'єктів різного походження: сонячна система, система числення, виробнича система, екологічна система тощо. Уявлення про **систему** ґрунтується на трьох основних положеннях:

- *система утворюється сукупністю (множиною) елементів, що мають зв'язки між собою;*
- *ця сукупність утворює єдине ціле, тобто видалення одного з елементів сукупності порушить властивість цілісності;*
- *утворене сукупністю елементів єдине ціле має певну мету або призначення, властиве для всієї сукупності елементів, а не для якоїсь комбінації з них.*

Будь-яка система функціонує у середовищі, що її оточує. В реальній дійсності немає абсолютно ізольованих або відокремлених систем. Середовище завжди впливає на внутрішній стан системи. Цей вплив відбувається за допомогою деяких факторів.

Вплив факторів зовнішнього середовища на систему характеризують *вхідними* (екзогенними) величинами, а елементи системи, на які відбувається вплив, називають *входами* системи. У свою чергу система не може бути нейтральною до зовнішнього середовища. Її вплив на зовнішнє середовище характеризується значенням вихідних (ендогенних) величин.

Всі існуючі системи підпорядковуються певним принципам, до яких відносяться:

1. Принцип цілісності полягає у тому, що не можна звести властивості системи до суми властивостей її складових елементів, а з властивостей останніх не впливають властивості системи. Властивості і відношення кожного елемента системи залежать від його місця і функцій в системі.

2. Принцип структурності означає, що будь-яку систему можна охарактеризувати на основі існуючих зв'язків і відношень між її елементами, тобто на основі її структури. Поведінка системи обумовлюється поведінкою її окремих елементів і властивостями її структури.

3. Принцип взаємозалежності системи і середовища полягає у тому, що система формує і проявляє свої властивості в процесі її взаємодії із середовищем, в якому функціонує дана система і у взаємовідносинах з котрим система відображає свою цілісність.

4. Принцип ієрархічності полягає у тому, що будь-яка система може бути елементом системи більш високого порядку, у той час як її елементи можуть бути системами більш низького порядку.

5. Принцип множинності опису системи означає, що через принципову складність кожної системи її адекватне пізнання вимагає побудови значної кількості різних моделей, кожна з яких описує чи відображає лише певний аспект системи.

Великим і складним системам притаманні властивості цілісності та емерджентності.

Цілісність системи означає, що всі її частини сприяють досягненню спільної мети і формуванню найкращих результатів відповідно до певного критерію (сукупності критеріїв) ефективності. Отже система повинна розглядатись тільки як щось єдине ціле.

Емерджентність (від англійського *emergence* – поява нового) полягає в тому, що великі і складні системи мають властивості, не притаманні ні одному з елементів, що формують цю систему. З розвитком великої і складної системи взаємозв'язок елементів підсилюється, і на певному етапі емерджентність досягає такого рівня, при якому цілісні характеристики системи можна спостерігати за властивостями окремих елементів.

Системний підхід - спосіб теоретичного і практичного дослідження, при якому кожний об'єкт розглядається як система. Він являє собою сукупність методологічних принципів і положень, які дають можливість розглядати систему як єдине ціле з узгодженням функціонування всіх її елементів. На основі системного підходу передбачається вивчення кожного елемента системи у його зв'язку і взаємодії з іншими елементами, що дає можливість спостерігати зміни в системі внаслідок змін окремих її ланок. Тобто при системному підході дослідник може вивчати у структурі системи не окремі її елементи, що утворюють цілісність цієї системи, а взаємовідносини і зв'язки різних елементів системи в цілому. Системний підхід є конкретизацією вимоги діалектики про розгляд кожного предмета у його взаємовідносинах і взаємозв'язках з іншими предметами.

Системний підхід можна розглядати як певний етап у розвитку методів пізнання. Найбільш широке застосування системний підхід знаходить при дослідженні складних об'єктів, які постійно розвиваються – багаторівневих, ієрархічних, систем, що самоорганізуються.

Системний аналіз - це сукупність методів і засобів, що використовуються при дослідженні складних і надскладних об'єктів (ними можуть бути соціальні, економічні і екологічні системи). Застосовують системний аналіз головним чином для дослідження штучних (тобто створених за участю людини) систем (наприклад, агроєкосистеми), причому в таких системах важлива роль належить діяльності людини. Теоретичну і методологічну основу системного аналізу утворюють системний підхід і

загальна теорія систем. Тому системний аналіз слід розглядати як реалізацію системного підходу у дослідженнях різноманітних наукових проблем.

Слід зазначити, що єдине однозначне визначення системного аналізу поки що відсутнє. Згідно з принципами системного аналізу досліджуваний об'єкт повинен розглядатись як дещо ціле, як система у взаємодії всіх її компонентів. Відповідальним етапом системного аналізу є побудова узагальненої моделі, яка відображає взаємозв'язки реальної ситуації, що виникли у об'єкті, що підлягає дослідженню.

Термін "системний аналіз" іноді застосовують як синонім системного підходу. Але робити це неправомірно. Поняття системного аналізу значно **ширше** поняття системного підходу, тому що системний підхід виступає як засіб системного аналізу. Завжди слід пам'ятати, що будь-яке системне уявлення про досліджуваний об'єкт завжди є відносним: зміна мети і способу дослідження можуть зумовити й інший поділ цього об'єкта на конкретні одиниці аналізу, що будуть виступати як структурні елементи системи.

Одним з перших, ще в середині 19 століття, ідеї системного підходу в екології сформулював Юстус Лібіх. Він, зокрема, підкреслював, що між всіма явищами в мінеральному, рослинному і тваринному царствах існує закономірний зв'язок, завдяки чому жодне явище не існує само по собі окремо, а завжди з одним або декількома іншими явищами.

Ю.Лібіх стверджував, що всі явища зв'язані одне з одним без початку і кінця, а послідовна зміна одних явищ іншими подібні руху хвиль. "Ми розглядаємо природу як одне ціле, де всі явища зв'язані, як вузли у сітці.

Досліджувати явища – це означає знаходити ті нитки, за допомогою яких даний вузол у сітці зв'язаний з двома або трьома іншими" (Федоров В.Д., 1980).

Системний підхід до вивчення екосистеми полягає, по-перше, у визначенні її складових частин і взаємодіючих з нею об'єктів довкілля. По-друге, у визначенні структури екосистеми, тобто сукупності внутрішніх зв'язків і відносин, а також зв'язків між екосистемою і зовнішнім середовищем. По-третє, необхідно знайти закон функціонування екосистеми, який визначає характер змін компонентів екосистеми і зв'язків між ними під дією зовнішніх об'єктів.

Для вирішення цих трьох задач в сучасній екології використовують три основних групи методів:

- 1) польові спостереження;
- 2) польові і лабораторні експериментальні дослідження;
- 3) моделювання (реальне і математичне).

Як правило, в екології найбільш ефективним є комплексне використання натурних спостережень, вимірювань і досліджень, експериментальних лабораторних і польових досліджень, екологічного картування і математичного моделювання. У сучасних екологічних дослідженнях широко використовують методи інших наук – хімії, фізики, геології, біології, математики. До таких методів належать:

- методи реєстрації та оцінки якості довкілля, насамперед різні типи екологічного моніторингу, зокрема геоєкологічний, біомоніторинг і біоіндикація, дистанційний аерокосмічний моніторинг;
- методи кількісного обліку організмів і методи оцінки біомаси та продуктивності рослин і тварин;
- вивчення особливостей впливу різних екологічних чинників на життєдіяльність організмів (як складні й тривалі спостереження в природі, так і, частіше, експерименти в лабораторних умовах – токсикологічні, біохімічні, біофізичні, фізіологічні та ін.);
- методи вивчення взаємозв'язків між організмами в багатовидових угрупованнях;
- методи математичного моделювання екологічних явищ і процесів, а також імітаційне моделювання екосистем; моделювання від локальних до регіональних і глобальних екологічних процесів і ситуацій;
- створення геоінформаційних систем і технологій для розв'язання екологічних питань різних масштабів і в різних сферах діяльності;
- комплексний еколого-економічний аналіз стану різних об'єктів, територій, галузей виробництва;
- технологічні методи екологізації різних виробництв з метою зменшення їх негативного впливу на довкілля;
- медико-екологічні методи вивчення впливу різних чинників на здоров'я людей;
- методи екологічного контролю стану довкілля: екологічна експертиза, екологічний аудит, екологічна паспортизація.

Питання для роздумів, самоперевірки, повторення

1. *Дайте визначення терміну “екологія”, які суттєві ознаки цього поняття виділяють різні автори?*
2. *Назвіть основні завдання сучасної екології?*
3. *З яких структурних елементів складається сучасна екологія? Дайте коротку*
4. *Які методи використовують при екологічних дослідженнях?*

5. *В чому особливість системного підходу?*
6. *Які ви знаєте основні задачі при вивченні екосистем методами системного аналізу?*
7. *Яким принципам підпорядковуються всі системи?*
8. *Що означає термін “емерджентність”?*
9. *Які ви знаєте методи екологічного контролю?*
10. *Що таке біоіндикація?*
11. *Які типи чутливості біоіндикаторів ви знаєте?*
12. *Що таке активний і пасивний моніторинг?*
13. *Що означає і для чого використовують “Coli-титр”?*
14. *Для чого необхідно знати основні екологічні закони ?*
15. *У чому суть закону обмеженості ресурсів?*
16. *Сформулюйте правило Ю.Одума і принцип Ле Шательє.*
17. *Про що говорять "Закони Б.Коммонера "?*
18. *У чому полягає сутність закону мінімуму Лібіха?*
19. *У чому полягають правила 1% та 10% ?*
20. *Скільки загальних принципів розвитку природи визначив еколог Д.Чирас?*
21. *Назвіть основні природоохоронні правила і закони.*
22. *Прокоментуйте закони охорони природи П.Ерліха.*
23. *Сформулюйте правило економіко-екологічного сприйняття.*
24. *Що означає принцип збалансованого природокористування ?*

2. ОСНОВИ ТЕОРЕТИЧНОЇ ЕКОЛОГІЇ

2.1. Сучасні концепції природознавства⁴

Наша планета Земля має масу $5,98 \cdot 10^{24}$ кг, середній радіус 6371 км, обертається навколо Сонця із середньою швидкістю 29,77 км/з на середній відстані 149,6 млн. км.

До складу Сонячної системи входять 9 планет із супутниками, а також понад 100000 астероїдів. Планети земної групи мають середню щільність 3970 - 5590 кг/м³: Меркурій, Венера, Земля і Марс (маса становить відповідно 0,056; 0,815; 1,00; 0,108 від маси Землі) і планети, більш віддалені від Сонця, із середньою щільністю 710 – 1700 кг/м³: Юпітер, Сатурн, Уран, Нептун і Плутон (маса 317,8; 95,1; 14,5; 17,2; 0,0024 від маси Землі відповідно).

Сонце – зірка масою $1,99 \cdot 10^{30}$ кг – одна з зірок нашої Галактики (назва якої «Чумацький шлях», діаметр $3,1 \cdot 10^{19}$ м), що поєднує не менш 10^{11} зірок; густина речовини зірок складає $10^3 - 10^{17}$ кг/м³, а світність $10^{-3} - 10^6$ від сонячної).

Найбільший об'єкт у світі, що включає усі відомі сучасній науці об'єкти – це Метагалактика, до складу якої входять 10^{11} галактик, а найбільш віддалені об'єкти – квазари, знаходяться на відстані приблизно 10^{26} м.

Професор Поляков підкреслює, що масштаби Метагалактики, Галактики, Сонця, Землі і людини настільки непорівнянні, що відразу повинна відпасти думка про те, що ці системи створені для Людини, як засобу для усвідомлення нею цього світу!

Вік Метагалактики сучасні теорії оцінюють 15-20 млрд. років. Ця оцінка так само, як і взагалі питання про зародження Метагалактики, досить приблизна. Однак згідно з майже загально визнаною сучасною концепцією, розробленою протягом XX століття (А.Фрідман, Э. Хаббл, А. Эйнштейн та ін.), *Метагалактика знаходиться в процесі розширення, постійного віддалення галактик від якогось первинного центра, у якому і зародився наш Всесвіт*. Передбачається, що Всесвіт утворився з матерії, що знаходилася в надзвичайно розпеченому і надзвичайно щільному стані. Але при цьому, на питання «коли і як виник такий стан і що було до того?», сучасна концепція відповіді не має!

Згідно теорії Великого вибуху розвиток Всесвіту відбувався за такою схемою (табл.2.1).

⁴ Друкується за посібником: Поляков. Макроєкологія или экзамен на Homo sapiens. -

Подібна картина зародження Метагалактики з безрозмірної «точки» в об'єкт, розмір якого за сучасними оцінками складає 10^{26} м, а маса $1,9 \cdot 10^{51}$ кг, важко укладається в уяві людини.

Таблиця 2.1. – Хронологія розвитку Всесвіту

Космічний час	Епоха	Характерний процес
0	Сингулярність	Великий вибух
10^{-43} с	Планківський момент	Виникнення реліктових гравітонів
10^{-6} с	Адронна ера	Анігіляція протон. антипротонних пар
1 з	Лептонна ера	Анігіляція електрон-позитронних пар
1 хв	Радіаційна ера	Ядерний синтез гелію і дейтерію
10 000 років	Ера речовини	У Всесвіті починає переважати речовина
300 000 років	Епоха відділення випромінювання від речовини	Всесвіт стає прозорим
1 – 2 млрд. років	Епоха консолідації речовини	Утворення галактик
3 млрд. років	-	Утворення скупчення галактик
4 млрд. років	-	Стиск нашої протогалактики
4,1 млрд. років	-	Утворення перших зірок
15,2 млрд. років	-	Утворення міжзоряної хмари, що дала початок Сонячній системі
15,4 млрд. років	-	Утворення планет, затвердіння порід
16,1 млрд. років	Археозойська ера	Утворення самих старих земних порід
1 7 млрд. років	-	Зародження мікроорганізмів

До цього часу незрозуміло, з чого утворився Всесвіт, як попередньо розвивалося те, з чого вона утворилася, як з хаосу вибуху утворилися протони й антипротони, а потім їхні складові частини – електрони і позитрони, чому

відбувалася анігіляція протонів, а потім електронів, як після їхньої анігіляції відбувався синтез гелію, як формувалися галактики, якщо зірки утворилися на наступному етапі, чому поява Сонячної системи затяглася на 12 млрд. років після утворення галактик?

Усі ці питання виникають, бо вони суперечать загальним правилам формування систем.

Самодостатня фізико-математична теорія Великого вибуху в останні роки викликає усе більше сумнівів. Але сучасне природознавство знаходить пояснення: *«...міркування, що зустрічаються, про те, що Всесвіт у якусь одиницю часу нібито з «нічого» виникає якась кількість речовини, можуть означати лише те, що мова йде про виникнення відомої речовини з якогось іншого, ще не встановленого виду матерії»*. Висловлюване припущення про невстановлені форми матерії є теж одним зі слабких місць теорії і суперечить принципу Вільяма Оккама, яку академік М.М. Моїсєєв вважав однією з основ сучасного наукового мислення: *«Не множ сутностей без потреби»*.

На думку ряду вчених (хоча абсолютна більшість вчених і досі не ставить під сумнів розширення Всесвіту, бо за сучасною теорією стаціонарний Всесвіт існувати не може), *Метагалактика не вичерпує усього світу, буття взагалі*. Автори багатьох робіт обмежують Всесвіт нашою галактикою, що розширюється. Подібне виділення з нескінченного Всесвіту видимої приладами частини за назвою Метагалактика – це філософська спроба виправдати фізичну теорію початку Всесвіту.

«Як немає абсолютного початку, так немає й абсолютних тупиків розвитку». Але фізичні теорії пророкують не тільки початок, але і кінець.

«Кінець» Всесвіту математично передбачався Р. Клаузіусом (приблизно 1865 р.) – автором другого закону термодинаміки, відповідно до якого ентропія (міра неупорядкованості чи приріст хаосу) зростає в необоротних процесах. За цим законом світовий розвиток йде в напрямку поступового розсіювання енергії, переходу усіх форм руху в теплову енергію і її розподіли в нескінченному просторі.

Але варто відмітити, що закон зростання ентропії, що відбиває переходи енергії у фізичних замкнутих системах (без обміну енергією з навколишнім середовищем), не може поширюватися на відкриті системи, зокрема на системи за участю живих організмів, що, відтворюючи упорядкованість, безупинно зменшують хаос і відповідно ентропію.

Відповідно до сучасної загальної теорії відносності постійною чи зростаючою величиною є не ентропія Всесвіту, а сумарна площа всіх чорних дір у ній. Відповідно до *«теорема площ усіх чорних дір»* неминуча смерть

Всесвіту відбудеться не в результаті розсіювання енергії у світовому просторі, а в результаті гравітаційного стягування всієї речовини Всесвіту у чорні діри – ці «космічні могильники», розкидані в просторі.

З віри у всеосяжну, всесвітню силу закону збереження енергії випливає неможливість вічного розсіювання енергії в просторі чи вічного її стягування в чорних дірах. «Усе, що народжується і росте, повинне колись умерти, родивши щось», - такий загальний закон варто віднести і до динаміки життя чорних дір.

Отже, наука встановила величезне різноманіття матеріальних об'єктів, що представляють мікро-, макро- і мегасвіти.

Як спробу створення єдиної фізичної теорії світу можна розглянути оригінальну фізичну концепцію академіка М.А. Маркова, відповідно до якої *«немає першоматерії, і ієрархія нескінченно різноманітних форм матерії немовби замикається на себе»*. Передбачається існування фридмонів – супердрібних часток з розмірами приблизно 10^{-35} м, але утримуючих у собі світи, подібні до нашої Галактики. *«Саме для нас навколишній світ представляється макросистемою, але якщо наш світ є свого роду фридмоном, то для спостерігача поза нього, ця система відноситься до мікросвіту»*.

Таку концепцію, важко збагнути розуму звичайного *Homo sapiens*, до того ж, вона суперечить принципу Оккама і тому є свідченням нездатності фізики представити єдину картину світу. Нездатна тому, що така картина світу не може бути ні фізичною, ні хімічною, ні математичною, а повинна бути багатогранною.

2.2. Елементи еволюційного вчення

Говорячи про **еволюцію**⁵ живих організмів мають на увазі послідовні зміни в часі їхнього стану, які приводять до виникнення якихось нових властивостей. В основі біологічної еволюції лежать унікальні властивості самовідтворення живих організмів, що дає практично безмежні можливості перетворення живих систем у послідовності поколінь.

Біологічна еволюція – це незворотній і цілеспрямований історичний розвиток живої природи, при якому змінюється генетичний склад популяцій, формується адаптаційні властивості, утворюються і вимирають види, трансформуються біогеоценози і біосфера в цілому (Яблоков, Юсуфов). Результатом біологічної еволюції завжди є відповідність живої системи умовам її існування. Досягнення такої відповідності завжди пов'язане з переважаючим поширенням одних і загибеллю інших біологічних систем.

⁵ Термін „еволюція” (лат. *evolutio* – розгортання) в біологічних науках вперше використав швейцарський натураліст Ш. Бонне у 1762 році.

Таким чином, **еволюційне вчення** вивчає загальні закономірності і рушійні сили історичного розвитку життя. Основу сучасного еволюційного вчення складає теорія Чарльза Дарвіна про провідну роль природного добору як головного і єдиного спрямованого еволюційного фактора (тому досить часто еволюційне вчення в літературі називають дарвінізмом). Основу сучасної теорії еволюції складають два великих розділи *мікро-* і *макроеволюції*.

Еволюційні ідеї виникали ще за тисячі років до нашої ери, але лише у кінці 18 століття вони сформували еволюційне вчення.

Вперше цілісну еволюційну концепцію розвитку природи створив Ж.Б. Ламарк (1809, праця „Філософія зоології”), а розкриття Ч. Дарвіним механізму природного добору призвело до формулювання у 1842-1859 рр. стрункої теорії еволюції (найвидатніша праця „Походження видів шляхом природного добору, або збереження порід у боротьбі за життя”).

Вивчивши величезну кількість фактів з галузі природознавства і практики рослинництва і тваринництва, Ч. Дарвін дійшов висновку про існуючі в природі тенденції до розмноження кожного виду у геометричній прогресії. Це правило не має виключень ні в рослинному, ні в тваринному світі. Потенційно кожен вид здатний продукувати і продукує значно більше особин, ніж виживає їх до дорослого стану – молодих особин завжди більше ніж старих.

Геніальність Ч. Дарвіна полягала у тому, що спів ставляючи факти боротьби за існування і загальної мінливості ознак і властивостей він дійшов висновку про невідворотність в природі вибіркового знищення одних особин і розмноження інших. У процесі боротьби за існування незначні, на перший погляд, відмінності дають певні переваги одним особинам і призводять до загибелі інших. Зрештою живими залишаються лише ті особини, які мають володіють певними, в конкретних умовах сприятливими властивостями, які відрізняють їх від інших особин цього виду. Невідворотним результатом відбору стає виникнення певних пристосувань і на їх основі – таксономічного і екологічного різноманіття.

Для розуміння закономірностей еволюції органічного світу на Землі дуже важливо визначити загальні особливості живих організмів і виділити основні рівні організації життя. Як це не дивно, але й досі немає загальновизнаного визначення понять **життя** і **живий**.

До фундаментальних властивостей організації життя на Землі відносять **дискретність** і **цілісність**. Живі об'єкти в природі відносно уособлені один від одного – особини, популяції, види.

Будь-яка особина багатоклітинного організму складається з клітин, а люба клітина і одноклітинні організми – з певних органел. Органели

складаються з дискретних, як правило високомолекулярних, органічних речовин, які у свою чергу складаються з дискретних атомів і елементарних частинок (також дискретних).

У той же час, складна організація неможлива без взаємодії її частин і структур, тобто без цілісності. При цьому, цілісність біологічних об'єктів якісно відрізняється від цілісності неживого насамперед тим, що цілісність живого підтримується в процесі розвитку.

Живі системи – це відкриті системи, вони постійно обмінюються речовиною і енергією із зовнішнім середовищем. Для них характерна від'ємна ентропія (збільшення впорядкованості), в живому виявляється здатність до самоорганізації матерії.

Серед живих систем немає двох однакових особин, популяцій і видів. Такий унікальний прояв дискретності і цілісності живого базується на дивовижному явищі коваріантної редуплікації.

Коваріантна редуплікація або самовідтворення зі змінами, здійснюється на основі матричного принципу синтезу макромолекул – це єдина специфічна для життя властивість. У його основі лежить здатність до самовідтворення основних управляючих систем (ДНК, хромосом і генів).

Базові управляючі системи, молекули ДНК примітивних дискретних живих частинок (вірусів, бактерій) та статеві клітини багатоклітинних організмів, мають відносно високу стабільність, що забезпечує можливість ідентичного самовідтворення (явище спадковості) – еволюційний процес неможливий без спадкової передачі властивостей в ряді поколінь. Таким чином, коваріантна редуплікація визначає можливість спадкової передачі дискретних відхилень від початкового стану, тобто мутацій.

Еволюція як умова існування життя. Відповідно до вчення В.І. Вернадського про біосферу, на земній поверхні немає хімічної сили „більш могутньої за своїми кінцевими наслідками, ніж живі організми, взяті в цілому”.

В результаті діяльності живих організмів змінювались параметри всієї Землі, кожна попередня зміна виявлялась умовою для наступної і створювала все більш сприятливі умови для захоплення життям всієї планети і підпорядкуванню процесів кругообігу речовин на Землі біологічним законам.

Одним з найбільш значних глобальних результатів діяльності живих організмів є утворення ґрунтового покриву Землі (згідно вчення В.В. Докучаєва).

Основою геохімічної енергії життя є надлишкова чисельність потомства, яка є також механізмом, який невідворотно веде до природного відбору. Прогресія розмноження має два важливі наслідки:

- зростає імовірність появи нових спадкових відхилень;
- створюється „тиск життя” і, як наслідок, виникає боротьба за існування – фундамент природного відбору.

Системність і організованість життя. При еволюційному підході виявляється тісний зв'язок і взаємообумовленість всіх рівнів організації живих організмів. Ще Ч. Дарвін чітко визначив вид як систему, а природний відбір – як фактор, який впорядковує організацію життя. Формування знань про біологічні системи здійснило потужний вплив на розвиток загальної теорії систем і кібернетики, яка у свою чергу, сприяла поглибленню уявлень про системну організацію життя.

Етапи виникнення життя. Ознаки діяльності живих організмів вчені виявили в породах, вік яких становить близько 3,5 млрд. років.

Науково-природничий принцип *актуалізму* стверджує, що походження життя пов'язане з послідовним та імовірнісним протіканням певних хімічних реакцій на поверхні планети.

Специфічні фізичні і хімічні властивості води (в'язкість, високий дипольний момент, висока теплоємність тощо) та вуглецю (здатність до відновлення та до утворення лінійних з'єднань) обумовили те, що вони стали основою зародження життя.

Згідно з теорією хімічної еволюції живого при наявності вільної енергії на Землі з молекул водню, азоту і вуглецю могли виникати спочатку прості молекули аміаку, метану і подібні ним, які в подальшому в первинному океані могли вступати в нові зв'язки між собою та з іншими речовинами.

Особливо успішно повинні були б протікати процеси росту молекул при наявності групи $-N=C=N-$, яка має значні можливості до росту як за рахунок приєднання до атома вуглецю атому кисню, так і шляхом реагування з азотистою основою.

В атмосфері кисень міг накопичуватись при розкладанні води і водяної пари під дією ультрафіолетових променів Сонця. Для перетворення відновленої атмосфери первинної Землі в окислену треба було не менше 1 млрд. років (рис. 2.1).

З накопиченням в атмосфері Землі⁶ кисню відновлені з'єднання почали окислюватись. Ці речовини, вступаючи в реакції з аміаком та ціаністим воднем дали початок амінокислотам і з'єднанням типу аденіну.

По ходу подібних реакцій води первинного океану насичувались різноманітними речовинами, утворюючи перинний бульйон (теорія О.І. Опаріна).

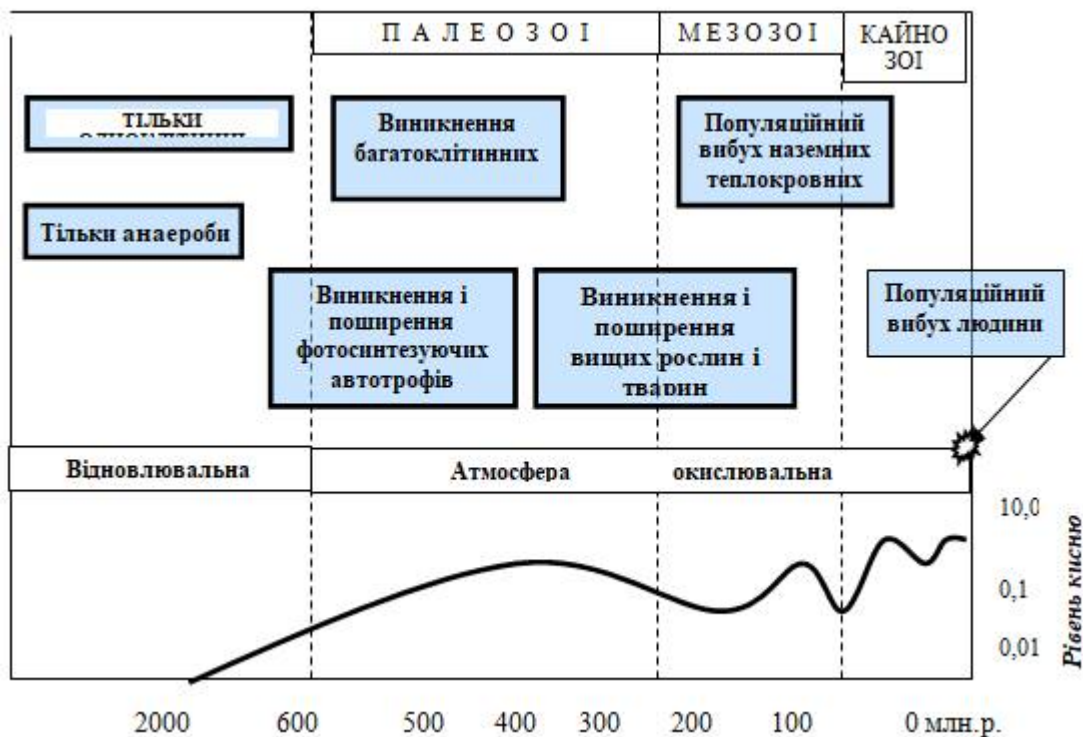


Рис. 2.1 Еволюція біосфери і атмосфери (Ю.Одум, 1975)

При цьому важливо знати, що можливість синтезу амінокислот та інших високомолекулярних з'єднань з неорганічних елементів і з'єднань вже доведена експериментально⁷. Ймовірно, що шляхом реакцій полімеризації з відносно простих молекул могли утворитись і більш складні молекули: білки, ліпіди, нуклеїнові кислоти і їх похідні. Як елементарний об'єкт добіологічної еволюції виділяють фракцію макромолекул полінуклеотидів або поліпептидів, які мали властивість стійкості за рахунок процесів синтезу, каталізу тощо.

Утворення мембранної структури вважається самим складним етапом хімічної еволюції життя, оскільки жива істота, навіть сама примітивна, одноклітинна, не сформуватись до виникнення мембранної структури і

⁶ Є гіпотези, що кисень міг утворитись при розкладанні силікатної матриці після ударів твердих космічних тіл по поверхні Землі (при цьому поверхня могла нагріватись до $T = 30000^{\circ}\text{K}$).

⁷ Хоча отримати живу клітину з подібного бульйону поки що нікому не вдалось (прим. автор.).

ферментів. Окрім того, біологічні мембрани, утворені агрегатами білків і ліпідів, мають здатність відокремлювати речовину від середовища і надавати сукупності молекул необхідну міцність. Комплекс послідовних змін і ускладнення структури молекул призвели до виникнення циклічного обміну речовин, що є характерною ознакою живого (рис. 2.2).

Інші гіпотези виникнення життя на Землі. Сучасна наука стверджує, що наша планета утворилась 4,5 – 4,6 млрд. років назад. Перші водойми з осадовими породами (глинистими мінералами) виникли близько 4 млрд. років назад. Гіпотеза Дж. Бернала необхідною умовою виникнення життя в первинному бульйоні передбачає наявність глинистих мінералів, які могли накопичувати органічні речовини абіогенного походження.

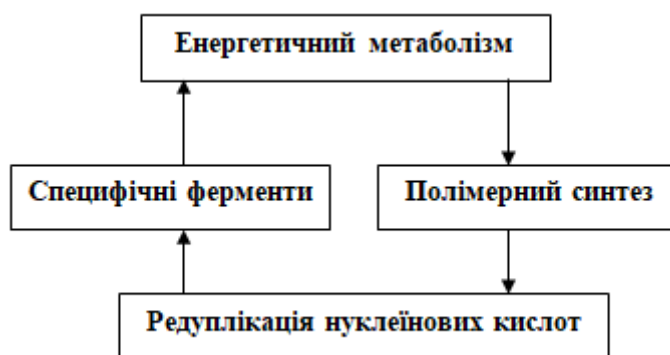


Рис. 2.2 *Схема циклічного обміну речовин (Яблоков, 1989)*

Органічні речовини могли потрапити на Землю і з космосу – проходячи через космічну пилову хмару на протязі 10 млн. років Земля з космічним пилом могла отримати більше 10 млрд. т органічної речовини (що більше сучасної біомаси на планеті). Окрім того, поповнення органічною речовиною могло відбуватись і за рахунок виверження вулканів – одне виверження вулкану викидає на поверхню більше 1000 т органічної речовини. Осідаючи на поверхню Землі ультрамікроскопічні частинки космічної або вулканічної органіки могли, використовуючи енергію ультрафіолетових променів Сонця, вступати між собою в реакції і створити своєрідну оболонку з амінокислот, сечовини та інших речовин. Подібні процеси створювали необхідну просторову концентрацію речовини і сприяли відносно швидкому утворенню живих організмів у первинному океані.

В питанні виникнення життя одним з найбільш загадкових є факт **хіральної чистоти** у живих організмів – молекули білків містять тільки „ліві” амінокислоти, а молекули нуклеїнових кислот містять тільки „праві” цукри. Таке явище могло виникнути тільки внаслідок втрати середовищем

дзеркальної симетрії (однаковий вміст правих і лівих ізомерів амінокислот і цукрів), яка властива неживій природі. Досліди показують, що тільки в хіральних чистих розчинах могло виникнути біологічно значиме подовження ланцюжка полінуклеотидів і процес самореплікації. При цьому, живі системи організовані так, що РНК з правих цукрів приєднує до себе тільки ліві амінокислоти. Всі живі організми без виключення підтримують хіральну чистоту і еволюція не виробила засобів для існування в середовищі дзеркальної симетрії.

Проблема виникнення життя на Землі має дуже багато питань без відповідей. Чи виникло життя на Землі, чи занесено ззовні? Яким чином виник генетичний код? Чому деякі рідкі елементи земної кори (молібден і магній) стали відігравати більш значну роль у біологічному обміні, ніж звичайні елементи (кремній, кальцій)? Подібних питань дуже багато але науково доведена принципова можливість виникнення життя з неорганічних речовин шляхом дії фізичних факторів оточуючого середовища і дії перед біологічного відбору.

2.3 Становлення біосфери та її характеристика

Термін **біосфера** (грец. *біос* – життя, *сфера* – оболонка) – оболонка Землі, в якій існує життя, вперше ввів у науковий вжиток австрійський геолог Едвард Зюсс у 1873 році.

Цілісне вчення про біосферу було створено видатним вітчизняним вченим В.І. Вернадським.

До складу біосфери (рис. 2.3) входять частини геосфер, в яких умови придатні для існування живих організмів:

- **нижня частина атмосфери** – від поверхні Землі до озонової оболонки, тобто до висоти близько 25-30 км. Атмосфера складається із суміші газів (азот – 78%, кисень – 21 %, аргон – 0,93% діоксид вуглецю – 0,03%, інші гази – менше 0,005% за об'ємом) та колоїдних домішок (пил, краплі води, кристали тощо);

- **вся гідросфера** – водна оболонка, яка покриває 2/3 поверхні планети (до найбільшої глибини – Маріанської впадини в Тихому океані – 11 030 м). Більше 40% води міститься в земних надрах (у літосфері). Об'єм гідросфери складає близько $137 \cdot 10^7$ км³, а хімічний склад наближається в середньому до складу морської води. Із загальної маси води близько 98% знаходиться в океанах і морях, 2% її загальної кількості складають прісні води;

- **верхня частина літосфери** – верхня “тверда” оболонка Землі, що включає земну кору та верхню частину мантії Землі, до глибини приблизно 5

км (де вода перебуває в рідкому стані). Товща ж літосфери складає 50- 200 км, в тому числі земної кори – до 75 км на континентах і 10 км нижче дна океану.

Між літосферою, гідросферою і атмосферою постійно відбувається речовинний і енергетичний взаємообмін, проявом якого є, зокрема, землетруси і виверження вулканів.

Усі ці складники об'єднують в єдину оболонку життя живі організми, які не лише існують у біосфері, а й є її творцями. За В. Вернадським, жива речовина – це біогеохімічний фактор планетарного масштабу, під дією якого відбувається перерозподіл, міграція і розсіювання хімічних елементів.

Між живим і неживим неподоланої межі не існує. Живою називають динамічну систему, яка активно сприймає і перетворює молекулярну інформацію з метою самозбереження.

Основна функція живої системи – самозбереження за рахунок упереджувального реагування. Для відновлення і збереження енергії в системі необхідне надходження енергії ззовні, з навколишнього середовища, та обмін речовин і енергії – **метаболізм**. У метаболізмі поєднані процеси асиміляції і дисиміляції (синтезу і розпаду) речовин. Наявність програми відтворення у вигляді дезоксирибонуклеїнової кислоти (ДНК) і її велика стабільність порівняно з іншими структурами біологічної системи зумовлює спадковість. Під впливом змін екологічних чинників спадковість може змінюватися, відбуваються **мутації** – індуковані зміни в генетичному апараті.

Успадковані зміни і їх відбір під впливом екологічних чинників зумовлюють видоутворення і збільшення біологічного різноманіття. Різноманітність видів забезпечує більшу ймовірність збереження життя за рахунок найкраще пристосованих до змін довкілля форм, тобто відбувається біологічна еволюція.

Нині виокремлюють **шість головних рівнів організації живої матерії**:

- *молекулярно-генетичний* – редуплікація генів, формування ідентичних молекул на основі матеріалів, що забезпечують спадковість і мінливість;
- *клітинний* – основа будови і розвитку всіх живих організмів, нижній рівень здатності до метаболізму, авторегуляції та розвитку; у більш дрібних одиницях матерії ці властивості не проявляються;
- *організменний* – цілісність функцій, ріст, онтогенетичний розвиток;
- *популяційно-видовий* – еволюція, тривале існування, таксономічні характеристики;
- *біоценотичний* – трофічні, хімічні, енергетичні зв'язки, кругообіг хімічних елементів, перетворення енергії;

- *біосферний* – форма життя, яка поза біосферою не існує.

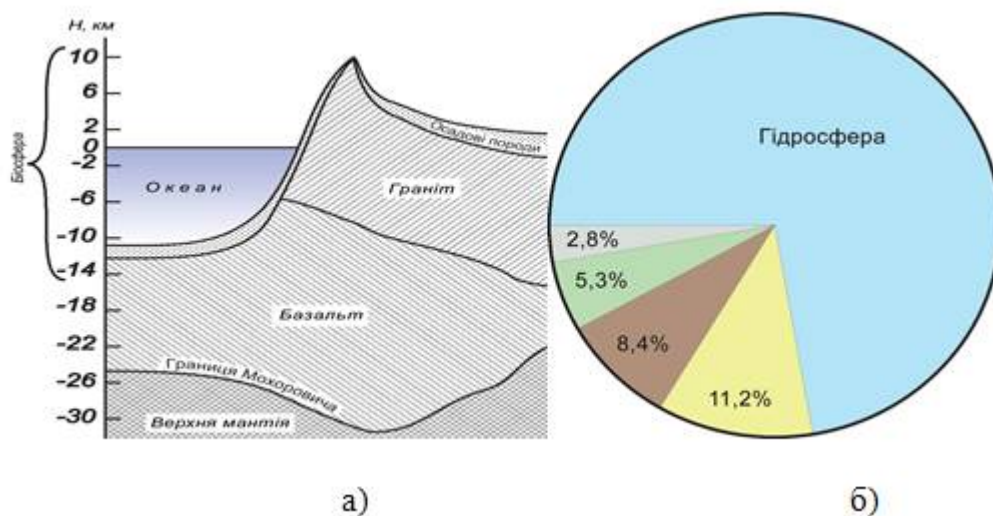


Рис. 2.3 Структура біосфери:

а) вертикальна структура; б) співвідношення поверхонь (72,3% – зайнято гідросферою, 11,2% – пустелями і тундрою, 8,4% – лісами, 5,3% – степами і пасовищами, 2,8% - землі с.-г. використання)

Кожен з цих рівнів має свої особливості, але всі вони тісно пов'язані між собою, взаємно впливають один на одного, створюючи єдине ціле – живу речовину. На всіх структурних рівнях організації матерії реалізована лише дуже незначна частка можливих комбінацій молекул. Це означає, що кожен біологічний вид, кожна жива істота є унікальними, оскільки вони мають набір властивостей, за допомогою яких ефективно адаптуються до навколишнього середовища та його змін.

Додаткова інформація

Явище еволюційного прогресу – поява і розвиток дедалі складніших і досконаліших форм молекулярних та біологічних структур має певну матеріальну природу і підкоряється загальним фізичним законам, зокрема термодинамічним.

На основі кругообігу неорганічних речовин під впливом сонячної енергії виник **біотичний кругообіг** – цикл синтезу і розпаду органічних речовин. Еволюція біосфери тісно пов'язана з еволюцією Землі и умовно поділяється на кілька фаз: перша – формування ранньої земної кори, атмосфери і гідросфери, виникнення **великого геологічного кругообігу речовини**; великий геологічний кругообіг – циркуляція атмосферних мас, води і розчинених у ній мінералів, переміщення продуктів гірських порід на поверхню планети і знову в її надра

(близько 4,6 млрд. років тому); друга – хімічна еволюція (4,6– 3,8 млрд. років тому) – розвиток процесів синтезу і накопичення простих органічних сполук, необхідних для існування життя (амінокислот, простих пептидів, азотистих основ, простих вуглеводів); третя (3,8– 1,2 млрд. років тому) – розвиток давньої біосфери, еволюція прокаріотичного світу, виникнення біологічного кругообігу речовин, формування кисневої атмосфери; четверта – виникнення еукаріотів, заселення суші, розвиток сучасного біорозмаїття світу (1,2 млрд. років тому – теперішній час).

Перші живі організми були *анаеробами* (існували в безкисневому середовищі), потім з'явилися організми *автотрофи*, здатні синтезувати органічні речовини з неорганічних сполук (вуглекислого газу, води, нітрогенвмісних і фосфоровмісних сполук) за допомогою сонячної енергії (*фотосинтез*) або окисних реакцій (*хемосинтез*). Першими фотосинтезуючими організмами були бактерії (*ціанобактерії*), які дали початок розвитку процесів у *трофічному ланцюгу* "продуценти – консументи – редуценти" – ланцюгу живлення, який через неживу речовину – мінеральні сполуки – замкнувся в коло. З потоку речовин у цьому колі *утворився біологічний кругообіг речовин*.

Геологічний і біологічний кругообіги речовин разом склали *біогеохімічний кругообіг*, з'єднавши в ньому величезну потужність геологічного і надзвичайну швидкість та активність біологічного. Біогеохімічний кругообіг формувався впродовж 1,5-2,0 млрд. років, потім стабілізувався і суттєво не змінювався останні 2 млрд. років. Фотосинтезуючі продуценти практично сформували на Землі кисневу атмосферу. Через живі організми за відносно короткий час проходить практично вся речовина біосфери⁸.

Біосфера є відкритою термодинамічною системою. Енергію вона отримує від Сонця і з надр Землі. Отримана ззовні енергія трансформується і розсіюється, підпорядковуючись двом фундаментальним *законам термодинаміки*.

Перший закон термодинаміки – це закон збереження енергії (енергія не може ні з'явитися, ні зникнути, вона лише трансформується з однієї форми в іншу).

⁸ Самі організми внаслідок інтенсивного обміну речовин за час існування біосфери тисячі разів пропустили крізь себе (свої клітини, тканини, органи, кров) всю земну атмосферу, весь об'єм світового океану, більшу частину ґрунтів, величезну кількість мінеральних і органічних речовин та енергії. Ці процеси і зумовили формування сучасного навколишнього природного середовища.

Другий закон термодинаміки визначає напрям якісних змін енергії в процесі її трансформації з однієї форми в іншу – закон описує співвідношення корисної та марної роботи під час трансформацій форм енергії (рис. 2.4). За другим законом термодинаміки, будь-яка робота супроводжується трансформацією високоякісної енергії в енергію нижчої та найнижчої якості – теплоту – і призводить до зростання *ентропії* (тобто збільшення в системі кількості енергії найнижчої якості, непридатної до корисної роботи, тобто розсіювання енергії). Максимальна ентропія характерна для деградованих екосистем, або таких, що перебувають на стадії вимирання.

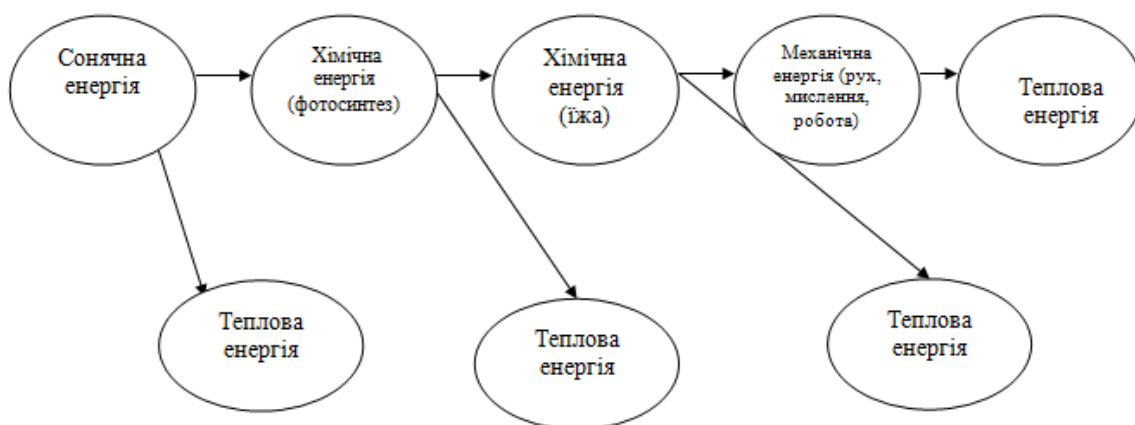


Рис. 2.4. Трансформація енергії з однієї форми в іншу за другим законом термодинаміки

Вважають, що еволюція біосфери відбувалась у напрямі зменшення ентропії. Чим довшими є ланцюги живлення, тим вони енергетично досконаліші. Саме завдяки ланцюгам живлення в біосфері постійно відбувається не лише кругообіг води та постійний обмін енергії, а й кругообіг речовин, які живі організми використовують для побудови і підтримання життєдіяльності своїх тіл та забезпечення процесів розмноження.

Великий (геологічний) і малий (біологічний) кругообіги речовин (насамперед води, вуглецю, азоту, фосфору, сірки, калію, магнію, кальцію) – життєво важливі процеси біосфери, мільйони років не порушувалися, доки діяльність людини не набула сили планетарного характеру. За останні сто років, особливо в останні десятиріччя XX ст., антропогенна діяльність призвела до значних порушень кругообігу речовин у біосфері, розвитку глобальної екологічної кризи.

Саме діяльність людини значно прискорила процеси вивітрювання гірських порід, зумовила накопичення в атмосфері такої кількості газів, яка призвела до розвитку негативних кліматичних змін (парниковий ефект), появи озонових дір та кислотних дощів, деградації ґрунтів через надмірне накопичення в них токсичних хімічних сполук.

Внаслідок збільшення в природних водах, повітрі і ґрунтах концентрації важких металів, нафтопродуктів, пестицидів деградують і гинуть екосистеми, уповільнюються процеси кругообігу речовин у біологічному циклі, частішають спалахи "цвітіння" вод внаслідок масового розмноження мікроскопічних водоростей не тільки ставків, водосховищ, а й Світового океану, що призводить до порушень функціонування екосистем.

Людина створює також у величезних кількостях речовини, які не можуть бути залучені до біологічного кругообігу (пластмаси, поліетилен тощо), оскільки останні не розкладаються в біосфері.

Накопичення в атмосфері вуглекислого газу, спричинене людською діяльністю, може призвести у найближчий час до потепління, танення льодовиків і підйому рівня води в океанах більш ніж на 100 м, тобто до порушення стійкості біосфери.

За теорією І. Пригожина система „суспільство-природа”, досягнувши точки біфуркації⁹ (наша цивілізація її практично вже досягла), повинна буде перебудуватись або зруйнуватись. Однак розпад старої системи зовсім не означає, що в системі настане хаос. Біфуркація послуговує стимулом до розвитку біосфери новим, невідомим шляхом. Безперечно, біосфера продовжить свій розвиток, але людині з такою філософією життя, як сьогодні, в ній місце навряд чи знайдеться.

В житті та діяльності людини *стійкість біосфери має визначальне значення*:

- біосфера є не просто джерелом ресурсів для людини, а й приймачем відходів її виробництва та життєдіяльності. Це складна система (фундамент життя), в якій біота сама забезпечує стабільність навколишнього середовища;
- біосфера має граничну господарську ємність, перевищення якої порушує стійкість біоти і довкілля;
- у межах господарської ємності біосфера і екосистеми функціонують згідно з принципом Ле Шательє, швидко відновлюють усі порушення

⁹ **Біфуркація** (лат. біфуркус – роздвоєний) – розгалуження у траєкторії руху системи в певній точці. Теорія **біфуркацій динамічних систем Пуанкаре** розглядає метаморфози різних систем при зміні параметрів, від яких вони залежать. На основі теорії біфуркацій побудована **теорія катастроф**. Існує **синергетична теорія життя**, згідно якої життя на Землі з'явилося в результаті біфуркації через синергізм нуклеїнових кислот і білків (див.: О.Овезгельдієв. Синергетична теорія життя. К., 2001.).

рівноваги у довкіллі, залишаючи його стійким. Здатність відновлення в абсолютних величинах, як і межа господарської ємності, змінюються від ландшафту до ландшафту залежно від продуктивності біоти: в пустелях вона найменша, в лісах – найбільша.

Перевищення господарської ємності зумовлює порушення біологічного кругообігу речовин, деградацію екосистем, забруднення довкілля. В свою чергу, забруднення і руйнування навколишнього середовища призводить до загибелі багатьох видів організмів.

Головне завдання людини – збереження і відновлення природних угруповань організмів у таких масштабах, які забезпечать господарську ємність біосфери в цілому. Межу росту людства зумовлює господарська ємність біосфери, верхнім порогом якої є переведення в антропогенний канал понад 1% чистої первинної продукції біоти (фотосинтезу); перевищення цього порогу призведе до глобальної екологічної катастрофи і розпаду геному людини і, як наслідок, зникнення її як виду.

Таким чином, найважливішими рисами біосфери є існування в її межах живої речовини і постійний матеріально-енергетичний обмін з космосом. Наявність життя – це головне, чим відрізняється Земля від інших планет сонячної системи.

2.4. Жива речовина

Сукупність усіх живих організмів на планеті В.І. Вернадський назвав "живою речовиною". Планету населяє приблизно 500 тис. видів рослин і 1,5 млн. видів тварин. Якщо зрівняти поверхню Землі і рівномірно розподілити на ній існуючі рослини, тварини і мікроорганізми, то вони утворять шар завтовшки всього 2 см. Розподіл біомаси живої речовини наведені в табл. 2.2.

Таблиця 2.2. – Жива речовина Землі

Компоненти живої речовини	Жива біомаса, кг	Суша біомаса, кг
Фітомаса наземна	$6,5 \cdot 10^{13}$	$2,6 \cdot 10^{15}$
Фітопланктон	$0,9 \cdot 10^{12}$	$0,18 \cdot 10^{12}$
Зоомаса суші	$6,0 \cdot 10^{12}$	$2,0 \cdot 10^{12}$
Зоопланктон	$21,2 \cdot 10^{12}$	$4,2 \cdot 10^{12}$
Зообентос	$6,6 \cdot 10^{12}$	$2,4 \cdot 10^{12}$
Уся жива речовина суші	$6,5 \cdot 10^{15}$	$2,6 \cdot 10^{15}$
Уся жива речовина океану	$29,9 \cdot 10^{12}$	$7,05 \cdot 10^{12}$

В.І. Вернадський відмічав чотири функції живої речовини: газові, концентраційні, окисно-відновні і біогеохімічні. В наш час розрізняють шість її основних функцій (табл. 2.3.).

Отже, жива речовина – невід’ємна складова біосфери, що об’єднує всі її компоненти в єдине ціле, є її функцією і одночасно "однією з наймогутніших геохімічних сил на нашій планеті"(В. Вернадський).

Жива речовина розміщена на планеті дуже нерівномірно, що пов'язано з різними умовами її існування (у тропічних лісах – більше 500 т/га, на гірських луках – 125-150, а в пустелях – 2,5 т/га). Біомаса є кількісною оцінкою живої речовини.

Таблиця 2.3. – Функції живої речовини

Функція	Зміст
Енергетична	Здійснення зв'язку біосферно-планетарних явищ з космічним випромінюванням, головним чином з космічною радіацією. В основі цієї функції лежить фотосинтетична діяльність зелених рослин.
Газова	Забезпечення міграції газів та їх перетворення і динаміку в біосфері.
Концентраційна	Пов'язана з накопиченням живими організмами біогенних елементів з навколишнього середовища; їх концентрація в живих організмах на три порядки більша, ніж в навколишньому середовищі.
Окисно-відновна	Полягає у хімічному перетворенні речовин, які містять атоми із змінним ступенем окислення (з'єднання заліза, марганцю тощо).
Деструктивна	Пов'язана з властивістю деяких організмів перетворювати (мінералізувати) мертву органічну речовину в неорганічні сполуки.
Інформаційна	Проявляється у можливості накопичення, збереження і передачі молекулярної (в т.ч. генетичної) і сигнальної (нервової та інтелектуальної) інформації, необхідної для існування різних видів.

Популяційний рівень організації живої речовини. Популяцією в екології прийнято називати сукупність особин одного виду із спільними умовами життя, необхідними для підтримання її чисельності на визначеному рівні достатньо тривалий час. Особини групи (або популяції) взаємодіють між собою і спільно мешкають на одній території.

Термін «популяція» походить від латинського *популюс* – народ, населення. Цей термін в екологію ввів В.Л. Йогансен у 1903 році. Як і більшість понять екології, термін «популяція» неоднозначний. Спеціалісти

різного профілю, виділяючи популяції у природі, користуються різними критеріями. У генетиці популяції розглядають як структурні одиниці, що утворюють таксономічний вид. Обов'язковою умовою виділення окремої популяції в цьому випадку є наявність вільного обміну генами між усіма особинами даної популяції, що забезпечує спільність генофонду.

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

В екології та зоології популяції частіше виділяють за ознаками їхнього розподілу на певній території та достатній відмежованості від популяцій того ж виду. У цьому випадку популяцію називають *локальною*. Механізми ізоляції окремих популяцій бувають двох типів: а) територіальні та б) репродуктивні.

У першому випадку межами між популяціями виступають певні бар'єри: гірський хребет, річка і т. ін. У другому випадку ізоляцією є неможливість схрещування між особинами різних популяцій. Наприклад, особини конюшини гірської на південному та на північному схилах одного й того ж пагорба можуть належати до різних популяцій, оскільки на північному схилі цвітіння і, коли цвітіння на південному схилі вже пройшло. Спростуючи, популяцію ми будемо визначати як населення одного виду на даній території. Між особинами популяцій складаються різноманітні відносини. На кожному з них діють фактори середовища або інші види організмів.

Для популяції характерні практично всі форми зв'язків міжвидових відносин, особливо мутуалістичні (взаємно корисні) і конкурентні. Але найбільш важливі специфічні внутривидові взаємозв'язки – це відносини між особинами різної статі, між батьківськими та дочірніми поколіннями по відтворенню самої популяції.

При статевому розмноженні обмін **генами** перетворює популяцію у відносно суцільну генетичну систему (тобто відмінності між особинами популяції мінімальні). Але коли у групі переважає вегетативне, партеногенетичне (розмноження яйцеклітини без запліднення) або інші способи розмноження, генетичні зв'язки слабшають і популяція стає системою клонів, або чистих ліній, які спільно використовують навколишнє середовище. Такі групи об'єднані, в основному, екологічними зв'язками.

Однак у всіх випадках у популяціях діють закони, які дозволяють використовувати обмежені ресурси середовища таким чином, щоб можна було забезпечити появу нового покоління. Тобто, популяції мають особливі якості

щодо регулювання власної чисельності. Підтримання оптимальної (відносно існуючих умов життя) чисельності населення популяції називають *гомеостазом* популяції.

Кожен вид має свої особливі гомеостатичні можливості. Таким чином, популяція як групове об'єднання характеризується специфічними особливостями, яких не має окрема особина. Групові особливості – це основні показники популяції:

1. *Чисельність популяції* — загальна кількість особин на відокремленій території;

2. *Густота* (або щільність) популяції – середня кількість особин на одиницю площі або обсягу зайнятого популяцією простору; крім того, щільність її визначають як масу членів популяції на одиницю простору;

3. *Народжуваність* – кількість нових особин, які з'явилися за одиницю часу в результаті розмноження;

4. *Смертність* – показник, який відображає кількість загиблих у популяції особин за визначений період часу;

5. *Приріст популяції* – різниця між народжуваністю та смертністю; він може бути позитивним і від'ємним;

6. *Темп приросту* – середній приріст за одиницю часу.

Кожна популяція має власну організацію, тобто співвідношення різних окремих частин популяції між собою за різними ознаками. Ця організація називається структурою популяції. Структура групи може визначатися за розподілом особин по території (просторова або територіальна), за співвідношенням частин популяції за статтю, віком, морфологічними, фізіологічними ознаками (біологічна), за особливостями поведінки (отологічна).

Кожна популяція існує в певному місці, де поєднуються ті чи інші абіотичні та біотичні фактори. Таке місце помешкання виступає як своєрідна «адреса» популяції. Якщо вона відома, то існує імовірність знайти в даному біотопі саме таку популяцію.

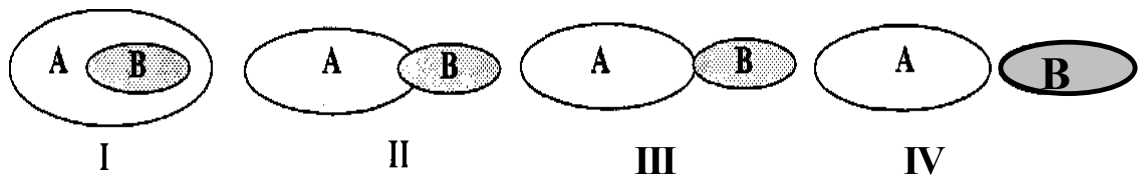
Кожна популяція може бути охарактеризована ще й **екологічною нішею**.

Екологічна ніша – це просторово-часове положення організму в рамках екосистеми, яке характеризує де, коли і чим організм живиться, де живе, яке потомство виводить тощо.

Термін "екологічна ніша" ввів у 1927 р. англійський біолог Ч. Елтон. У живій природі впродовж тривалого часу виробилися пристосування до екологічної ніші, до мирного співіснування численних видів, що складають

біотичну компоненту екосистеми. Організми всіляко намагаються уникнути конкуренції.

Співвідношення екологічних ніш А і В (за Е.Піанкою) може бути таким:



I – екологічні ніші цілком накладаються (лисиця і вовк полюють на птахів і дрібних звірів);

II – частково збігаються (сови і яструби полюють на гризунів і малих пташок, але сова вночі, а орел удень);

III – дотикаються (слони харчуються високою травою, антилопи – низькою, а буйволи – молодими пагонами);

IV – цілком розділені (рослини і хижаки).

Біомаса – це виражена в одиницях маси чи енергії кількість живої речовини тих чи інших організмів (популяцій, видів, окремих живих організмів, угруповань у цілому), яка припадає на одиницю площі чи об'єму.

Швидкість оновлення живої речовини біосфери залежить від:

- виду організму;
- чисельності потомства;
- кліматичних умов;
- опору середовища тощо.

Основна маса живої речовини зосереджена на межі літосфери и гідросфери та у верхній частині гідросфери. В біосфері виділяються зони "згущення життя" і "розрідження життя".

З наближенням від полюсів до екватора спостерігається:

- збільшення кількості видів. Так, у вологих тропіках (гілеях) зосереджено понад 8000 видів рослин – половина всіх існуючих на планеті, 67% всіх видів тварин, тоді як у тундрі менш ніж 500 видів рослин, а у хвойних і листяних лісах – до 2000 видів рослин;

- збільшення біомаси. Первинна продукція екосистем тундри складає в середньому 140 г сухої органічної речовини на 1 м² на рік, степових екосистем помірної зони – 5-30 т/га, з яких на зоомасу припадає 10—50 кг/га;

- збільшення висоти дерев. У тундрі це низькі, покручені, часто повзучі форми рослин – береза, верба; у тропіках висота досягає зростання потужності ґрунту.

Океан бідніший на життя – біомаса Світового океану в 1000 разів менша від біомаси суші. Загальна первинна продуктивність фітопланктону Світового океану становить 50 млрд. т на рік, тобто близько третини всієї первинної продукції біосфери. Найбільша щільність життя в океані, як і на суходолі, – в екваторіальній зоні, особливо в коралових рифах.

Світ живої природи надзвичайно різноманітний і його будову, зв'язки, функціонування розглядають на різних рівнях і з різних точок зору.

2.5. Екологічні фактори середовища

Фактори, що впливають на функціонування екологічних систем називають екологічними. Всі вони можуть бути згрупованими у три групи: абіотичні, тобто фактори неживої природи (температура, вологість, світло, рельєф); біотичні - фактори взаємодії живого з живим (мутуалізм, паразитизм, хижацтво, коменсалізм, вільна конкуренція); антропогенні – пов'язані з господарською діяльністю людини.

Абіотичні фактори – фактори неживої природи – розглядають вплив на живі організми температури, світла, вологи та життєвої території мешкання.

Температура. Живі організми можуть існувати тільки в певних температурних умовах. При високій температурі близько 100⁰С руйнуються білки організму, а при низькій уповільнюється, а потім і припиняється обмін речовин. В залежності від температурного режиму виділяють чотири основні кліматичні зони: тропічний пояс (температура не нижче 15-20⁰С), субтропічний пояс (найнижча температура +4⁰С), помірний пояс (коливання температури від -20 до +30⁰С) та холодний пояс. Важливим для організмів є сезонний розподіл температур. Тут виникає ціла низка пристосувань організмів - зимова сплячка, сезонні міграції тощо.

Вологість. Вміст води у живих клітинах в середньому становить 80 - 92%. Джерелом води є опади та ґрунтові води. Тут лімітуючим фактором є кількість опадів. Вона визначає навіть тип екосистем. При опадах менш ніж 250 мм на рік формуються пустельні екосистеми; 250 - 750 - степові, лісостепові та савани; 750 - 1250 - субтропічні ліси, а більш як 1250 - вологі тропічні ліси. По відношенню до вологи, рослини поділяють на такі групи: гідрофіти - рослини що повністю занурені у воду (водорості, квіткові рослини, тощо); гігрофіти - напівзанурені (рогоз, комиш, осока, очерет тощо); мезофіти - суходільні рослини з достатнім зволоженням; ксерофіти, що мешкають на сухих територіях.

Тварини також мають певні пристосування для добування та утримування води. У водних тварин і ссавців відсутній дефіцит води і тому основний продукт азотистого обміну виводиться з організму у вигляді водного розчину *сечовини*. Навпаки, більшість наземних тварин економлять воду, виводячи азот у вигляді нерозчинної у воді *сечової кислоти*.

Світло відіграє вирішальну роль у життєдіяльності рослин, оскільки рослини синтезують органічні речовини з неорганічних, використовуючи світлову енергію сонця. Одним з видів конкуренції у рослин є конкуренція за світло. У тварин зміна тривалості дня викликає зміну поведінки. Так, деякі птахи готуються до перельотів, інші приступають до линьки, розмноження тощо. Середня ефективність використання сонячної енергії у рослин - 1%, максимальна продуктивність фотосинтезу за сприятливих умов – 3–10%.

Територія є важливим фактором в житті і рослин, і тварин. Всім відомо як ретельно оберігають свою територію тварини, ставлячи відповідні мітки. Це і зрозуміло, бо всяке життя починається з відмірювання життєвого простору, на якому мешкають організми та виводять потомство.

Біотичні фактори. Проживаючи в угрупованнях організми вступають у певні стосунки. Так, серед рослин можна виділити три головних типи взаємодій: мутуалізм (відомий ще як симбіоз), конкуренція та хижацтво (табл. 2.4.).

Мутуалізм (від лат. *mutuus* - взаємний) - це біологічна взаємодія двох видів партнерів, що сприяє їх росту та виживанню. В природі такі види не можуть жити один без одного.

Прикладом мутуалізму є відносини між вищими рослинами та грибами. Грибниця густо оплітає коріння, утворюючи складну структуру, яка називається мікоризою (від грецьк. *mykes* - гриб + *rhiza* - корінь). Вважають, що такі структури забезпечили рослинам завоювання суші, тому що нитки грибниці утворюють додатковий потужний всмоктувальний апарат. Гриб в свою чергу отримує від рослини необхідні йому для живлення органічні речовини.

В рослинних угрупованнях постійно відбувається “боротьба за світло”, тому що єдиним джерелом енергії для них є сонячне світло. Це явище отримало назву **конкуренції** (від лат. *concurrere* - бігти разом). Конкуренція за світло є найсильнішою, порівняно з конкуренцією за воду та мінеральні речовини. В конкурентній боротьбі за світло у рослин в угрупованнях виробилися різноманітні пристосування.

Це відмінності у висоті, розташуванні листків, формі крони. Особливо добре видно такі пристосування в угрупованні мішаного лісу, де рослини розташовуються **ярусами**.

Таблиця 2.4. – Типи взаємодії популяцій двох видів (Ю.Одум, 1986)

Типи взаємодії	Види		Загальний характер взаємодії
	1	2	
1. Нейтралізм	0	0	Жодна популяція не впливає на іншу
2. Конкуренція, безпосередня взаємодія	–	–	Пряме взаємне пригнічення двох видів
3. Конкуренція за ресурси (територія, їжа)	–	–	Непряме пригнічення при дефіциті спільних ресурсів
4. Аменсалізм	–	0	Популяція 2 пригнічує популяцію 1, але сама не відчуває негативного впливу
5. Паразитизм	+	–	Популяція паразиту (1) складається з особин значно менших розмірів, ніж популяція господаря (2), харчується за рахунок господаря (наприклад, п'є кров)
6. Хижацтво (а також з'їдання рослин)	+	–	Особини хижаків (1) знищують та з'їдають особини жертв (2), або з'їдають рослини, якщо популяція 1 рослиноїдна
7. Коменсалізм	+	0	Популяція 1 – коменсал, отримує користь від об'єднання, для популяції 2 це об'єднання байдуже
8. Протокооперація	+	+	Взаємодія сприятлива для обох популяцій, але не обов'язково
9. Мутуалізм	+	+	Взаємодія обов'язково сприятлива для обох популяцій

(0 – означає відсутність значних взаємодій; + - означає покращення росту, виживання та інші вигоди для популяції; – - означає сповільнення росту і погіршення інших характеристик; типи 2-4 відносяться до „негативних взаємовідносин”, типи 7-9 до „позитивних взаємовідносин”, а типи 5-6 можна віднести до обох груп)

У **першому** верхньому ярусі царюють крони високих дерев – дубів, берез, лип. У **другому** ярусі ростуть менш високі дерева – горобина, черемха, яблуні. У **третьому** – кущі та напівкущі, у **четвертому** – трави. **П'ятий** ярус представлений мохами. Кожний нижче розташований ярус отримує все менше і менше світла, тому в нижньому ярусі ростуть найтіневитриваліші рослини.

Відмітимо ще одну біологічну особливість життя рослин в угрупованнях. Як правило, з двох видів, які певний час живуть в споріднених

умовах, один обов'язково гине. Ця закономірність була доведена в експерименті і отримала назву *принципу конкурентного виключення*. Якщо дві або більше рослин використовують однакові поживні речовини, кількість яких обмежена, то ці рослини будуть меншого розміру і чисельність їх буде менша.

Для рослин дуже важлива також *боротьба за територію*. У зв'язку з цим у них сформувалась ціла низка пристосувань. Особливо ефективним при захваті території є вегетативне розмноження.

Нерідко конкуруючі організми виробляють хімічні речовини, які придушують ріст та розвиток або особин свого ж виду, або інших видів. Наприклад, шавлії виділяють токсичні леткі речовини, що мають саме таку дію.

Особливі взаємовідносини складаються між *рослинами та травоядними тваринами*. Загальновідомі приклади використання рослинами біологічних пристосувань, що захищають їх від поїдання тваринами. Це колючки, шипи, шипики, жалкі волоски та інше. Але мало відома і тим цікава справжня “хімічна війна” між рослинами і тваринами, які ними живляться. Протягом довгого еволюційного шляху у рослин виникла ціла низка захисних хімічних речовин. Наприклад, горох виділяє *пізантин*, що захищає його від грибів-паразитів. Інші речовини, наприклад *хромени*, відлякують комах. *Піретрини*, що отримують з рослин роду хризантема, діють згубно на багатьох шкідників. Восковий наліт на пагонах та листках багатьох рослин робить їх важкодоступними для комах та грибів.

Здатність рослин виробляти токсичні речовини необхідно враховувати і в сільському господарстві. Багато культурних сортів порівняно з їх дикорослими предками не здатні виробляти токсичні речовини в необхідній для захисту кількості. Тому зараз приділяється особлива увага отриманню отруйних або відлякуючих для рослиноїдних тварин речовин рослинного походження.

Виявлено, що хімічними засобами захисту володіють не лише наземні рослини, але й багато водоростей.

В цілому взаємовідносини рослин в угрупованні дуже складні і різноманітні. Деякі їх прояви ми починаємо розуміти лише зараз. Ті випадки, які тут описані, скоріш початок досліджень, які віщують багато цікавих та значних відкриттів.

На відміну від рослин тварини значно менше залежать від наявності світла. Якщо автотрофні організми конкурують здебільшого саме за світло, то тварини весь час проводять в пошуку їжі.

Їжа - це те основне, що забезпечує організм поживними речовинами. На довгому шляху еволюції виникало і вдосконалювалося безліч варіантів добування харчів. Тварини вимушені були вступати в певні взаємовідносини між собою. Такі взаємовідносини можна поділити на певні групи. Коротко згадаємо про них.

Взаємовідносини **хижак-жертва** найбільш показові і відомі мабуть кожному. Вислів "хижак" можна застосувати в різних значеннях. Звичайно хижаками називають тварин, що живляться іншими тваринами, що близькі за систематичним положенням.

Наприклад такі, які відносяться до одного класу або ряду (вовк та заєць, тріска та оселедці тощо). Тварини, що живляться молюсками, комахами або червами звичайно не відносять до хижаків. Іноді, як відомо з біології рослин, деякі комахоїдні рослини теж називають хижаками. При вивченні біології тварин, якщо у вас виникне таке бажання, можна буде спостерігати цікаві пристосування до лову здобичі у хижаків та пристосування у жертв щоб вислизнути з пазурів хижака.

Досить різноманітне за формами у тварин, як і у рослин, явище **симбіозу** – взаємовигідного співіснування (мутуалізм), співіснування вигідного для одного з партнерів або нейтрального співіснування.

Надзвичайно різноманітний також **паразитизм**, коли організми використовують інших тварин як середовище існування та джерело їжі. Особливо він поширений серед одноклітинних тварин, а також серед безхребетних. При паразитизмі між тваринами встановлюються взаємовідносини **паразит-хазяїн**.

Коменсалізм, або **нахлібництво** - харчування залишками їжі інших тварин - також поширене серед тварин. Наприклад у мурашниках живуть кілька видів жуків, що живляться за рахунок запасів працелюбних мурашок. Також коменсалами можна вважати рибок-лоцманів, рибок-прилипал, що постійно супроводжують акул і харчуючись залишками їх їжі.

Вільна конкуренція - взаємовідносини, що виникають між організмами одного або різних видів в однакових умовах середовища. Наприклад гризуни, саранові, копитні, що споживають трави. Такі ж відносини складаються і серед хижаків - між хижими птахами та лисицями, які живляться гризунами.

В сучасній екології, як зазначено вище, до екологічних факторів середовища відносять не лише абіотичні та біотичні фактори, а й антропогенні. Ці фактори обумовлені господарською діяльністю людини і їх вплив на функціонування екосистем має здебільшого негативний характер.

2.6. Екосистеми

Термін “екосистема” запропонував у 1935 р. англійський ботанік А. Тенслі. В це поняття входить не лише сукупність живих організмів, а й комплекс факторів навколишнього природного середовища.

***Екосистема** — це комплекс організмів і водночас середовище їхнього існування з усіма взаємозв'язками і взаємодією між ними.* В межах *біоценозу* формується середовище життя організмів – **біотоп**.

У 1975 році Р. Дажо запропонував формулу: **Біоценоз + Біотоп → Екосистема**.

У 1942 р. російський вчений В. Сукачов запропонував ввести додаткове поняття біогеоценозу.

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

Отже, можна вважати, що *біогеоценоз – це окремий випадок екосистеми, яка має більш чітку територіальну прив'язаність*.

Для всіх без винятку екосистем характерний *кругообіг речовин та потік енергії*. Речовини, які необхідні для побудови живих організмів, безперервно здійснюють кругообіг, надходячи в живі організми і повертаючись в ґрунт після їх смерті. Крім того, екосистеми повинні безперервно постачатися енергією.

Початковим джерелом енергії в екосистемах є ***сонячне світло***. Ця енергія надходить через зелені рослини. В процесі фотосинтезу з вуглекислого газу та води утворюються складні органічні речовини. В них нагромаджена частина сонячної енергії у вигляді хімічних зв'язків. Як побічний продукт, виділяється кисень. Для синтезу органічних речовин також необхідні мінеральні речовини, розчинені у воді. Тому фотосинтезуючі організми, переважно зелені рослини, що виробляють органічні речовини з неорганічних, називають ***продуцентами (автотрофами)***. Рослини називають також і ***фототрофами***.

Органічні речовини, що утворилися в процесі фотосинтезу, використовуються самими рослинами або організмами, які їх поїдають. У процесі дихання відбувається вивільнення енергії, яка забезпечує життєдіяльність. Для цього більша частина організмів використовує кисень. В результаті дихання утворюється **CO₂** та **H₂O**, які є необхідними речовинами для процесу фотосинтезу. Частина поживних речовин

витрачається на побудову тканин самих організмів. Є також організми, що синтезують органічну речовину із CO_2 і H_2O , але використовують для цього не сонячну, а хімічну енергію, яка виділяється під час окислення деяких сполук (заліза, сірководню, метану, аміаку) – вони дістали назву **хемотрофи**.

Речовина та енергія складають єдине ціле і переходять в екосистемі від одних організмів до інших. Але є одна суттєва відмінність. Речовина може безкінечно довго здійснювати кругообіг, включаючись в процесі фотосинтезу в органічні сполуки та повертаючись в ґрунт після смерті організмів. А більша частина енергії поступово губиться у вигляді тепла. Тому екосистема постійно потребує притоку енергії ззовні у вигляді органічних сполук, в яких “законсервоване” сонячне світло (рис. 2.5).

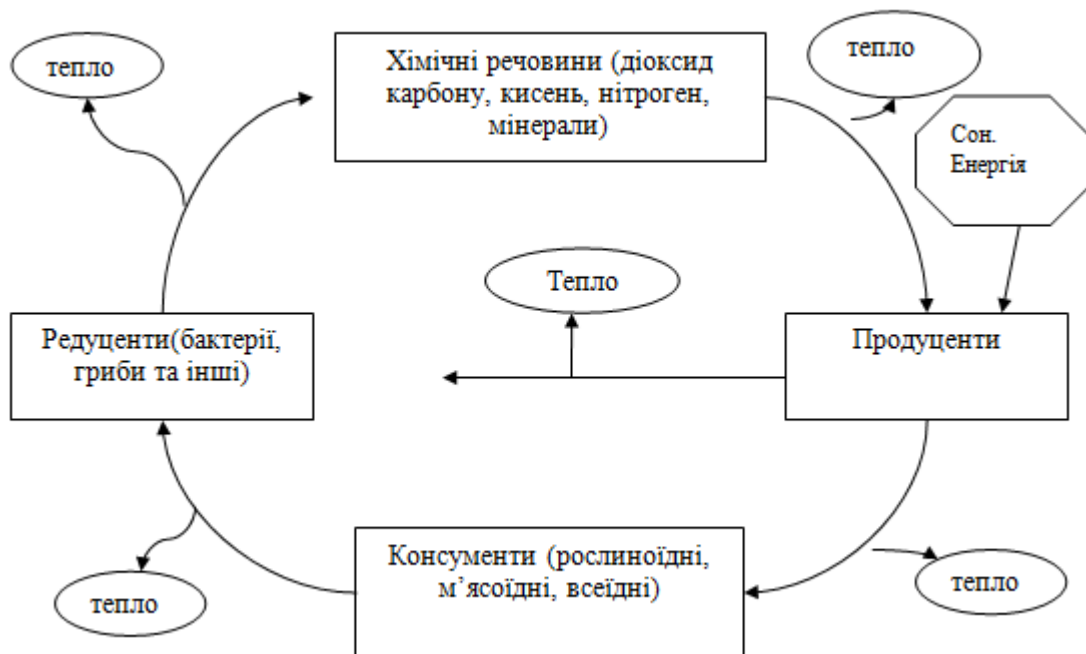


Рис.2.5. Блок-схема функціонування екосистем
(основні структурні компоненти екосистеми, пов'язанні енергетичними потоками та кругообігом речовин)

Принципи функціонування екосистем

Цілісність і стійкість екосистем забезпечується кругообігом хімічних елементів, використанням сонячної енергії і передачею енергії ланцюгами живлення.

За Б. Небелом, **перший принцип** функціонування екосистем полягає у тому, що одержання ресурсів і позбавлення відходів відбувається в рамках кругообігу всіх хімічних елементів у вигляді біогеохімічних циклів.

Згідно з другим принципом – екосистеми існують за рахунок сонячної енергії, яка не забруднює середовище, практично вічна і кількість якої відносно стала й завжди надлишкова.

Російському вченому, основоположнику геліобіології, О.Чижевському належать такі слова: *“Люди і всі тварі земні є “дітьми Сонця” – “творіннями” складного світового процесу, що має свою історію, в якому наше Сонце займає не випадкове, а закономірне місце разом з іншими генераторами космічних сил. ...Велич полярник сяїв, цвітіння троянди, творча робота, думка – все це прояв променистої енергії Сонця”*.

Сонце – це природний термоядерний реактор, у якому з водню синтезуються ядра гелію і виділяється величезна кількість енергії. Всього на Землю надходить $10,5 \cdot 10^6$ кДж/м² на рік променистої енергії (близько 30% втрачається в атмосфері, частина відбивається від хмар і 67% сонячної енергії потрапляє до поверхні).

Сонячна стала, тобто кількість сонячної енергії, яка надходить до оболонки біосфери, становить 8,36 Дж/см² • хв. В межах України *сумарна сонячна енергія* на одиницю площі становить 397– 405 кДж/см² у північних районах і 522– 531 кДж/см² – на західному узбережжі Криму, а *радіаційний баланс*, що визначається відношенням відбитої радіації до сумарної – відповідно 175 і 263 кДж/см².

Енергія, потік якої надходить в біосферу, розподіляється так:

- 30% відбивається у космічний простір;
- 46% переходить у теплову енергію при переопроміненні Землею;
- 23% витрачається на кругообіг води;
- 0,2% поглинає повітря на забезпечення численних процесів;
- 0,8% використовується рослинами в процесі фотосинтезу.

Сонячна енергія запасається продуцентами (зеленими рослинами) у формі енергії хімічних зв'язків органічної речовини і передається по ланцюгах живлення: продуцент – консумент – редуцент. З кожного попереднього трофічного рівня на вищий передається всього близько 10% енергії, зворотний потік дуже малий і досягає 0,5%.

Органічна речовина, синтезована рослиною, може по-різному включатися в різні процеси:

- запасається у вигляді крохмалю чи олій;
- є джерелом енергії для всіх клітинних процесів, забезпечує ріст, цвітіння, розмноження рослин;

▪ розкладається під час гниття чи горіння до вуглекислого газу, води, мінеральних речовин тощо з виділенням кінетичної енергії (теплової чи світлової).

Оцінкою ефективності біосистеми є розподіл енергії на частину, що перетворюється на іншу органічну речовину, доступну для вищого трофічного рівня у вигляді їжі (P), і частину, що окислюється та втрачається у вигляді теплоти і дихання (R). Відношення R/P називають *мірою екологічного обороту Шредінгера*, а відношення R/V (де V – сумарна біомаса), *мірою термодинамічної врівноваженості Шредінгера*.

Швидкість утворення біомаси рослинами на одиницю площі характеризує первинну продукцію, яку подають в одиницях енергії (E/ST, Дж/м² • добу) чи маси (m/ST, кг/га • рік), де T – час.

На світлі в процесі фотосинтезу відбувається утворення потенційної енергії (R/P < 1), в темряві посилюється дихання і R/P > 1.

Ефективність засвоєння їжі у різних тварин різна:

- у тих, що живляться листям, – 10– 20%;
- у тих, хто споживає насіння і плоди, – 80%;
- у хижаків – 60– 90%.

Енергія, отримана твариною з їжею, використовується так:

- запасається у вигляді потенційної енергії органічних речовин;
- витрачається у формі кінетичної енергії під час виконання роботи органами, дихання, руху;
- виділяється з організму у вигляді теплоти та продуктів метаболізму;
- витрачається на ріст і оновлення тканин як будівельний матеріал.

Детритофаги і редуценти живляться органічними рештками як продуцентів, так і консументів. У процесі їх життєдіяльності утворюються низькоенергетичні речовини: CO₂, H₂O, нітрати, фосфати тощо або досить прості органічні речовини – молочна кислота (продукт життєдіяльності молочнокислих бактерій) та ін.

З урахуванням спеціалізації типів живлення тварин поділяють на три групи:

- *стенофаги*, що споживають лише один вид їжі (колорадський жук живиться рослинами роду пасльонових);
- *олігофаги*, що використовують 2–3 види їжі (зайці, лисиці);
- *поліфаги*, що вживають різноманітну їжу (таргани, ведмеді).

Перетравлюваність їжі у тварин різна: у копитних – 40– 70%, у дрібних гризунів – 90 – 95%, у нутрії – до 99%. З метою підвищення ефективності засвоєння кормів у тваринному світі поширена *копрофагія* (поїдання екскрементів жуками-гнояками) та *автокопрофагія* (поїдання власних м'яких

екскрементів, що містять багато білків та біологічно активних речовин, наприклад, кролями).

Будь-яку популяцію живих організмів можна розглядати як біомасу, яка збільшується завдяки росту і розмноженню і зменшується внаслідок загибелі з різних причин. У стійких екосистемах біомаса певного трофічного рівня мало змінюється. Оскільки рослини засвоюють лише близько 1 % сонячної енергії, що на них потрапляє, і яку вони запасують у вигляді хімічної енергії зв'язку між атомами в органічних сполуках, а з попереднього рівня на наступили подається лише 10% накопиченої енергії, то зрозумілий і III принцип функціонування екосистем.

Третій принцип – чим більша біомаса популяції, тим нижчим має бути трофічний рівень, який вона займає.

Людина порушує всі три принципи функціонування екосистем:

- змінюючи кругообіг хімічних елементів;
- використовуючи як джерело енергії корисні копалини і забруднюючи довкілля продуктами їх згоряння;
- збільшуючи чисельність людської популяції, справляючи тим самим тиск на природне середовище і порушуючи природну рівновагу між компонентами біосфери.

Існує група організмів, які споживають готові органічні сполуки у вигляді мертвих решток (опале листя, коріння, сухі гілочки дерев – детрит), або трупів та продуктів життєдіяльності тварин (гриби, бактерії, найпростіші, черви, жуки-гноювики, раки). Це – **детритофаги і редуценти**. Завдяки їхній діяльності кругообіг речовин завершується і знов утворюються форми сполук і хімічних елементів, доступні для живлення рослин.

Якщо б екосистеми включали організми у вигляді лише продуцентів та редуцентів, то вони могли б існувати необмежено довго. Але становище ускладнюється наявністю ще однієї великої групи організмів, які використовують в їжу велику кількість органічної речовини. Це тваринні організми або **консументи**. Розрізняють *рослиноїдних* (первинні консументи), *м'ясоїдних* (вторинні консументи або хижаки) та *всеїдних* тварин. Частина тварин та рослин перейшла до паразитичного способу життя і їх об'єднують в групу **паразитів**.

Всі компоненти екосистеми знаходяться в певному взаємозв'язку. Такий взаємозв'язок будується на харчових взаємостосунках. Таким чином, всі “ролі” розподіляються в залежності від джерела їжі та її загальної кількості, що отримують організми. За джерелами їжі всі організми поділяють на **автотрофів і гетеротрофів**.

Автотрофи – фотосинтезуючі організми, що використовують енергію сонця для створення власних органічних речовин. Гетеротрофи не можуть цього робити і тому живляться органічними речовинами, що виробляються автотрофами. Серед самих гетеротрофів їжа розподіляється нерівномірно. Найбільша кількість її припадає на рослиноїдні тварини, а ці служать їжею для хижаків, хижаки невеликих розмірів стають жертвою більш крупних хижаків. Тварини, що загинули або не потрапили до пазурів хижаків, врешті решт стають “здобиччю” редуцентів - бактерій, грибів, червів, комах та інших. Таким чином, всі живі компоненти екосистеми утворюють відповідний харчовий ланцюг (рис. 2.6).

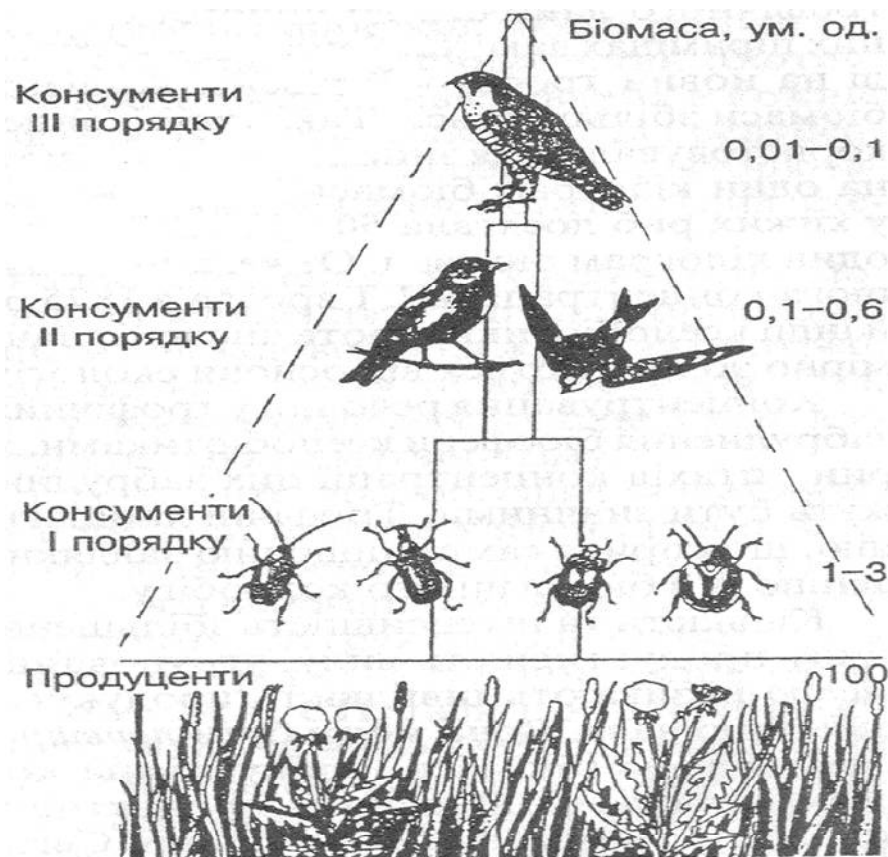


Рис. 2.6. Приклад пасовищного трофічного ланцюга наземної екосистеми

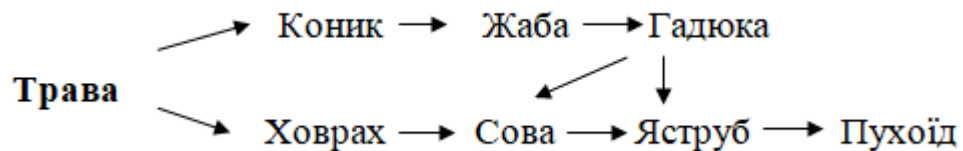
Ланцюги живлення. Вираз “ланцюги живлення” був запропонований Ч.Елтоном і означає сукупність живих організмів, кожен з яких є їжею для наступного. Трофічні (грец. *trophe* – їжа) ланцюги¹⁰, що починаються з

¹⁰ Наявність трофічних ланцюгів свідчить про специфічну “корисну” роль кожного організму в біосфері. Масове знищення “шкідників” може завдавати більшій економічній шкоди, ніж самі “шкідники” (як, наприклад, “війна з горобцями” в Китаї в середині 20 століття).

фотосинтезуючих організмів, називають *ланцюгами виїдання* або *пасовищними трофічними ланцюгами* (трава – миша – сова – яструб – пухойд).

Ланцюги, які беруть початок з відмерлих решток рослин, трупів і екскрементів тварин, називають *ланцюгами розкладання*, або *детритними ланцюгами* (перегній – жук-гнойовик – ворона – яструб – пухойд). До кожного трофічного ланцюга входить як правило 4-5 видів організмів з однаковим або різним типом живлення. В окремих екосистемах (наприклад, в агроекосистемах) трофічні ланцюги можуть бути вкорочені, а у водних екосистемах вони, як правило, довші, ніж на суші.

Ланцюги живлення (трофічні ланцюги) можуть розгалужуватися, якщо один з його учасників може житися кількома видами їжі, утворюючи **трофічні мережі**:



В природі вони трапляються частіше, ніж трофічні ланцюги, що забезпечує більшу стійкість екосистем у разі зміни абіотичних умов середовища.

Трофічний рівень – це сукупність організмів, які дістають перетворену на їжу енергію Сонця і енергію хімічних реакцій (від автотрофів) через однакову кількість посередників трофічного ланцюга:

- перший рівень (без посередників) – продуценти;
- другий – первинні консументи (травоїдні організми);
- третій – вторинні консументи (хижаки) і паразити первинних консументів;
- четвертий – вторинні хижаки і паразити вторинних консументів;
- п'ятий – паразити вторинних хижаків;
- шостий – над паразити високих порядків.
- Редуценти можуть входити у всі трофічні рівні, починаючи з другого, вони безпосередньо розкладають тіла продуцентів.

Екологічні піраміди. Кількість ланок ланцюга живлення в екосистемі, як правило, не перевищує 4–6 і обмежується ефективністю використання і перетворення енергії в процесі живлення. Згідно з правилом екологічної піраміди кожний наступний трофічний рівень здатний засвоїти лише 5-15% енергії біомаси попереднього, а загальна біомаса кожної наступної ланки в ланцюзі живлення зменшується приблизно в 10 раз (рис. 2.7).

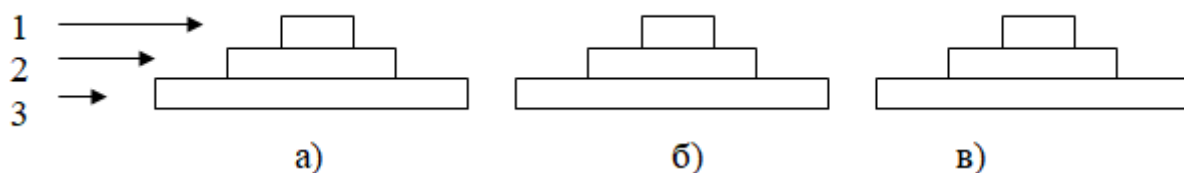


Рис. 2.7. Екологічні піраміди (за Ю.Одумом):

1 - хижаки, 2 – фітофаги, 3 - продуценти (а) чисельність організмів на кожному рівні; б) співвідношення біомаси і в) зв'язаної енергії¹¹

Відповідно до того, що саме характеризують піраміди, вони поділяються на три типи:

- **піраміда чисел**, що відображає чисельність окремих організмів (хлопчик – 1, телята – 5, люцерна 20 млн. рослин);
- **піраміда біомас** характеризує суху масу чи енергетичну цінність (хлопчик – 48 кг, телята – 1035 кг, люцерна – 8211 кг);
- **піраміда енергії** показує кількість енергії в їжі кожного трофічному рівня (хлопчик – $8,3 \cdot 10^3$ ккал, телята – $1,19 \cdot 10^6$ ккал, люцерна – $1,49 \cdot 10^6$ ккал).

Екологічні піраміди ілюструють кількісні відносини в таких частинах екосистеми, як *жертва-хижак* або *хазяїн-паразит*, а також кумулятивні ефекти пестицидів, токсичних речовин, радіонуклідів тощо.

Будь-які структурні особливості екосистем є результатом їхнього розвитку. Окремим випадком еволюції екосистем є **сукцесії**.

Сукцесія – це послідовна зміна екосистем на одній і тій же території під впливом природних факторів або діяльності людини. Наприклад, оголення ґрунту після зсуву, свіжі річкові наноси та ін. Угрупування живих організмів, які першими опиняються в таких місцях, називаються **піонерними**. У міру розвитку будь-якого піонерного угруповання, воно рано чи пізно досягає стійкої рівноваги, коли угруповання не може замінюватися іншим угрупованням. Такі угруповання називаються **клімаксними**.

Повний набір угруповань живих організмів у часовій послідовності їхніх заміन від піонерного до клімаксного складає **сукцесійний ряд**.

Таким чином, різноманіття видів формує сукцесію та її напрямок, забезпечує наповненість реального простору життям.

¹¹ У протилежність пірамідам чисел і біомаси, які відображають статичну систему, піраміда енергії відображає динаміку, тобто швидкість проходження маси їжі через харчовий ланцюг. Піраміда енергії дає найповніше уявлення про функціональну організацію угруповання, оскільки кількість і маса організмів залежать в більшій мірі від швидкості продукування їжі.

Стійкість екосистем забезпечується рівновагою популяцій, яких в екосистемі може бути сотні чи навіть тисячі. У свою чергу, рівновага залежить від співвідношення біотичного потенціалу і опору середовища, які діють у протилежних напрямках.

Біотичний потенціал — це сукупність чинників, які сприяють збільшенню чисельності популяції:

- велика швидкість розмноження;
- поповнення статевозрілого складу за рахунок потомства;
- достатня кількість їжі;
- здатність розширювати свій ареал;
- параметри довкілля в зоні оптимуму виду.

Опір середовища — чинники, що протидіють збільшенню популяції: нестача їжі; несприятливі умови життя; розмноження хижаків; поширення хвороботворних бактерій; низька репродуктивна здатність; сприйнятливність до хвороб і паразитів; нездатність адаптуватися до змін зовнішнього середовища; вузька екологічна ніша.

Оскільки кожна популяція прагне збільшити свою чисельність, вона використовує для цього два механізми: збільшує біотичний потенціал за рахунок міграцій, освоєння нових територій і зменшує опір середовища, виробляючи численні пристосування до несприятливих умов існування: освоєння нових видів їжі, посилення захисних функцій організму (так, дуб захищається від гусені, синтезуючи таніни, гіркі на смак речовини, що викликають порушення функціонування травної системи гусені; сосни, віддаючи перевагу в центральній Україні піщаним ґрунтам, на Донеччині ростуть на вапнякових відслоненнях).

Зменшення опору середовища може зумовити **популяційний вибух** — різке зростання чисельності окремої популяції (такі явища часто відбуваються з інтродукованими видами). З іншого боку, несприятливі умови навколишнього середовища спричиняють масову загибель певної популяції (розмноження хвороботворних організмів; отруєння пестицидами бджіл).

Збільшення чисельності видів в екосистемі зменшує ймовірність таких ситуацій, тому різноманітність екосистем забезпечує їх стабільність.

Основною умовою, яка визначає життєздатність окремого виду й екосистеми загалом, — це здатність підтримувати рівновагу між видами завдяки колообігу біогенних хімічних елементів і стійкому потоку енергії¹².

¹² До найбільш стійких наземних екосистем помірних широт відносять широколистяні ліси, які складаються приблизно із 100 видів рослин і кількох тисяч видів тварин. Така екосистема може існувати віками при відносно невеликих коливаннях зовнішніх умов.

Циклічні явища, що супроводжувалися зміною кліматичних умов на Землі, зумовлювали зміни і в рослинному та тваринному світі¹³. Назавжди зникли величезні трав'яні динозаври, мамонти, саблезубі тигри, птеродактилі. Вчені називають багато причин їх загибелі, серед яких – падіння великого метеорита, зміна клімату, знищення людиною.

Багато змін внесла і людська діяльність у чисельність та різноманітність форм живого: нині кожному десятому виду загрожує зникнення, в Європі кожен п'ятий вид потребує охорони.

В Україні близько 5 тис. видів рослин природної і понад 1 тис. видів культурної та інтродукованої флори. Однак лише після Другої світової війни з природи Криму і Донеччини зникло 40 видів, Карпат – 20 видів.

Швидкість вимирання тварин зростала майже пропорційно збільшенню чисельності людей. Всього за історію людства вимерло 110 видів ссавців та 150 видів і підвидів птахів. Це тур, тарпан, морська корова, безкрила гагарка, голуб-мандрівник та ін.

Руйнування екосистем, забруднення природного середовища, збільшення площ агроценозів з бідною видовою різноманітністю, порушення ланцюгів живлення спричиняють зникнення рослин і тварин, скорочення їх ареалів і чисельності. Велике занепокоєння викликає хижацьке знищення тропічних лісів, порушення дуже чутливих екосистем тундри, розширення використання Світового океану для видобутку корисних копалин тощо.

Під час війни у В'єтнамі, що належить до аграрних держав, знищення рослинності велося цілеспрямовано з використанням важкої військової техніки ("римські плуги"), що буквально скошувала тропічний ліс, бомбових ударів ("косарки маргариток"), хімічних засобів-дефоліантів. Всього у В'єтнамі знищено 325 тис. га лісу.

Значної шкоди рослинному і тваринному світу завдає і надмірне захоплення окремими видами рослин, які знищуються заради створення букетів чи переносяться на власні присадибні ділянки, як наприклад, білоцвіт літній, ромашка. Широке використання лікарських рослин призводить до їх знищення, як і зникнення умов їх місцезростання (лісів, луків).

Час від часу спостерігається масове захоплення тим чи іншим видом тварин. Із степів, пустель, тропіків, лісів перебираються в людські житла мавпи, крокодили, черепахи, змії, ящірки, де, як правило, швидко гинуть.

Шкодять рослинам, і особливо тваринам, забобони і страх, поділ на корисні і некорисні види. Бездумно знищують жаб, ящірок, вужів, п'явок,

¹³ За час існування біосфери (майже 180–200 млн. років) у процесі біологічної еволюції через жорсткий природний відбір пройшло у 100–1000 разів більше число видів організмів (мікробів, грибів, рослин, тварин) ніж існує зараз (на даний час число видів – близько 10^7 , число особин – близько 10^{27}).

різноманітних жуків, незважаючи на те, що кожна особина – ланка в трофічному ланцюзі, неповторна краплина багатства генофонду планети.

Чим загрожує втрата бодай одного виду? **Вид – це монополія природи, його не може створити людина, тому необхідно зберігати розмаїття природи навколо нас, адже подальше вивчення живої природи відкриває нові її таємниці і хто знає, може, колись необхідною стане рослина чи тварина, яку зараз ми називаємо шкідливою і бездумно знищуємо. Все існуюче на Землі має своє призначення...**

Питання для роздумів, самоперевірки, повторення

1. Що таке біосфера? Хто ввів у вжиток це поняття?
2. Які складові біосфери ви знаєте? Дайте характеристику кожній частині геосфери Землі.
3. Як ви розумієте різницю між живою і неживою природою?
4. Розкрийте основні функції живих систем.
5. Які існують рівні організації живої матерії?
6. Охарактеризуйте умови існування живих систем на Землі.
7. Обґрунтуйте важливість в екологічному значенні поняття “стійкість біосфери”.
8. Які функції виконує жива речовина в біосфері? Як відбувається розподіл живої речовини в біосфері та від чого він залежить?
9. Які ви знаєте екологічні фактори середовища? Поясніть, чому абіотичні фактори можуть лімітувати розширення ареалів мешкання біологічних видів?
10. Які існують форми взаємодії живих організмів?
11. Що таке екосистема? Яку роль відіграє сонячне світло в екосистемах?
12. Назвіть основні компоненти екосистеми.
13. Охарактеризуйте механізм стосунків між живими організмами в екосистемі.
14. Назвіть основні чотири принципи функціонування екосистем.
15. Що таке біомаса і продуктивність екосистеми.
16. Назвіть і дайте характеристику основним типам екосистем Землі.

МОДУЛЬ 2. ПРИКЛАДНІ АСПЕКТИ ЕКОЛОГІЇ

3. ТЕХНОГЕННИЙ ВПЛИВ НА БІОСФЕРУ

Розвиток людського суспільства завжди відбувався і відбувається у тісній взаємодії з природою. Взаємодіючи з природою людина завжди прагнула поліпшити свій добробут, зробити життя більш комфортним і матеріально забезпеченим. Це обумовило збільшення виробництва необхідної продукції промисловості та сільського господарства і призвело до необмеженого використання різноманітних природних ресурсів. Виробництво продукції, як відомо, пов'язане з утворенням відходів, які, потрапляючи у навколишнє природне середовище, забруднюють його. Крім того, в процесі життєдіяльності людина цілеспрямовано перетворює природу, створюючи на місці природних систем техногенні об'єкти та території – міста та промислові комплекси, дороги та лінії електропередач, водосховища та кар'єри. Процес незворотного перетворення людиною частин біосфери на техногенні об'єкти та території дістав назву *техногенезу*, а частина біосфери, штучно перетворена в результаті життєдіяльності людини і заповнена її продуктами, називається **техносферою** (техногенно змінена оболонка біосфери).

В результаті величезного техногенного тиску на біосферу і активного розширення техносфери, вона в кінці XX століття стала негативним чинником планетарного масштабу. Виникла необхідність не тільки вивчення впливу на біосферу різноманітних забруднень, пов'язаних з людською діяльністю, але й пошуку шляхів до їх нейтралізації. Визначенням джерел походження цих забруднень, їх класифікацією і всіма проблемами людства, які породжують ці забруднення, займається блок прикладних дисциплін, що називається **техноекологія**. Грандіозні науково-технічні досягнення останніх десятиріч супроводжуються виникненням не менш значних глобальних екологічних проблем: зникненням сотень біологічних видів, надмірним забрудненням природних вод, винищенням лісів, деградацією орних земель, появою озонових "дірок" і, врешті-решт, поглибленням соціально-економічної кризи, яка призводить до голоду сотні мільйонів людей. За даними FAO наприкінці XX століття в світі недоїдало і голодувало близько 1,5 млрд. чоловік, тобто майже кожен четвертий мешканець планети.

За висновками більшості експертів головною причиною розвитку глобальної екологічної кризи є некероване зростання населення планети. Демографічну проблему називають "проблемою номер один" сучасності. Ще Т. Мальтус (1766-1834) звернув увагу на те, що виробництво продуктів харчування на планеті зростає значно повільніше, ніж кількість її споживачів. При цьому

очевидно, що існує верхня межа демографічного зростання, за якою неможливе навіть теоретичне забезпечення всіх мешканців планети засобами існування в достатній кількості. Навіть при умові раціонального природокористування і ефективної охорони природи, стабілізації енерговиробництва на рівні теплового бар'єра (100 млрд. кВт) чисельність населення не повинна перевищувати 10 млрд. чоловік (необхідний для життя мінімум енергії на душу населення становить 10 кВт.год). За розрахунками вчених біосфера Землі здатна підтримувати нормальне існування не більше 5 млрд. чол. за умов оптимального і справедливого розподілу доходів.

Нерегульований приріст населення призвів до зубожіння значної кількості населення планети (нині в світі близько 10 млн. дітей приречені на напівголодне існування, майже 200 млн. - харчуються неповноцінно, споживаючи при, цьому недоброякісні продукти и воду).

3.1. Забруднення довкілля

Техногенні чинники забруднення довкілля об'єднують у такі групи:

- атмосферні (хімічне, фізичне, механічне і теплове);
- водні (океани і моря, поверхневе і підземне);
- ґрунтові (хімічне, ерозійне, ущільнення, засолення, заболочення тощо);
- геологічні (негативні екзогенні процеси - зсуви, підтоплення, обвали, абразії берегів тощо);
- біотичні (деградації екосистем, збіднення біорізноманіття, мутації, зникнення лісів і пасовищ, біогенна акумуляція шкідливих речовин тощо);
- комплексні (порушення природної структури ландшафтів, поява пустель деградація земель).

Забруднення можна класифікувати і за галузевим принципом:

- 1) промислові (хімічна промисловість, металургійна, видобувна тощо);
- 2) транспортні (автотранспорт, авіаційний, морський тощо);
- 3) енергетичні (теплові та атомні електростанції);
- 4) сільськогосподарські (засоби захисту рослин, мінеральні та органічні добрива тощо);
- 5) пов'язані з військовою діяльністю.

При незмінній стратегії розвитку людства у найближчі 30 років прогноуються такі негативні зміни в біосфері Землі (Данілов-Данільян, 2000):

зростання глобального споживання первинної біологічної продукції на 50-60% (80-85% на суші);

- прискорене збільшення концентрації CO₂ і CH₄ за рахунок деструкції біоти;
- збільшення масової кількості парникових газів;
- щорічне зменшення озонowego прошарку на 1-2%;
- скорочення площі лісів зі швидкістю 177-180 тис. км²/рік;
- зростання площі пустель;
- виснаження водних запасів суші;
- посилення деградації сільськогосподарських земель;
- збільшення обсягів стічних вод і числа забруднювачів (полютантів);
- зникнення біологічних видів;
- погіршення умов життя людей.

Найбільший вплив на стан атмосфери чинять теплоенергетика, металургійна промисловість, підприємства хімічної та будівельної індустрії, автотранспорт та ін. (табл. 3.1.).

Таблиця 3.1. – Внесок різних галузей промисловості в забруднення

Галузь промисловості	Внесок у забруднення, %	Галузь промисловості	Внесок у забруднення, %
Теплова енергетика	25,7	Кольорова металургія	11,1
Чорна металургія	23,4	Гірничодобувна	7,1
Нафтовидобувна і нафтохімічна	13,7	Підприємства будівництва	3,4
Транспорт	11,6	Машинобудування	2,8
Інші галузі			1,2

У повітря надходять пил, важкі метали, вуглеводні, оксиди карбону, сульфурнітрогену та інші речовини, зокрема в усіх термічних процесах, що стосується органічних сполук, також утворюється надзвичайно небезпечний для живих організмів і здоров'я людини бенз(а)пирен. Найбільший вплив на хімічний склад атмосферного повітря справляє спалювання кам'яного вугілля; останнім часом частка його як джерела енергії зменшилася за рахунок використання нафти й природного газу. Однак, оскільки їх запаси значно менші, ніж кам'яного вугілля, у світі знову з'являється тенденція збільшення використання вугілля як паливного ресурсу, що негативно вплине на стан довкілля за існуючих технологій.

Одним з найпотужніших негативних техногенних чинників є *енергетика*. Розвиток енергетики визначає технологічний рівень країни. Промислова революція почалася відтоді, як людство навчилося використовувати енергію вугілля, нафти та газу. Науково-технічний прогрес і стрімке економічне зростання цивілізації за останні 100 років супроводжувалися надзвичайно швидким збільшенням споживання енергії. За рахунок спалювання органічного палива (кам'яне вугілля, нафта, газ) в усьому світі виробляється близько 95% енергії.

При спалюванні палива на ТЕС утворюються тверді (шлак, зола), рідкі (стічні води) та газоподібні відходи. Їх кількість і співвідношення в димових викидах залежать від типу та якості палива. Наприклад, при спалюванні вугілля запиленість димових газів ТЕС становить 10 - 50 г/м³, мазуту - 20-50 г/м³. Потенціал електроенергетики України становлять 44 потужних ТЕС. Структура енергетичних ресурсів у виробництві електроенергії і теплоти електростанціями України наведена у табл. 3.2.

Таблиця 3.2. – Структура використання енергетичних ресурсів

Вид енергоресурсів	Кількість	Млн. т умовного палива	Частка, %
Вугілля	29,9 млн. т	18	26,1
Мазут	1,3 млн. т	1,8	2,6
Природний газ	12,8 млрд. т	14,6	21,1
Гідроенергія	-	3,6	5,6
Ядерна енергія	-	29	44,6
Всього		67	100

На підприємствах чорної металургії в процесі виробництва чавуну і сталі в найбільшій кількості утворюються пил та оксид сірки. При цьому слід враховувати і те, що під час виплавки заліза із сульфідних руд витрачаються величезні об'єми кисню з атмосферного повітря: для одержання 1 т Fe₂O₃ витрати повітря становлять 5,2 т.

Порівняно з енергетикою *хімічна і нафтохімічна промисловість* продукують майже в два рази менше викидів при значно більшій різноманітності забруднюючих речовин. Найбільше газоподібних забруднюючих речовин потрапляє в атмосферне повітря в процесі виробництва пластмас, гуми, фарб, мінеральних добрив та неорганічних кислот. Окрім газоподібних речовин в повітря потрапляють и рідкі та тверді часточки у вигляді аерозолів.

Серед всіх видів *транспорту* (автомобільний, залізничний, водний і повітряний) автомобільний займає абсолютне перше місце по кількості і різноманітності забруднюючих речовин, а також по незворотнім змінам ландшафтів і іншим негативним впливам на довкілля. В містах з розвинутою промисловістю внесок автотранспорту у забруднення довкілля становить до 80% всіх забруднень.

Проблеми, пов'язані з гідросферою, зумовлені браком прісної води для потреб людства, її забрудненням, порушенням природних колообігів та зменшенням продуктивності водних екосистем.

Насамперед, вода - найголовніша мінеральна сировина, якої людство витрачає в 1000 разів більше, ніж вугілля чи нафти. Крім того, використовуючи чисту воду для власних потреб, людина повертає в природу меншу її кількість і значно гіршої якості, найчастіше у вигляді стічних вод. Оскільки вода здійснює взаємозв'язки в екосистемах, то порушення будь-якого ланцюга впливає як на кількість так і на якість води. Зокрема, в разі надходження значних кількостей біогенних елементів, особливо азоту і фосфат містких сполук, у відкритих водоймах влітку (при температурі води вище 20°C) створюються сприятливі умови для швидкого розмноження синьо-зелених водоростей ("цвітіння" води) і погіршення стану водойми. Цей процес називається *евтрофікацією* і супроводжується :

- збільшенням каламутності води;
- зменшенням вмісту у воді розчинного кисню;
- появою неприємного запаху і смаку води внаслідок виділення у воду продуктів розкладання органічних речовин та метаболітів;
- створення гіпоксичних умов і прискорення процесів гниття;
- зниження рН води (підвищення кислотності);
- загибель окремих видів гідробіонтів.

Нестача питної води в певних регіонах пов'язана з нерівномірним розміщенням поверхневого стоку. Крім того, 96% прісних вод знаходиться в льодових щитах Антарктиди, Гренландії, айсбергах, льодовиках, у зоні вічної мерзлоти.

За відношенням до водних ресурсів усі галузі господарства поділяють на дві групи:

1) *споживачі*, які забирають воду, використовують для виготовлення продукції, а потім повертають у меншій кількості та гіршої якості (у вигляді стічних вод);

2) *користувачі*, які використовують воду як середовище (рибальство, водний транспорт, лікувальні установи чи курорти для

купання та відпочинку) або як джерело енергії (гідроелектростанції), але й вони, як правило, погіршують якість води.

За даними Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ), багато захворювань пов'язані зі споживанням води низької якості (кожен шостий житель Землі використовує для питних потреб воду, яка не відповідає санітарним вимогам).

Природні води мають хімічний склад, що формується під дією численних абіогенних та біогенних чинників і може змінюватись в широких межах.

Отже, екологічними проблемами України, пов'язаними з забрудненням води, є:

- нестача води в певних місцевостях;
- незадовільна якість води для питних потреб;
- забруднення вод Чорного і Азовського морів та зменшення їх біорізноманіття;
- забруднення річок та водосховищ пестицидами, сполуками нітрогену і фосфору, важкими металами, радіонуклідами, нафтопродуктами;
- підтоплення територій поблизу водосховищ;
- "цвітіння" стоячих вод водосховищ;
- зникнення малих річок;
- зсуви і селі в гірських районах тощо.

Важливою проблемою України є також *забруднення підземних вод*. У підземні води забруднювачі потрапляють разом з сільськогосподарськими поверхневими стоками, зі звалищ побутових і промислових відходів, у разі протікання нафтопроводів, внаслідок втрат нафти і нафтопродуктів під час добування чи переробки, при будівництві метро, бурінні свердловин тощо. Всі ці забруднювачі (пестициди, нітрати, важкі метали, вуглеводні) можуть потрапляти і потрапляють з питними водами і в організм людини, спричинюючи отруєння чи захворювання.

3.2 Природоохоронне районування та регіональні екологічні проблеми

У вирішенні проблем раціонального природокористування великого значення набуває комплексне районування території країни, яке базується на глибокому вивченні та врахуванні всіх природних і соціально – економічних умов та факторів. Суть такого районування полягає в дослідженні просторової структури історично складених природно – територіальних

комплексів та розділення на цій основі території країни на природні зони (області), округи та райони.

Районування – це класифікація території, через яку ми пізнаємо її розмаїття та приводимо господарство в певну систему.

Природоохоронне районування, яке відображає весь комплекс завдань охорони, раціонального використання та відновлення природних ресурсів, сприяє вирішенню питань раціонального природокористування.

Для України розроблена схема районування за комплексом несприятливих факторів пов'язаних з господарською діяльністю людини. В основу цієї схеми покладено фізико-географічне районування України. При розробці схеми районування враховувались такі наслідки антропогенного впливу, як змив ґрунтового покриву, засолення ґрунтів, пилові бурі, суховії, заболочування, побутове (хімічне) забруднення ґрунтів, води, повітря, руйнування поверхні землі внаслідок шахтних, дорожніх, будівельних та інших робіт (табл. 3.3.).

Таблиця 3.3. – Розміщення несприятливих компонентів антропогенного впливу на території України (Генсірук, 1992)

Ступінь антропогенного впливу	Кількість несприятливих компонентів	Номер регіону	Назва регіону	Переважаючі несприятливі фактори
I	Більше 6	1	Донбас	Забруднення води та повітря, змив ґрунту, яружність, пилові бурі
		2	Степове правобережне Подніпров'я	Змив ґрунту, пилові бурі, суховії, засолені ґрунти, яружність
II	Від 5 до 6	3	Приазовська височина та південно-західні відроги Донецького кряжа	Змив ґрунту, яружність, забрудненість повітря і води
II	Від 5 до 6	4	Північний захід Полтавської рівнини	Змив ґрунту, яружність, засолення ґрунтів
III	Від 4 до 5	5	Лівобережжя Сіверського Дінця та відроги Середньо-Руської височини	Змив ґрунту, яружність, вітрова ерозія
III	Від 4 до 5	6	Степове лівобережне Подніпров'я та північна частина Кримського півострова	Пилові бурі, засолення ґрунтів, розвіювання пісків
III	Від 4 до 5	7	Придніпровська височина	Змив ґрунту, суховії, яружність
III	Від 4 до 5	8	Північний захід	Карст, яружність,

			Подільської височини та Передкарпаття	забрудненість повітря
IV	Від 3 до 4	9	Придніпровська низовина	Засолення ґрунтів, заболочування, вітрова ерозія
IV	Від 3 до 4	10	Південно-східна частина Донецького кряжа	Змив ґрунту, суховії, яружність
IV	Від 3 до 4	11	Тарханкутська височина, північні схили Кримських гір, Керченський півострів	Змив ґрунту, засолення, суховії
IV	Від 3 до 4	12	Південні відроги Буджака	Змив ґрунту, пилові бурі, яружність
IV	Від 3 до 4	13	Лісостепове правобережне Подніпров'я	Змив ґрунту, яружність, суховії
IV	Від 3 до 4	14	Волинська та Подільська височини	Яружність, змив ґрунту, карст
V	Від 2 до 3	15	Закарпатська низовина та південно-західні схили Вулканічних гір	Яружність, карст, селі
V	Від 2 до 3	16	Лівобережне Полісся	Заболочування, розвіювання пісків, яружність
V	Від 2 до 3	17	Південний схід Полтавської рівнини	Змив ґрунту, яружність,
V	Від 2 до 3	18	Побережжя Азовського моря	Засолення, змив ґрунту
V	Від 2 до 3	19	Гірський Крим	Селі, карст
V	Від 2 до 3	20	Західне побережжя Чорного моря	Засолення, пилові бурі, яружність
V	Від 2 до 3	21	Українські Карпати	Селі, вітровали
V	Від 2 до 3	22	Правобережне Полісся	Заболочування, карст, розвіювання пісків
V	Від 2 до 3	23	Мале Полісся	Слабка ерозія ґрунтів

Як видно з таблиці 3.3, найбільш складна несприятлива ситуація у центральній частині Донецької області та степовому правобережжі Придніпров'я. Там переважають забруднення води та повітря, змив ґрунту, пилові бурі, засолення ґрунтів, яружність.

Дещо нижчий ступінь антропогенного впливу в районах північно-західної Полтавщини, лівобережжя Сіверського Дінця, степового Лівобережного Подніпров'я, Північного Криму, Придніпровської та північного заходу Подільської височини та Прикарпаття.

В інших районах комплекс несприятливих факторів менш складний, проте й там трапляється кілька компонентів антропогенного впливу. У деяких районах України, крім вищевказаних несприятливих компонентів, під

впливом господарської діяльності можуть активізуватися й інші. Наприклад, у Поліссі внаслідок великомасштабної осушувальної меліорації збільшилася вітрова ерозія, знизився рівень ґрунтових вод та ін.

Виявлені негативні наслідки господарської діяльності людини в конкретних регіонах з урахуванням комплексу несприятливих факторів - необхідний вихідний матеріал для прогнозування несприятливих явищ та розробки системи природоохоронних заходів різного характеру для їх усунення. У цьому полягає основне завдання природоохоронного районування.

Найбільш напружена екологічна ситуація склалася в регіонах, котрі мають значне соціально економічне значення для України: Донецько-Придніпровський, Поліський, Карпатський та Азово-Чорноморський із річкою Дніпро (слід зазначити, що надалі будемо розглядати райони (регіони) більш укрупнено ніж у запропонованій вище схемі районування).

До основних екологічних проблем Донецько-Придніпровського регіону відносяться наступні:

- підприємства цього регіону викидають в атмосферу більш як 70 % загального в Україні обсягу викидів оксидів вуглецю та азоту, сірчистого ангідриду, вуглеводнів;
- в регіоні не вирішується проблема утилізації промислових відходів;
- основні фонди підприємств зношені в середньому на 70 % (що спричиняє часті аварії);
- на більшості підприємств немає очисних споруд, або вони не діють;
- нові ресурсозберігаючі технології не впроваджуються за браком коштів;
- регіон недостатньо забезпечений власними водними ресурсами та переобтяжений водомісткими виробництвами.

Таким чином, стан природного середовища регіону знаходиться в кризовому стані. Необхідні рішучі природоохоронні, рекультиваційні заходи, модернізація промисловості, переорієнтація на ресурсо- та енергозберігаючі технології.

Досить складна екологічна ситуація склалася також у **Поліссі та Карпатах**, незважаючи на те, що тут переважає сільськогосподарський напрям. В той же час в районах видобутку корисних копалин – граніту, піску, нафти, газу, торфу, негативний вплив на природне середовище здійснює гірничодобувна промисловість. Особливої шкоди завдають кар'єри, під час розробки яких відходять ґрунтові води, відчужуються великі площі ґрунтів,

відбувається забруднення довкілля нафтопродуктами й газопиловими викидами (вибухові роботи).

Для регіону Полісся та Карпат характерні наступні проблеми:

- паводки та зсувні процеси, як наслідки інтенсивного вирубування лісів;
- обміління і зникнення малих річок, як наслідки необґрунтованого осушення боліт і промислового видобутку торфу;
- хімічне забруднення сільськогосподарських угідь внаслідок інтенсифікації сільськогосподарського виробництва;
- промислові забруднення;
- негативні наслідки розробки гранітних кар'єрів ;
- радіактивне забруднення території внаслідок чорнобильської аварії.

Таким чином, екологічний стан Полісся можна охарактеризувати не інакше як кризовий. В дуже напруженому екологічному стані перебуває Київське водосховище, донні відкладення якого й забруднені радіонуклідами.

Українське Полісся потребує уваги, вироблення програми екологічного оздоровлення та відновлення, зміни регіональної екополітики, адже Полісся й Карпати, це «легені» України (Білявський, 2000) і значної частини Європи – зона цінних лісових масивів, які очищують повітряний басейн над величезною частиною Східної Європи. Окрім того, Карпати є одним із значних східноєвропейських оздоровчо-рекреаційних об'єктів.

Карпатські ліси опинилися перед загрозою зникнення внаслідок наступних негативних проявів антропогенного впливу:

- *діяльність великих промислових центрів у містах Калуш, Стебник, Надвірна, Новий Роздол, Дрогобич, Буришин, промислові об'єктів Чехії, Словаччини, Польщі, Румунії;*
- *лісорозробки та надмірний випас худоби на більшості полонин;*
- *хімічне забруднення, кислотні дощі;*
- *руйнівні повені.*

Нагальною проблемою є збереження біорізноманіття Карпат. Структурні зміни в економіці регіону мають передбачити посилення рекреаційного значення Українських Карпат для населення не тільки нашої країни, а й Центральної та Східної Європи, зменшення техногенного навантаження. Надзвичайно важливе при цьому міжнародне співробітництво всіх країн Карпатського регіону.

Досить перспективним є розвиток туризму в Карпатах, але туризму цивілізованого, з урахуванням екологічної стійкості рекреаційних зон і заповідних територій.

Найістотніші негативні наслідки прояву взаємодії суспільства з природним середовищем спостерігаються і в Закарпатті. Протягом

останнього десятиріччя ХХ ст. у цьому регіоні стався цілий ряд руйнівних повеней, дві з яких — 1998 та 2001 рр. кваліфікуються фахівцями як катастрофічні. Тому вирішення проблем гармонізації розвитку соціоекономічних систем з довкіллям даного регіону є актуальним як для України, так і для сусідніх держав Карпатського регіону.

В останні десятиліття 20 і на початку 21 століття занепокоєність та тривогу викликає екологічний стан **Азовського моря**. Вже в 1987 р. концентрація пестицидів в Азовському морі збільшилася в 20 разів. Сьогодні в донних відкладеннях моря вміст отрутохімікатів і важких металів у багато разів перевищує норму.

У 70-х роках у Таганрозькій затоці було зареєстровано перші великі спалахи токсичного «цвітіння» води синьо-зеленими водоростями. У 80-х роках вони стали регулярними. В 1997 р. «цвітіння» спостерігалось вже на відкритих акваторіях моря й охоплювало майже все море.

Різко погіршилася санітарно-епідеміологічна ситуація на узбережжі Азова. Щороку великі курортні зони періодично оголошуються закритими через невідповідність санітарно-гігієнічним нормам та спалахам інфекційних захворювань.

Головні причини екологічної кризи Азова:

- надмірний вилов риби підприємствами Мінрибгоспу колишнього СРСР
- наслідки будівництва гребель і водосховищ на основних річках, що живлять море, Дону та Кубані;
- впровадження в басейнах стоку в море зрошуваного землеробства та інтенсивних технологій вирощування рису, що призвело до перехімізації та засолення ґрунтів, забруднення вод, істотного скорочення стоку річок Дону й Кубані;
- змивання пестицидів із полів сільгоспугідь і винесення їх у море водами Дону й Кубані;
- здійснення неочищених викидів підприємствами хімічної та металургійної промисловості в містах Маріуполь, Ростов-на-Дону, Таганрог, Камиш-Бурун;

Екологічна ситуація в басейні **Чорного моря** дещо краща. Однак в Чорне море впадають Дніпро, Південний Буг, Дністер, Дунай, які приносять мільйони кубометрів стоків, що містять токсиканти. У воді й донних відкладеннях значно підвищилася концентрація радіонуклідів. Шельф забруднюють побутові й каналізаційні стоки, супровідні індустрії туризму. Через це останнім часом десятки разів закривалися пляжі Ялти, Феодосії, Євпаторії, Алушти, Одеси. В південно-західній частині Чорного моря у

зв'язку з розробкою підводних нафтогазових родовищ прослідковується інтенсивне забруднення води нафтопродуктами. В цьому ж регіоні доволі часто виникають зони замору. Значну небезпеку становлять потужні припортові заводи та Південний порт поблизу Одеси. Через порушення регіонального гідродинамічного, гідрохімічного та теплового балансів водних мас моря поступово підвищується межа насичених сірководнем глибинних вод. Якщо раніше вона проходила на глибині 150—200 м, то тепер піднялася до 80—110 м.

Складна екологічна ситуація склалася у кінці 90-х років в чорноморських лиманах — Дніпровське-Бузькому, Дністровському, в Каламітській і Каркінітській затоках, та в лимані-озері Сасик. В лиманах спостерігаються токсичні «цвітіння» синьо-зеленими водоростями, а з початку 80-х років як у лиманах, так і на відкритих акваторіях моря почали з'являтися «цвітіння», подібні до сумнозвісних «червоних припливів». У всьому світі саме це «цвітіння» вважається найшкідливішим, бо водорості, що його спричиняють, здатні виділяти у воду сакситоксин — смертельну отруту кураре.

Таким чином, *основними причинами складної екологічної ситуації Причорномор'я є:*

- забруднення води внаслідок неправильного розвитку рекреаційної діяльності;
- значна концентрація у прибережній зоні потужних промислових виробництв;
- неналежним чином організована розробка підводних нафтогазових родовищ.

Природно-кліматичні умови і географічне положення Причорномор'я, що охоплює Одеську, Миколаївську, Херсонську області та Автономну Республіку Крим, відкривають широкі можливості для розвитку тут курортно-рекреаційного господарства. Одним з визначальних ресурсів, безперечно, є клімат, особливості якого сприятливі для організації санаторно-курортного лікування та інших видів рекреаційної діяльності.

Розвиток курортно-рекреаційного господарства тісно пов'язаний з екологічною безпекою країни. Негативний вплив на природне середовище Причорномор'я справляють шкідливі викиди, забруднення територій стічними водами і відходами промислових підприємств, стихійна забудова санаторно-курортних зон, нерегульований наплив неорганізованих рекреантів тощо.

Враховуючи сучасний екологічний стан регіонів, що за своїми природними умовами здатні бути складовими національного рекреаційного

комплексу, необхідна розробка комплексу заходів, можливо національної програми екологічного та економічного відновлення та розвитку даних регіонів.

3.3. Еколого-економічні проблеми урбанізованих територій

Значний внесок у загострення регіональних екологічних проблем вносять процеси урбанізації, тобто зростання кількості та щільності міських поселень.

Місто – це антропогенна екосистема, що являє собою місце компактного розміщення людей, промислових і побутових споруд, відділених умовною границею від зовнішнього середовища.

В Україні нараховується 436 міст і більш 900 селищ міського типу, де розташована значна частина промислових підприємств (понад 80%), що формують основне техногенне навантаження на навколишнє природне середовище. Так, по статистиці, до 90% різних видів відходів утворюється в містах і лише 10% у сільській місцевості. У залежності від чисельності населення в Україні прийняті наступні *категорії міст*:

- до 50 тис. чіл. – малі;
- від 50 тис. до 100 тис. – середні;
- від 100 тис. до 250 тис. – великі;
- від 250 тис. до 1 млн. – великі;
- понад 1 млн. – найбільші.

Для міста характерна значна соціально - економічна активність людини. У зв'язку з цим, міське чи *урбанізоване середовище* - це специфічне середовище існування людини, що містить у собі природні і штучні компоненти, а також людей і їхні соціальні групи. Природні компоненти міста представлені фізичним середовищем (повітряним, водяним, геологічним) і живими організмами (крім людини). Штучні компоненти – це фізичні чи духовні об'єкти, що є результатами діяльності людини: об'єкти штучного техногенного і духовно-культурного середовища. Люди складають соціально-психологічне середовище – статеві-вікові, психологічні, соціальні, професійні та етнокультурні групи. Таким чином, місто являє собою урбогеосоціосистему, чи скорочено *урбосистему*.

Частка населення, що проживає в містах країни чи регіону являє собою показник урбанізованості даної території. Так, у даний час найбільше урбанізованими є Великобританія (близько 90% населення проживає в містах), Кувейт (91%), Ізраїль (90%), Швеція (83%). Для країн, що розвиваються, (Африка, Південна Азія) характерні найменші показники

урбанізованості – 7-10%. В Україні в даний час кожен два жителі з трьох проживають у містах.

Міста – це відкриті системи, у яких окремі елементи зв'язані не тільки між собою, а і з навколишнім середовищем. Цей зв'язок відбувається потоками енергії, речовин і інформації. Результатом функціонування міських систем є виробництво матеріальних і духовних благ і як наслідок – забруднення навколишнього середовища викидами і скиданнями шкідливих речовин, промисловими і побутовими відходами.

*Природна підсистема урбосистеми, за допомогою якої місто здійснює зв'язок з біосферою, називається **урбоєкосистемою** (Стольберг, 2000).*

Місто – це комплексна система, до складу якої входить урбоєкосистема (змінена людиною природна екосистема міських територій), соціальна підсистема (соціосфера міста), техносфера міста (виробничо-господарський комплекс).

Наука, що вивчає екологічні проблеми міст і формує оптимальні шляхи їхнього вирішення називається **урбоєкологією**.

Особливості сучасного етапу соціально-економічного і техногенного розвитку визначають швидке збільшення міського населення. Зараз у великих містах сконцентровані виробничі потужності хімічних, нафтохімічних, машинобудівних, металургійних, оборонних, переробних і інших підприємств, що є джерелами антропогенного впливу на навколишнє природне середовище.

Загальні критерії оцінки масштабу антропогенного впливу на природне середовище у великих містах можуть враховувати наступне:

- величину міста;
- чисельність і густоту населення;
- багатоповерховість і густоту забудови;
- функціональність використання території;
- площі відкритих і озелених просторів;
- виробничу господарську спеціалізацію;
- рівень забезпечення інженерною інфраструктурою.

Величезну кількість населення в містах необхідно забезпечити роботою, комфортабельним житлом, місцями відпочинку, а також напоїти, нагодувати, позбавити від відходів. При цьому, чим вище рівень розвитку науково-технічного прогресу, чим комфортніші умови проживання населення, тим сильніше негативний вплив на навколишнє середовище.

Для нормального функціонування міста необхідна велика маса різноманітних продуктів і сировини, чистої води. Місто-мільйонер споживає 470 млн. т/рік (чи майже 0,5 км³) води. Велика частина цієї води залишає

місто та надходить у природні водотоки, але вже у вигляді стічних вод, забруднених різними домішками. Використання поверхневих вод у межах міста здійснюється в основному, для господарських потреб.

В останні десятиліття у водопостачанні існує дефіцит водних ресурсів необхідної якості, що викликає необхідність транспортування води на десятки і, навіть сотні кілометрів. Крім того, зношеність і санітарний стан водопровідних систем ряду міст України досягли критичної оцінки. Однією з причин дефіциту водних ресурсів є інтенсивне і нераціональне їхнє використання на деяких територіях і виробництвах. Для більшості виробництв вимоги до якості води, що використовується в технологічних процесах менш строгі, чим державні нормативи до якості води, що скидається у водні об'єкти чи міську каналізацію. У зв'язку з цим стічні води з економічної точки зору вигідніше використовувати повторно в системах оборотного і послідовного водопостачання.

Найбільшими споживачами води в областях є підприємства житлово-комунального господарства, промисловості і сільського господарства. У промисловості найбільш водоемними є такі галузі: хімічна і нафтохімічна – 42,1%, харчова – 18%, машинобудівна – 13,7%, енергетична – 12,2%, нафтовидобувна – 8%, м'ясомолочна – 4,8%.

Скидання стічних вод промислових підприємств – найбільш значиме джерело забруднення водних об'єктів. Кількість і склад забруднюючих речовин у промислових стічних водах дуже різноманітний. Вони залежать від технологічних процесів, сировини, яка використовується, стану очисних споруджень. Останнім часом природоохоронна політика України спрямована на обмеження скидання промислових стічних вод у водні об'єкти аж до заборони скидання неочищених стічних вод у межах міста.

Для зменшення антропогенного впливу на водні об'єкти необхідна реалізація основних організаційно-технічних заходів: впровадження нових технологій виробництва, повторне використання стічних вод, очищення стічних вод, санітарне очищення міст.

Не менш значна екологічна проблема урбанізованих територій є забруднення атмосферного повітря. Основними джерелами викидів в атмосферу є технологічні процеси наступних галузей промисловості: теплоенергетичної, видобувної, будівельної, хімічної і нафтохімічної, чорної і кольорової металургії, машинобудування, транспорту. Однією з характерних рис міських територій з розвитком промисловості є смоги – атмосферне явище, що виникає при збігу визначених метеорологічних факторів і значного забруднення повітря.

Для забезпечення охорони атмосферного повітря урбанізованих територій необхідно проводити комплекс заходів, що умовно можна розділити по напрямках:

- впровадження у виробництві технологічних процесів з найменшим рівнем викидів забруднюючих речовин;
- оснащення джерел викидів забруднюючих речовин очисними спорудами;
- організація санітарно-захисних зон;
- архітектурно-планувальні рішення;
- інженерно-організаційні заходи.

Так, до архітектурно-планувальних рішень відносяться заходи пов'язані з вибором площадки для будівництва промислового підприємства з урахуванням розташування житлових масивів, рози вітрів, зелених зон. При інженерно-організаційних заходах приймаються дії для зниження інтенсивності й організації руху автотранспорту (будівництво об'їзних доріг біля міст, розв'язок перехресть доріг на різних рівнях, організація руху на автомагістралях за типом «зелена хвиля»), збільшення висоти труб та ін.

Для великих міст важливою проблемою є утворення твердих побутових відходів. Їх обсяг залежить від благоустрою житлового фонду, тривалості опалювального сезону, поверховості, добробуту населення (чим він вище, тим більше утвориться відходів на душу населення). В Україні збір твердих побутових відходів здійснюється без поділу їх на окремі компоненти (валовий збір).

У розвинутих країнах світу поширений роздільний чи селективний збір окремих складових відходів, який значно зменшує кількість відходів, що вивозяться на смітники і полігони. Останнім часом в усьому світі поширені знищення і переробка твердих побутових відходів на сміттєпереробних і сміттєспалювальних заводах. Однак спалювання твердих побутових відходів пов'язано із значними викидами в атмосферу та складністю їхнього очищення. В Україні розроблена велика кількість технологій утилізації промислових відходів для різних галузей народного господарства, однак їхнє впровадження гальмується відсутністю коштів на підприємствах і низькому попиту на зроблену продукцію.

Таким чином можна зробити висновок, що міські території концентрують у собі практично весь комплекс сучасних екологічних проблем, і вирішувати їх необхідно, розглядаючи весь комплекс проблем, пов'язаних з нормативно-правовою базою, інвентаризацією, обліком і моніторингом природних засобів, використанням сучасних економічних інструментів управління якістю навколишньої природного середовища.

Питання для роздумів, самоперевірки, повторення

1. *Які фактори антропогенного впливу враховувались при розробці схеми районування території України?*
2. *В яких регіонах України екологічна ситуація найбільш напружена?*
3. *В чому полягають основні екологічні проблеми Донецько-Придніпровського регіону?*
4. *Які з антропогенних чинників найбільш негативно вплинули на екологічний стан Полісся та Карпат?*
5. *Надайте характеристику курортно-рекреаційного господарства Причорномор'я.*
6. *Які фактори формують урбанізоване середовище?*
7. *Що вивчає наука "урбоекологія"?*
8. *Які критерії (показники) можуть формувати оцінку масштабу антропогенного впливу на природне середовище в місті?*
9. *Що відноситься до водних ресурсів міста?*
10. *Назвіть джерела забруднення водних ресурсів міста.*
11. *Назвіть види забруднень атмосферного повітря міста.*
12. *В чому полягають проблеми утилізації відходів в місті?*
13. *Розкрийте сутність дисципліни техноекологія.*
14. *Наведіть можливі класифікаційні ознаки забруднювачів довкілля.*
15. *Як розвиток енергетики впливає на довкілля? Наведіть приклади.*
16. *Обґрунтуйте чому автотранспорт є шкідливим для довкілля.*
17. *Охарактеризуйте основні екологічні проблеми України.*

4. СТАЛИЙ РОЗВИТОК ПРИРОДИ ТА СУСПІЛЬСТВА – ПРОБЛЕМИ І ПЕРСПЕКТИВИ¹⁴

4.1. Стратегічні парадигми сталого розвитку

В наш час сила ідеї сталого розвитку пояснюється тим, що вона відображає й одночасно спонукає приховану зміну в нашому баченні взаємозв'язку між економічною діяльністю людей і природним світом – замкненою екологічною системою (екосистемою), що має скінченні матеріальні ресурси і не може збільшуватись. Одна з умов сталого розвитку полягає в тому, що потреби економічної діяльності в зовнішній екосистемі для поновлення сировинних ресурсів “на вході” і поглинання відходів “на виході” повинні обмежуватись на рівнях, що можуть бути підтримувані цією екосистемою. Така зміна в баченні тягне за собою перехід від економічного принципу кількісного збільшення (*зростання*) до якісного нового напрямку майбутнього прогресу – принципу поліпшення (*розвитку*).

Герман Дейлі зазначає, що термін “sustainable development” (сталий розвиток) подобається практично всім, хоча далеко не всі розуміють, що він точно означає але, звучить він значно краще, ніж “несталий нерозвиток” (Дейлі, 2002). Цей термін набув широкого поширення після того, як у 1987 р. комісія ООН під керівництвом Гру Харлем Брунтланд (*прем'єр-міністр Норвегії*) опублікувала звіт “*Наше спільне майбутнє*”, в якому це поняття визначалось як ***розвиток, що задовольняє потреби сьогодення, не приносячи при цьому в жертву здатності майбутніх поколінь задовольняти свої потреби.***

Г. Дейлі відзначає, що ідеї сталого розвитку, існували і активно дискутувались ще задовго до початку роботи комісії Брунтланд. Так Джон Стюарт Міл запропонував концепцією *стабільної економіки* ще в 1857 р., називаючи її “*стаціонарним станом*”, під яким він розумів нульове зростання населення і запасів фізичного капіталу в умовах постійного технічного й етичного вдосконалення. Таким чином, Міл виступав за сталий розвиток, тобто розвиток без зростання, при якому якісне поліпшення життя відбувається без кількісного збільшення. Він вважав, що “стаціонарний стан капіталу та населення не означає стаціонарного стану в процесі вдосконалення життя людини” і що насправді більш вірогідне “поліпшення

¹⁴ Друкується за українським виданням одного з фундаторів економічної теорії сталого розвитку, проф. Германа Дейлі “ПОЗА ЗРОСТАННЯМ. Економічна теорія сталого розвитку”. – К., 2002. Herman E. Daly. 1996 *Beyond Growth. The Economics of Sustainable Development*, Boston: Beacon Press

життя людей..., коли вони перестануть перейматися проблемами виживання”. На відміну від багатьох класичних економістів Міл був переконаний, що закони, які регулюють виробництво, не керують жорстко розподілом – тому мінімальний прожитковий рівень зарплати не є необхідною рисою стаціонарного стану.

При цьому, Джон С. Міл, як і деякі класичні економісти, вважав, що ця концепція стосується передусім “розвинених” або “зрілих” економік (країн Півночі). Цікаво, що в наш час ідея сталого розвитку стала головним ідеалом для менш розвинених країн (так званих країн Півдня), а більш розвинені країни Півночі часто обмежують свою прихильність до цієї ідеї деклараціями. На жаль, праці Міла про стаціонарний стан були забуті, і більшість економістів і екологів кінця 20 століття ніколи не чули про цю концепцію.

Класичні економісти бачили обмеження, що мали в своїй основі демографічний і екологічний характер: залізний закон заробітної плати Мальтуса і закон збільшення диференційної ренти Рікардо (зумовлений посиленням конкуренції серед зростаючого населення за обмежену кількість землі різної якості) разом підвищували плату за кращу землю (ренту) і утримували заробітну плату на прожитковому рівні. В часи Мальтуса і Рікардо ще не було такого усвідомлення загальних екологічних обмежень, як сьогодні, хоч і не можна сказати, що вони зовсім ігнорували цей фактор у своїх теоріях. Просто увага зосереджувалась на обмеженнях, пов’язаних з розподілом, оскільки весь надлишок потрапляв до непродуктивних рук лендлордів. Хоча сам процес цього накопичення якраз і був зумовлений демографічним тиском зростаючого робітничого класу та екологічним фактором різної родючості землі, що призводило до збільшення ренти за землю вищої якості.

Г. Дейлі зауважує, що сьогоднішня неокласична економічна теорія починається з нефізичних параметрів (технології, преференції і розподіл доходу вважаються заданими) і досліджує, яким чином треба скоригувати фізичні змінні параметри – кількість вироблених товарів і використаних ресурсів, щоб вони відповідали стану рівноваги (або врівноваженому темпу зростання), що визначається цими нефізичними параметрами. Таким чином, нефізичні якісні характеристики є заданими, а фізичні кількісні величини підлягають коригуванню. В неокласичній теорії таке “коригування” майже завжди включає в себе зростання. Проте нова парадигма, що сьогодні формується (стабільний стан, сталий розвиток), починається з фізичних параметрів (обмежені можливості довкілля, складні екологічні взаємовідносини, закони термодинаміки) і намагається з’ясувати, як можна

досягти справедливої рівноваги між нефізичними змінними параметрами (технологіями, перевагами, розподілом та стилем життя) і складною біофізичною системою, частиною якої є біосфера. За такого підходу заданими є фізичні кількісні параметри, а змінними стають нефізичні якісні моделі життя. Ця новітня парадигма більше схожа на класичну, ніж на неокласичну економіку, оскільки коригування відбувається шляхом якісного розвитку, а не кількісного зростання.

Сталий розвиток означає сьогодні двосторонній процес, у результаті якого Південь повинен наближатися до Півночі за рівнями й моделями споживання, а країни Півночі впроваджувати принципи самообмеження темпів свого розвитку і споживання природних ресурсів. Проте сучасні рівні й моделі споживання розвинених країн поки що не вдається поширити на весь світ без того, щоб не перевищити екологічних можливостей довкілля, тобто без споживання природного капіталу і, таким чином, без зменшення здатності Землі підтримувати життя і добробут у майбутньому. Очевидно, що людство вже сьогодні споживає природний капітал і кожна країна зараховує його на свої національні рахунки як поточний дохід. Щоб усвідомити екологічні наслідки поширення на всю планету досягнутих розвиненими країнами рівнів споживання ресурсів достатньо лише уявити, що 5 млрд. жителів Півдня¹⁵ живуть з автомобілями, холодильниками, пральними машинами тощо, а також почнуть харчуватися на вищому рівні харчового ланцюга – стануть їсти більше м'яса і менше зернових продуктів¹⁶. Така експансія може суттєво підірвати екологічні можливості планети підтримувати життя в майбутньому.

Ще одне цікаве порівняння наведено Г.Дейлі про зв'язок між сучасною економічною наукою і довкіллям у вигляді квадрата з поміткою “економіка” і двох стрілок, одна з яких із поміткою “вхідні ресурси” була спрямована всередину прямокутника, а інша з поміткою “вихідні продукти” – назовні. Якщо ж на діаграмі відобразити довкілля, то було б доцільно охопити цю діаграму колом, що репрезентувало б навколишнє середовище (рис.4.1). При цьому зв'язок між довкіллям і економікою стає яснішим, оскільки економіка є підсистемою довкілля і залежить від нього, черпаючи звідти вхідні сировинні ресурси і скидаючи туди відходи.

Цікаво, що такий простий малюнок має таке величезне значення. Окреслюючи навколо економіки границі довкілля, стає очевидним, що еко-

¹⁵ У 2005 році населення планети перевищило 6,5 млрд. чоловік і в основному за рахунок країн Півдня.

¹⁶ Для вирощування кожного фунта м'яса необхідно відбирати від раціону людей на користь худоби приблизно 10 фунтів зерна, що відповідно збільшує навантаження на пасовища і вимагає їх розширення за рахунок лісів.

номіка не може розширюватись за межі довкілля і що Міл мав рацію в тому, що населення і накопичення засобів виробництва не можуть неухильно збільшуватись, і в певний момент кількісне зростання має поступитись якісному розвитку для продовження прогресу.

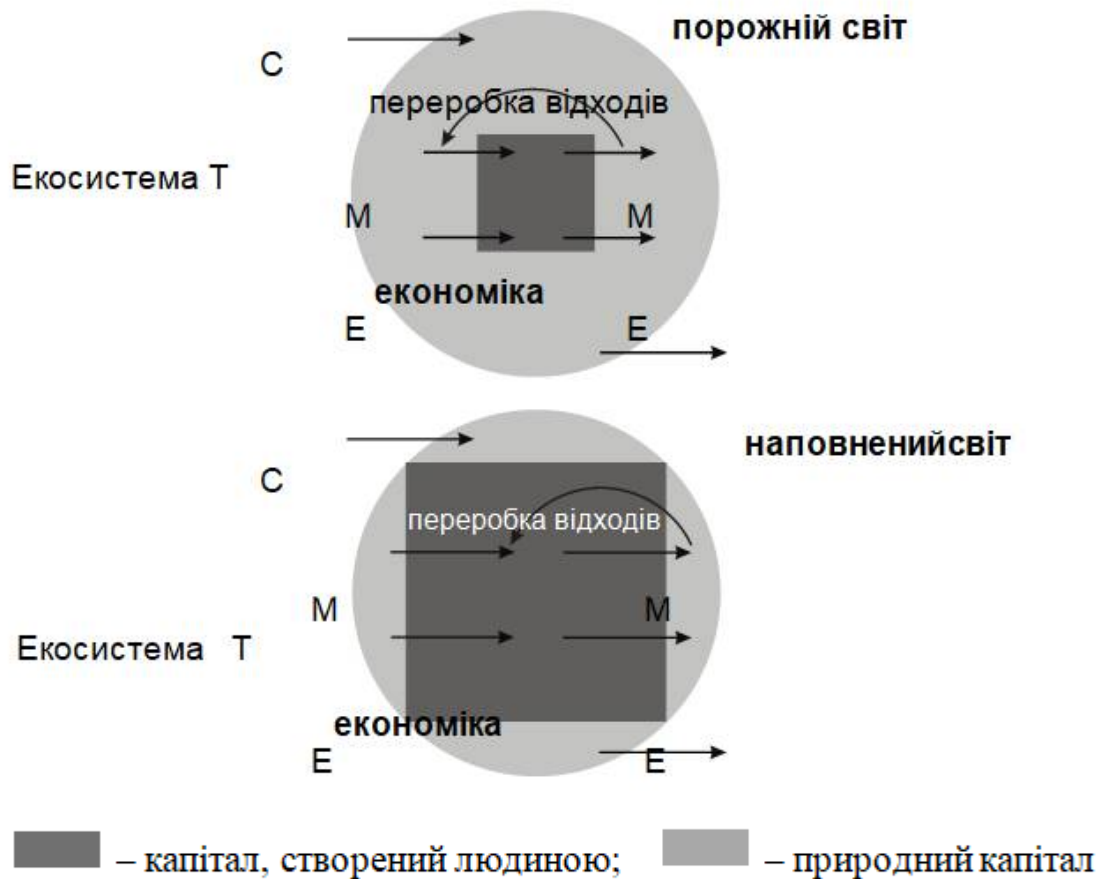


Рис. 4.1. Економіка як відкрита підсистема екосистеми

C = сонячна енергія; T = тепло; M = матеріал; E = енергія

Якщо сьогодні визнати, що зростання обмежене фізично або навіть економічно, то для боротьби з бідністю залишається тільки один шлях – контроль за чисельністю населення, з одночасним перерозподілом багатства і доходів та технічним підвищенням продуктивності ресурсів.

Проте більшість експертів і політиків вважає самообмеження споживання, перерозподіл доходів і контроль за чисельністю населення політично і організаційно неможливими. Збільшення продуктивності ресурсів вважається хорошою ідеєю, поки вона не входить у протиріччя з такими чинниками, як продуктивність капіталу і праці: поки не зрозуміємо, що в розвинених країнах ми досягли високої продуктивності й високої віддачі на вкладений капітал і працю – і, як наслідок, послаблення класового конфлікту – шляхом марнотратного використання ресурсів, або іншими словами, шляхом принесення в жертву продуктивності ресурсів.

Між тим, саме ресурси, зрештою, є довготерміновим обмежуючим чинником, і тому економічна логіка підказує, що саме вони й мають бути тим фактором, продуктивність якого слід максимізувати. Політична ж спокуса заперечити це є просто непереборною.

Коли навколо економіки окреслюється обмежувальна лінія довкілля, ми переходимо від економічної теорії “порожнього світу” до економічної теорії “наповненого світу”; тобто від світу, в якому вхідні і вихідні чинники економіки необмежені, до світу, в якому вони стають дедалі більш обмеженими в результаті виснаження і забруднення обмеженого за розмірами довкілля. При цьому логіка економічної діяльності залишається незмінною – необхідно заощаджувати на дефіцитних факторах. Але характер дефіциту докорінно змінюється: *дефіцитними чинниками стають вже не засоби виробництва, створені людьми, а природний капітал, що залишився (тобто не рибальські човни, а популяція риби, що залишилась у морі).* Тому стратегія діяльності теж повинна радикально змінитись. Ось чому чиниться такий опір простому малюнку. Те, що малюнок є одночасно таким простим і очевидно реалістичним, пояснює, чому його не хочуть розглядати послідовники економіки зростання.

Відомо, що одним із способів вихолощення змісту будь-якої концепції є розширення її меж до такої міри, щоб вона стала всеохоплюючою. На початок 90-х років фразеологія “сталого розвитку” стала настільки модною, що вже абсолютно все повинно було бути сталим, у результаті чого порівняно ясне поняття екологічної сталості економічної підсистеми було поховане під “корисними” доповненнями на зразок соціальної сталості, політичної сталості, фінансової сталості, культурної сталості і таке інше. Будь-яке визначення, що включає в себе абсолютно все, не має ніякого сенсу. Але якщо хтось заперечує проти включення культури у визначення сталого розвитку, то його звинувачують у тому, що він заперечує важливість культури. Дуже швидко визначення сталого розвитку почало включати навіть право людей на мирне зібрання. Право на мирне зібрання – дуже важлива річ, але не слід включати всі важливі речі до визначення сталого розвитку. Цей термін набув такої популярності, що кожен відчував, що справа, якою він опікується, повинна входити до загального визначення, бо інакше вона без вагань буде приречена на забуття.

У 1995 р. було опубліковано спільну заяву відомих вчених-економістів і екологів під назвою “Економічне зростання, екологічний потенціал і довкілля”. В цій заяві наголошується, що, по-перше, *ресурсна база довкілля є скінченою*; по-друге, *екологічний потенціал нашої планети є обмеженим і,*

по-третє, *економічне зростання не є панацеєю від погіршення якості довкілля.*

Економічне зростання – окрім того, що воно є неправильним засобом лікування, – є ще й головною *причиною* екологічної деградації (разом із збільшенням чисельності населення).

Для цього треба розділити економічне зростання, визначене як збільшення ВВП, на його кількісний фізичний компонент (збільшення потоку ресурсів) і якісний нефізичний компонент (поліпшення ефективності використання ресурсів). Тоді стає зрозумілим, що загальне збільшення ресурсопотоку є насправді головною причиною деградації довкілля, в той час як поліпшення ефективності використання ресурсів дає можливість зберігати довкілля шляхом зменшення потоку ресурсів або застосування більш безпечної комбінації продуктів.

Таким чином, *розвиток (підвищення ефективності використання ресурсів) без зростання (збільшення ресурсопотоку) можна вважати сталим розвитком.* Більше того, зростання у фізичному сенсі може бути антиекономічним або навіть шкідливим, тобто, починаючи з певної величини, збільшення потоку ресурсів може призвести до того, що екологічні витрати будуть зростати швидше, ніж вироблені блага, що зробить нас біднішими, а не багатшими.

Для впровадження ідей сталого розвитку надзвичайно важливим є поняття “індикатори сталого розвитку”. Сам термін “індикатор” означає “виявлення або вказівка”. Ефективний індикатор має бути легким для розуміння людиною, яка не є експертом, бути надійним та базуватися на достовірних даних.

Індикаторами сталого розвитку є ті, що слугують для оцінки здоров’я та якості життя людей, умов довкілля на конкретній території, для кількісної оцінки впливу людської діяльності на довкілля та на здоров’я людей, на якість та тривалість їх життя. Певні індикатори можуть існувати навіть для оцінки певної території. Виділяють три блоки індикаторів сталого розвитку.

Економічні індикатори:

- щорічний процент росту ВВП;
- покращення режиму харчування людей;
- середній процент використання природних ресурсів на одного мешканця;
- дослідження і розвиток технологій для збереження довкілля, продуктів та послуг, що стосуються довкілля;
- прогрес у бухгалтерії довкілля.

Соціальні індикатори:

- середня тривалість життя;
 - співвідношення середнього й мінімального доходу;
 - кількість населення, що живе у екологічно небезпечній зоні;
 - процент зменшення безробіття;
 - процент зменшення випадків дитячої смертності; осиротілих з причин СНІДу;
 - процент дитячої смертності;
 - доступ до санітарних послуг;
 - кількість дітей у родині;
 - соціальний внесок в охорону довкілля;
 - частка жінок у працевлаштуванні;
 - пропорція жінок, які займають високі пости у різних бізнес секторах,
- а також в урядових структурах.

Індикатори довкілля:

Індикатор споживання води:

- загальна кількість використаної води;
- кількість водних відходів від промисловості;
- кількість водних відходів від сільського господарства;
- пропорція населення, яке має постійний доступ до безпечної для здоров'я питної води у містах та селах;
- процент загального постійного використання води у бізнес секторі.

Індикатор споживання енергії:

- загальна кількість спожитої енергії;
- поновлення споживання енергії;
- використання енергій на 1\$ ЗВП;
- процент населення, що використовує тверде паливо.

Індикатор викидів у повітря:

- викиди парникових газів;
- кількість речовин, що руйнують озоновий шар;
- кількість сіркових та азотних компонентів;
- загальний процент викидів у повітря діоксиду вуглецю транспортом.

Індикатор випущених відходів:

- загальна кількість випущених відходів;
- процент перероблених ресурсів;
- процент спалених відходів;
- процент кінцевого захоронення відходів.
- процентне співвідношення території, що захищається для підтримки біологічного розмаїття, до всієї території.

Контроль за індикаторами сталого розвитку означає контролювання змін індикаторів постійного розвитку у часі на одній і тій самій території. Порівнюючи індикатори за певний проміжок часу, можна оцінити ефективність дій влади і спільнот у реалізації стратегії сталого розвитку.

Ці дані також використовуються для внесення коректив у просування шляхом сталого розвитку та у методи, які для цього використовуються.

Досягнення сталого розвитку вимагає формування:

- політичної системи, яка забезпечує ефективну систему участь громадян у прийнятті рішень;
- економічної системи, здатної приносити прибутки й технічні знання на надійному ґрунті;
- соціальної системи, яка здатна вирішувати питання, які виникають через негармонійний (незбалансований) розвиток;
- системи виробництва, яка спирається на екологічні засади;
- міжнародної системи, яка діє за справедливими моделями торгівлі й фінансування;
- адміністративної системи, яка має бути гнучкою з можливістю самокорегуватися.

Конкретне уявлення про рівень політичного усвідомлення ідеї сталого розвитку у Сполучених Штатах Америки дає аналіз **15 принципів**, проголошених президентською Радою з питань сталого розвитку¹⁷ (Г. Дейлі, 2003):

1. Ми повинні зберігати і по можливості відновлювати цілісність природних систем – ґрунтів, води, повітря і біологічної різноманітності, – які підтримують як економічний добробут, так і саме життя.

Цілком слушно. Для відновлення природних систем необхідно зменшити наше фізичне навантаження на них (як на джерела ресурсів та смітники нашої економіки), щоб вони могли самовідновлюватись. Постійне збільшення масштабу економічної діяльності призводить до захоплення все більших площ проживання інших видів, що є несумісним із підтримкою біорізноманіття та екологічних систем життєзабезпечення.

2. Економічне зростання, захист довкілля і соціальна справедливість мають бути взаємозалежними національними цілями, що підсилюють одна одну, а стратегії діяльності для досягнення цих цілей мають бути інтегральними.

Вказані цілі, можливо, і мають підсилювати одна одну, але на практиці вони часто конфліктують між собою. Процес кількісного збільшення

¹⁷ На жаль ми не можемо навести основні положення стратегії сталого розвитку України, бо вже майже 10 років проект цієї концепції не може розглянути ВРУ.

масштабу економіки шляхом освоєння нової або приросту використання існуючої сировини, що видобувається із обмеженого за розмірами і можливостями довкілля не може бути сталим. Між тим якісне поліпшення і реалізація потенціалу може відбуватись вічно; принаймні ми не можемо вказати якісь очевидні обмеження для них. Таким чином, сталий розвиток – це розвиток без зростання, тобто без виходу ресурсопотоку за межі регенеративних і поглинаючих можливостей довкілля. Тому майбутній прогрес буде йти шляхом розвитку, а не зростання. Необхідно чітко розуміти різницю між ними, бо інакше не обійдеться без непорозумінь.

3. З метою охорони і поліпшення стану довкілля необхідно разом із відповідними захисними заходами застосовувати й ринкові стратегії, спрямовані на використання приватної ініціативи та капіталу.

Так, ринок має бути головним механізмом вирішення проблеми ефективного розміщення ресурсів. Проте існують дві початкові проблеми, які треба вирішити, щоб ринок почав функціонувати саме таким чином. Право щось вичерпувати або забруднювати в межах визначеного масштабу перестає бути безкоштовним товаром і перетворюється на цінний капітал. Справедливий розподіл початкових прав повинен визначатись суспільними чинниками. Тільки після того, як відповідно до суспільних обставин будуть вирішені питання сталого масштабу і справедливого розподілу, тільки тоді індивідуалістичний ринок може вирішувати проблему ефективного розміщення ресурсів. Необхідно використовувати ринок для розв’язання проблеми розміщення, але не можливо очікувати від ринку розв’язання проблем масштабу і розподілу.

4. Чисельність населення необхідно стабілізувати на рівні, що відповідає можливостям планети підтримувати життєдіяльність її жителів.

Цей принцип є критичним. Задля ясності слід було б додати: “... підтримувати життєдіяльність її жителів на такому рівні достатку на душу населення, який є достатнім для гарного життя”. Важко точно визначити поняття “гарне життя”, але можна, напевно, погодитись з Мальтусом, що воно має дозволяти кожному за обідом випивати склянку вина і з’їдати шматок м’яса. Навіть якщо людина непитуща або віддає перевагу вегетаріанській їжі, все одно такий рівень достатку є бажаним, бо він уже сам по собі утримуватиме чисельність населення на нинішньому або й нижчому рівні. Що дійсно треба стабілізувати, так це обсяг загального споживання, який дорівнює кількості людей, помноженій на споживання на душу населення. Обидва останні фактори треба зменшити.

Ефективною одиницею, в межах якої можна контролювати чисельність населення і споживання, є нація, а не вся планета. Різні країни зроблять свій власний вибір. Нинішній потяг до економічної глобалізації – окрім неприємливої перспективи мати світовий уряд – схоже, ще й суперечить концепції сталого розвитку. Найкращим внеском американської нації у справу глобального сталого розвитку може бути створення успішного національного прикладу, гідного наслідування.

5. Проблема захисту природних систем вимагає від нас зміни моделей споживання, щоб вони відповідали концепції поступового підвищення ефективності використання суспільством природних ресурсів.

Починати треба з менших рівнів споживання, а не просто зміни моделей. Звичайно ж, потрібно підвищити ефективність використання ресурсів суспільством (розвиток), але найкращий шлях до цієї мети – це обмежити обсяг потоку ресурсів (зростання), змушуючи, таким чином, прогрес іти по шляху розвитку, а не зростання.

6. Прогрес на шляху ліквідації бідності є суттєвим для економічного прогресу, справедливості та якості довкілля.

Ліквідація бідності за відсутності зростання (яке досі не змогло її подолати) повинна відбутись за рахунок кращого розподілу, більш жорсткого контролю за чисельністю населення і розвитку.

7. Усі прошарки суспільства повинні справедливо розподіляти між собою як екологічні витрати, так і блага.

Це повинно відбуватись через інтерналізацію екологічних витрат та їх включення в ціну так, щоб платили ті, хто забруднює і збіднює довкілля. Один із ефективних способів досягти зрушень у цьому напрямі – це змінити базу оподаткування з доходу (доданої вартості) на потік ресурсів (те, до чого вартість додається). Навіщо оподатковувати те, чого ми найбільше прагнемо – роботу і доходи? Чому не оподаткувати те, чого ми хочемо найменше, – виснаження і забруднення довкілля? Така зміна не обов'язково вплине на бюджетні надходження і може супроводжуватись встановленням високих податків на дуже високі доходи і негативних податків на дуже низькі доходи з метою підтримки прогресивної шкали оподаткування. Справедливість при цьому торжествує, бо ті, хто забруднюють й виснажують довкілля, платитимуть за свої дії, а неминуча регресивність податку на споживання нейтралізується субсидіями для малоїмущих та високими податками на надвисокі доходи.

8. Будь-які економічні чи екологічні рішення повинні прийматись з урахуванням добробуту майбутніх поколінь і зберігати для них можливість якомога ширшого вибору.

Збереження широти нині існуючого вибору для майбутніх поколінь є головною метою сталого розвитку, але її не можна досягти шляхом розрізнених індивідуалістичних міркувань про вплив усіх мікроекономічних та екологічних рішень на майбутнє. Збереження можливості вибору для нащадків повинно бути макросуспільним рішенням, яке буде впроваджуватись через макрополітику, наприклад, встановлення обмежень на масштаб ресурсопотоку. Спонування окремих осіб до врахування інтересів майбутніх поколінь у ході прийняття ними особистих економічних рішень є необхідною, але недостатньою умовою.

9. Особливо обачно слід діяти у випадках, коли здоров'ю людей може загрожувати небезпека або існує ризик завдання суттєвої чи непоправної шкоди довкіллю, а наука ще не має достовірних даних.

Невизначеність, яка залишається щодо впливу на довкілля нових технологій або речовин, – це реальні економічні витрати. Як і інші витрати, їх слід включати в ціну, і за них мають платити споживачі того товару, що став причиною цих витрат, а не суспільство в цілому. Краще це робити шляхом оформлення гарантійного внеску на всю суму можливої шкоди, який сплачується наперед, а потім поступово повертається в міру того, як досвід використання зменшує невизначеність щодо можливої шкоди. Сьогодні тягар непевності великою мірою лягає на все суспільство. Закони, що встановлюють відповідальність, вступають у дію лише після того, як щось відбулося, і навіть тоді неспроможність платити зустрічається надто часто.

10. Сталий розвиток вимагає фундаментальних змін у поведінці уряду, приватних інституцій та окремих осіб.

Так. Хоч поведінка і потребує змін, основний принцип часто залишається незмінним. Наприклад, в економіці прийнято, що при обрахуванні доходу ми повинні враховувати амортизацію капітальних фондів для збереження існуючого рівня виробництва. Цей принцип зберігається, його лише слід поширити на природний капітал так само, як і на створений людьми. Вичерпування природного капіталу є витратою і повинно враховуватись у макросистемі національних рахунків, оцінці мікропроектів і міжнародному балансі платежів.

11. Екологічні і економічні турботи є наріжним каменем нашої національної та глобальної безпеки.

Правильно, особливо щодо країн, які живуть у межах незростаючого екологічно сталого біофізичного запасу. Вірогідність того, що такі країни стануть воювати одна з одною, значно менша, ніж для країн, які розширюють своє споживання і залежність від ресурсів, що належать іншим країнам або

всьому людству, як, наприклад, нафта на Близькому Сході або здатність атмосфери поглинати CO₂ і SO₂.

12. Сталий розвиток найкращим чином досягається там, де процвітають вільні суспільні інститути.

Так. Ми повинні пам'ятати, що вільні інститути включають у себе не тільки інститут особистої свободи в конкурентному ринковому середовищі (свобода від монополії), а й суспільну, колективну свободу демократично приймати закони заради загального блага. Як наголошувалось раніше, ринкове вирішення проблеми ефективного розміщення ресурсів передбачає політичне вирішення проблеми сталого масштабу і справедливого розподілу.

13. Прийняття рішень, які впливають на сталий розвиток, має відбуватись відкрито і за участі всіх зацікавлених сторін. Це вимагає освіченої громадськості, вільного поширення інформації та надання рівних і справедливих можливостей для проведення їх перегляду і виправлення.

В контексті цього принципу стара Генеральна угода про торгівлю і тарифи (GATT) і нова Всесвітня торговельна організація (WTO) є дуже підозрілими інституціями, і в них необхідно провести серйозні зміни, щоб вони відповідали вимогам прозорості та іншим принципам сталого розвитку.

14. Прогрес науки і техніки дає користь, оскільки збільшує як наше розуміння, так і можливості щодо вибору схеми взаємовідносин між людством і довкіллям. Ми повинні постійно dbати про розвиток науки і техніки для досягнення екологічної ефективності, захисту і відновлення природних систем та зміни моделей споживання.

Ніхто не може опиратись прогресу в галузі знань, але нині вже має прийти розуміння того, що не кожна нова технологія корисна для людства. Нам потрібні технології розвитку, що могли б більш ефективно переробляти певний обсяг ресурсів, а не технології зростання, що мають більші щелепи і більший травний тракт. Знову ж таки, замість туманного формулювання щодо “зміни моделей споживання”, потрібно було б указати “зменшення рівнів споживання” природних ресурсів і послуг. Як тільки потік ресурсів знизиться до сталого рівня, модель споживання автоматично прийде у відповідність новим умовам завдяки ринку. Прямий контроль за моделлю споживання призведе до відмови від ринку і, головне, не обмежить рівень споживання.

15. Сталий розвиток США тісно пов'язаний з глобальною сталістю. Наша політика торгівлі, економічного розвитку, міжнародної допомоги і охорони довкілля повинна розглядатись у контексті міжнародних наслідків такої політики.

Майже всяка політика, спрямована на досягнення сталості, передбачає інтерналізацію (врахування) зовнішніх природних і соціальних витрат на національному рівні. Це призводить до підвищення цін. Тому вільна торгівля з країнами, які не враховують ці витрати або роблять це в значно менших масштабах, неможлива. В таких випадках виправдано встановлення захисних тарифів. Такі тарифи спрямовані на захист не неефективної промисловості чи фірми, а ефективної національної політики щодо інтерналізації витрат. Вільна торгівля між країнами з різними режимами інтерналізації витрат викличе зниження стандартів у результаті конкуренції і призведе до ситуації, де все більша частка сукупного світового продукту буде вироблятися в країнах, які все менш повно враховують витрати.

Нинішня тенденція до економічної глобалізації через вільну торгівлю, мобільність вільного капіталу і вільну (чи принаймні неконтрольовану) міграцію є насправді стиранням національних кордонів на догоду економічним цілям. Це значно підриває можливості країн щодо впровадження будь-якої політики підтримки сталого розвитку, в тому числі контролю за кількістю населення та виконання міжнародних домовленостей, підписаних з метою вирішення глобальних екологічних проблем.

Екологи і прибічники сталого розвитку повинні знайти переконливі відповіді на глибокі філософські й релігійні питання стосовно того, чому їх зусилля, врешті-решт, мають сенс.

4.2. Забезпечення збалансованого використання природних ресурсів України

Більшість проблем, які сьогодні постали перед людством, мають рукотворну природу, пов'язані із суспільною діяльністю. Тому марно сподіватися на те, що вони зникнуть самі по собі, без втручання людини. Тому практичні зусилля у напрямі охорони навколишнього середовища, зміна моделі виробництва і споживання, вирішення проблем забруднення води і повітря, збереження біорізноманіття мають базуватися на відповідальності і прозорості вчинків кожного учасника цього процесу.

Першопричинами екологічних проблем України є:

- успадкована структура економіки з переважаючою часткою ресурсо- та енергоємних галузей, негативний вплив якої був посилений переходом до ринкових умов;
- зношеність основних фондів промислової і транспортної інфраструктури;

- існуюча система державного управління у сфері охорони навколишнього природного середовища, регулювання використання природних ресурсів, відсутність чіткого розмежування природоохоронних та господарських функцій;
- недостатня сформованість інститутів громадянського суспільства;
- недостатнє розуміння в суспільстві пріоритетів збереження навколишнього природного середовища та переваг сталого розвитку;
- недотримання природоохоронного законодавства.

Атмосферне повітря

Основними забруднювачами атмосферного повітря є підприємства переробної і добувної промисловості та підприємства електро- і теплоенергетики (відповідно 31 і 21 та 40 відсотків загального обсягу викидів забруднюючих речовин, що надходять в атмосферне повітря від стаціонарних джерел забруднення).

Викиди забруднюючих речовин пересувними джерелами становлять 39 відсотків загальної кількості викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря. Причому викиди забруднюючих речовин автомобільним транспортом становлять 91 відсоток забруднюючих речовин, що викидаються пересувними джерелами.

Основними хімічними компонентами, які надходять в атмосферне повітря від стаціонарних та пересувних джерел є діоксид та інші сполуки сірки – 1097,6 тис.т (34,4% від загального обсягу забруднюючих речовин), оксид вуглецю – 775,6 тис. т (24,3%), метан – 579,3 тис. т (18,2%), речовини у вигляді суспендованих твердих часток – 378,2 тис. т (11,9%) та сполуки азоту – 300,2 тис. т (9,4%).

Найбільші викиди забруднюючих речовин спостерігались у Донецькій (1043,0тис.т), Дніпропетровській (855,8) Івано-Франківській (228,8) та Запоріжській (206,7) областях.

Основними причинами, що зумовлюють незадовільний стан якості атмосферного повітря в населених пунктах, є недотримання підприємствами режиму експлуатації пилогазоочисного обладнання, нездійснення заходів із зниження обсягу викидів забруднюючих речовин до встановлених нормативів, низькі темпи впровадження новітніх технологій та значне збільшення кількості транспортних засобів, зокрема тих, що вичерпали строк придатності.

Упродовж останніх років у промислово розвинутих містах в атмосферному повітрі постійно реєструвалася наявність до 16 поліциклічних ароматичних вуглеводнів, з яких 8 є канцерогенами, груп нітрозамінів

(нітрозодиметилам і нітрозодіетиламін) та важких металів (хром, нікель, кадмій, свинець, берилій). При цьому в обсягах забруднення хімічними канцерогенами найбільшу питому вагу мають сполуки класу поліциклічних ароматичних вуглеводнів.

Загалом канцерогенний ризик у 2009 році досяг 6,4-13,7 випадку онкологічних захворювань на 1 тисячу осіб (у 2014 році – 1,8-7,3 випадків раку на 1 тис. чоловік), що значно перевищує міжнародні показники ризику.

У Донецькій області кількість міст з високим рівнем забруднення атмосферного повітря складає 8, у Луганській області - 3, у Дніпропетровській області - 3 (одне з них з дуже високим рівнем забруднення). Інші міста – це ще сім обласних центрів та столиця України.

Однак, варто зазначити, що у зв'язку з бойовими діями на території Донецької та Луганської областей, по-перше: припинилося промислове виробництво на підприємствах, які були основними джерелами викидів, а по-друге: унеможливлено проведення повноцінного моніторингу, тому у деяких містах цих областей у порівнянні з минулими роками оцінки загального рівня забруднення повітря свідчать, про певне зменшення цього рівня.

За обсягом викидів забруднюючих речовин в порівнянні з 2013 роком зменшення спостерігається за всіма областями, окрім Івано-Франківської та Херсонської.

Використання озоноруйнівних речовин та їх вплив на довкілля

Хімічні речовини, здатні руйнувати озоновий шар називаються озоноруйнівними речовинами (ОРР), до яких належать хімічні сполуки, що здатні вступати в реакцію з молекулами озону в стратосфері.

У своїй основі озоноруйнівні речовини – це хлорвміщуючі, фторвміщуючі або бромвміщуючі вуглеводні. До них відносяться: хлорфторвуглеці, гідрохлорфторвуглеці, галонен, гідробромфторвуглеводні, бромхлорметан, метил хлороформ, чотири-хлористий вуглець і метил бромід.

У 1987 році був підписаний Монреальський протокол щодо зниження та поступового припинення антропогенних викидів озоноруйнівних речовин. Протокол містить список контрольованих озоноруйнівних речовин і визначає заходи щодо зниження виробництва і споживання ОРР. Протокол набув чинності 1 січня 1989 року, і на сьогодні більше 191 країни світу взяли на себе зобов'язання поступово вилучити ОРР з виробництва і споживання.

Україна приєдналася до Монреальського протоколу у 1988 році. На виконання вимог Монреальського протоколу Постановою Кабінету Міністрів України 04.03.2004 р. за № 256 затверджена "Програма припинення

виробництва та використання озоноруйнівних речовин на 2004-2030 роки в Україні".

Незважаючи на відсутність вітчизняного виробництва, озоноруйнівні речовини використовуються майже в усіх секторах економіки. Рядом вітчизняних підприємств вже істотно обмежено або й повністю припинено використання озоноруйнівних речовин шляхом перепрофілювання та впровадження альтернативних технічних рішень за рахунок власних ресурсів.

Вплив озоноруйнівних речовин на довкілля є загрозою здоров'ю для населення та біосфери. Як свідчать спостереження, за загальним вмістом озону над територією України, за останні 10 років товщина озонового шару зменшилась приблизно на 5%.

Руйнування озонового шару відбувається внаслідок таких причин:

- активне функціонування хімічної промисловості;
- використання азотних добрив;
- хлорування питної води;
- використання фреонів;
- спалювання ракетного палива двигунами літаків;
- утворення смогу у великих індустріальних містах.

Спостереження за станом озонового шару ведеться в Україні на 6-ти озонотричних станціях, розташованих в містах Борисполі, Києві, Львові, Прилуках, Сімферополі, Тернополі.

Охорона вод

Водні ресурси України складаються з поверхневих та підземних вод. Поверхневі водні об'єкти вкривають 24,1 тис. км², або 4 % загальної території України. До таких об'єктів належать річки, озера, водосховища, ставки, канали тощо. До великих річок за довжиною в межах України належать Дніпро, Південний Буг, Дністер, Сіверський Донець, Десна, Західний Буг, Тиса, Прип'ять, Дунай.

Більшість річок впадає в басейни Чорного та Азовського морів і лише 4,4 % - у басейн Балтійського моря. Найбільша кількість річок припадає на басейн Дніпра - 27,7 %, Дунаю - 26,3 %, Дністра - 23,7 % і Південного Бугу - 9,3 %.

За багаторічними спостереженнями потенційні ресурси річкових вод України (разом із р. Дунай) становлять 209,8 км³, із яких 25 % формуються в межах України і розглядаються як власний водний фонд України, а решта - надходить із зарубіжних країн - Румунії, Молдови, Угорщини, Польщі, Республіки Білорусь, Російської Федерації.

Україна належить до найменш водозабезпечених держав Європи, оскільки запаси місцевих ресурсів річкового стоку на одну людину становлять близько 1,0 тис. м³ на рік. Для порівняння у країнах Європи цей показник становить: Норвегія - 96,9; Швеція - 24,1; Фінляндія - 22,5; Франція - 4,6; Італія - 3,9; Великобританія - 2,7; Польща - 1,7; Німеччина - 1,3; Угорщина - 0,8 тис. м³ на рік.

Водокористування в Україні здійснюється переважно нераціонально, непродуктивні витрати води збільшуються, об'єм придатних до використання водних ресурсів внаслідок забруднення і виснаження зменшується.

Найбільшими водоспоживачами у територіальному розрізі є Дніпропетровська (1 565 млн. м³), Донецька (1697 млн. м³), Запорізька (1149 млн. м³), Київська (911 млн. м³), Херсонська (1442 млн. м³), Одеська (977 млн. м³) області та м. Київ (615 млн. м³), на які припадає 72,6 % сумарного обсягу забору води.

Втрати води при транспортуванні до споживача в 2014 р. становили 1390 млн. м³ або 11,7 % від водозабору.

Практично всі поверхневі водні джерела і ґрунтові води забруднені. Основні речовини, які призводять до забруднення, - сполуки азоту та фосфору, органічні речовини, що піддаються легкому окисленню, отрутохімікати, нафтопродукти, важкі метали, феноли. Інтенсивна евтрофікація внутрішніх водойм призводить до погіршення стану Чорного та Азовського морів.

За рівнем раціонального використання водних ресурсів та якості води Україна, за даними ЮНЕСКО, серед 122 країн світу посідає 95 місце.

Система державного управління в галузі охорони вод потребує невідкладного реформування у напрямі переходу до інтегрованого управління водними ресурсами. Функції управління в галузі охорони, використання та відтворення вод розподілені між різними центральними органами виконавчої влади, що призводить до їх дублювання, неоднозначного тлумачення положень природоохоронного законодавства та неефективного використання бюджетних коштів.

Питне водопостачання України майже на 80 відсотків забезпечується використанням поверхневих вод. Екологічний стан поверхневих водних об'єктів і якість води в них є основними чинниками санітарного та епідемічного благополуччя населення.

Водночас більшість водних об'єктів за ступенем забруднення віднесена до забруднених та дуже забруднених.

Підземні води України в багатьох регіонах (Автономна Республіка Крим, Донбас, Придніпров'я) за своєю якістю не відповідають нормативним

вимогам до джерел водопостачання, що пов'язано передусім з антропогенним забрудненням. Особливе занепокоєння викликає стан водопостачання сільського населення, оскільки централізованим водопостачанням забезпечено лише 25 відсотків сільських населених пунктів України.

Забруднення води нітратами призводить до виникнення різноманітних захворювань, зниження загальної резистентності організму і, як наслідок, до підвищення рівня загальної захворюваності, зокрема на інфекційні та онкологічні захворювання.

Невідповідність якості питної води нормативним вимогам є однією з причин поширення багатьох інфекційних та неінфекційних хвороб.

Охорона земель і ґрунтів

Станом на 01.01.2015 р. земельний фонд України в межах її кордонів складав 60354,9 тис. га., що дорівнює 0,4 % площі суші Землі та відповідно 6 % площі Європейського субконтиненту.

Чинним Земельним кодексом України з 01.01.2002 р. інституційно закріплено три форми власності на землю – державну, комунальну та приватну, котрі визначено як рівноправні.

Однак на сьогодні де-факто існує й колективна власність на землю, що перебуває в стадії трансформації.

Так, як свідчать статистичні дані Державної служби України з питань геодезії, картографії та кадастру, за 2014 рік у державній власності перебувало 28,9 млн га (47,76 %), приватній власності юридичних та фізичних осіб – 31,4 млн га (52,1, %), колективній – 55,3 тис. га (0,09 %), комунальній – 32,3 тис. га (0,05 %) та на правах оренди перебуває 20,8 млн га (34,5 %) з усіх земель.

Серед земель України найбільшу територію займають землі сільськогосподарського призначення (71 відсоток), 78 відсотків з яких є ріллею.

Проблему охорони земель, боротьби з їх деградацією піднято сьогодні до рівня основних, глобальних, оскільки деградація земель має місце у всьому світі. Основним критерієм деградації земель є ґрунтовий покрив як один з особливо вразливих об'єктів природи. Результати моніторингу ґрунтів свідчать, що стан земельних ресурсів України близький до критичного. За період проведення земельної реформи значна кількість проблем у сфері земельних відносин не лише не розв'язана, а й загострилася.

На всій території поширені процеси деградації земель, серед яких найбільш масштабними є ерозія (близько 57,5 відсотка території),

забруднення (близько 20 відсотків території), підтоплення (близько 12 відсотків території).

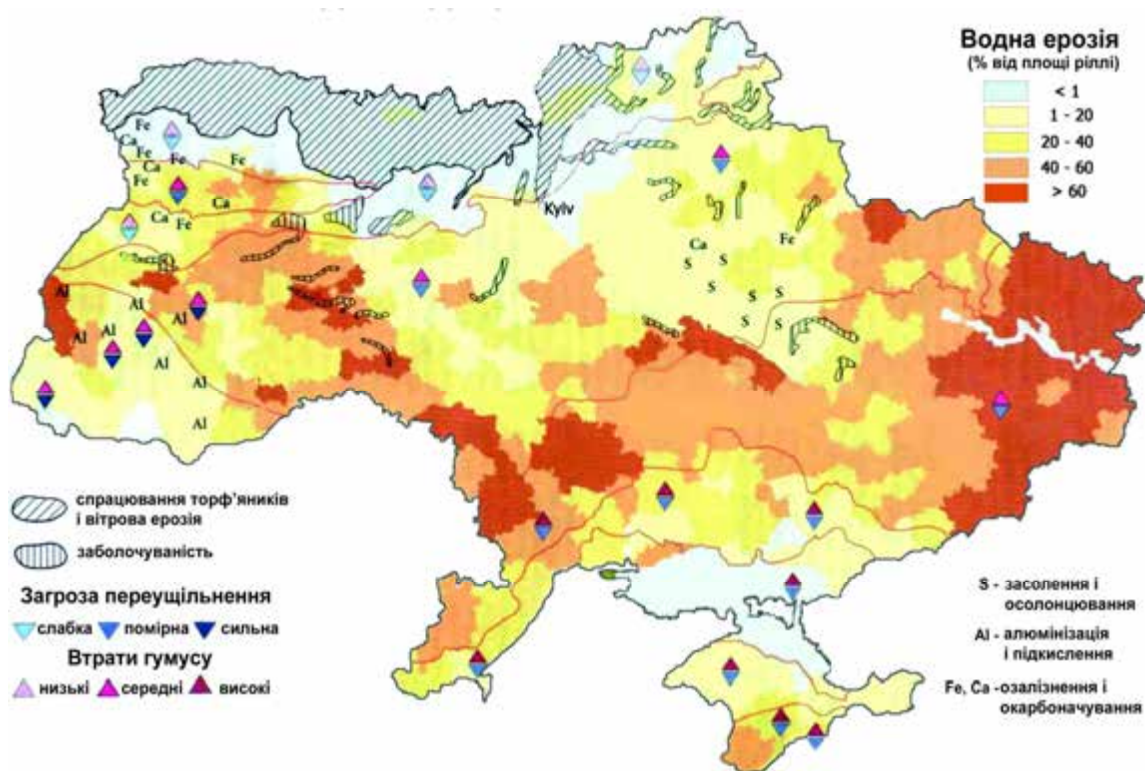


Рис. 4.2. Поширення деградаційних процесів ґрунтів України¹⁸

Середньорічні втрати ґрунту від водної та вітрової ерозії складають 15 т/га. Це означає, що ґрунтовий покрив країни втрачає щороку біля 740 млн. т родючого ґрунту, який містить близько 24 млн. т гумусу, 0,7 млн. т рухомих фосфатів, 0,8 млн. т – калію, 0,5 млн. т азоту та великі кількості мікроелементів.

Інформація про стан родючості ґрунтів України формується шляхом моніторингу ґрунтів, головною складовою якого на сьогодні є обстеження сільськогосподарських угідь, яку проводить уповноважена Мінагрополітики державна установа «Інститут охорони ґрунтів України» (ДУ «Держґрунтохорона»). Обстеження проводяться циклічно кожні 5 років. Результати моніторингу свідчать, що вміст поживних речовин та гумусу у ґрунтах зменшуються.

Загалом, в Україні ґрунти найбільш забруднені свинцем, цинком, менше – манганом, міддю, кадмієм і нікелем. У промислових містах внаслідок багаторічних викидів забруднювальних речовин у атмосферне

¹⁸ Джерело: Національний науковий центр «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О.Н. Соколовського НААН»

повітря навколо підприємств сформувалися зони підвищеного забруднення ґрунтового покриву важкими металами.

Проблеми у сфері охорони земель значною мірою зумовлені незавершеністю процесу інвентаризації і автоматизації системи ведення державного земельного кадастру, недосконалістю землевпорядної документації та недостатністю нормативно-правового забезпечення, проведення освітньої та просвітницької роботи, низькою інституціональною спроможністю відповідних органів виконавчої влади.

Охорона лісів

За площею лісів та запасами деревини Україна є державою з дефіцитом лісових ресурсів.

Ліси займають більш як 15,9 відсотка території України (9,58 мільйона гектарів) і розташовані в основному на півночі (Полісся) та заході (Карпати). Оптимальним, за європейськими рекомендаціями, є показник лісистості 20 відсотків, для досягнення якого необхідно створити більше 2 мільйонів гектарів нових лісів.

Загальна площа вкритих лісовою рослинністю земель збільшилася з 1961 року із 7,1 до 9,5 мільйона гектарів (на 33,8 відсотка).

Якщо зазначені темпи заліснення будуть збережені, то лише через 20 років в Україні буде досягнутий оптимальний рівень лісистості.

Ліси Держлісагенства, віднесені до природно-заповідного фонду, займають близько 1,2 мільйона гектарів, або 35 відсотків природно-заповідного фонду України. Частка заповідних лісів, що перебувають у підпорядкуванні Держлісагенства, становить 15,4 відсотка.

Повноваження з охорони та відтворення лісів покладені на центральні та місцеві органи виконавчої влади, що призводить до їх дублювання та неефективного використання бюджетних коштів. Система управління в галузі охорони та відтворення лісів не повністю забезпечує багатоцільове, безперервне і невиснажливе використання ресурсів та лісових екосистем. Необхідно здійснити реформування зазначеної системи із забезпеченням розмежування природоохоронних і господарських функцій.

Надра

За результатами проведених підприємствами, установами та організаціями, які відносяться до сфери управління Державної служби геології та надр України, геологорозвідувальних робіт, в Україні створена потужна мінерально-сировинна база (МСБ).

В надрах України виявлено понад 20 000 родовищ і рудопроявів з 95 видів корисних копалин, з яких близько 8 000 родовищ мають промислове значення і обліковуються Державним балансом запасів.

Близько 3 000 родовищ освоєно промисловістю та на їх базі функціонують понад 2 000 гірничовидобувних підприємств.

За обсягом розвіданих запасів вугілля, залізних, марганцевих і титано-цирконієвих руд, а також графіту, каоліну, калійних солей, сірки, вогнетривких глин, облицювального каменю Україна належить до однієї з провідних країн світу. Зокрема, запаси вугілля відносно світових становлять 7,5 %, залізних руд – 15%, марганцевих – 42,8%.

Більшість корисних копалин в Україні видобувається в межах кількох головних гірничопромислових регіонів - Донецького, Криворізько-Нікопольського, Прикарпатського.

Довготривале інтенсивне використання ресурсів надр у цих регіонах призвело до значних змін геологічного середовища та виникнення надзвичайних ситуацій природного і техногенного характеру.

Головними чинниками негативного впливу є надзвичайно висока концентрація гірничодобувних підприємств, високий рівень виробленості переважної більшості родовищ, недостатній обсяг фінансування робіт, спрямованих на зменшення впливу на навколишнє природне середовище, зумовленого розробкою родовищ.

Відходи та небезпечні хімічні речовини

Проблема утворення відходів набула в наш час глобального характеру і стала невідкладним питанням державної політики для міжнародної спільноти загалом. Зростаюча кількість відходів і підвищення пов'язаної з ними небезпеки справляє значний вплив на глобальну екологію і місцеве навколишнє середовище, на стан природних ресурсів, здоров'я населення, на місцеву економіку і умови життя, приходячи у все більшу суперечність з цілями сталого розвитку.

Відходи відзначаються різноманітним складом і є комплексними сумішами речовин, які містять значні кількості антропогенних забруднень хімічного та біологічного походження, що становить потенційну небезпеку для здоров'я населення.

В національному контексті, зважаючи на структуру господарського комплексу і домінування в ньому ресурсоемних багатовідхідних технологій, управління відходами виходить за рамки технологічних питань, оскільки становить комплексну проблему, що охоплює всі ключові аспекти сталого розвитку – екологічні, економічні і соціальні.

Враховуючи глобальний для суспільства характер проблеми, наша країна мусить сформувати соціально адекватну систему поводження з відходами та розробити сучасну стратегію поводження з ними.

У 2014 році в Україні згідно з даними Державної служби статистики обсяги утворення відходів усіх класів небезпеки становили 354,8 млн.т, у тому числі від економічної діяльності підприємств та організацій – 348,4 млн.т, у домогосподарствах – 6,4 млн.т.

Із загального обсягу утворених відходів 354,1млн.т становили відходи IV класу небезпеки, 646,8тис.т – III класу небезпеки, 36,7 тис.т – II класу небезпеки, 2,6 тис.т – I класу небезпеки.

Гострою природоохоронною проблемою є поводження з побутовими відходами. Питомі показники утворення відходів у середньому становлять 220-250 кілограмів на рік на одну особу, а у великих містах досягають 330-380 кілограмів на рік відповідно. Тверді побутові відходи в основному захороняються на 4157 сміттєзвалищах і полігонах загальною площею близько 7,4 тисячі гектарів і лише близько 3,5 відсотка твердих побутових відходів спалюються на двох сміттєспалювальних заводах у містах Києві та Дніпропетровську. За розрахунками, близько 0,1 відсотка побутових відходів є небезпечними.

В Україні спостерігається тенденція до збільшення обсягу утворених і вивезених на полігони твердих побутових відходів.

Збирання відходів є основним завданням санітарного очищення населених пунктів. Неналежна санітарна їх очистка призводить до виникнення стихійних та безхазяйних звалищ. Виконкомми міських рад та райдержадміністраціями щорічно проводиться робота по ліквідації несанкціонованих і безхазяйних звалищ відходів.

Але ліквідація звалищ не вирішує гострої проблеми, яка склалась з твердими побутовими відходами. Несанкціоновані звалища набувають не тільки досить великих розмірів, а й накопичують небезпечні речовини і матеріали, нерідко 1-го і 2-го класів небезпеки. Це становить екологічну небезпеку, оскільки стічні води, насичені забруднюючими речовинами, потрапляють у водні об'єкти.

Серед твердих побутових відходів збільшується частка відходів, які не піддаються швидкому розкладу і потребують значних площ для зберігання. Кількість перевантажених сміттєзвалищ становить 243 одиниці (5,8 відсотка їх загальної кількості), а 1187 одиниць (28,5 відсотка) - не відповідають нормам екологічної безпеки.

Існуюча структура системи санітарного очищення населених пунктів недосконала.

Будівництво полігонів твердих побутових відходів, які б відповідали екологічно-санітарним вимогам, та оформлення згідно з чинним законодавством відведення земельних ділянок під полігони твердих побутових відходів (ТПВ) є найгострішою і актуальною проблемою, особливо у районах з рекреаційним призначенням. А там де ведеться будівництво полігонів, то постійно виникають проблеми із фінансуванням і дані об'єкти вимушені відносити до довгострокових.

Практично всі діючі міські звалища для видалення відходів не відповідають еколого-санітарним вимогам, більшість з них вичерпали свої потужності і не забезпечують екологічну безпеку.

Технологічна недосконалість облаштування звалищ викликає забруднення поверхневих і підземних вод, створює загрозу погіршення екологічного, санітарно-епідеміологічного стану та стану здоров'я населення, деградації рекреаційних ресурсів. Екологічна ситуація ускладнюється через те, що впродовж тривалого часу не вирішуються проблеми у сфері поводження з відходами і перш за все, через великі обсяги їх щорічного утворення, через низький рівень їх роздільного збору та передачі на подальшу утилізацію спеціалізованим підприємствам.

Значну загрозу для навколишнього природного середовища та здоров'я людини становлять медичні відходи, що містять небезпечні патогенні та умовно патогенні мікроорганізми. В Україні щорічно утворюється приблизно 350 тисяч тонн медичних відходів, що становлять потенційний ризик поширення інфекцій.

На кінець 2009 року в Україні на 2987 складах накопичено більше 20 тисяч тонн непридатних пестицидів, більше половини з яких - невідомі суміші високотоксичних пестицидів, які належать до переліку стійких органічних забруднювачів ООН.

Біологічне та ландшафтне різноманіття

Відомо, що людство, починаючи з середини 1980-х, споживає більше відновних ресурсів і виділяє в довкілля більше відходів, ніж екосистеми планети здатні виробити і абсорбувати, тому збереження біорізноманіття стає життєво важливим завданням людства. Надзвичайно актуальним воно є і для України.

Внаслідок господарювання в Україні, особливо в останнє століття, відбулися значні зміни в ландшафтах та середовищах існування. Різко зменшилася площа, зайнята природними угрупованнями — до 29%, в тому числі лісами — до 14,3% території країни, було практично знищено степ як природний біом, значних змін зазнали гідрологічні умови території у зв'язку

з будівництвом рівнинних гідроелектростанцій та створенням водосховищ, осушенням боліт Полісся та обводненням степу.

Спостерігається антропогенне забруднення значних територій, що теж загрожує втратою біорізноманіття. В той же час Україна має багату біоту, яка нараховує понад 27 тис. видів рослин і 45 тис. видів тварин.

Займаючи менше 6 відсотків площі Європи, Україна володіє близько 35 відсотками її популяційної біорізноманіття. Біосфера України нараховує більше 70 тисяч видів флори і фауни, зокрема флори - більш як 27 тисяч видів, фауни - більш як 45 тисяч видів.

Оскільки Україна розташована на перетині міграційних шляхів багатьох видів фауни, через її територію проходять два основних глобальних маршрути міграції диких птахів, а деякі місця гніздування мають міжнародне значення. Більше 100 видів перелітних птахів охороняються відповідно до міжнародних зобов'язань.

Екстенсивний розвиток сільського господарства призвів до значного зменшення ландшафтного різноманіття. Більше 40 відсотків площі України в минулому були зайняті степовими ландшафтами. На сьогодні їх залишилося близько 3 відсотків. На цих територіях зосереджено 30 відсотків усіх видів флори і фауни, занесених до Червоної книги України. Протягом останніх років спостерігається збільшення кількості видів рослин і тварин, занесених до Червоної книги України.

Основними загрозами біорізноманіттю всіх структурних елементів екомережі України є антропогенні чинники, віднесені до трьох груп:

1) пряме фізичне знищення (полювання, рибальство, рубання, заліснення корінних трав'яних типів рослинності, перевипасання, пожежі, цілеспрямоване випалювання, розорювання, розробка кар'єрів, рекреація та урбанізація),

2) зміна природних середовищ (сильватизація¹⁹, резерватні сукцесії, фрагментація екотопів, модифікація місцезростань),

3) забруднення (біологічне, комунальне).

Формування екологічної мережі України є одним з впливових заходів, що має, по-перше, з'єднати фрагментовані збережені природні ділянки, по друге збільшити площі територій із обмеженим антропогенним впливом.

Загальнодержавна програма формування національної екологічної мережі України на 2000-2015 роки (далі – Програма) затверджена Законом України від 21.09.2000 р. № 1989-III.

¹⁹ Сильватизація — процес формування в штучних лісах ознак природного лісу

Основою для формування загальнополітичних та стратегічних заходів Програми стали рекомендації Всеєвропейської стратегії збереження біологічного та ландшафтного різноманіття (1995 р.) щодо формування Всеєвропейської екомережі як єдиної просторової системи.

Основною метою Програми є збільшення площі земель країни з природними ландшафтами до рівня, достатнього для збереження їх різноманіття, близького до притаманного їм природного стану та формування їх територіально єдиної системи, побудованої відповідно до забезпечення можливості природних шляхів міграції та поширення видів рослин і тварин, яка б забезпечувала збереження природних екосистем, видів рослинного і тваринного світу та їх популяцій.

Відповідно до Закону України "Про екомережу" до структурних елементів екомережі відносяться ключові, сполучні, буферні та відновлювані території. Ключові території забезпечують збереження найбільш цінних і типових для даного регіону компонентів ландшафтного та біорізноманіття. Сполучні території (екокоридори) поєднують між собою ключові території, забезпечують міграцію тварин та обмін генетичного матеріалу. Буферні території забезпечують захист ключових та сполучних територій від зовнішніх впливів. Відновлювані території забезпечують формування просторової цілісності екомережі, для яких мають бути виконані першочергові заходи щодо відтворення первинного природного стану.

Велика робота із збереження біологічного та ландшафтного різноманіття ведеться на природно-заповідних територіях.

До складу природно-заповідного фонду України входять більш як 7608 територій та об'єктів загальною площею 3,2 мільйона гектарів (5,4 відсотка загальної площі країни) та 402,5 тисячі гектарів у межах акваторії Чорного моря.

Однак, частка природно-заповідних територій в Україні є недостатньою і залишається значно меншою, ніж у більшості країн Європи, де площі, зайняті під природно-заповідні території, становлять у середньому 15 відсотків.

Хоча за роки незалежності площа природно-заповідного фонду України збільшилася у два рази, але окремі об'єкти природно-заповідного фонду перебувають в управлінні центральних органів виконавчої влади, для яких природно-заповідна справа не є пріоритетом діяльності.

З метою припинення процесів погіршення стану навколишнього природного середовища необхідно збільшувати площі земель екомережі, що є стратегічним завданням у досягненні екологічної збалансованості території України. Збільшення площі національної екомережі має насамперед

відбуватися в результаті розширення існуючих та створення нових об'єктів природно-заповідного фонду.

4.3. Екосистеми та добробут людини

Зниження чисельності видів (тобто втрата біорізноманіття), яка спостерігається останніми роками, нерозривно пов'язане зі станом екосистем, які підтримують стан цих видів. Руйнування екосистем несе загрозу не тільки для тварин і рослин, що входять до їх складу, але і для людини. Це пов'язано з тим, що екосистеми забезпечують нас продовольством, прісною водою, чистим повітрям, енергією, лікарською сировиною, культурною спадщиною та можливостями для відпочинку.

Крім того, ми залежимо від благополуччя і різноманітності природних систем, які підтримують кругообіг і якість води і повітря, регулювання клімату, запилення рослин і поширення насіння, а також регулювання чисельності шкідників і чинників захворюваності.

Усвідомлення того факту, що природні екосистеми забезпечують багатогранні потреби людського суспільства, має велике економічне, екологічне та соціально-культурне значення. Розпочинаючи від періоду другої половини 1960-х – початку 1970-х років увага суспільства безперервно прикута до цих питань.

Добробут людини і стійкість екосистем повністю взаємозалежні.

Ця концепція знайшла визнання в національних екологічних політиках і законодавстві багатьох країн. Зокрема одним із пріоритетних стратегічних завдань екологічної політики України визначено "проведення до 2015 року інформаційно-просвітницької кампанії щодо цінності екосистемних послуг на прикладі екосистем України, формування до 2015 року та подальше застосування вартісної оцінки екосистемних послуг".

Концепцію екосистемних послуг розглядають як перспективний підхід у налагодженні взаємозв'язків між екосистемою і добробутом людини. Хоча термін "екосистемні послуги" був вперше запропонований у 1981 р. Полом та Енні Ерліхами, походження концепції сягає кінця 1960-х і 1970-х років, коли було звернено увагу на соціальну значимість функцій природи.

Упродовж 1970-1980 рр. особливу увагу було акцентовано на соціальній та економічній залежності людини від природних ресурсів з метою залучення суспільного інтересу в галузі збереження біорізноманіття.

Важливими віхами у формуванні систем обліку та оцінювання екосистемних послуг були книга Германа Дейлі "Послуги Природи: соціальна залежність від природних екосистем" та стаття Роберта Костанзи і

співавторів в журналі "Nature", у якій зроблено спробу розрахувати загальну вартість світового природного капіталу, як сумарної вартості послуг усіх екосистем планети Земля. Фінансові показники, оприлюднені у цій публікації, вплинули на розвиток як науки, так і політики держав в усьому світі.

За словами Костанза і Фольке, **екосистемні послуги "репрезентують отримання людських переваг від екосистемних функцій, прямо чи опосередковано"**.

За визначенням Г. Дейлі, **екосистемні послуги (на означення яких він використовує термін "послуги природи") – це "умови і процеси", а також "життєзабезпечувальні функції"**.

В визначенні документу ООН Millenium Ecosystem Assessment (MEA), яке широко використовували у міжнародних наукових дослідженнях, наголошено на **тісному зв'язку екосистемних послуг та вигід, які створюються прямо чи опосередковано екологічними системами для людини**.

На основі підходу MEA у межах міжнародного проекту "Економіка екосистем та біорізноманіття" (ЕЕБ) **екосистемні послуги визначають як прямий і непрямий внесок екосистем у добробут людини**.

Незважаючи на значну кількість досліджень в області екосистемних послуг, у цей час ще не вироблена їхня єдина класифікація.

Наразі є три міжнародні класифікації екосистемних послуг:

– класифікація в доповіді «Оцінка екосистем на порозі тисячоріччя» (2005) використовується для глобальної і субглобальної оцінки екосистемних послуг;

– класифікація міжнародного проекту «Економіка екосистем і біорізноманіття – TEEB The Economics of Ecosystems and Biodiversity» (2010), яка використовується країнами, учасниками цього проекту для оцінки екосистемних послуг на національному рівні;

– класифікація Європейського агентства по охороні навколишнього середовища CICES – Common International Classification of Ecosystem Services (2011), заснована на двох вищевказаних класифікаціях, але більшою мірою націлена на економічну оцінку і облік екосистем на національному, регіональному і локальному рівнях.

У проекті «Оцінка екосистем на порозі тисячоліття – Millennium Ecosystem Assessment», ініційованого ООН, послуги, які надаються екосистемами, можуть відноситися до однієї **із чотирьох широких категорій**:

1) ті, що забезпечують;

- 2) ті, що регулюють;
- 3) культурні, які безпосередньо впливають на людей, і
- 4) підтримуючі послуги, необхідні для збереження інших послуг

Підтримуючі послуги відрізняються від забезпечуючих, регулюючих і культурних послуг тим, що їх вплив на людей є непрямим, або здійснюється протягом дуже тривалого часу, у той час як зміни в інших категоріях послуг мають відносно безпосередній і короткочасний вплив на людей.

Деякі послуги можуть бути віднесені і до підтримуючих, і до регулюючих залежно від масштабу часу і безпосередності їх впливу на людей. Наприклад, люди не користуються безпосередньо послугами ґрунтоутворення. Ці зміни будуть надавати непрямий вплив на них через забезпечуючу послугу виробництва продовольства.

Деякі інші приклади підтримуючих послуг включають виробництво первинної продукції, виробництво атмосферного кисню, кругообіг живильних речовин, кругообіг води.

Види екологічних послуг.

До екологічних послуг відносять:

а) забезпечуючі (постачаючі) послуги – продукти, що одержуються від екосистем:

1) продовольство – широкий набір харчових продуктів, що отримуються з рослин, тварин і мікробів;

2) прісна вода – люди одержують прісну воду з екосистем. Оскільки вода необхідна для існування життя, вона може розглядатися як підтримуюча послуга;

3) волокна – матеріали, що включають деревину, бавовну, вовну, шовк тощо;

4) паливо – біологічні матеріали (гній тощо);

5) генетичні ресурси – гени і генетична інформація, що використовуються для вирощування рослин, тварин, і біотехнології;

б) регулюючі послуги – вигоди, що одержуються від регулювання екосистемних процесів:

1) регулювання якості повітря – екосистеми, з одного боку, виділяють хімічні сполуки в атмосферу, а з іншого – видаляють їх з атмосфери, впливаючи на багато аспектів якості повітря;

2) регулювання клімату – екосистеми впливають на клімат як локально, так і глобально;

3) регулювання води – тривалість і величина водного стоку, повеней і поповнення запасів води в підземних водоносних системах. На здатність природної системи накопичувати воду впливають осушення водно-болотних

угідь або заміщення лісів сільськогосподарськими угіддями, міськими територіями;

4) регулювання ерозії – рослинний покрив відіграє важливу роль у збереженні ґрунту;

5) очищення води і стічних вод – екосистеми забезпечують фільтрацію і видалення з води забруднень;

в) культурні послуги – нематеріальні вигоди, які люди одержують від екосистем за допомогою духовного збагачення, розвитку пізнавальної діяльності, рекреації, естетичного досвіду, рефлексії;

1) культурна різноманітність – різноманітність екосистем є одним з факторів, що впливають на різноманітність культур;

2) духовні і релігійні цінності – багато релігій приписують духовні і релігійні цінності екосистемам або їх компонентам;

3) системи знань – екосистеми впливають на типи систем знань;

4) освітні цінності – екосистеми, їхні компоненти і процеси забезпечують основу як для формальної, так і неформальної освіти;

5) естетичні цінності – краса і естетичні цінності в різних властивостях екосистем;

6) рекреація і екотуризм – вибір місця для проведення дозвілля на основі характеристик ландшафту;

г) підтримуючі послуги – послуги, необхідні для підтримки всіх інших екосистемних послуг;

1) ґрунтоутворення – багато забезпечуючих послуг залежать від родючості ґрунтів і швидкості ґрунтоутворення;

2) круговорот живильних речовин – безліч живильних речовин, необхідних для життя, циркулюють в екосистемах;

3) круговорот води – вода циркулює по екосистемах і є життєво необхідною для живих організмів;

4) фотосинтез – фотосинтез продукує кисень, необхідний багатьом живим організмам.

Наявні запаси відновлюваних і невідновлюваних природних ресурсів, які підтримують життя людей (наприклад, рослин, тварин, повітря, води, ґрунтів, мінеральних ресурсів), можна охарактеризувати як **«природний капітал»**. Природний капітал забезпечує потік благ для людей як на місцевому, так і на глобальному рівнях. Ці блага часто називають «екосистемними послугами».

В результаті еволюції «активи», що входять до складу природного капіталу, набули здатності до самовідтворення або підтримки свого стану.

Однак зростання антропогенного навантаження, що виявляється, наприклад, у формі перетворення природних середовищ існування у сільськогосподарські угіддя, перевилову риби, забруднення прісних вод промисловими скидами, урбанізації, нестійких методів ведення сільського господарства і рибальських промислів, призводить до скорочення природного капіталу темпами, що перевищують його здатність до відновлення.

Ми вже зараз стикаємося з проявами виснаження природного капіталу. Очікується, що ці прояви будуть посилюватися з часом, викликаючи загострення проблем в сфері продовольчої і водної безпеки, зростання цін на багато видів сировини, а також посилення конкуренції за земельні і водні ресурси.

У свою чергу, посилення конкуренції за природний капітал буде призводити до загострення конфліктів і посилення міграції, подальшого прискорення зміни клімату та підвищенню уразливості до таких стихійних лих, як посухи і повені.

Ще одним наслідком буде загальне погіршення фізичного і психічного здоров'я і благополуччя людей, що стане додатковим чинником загострення конфліктів і збільшення міграційних потоків.

Здорові екосистеми критично важливі для нашого виживання, добробуту і процвітання. Зростаюче антропогенне навантаження веде до скорочення природного капіталу темпами, що перевищують його здатність до відновлення.

Вплив людини на планету

Здатність природи компенсувати впливи, пов'язані з діяльністю людства, завжди була обмежена. Однак у минулому деградація навколишнього середовища, викликана забрудненням та іншими видами впливу, як правило, проявлялася на місцевому рівні.

Сьогодні ми досягли меж стійкості природи до наших дій і на планетарному рівні.

Чисельність населення планети зросла з приблизно 1,6 млрд чол. в 1900 році до 7,3 млрд чол. у даний час. При цьому зростаючі потреби в ресурсах задовольнялися за рахунок технологічних інновацій і масштабного використання викопного палива.

Яскравим прикладом є промисловий метод фіксації атмосферного азоту в складі аміаку, розроблений на початку XX століття. Сьогодні мінеральні азотні добрива, одержувані в такий спосіб, дозволяють забезпечувати

продовольством близько половини населення Землі, але одночасно є джерелом забруднення повітря, вод і ґрунтів.

Інший приклад: Легкодоступне викопне паливо є джерелом енергії для побутового та промислового використання і створює можливості для масштабної міжнародної торгівлі. Однак платою за це є підвищення концентрації CO₂ в атмосфері, що призводить до глобальної зміни клімату

Масштаби людської діяльності і пов'язаного з нею використання ресурсів зростають настільки швидко, особливо з середини ХХ століття, що навколишнє середовище, яке завжди забезпечувало умови для нашого розвитку і зростання, починає руйнуватися. Ясно, що запобігання загрозам на планетарному рівні буде набагато складнішим завданням, ніж всі, з чим ми стикалися до цього моменту.

Погляд на Землю як на єдину систему повинен допомогти нам усвідомити складні взаємозв'язки між діяльністю людини і глобальними наслідками, такими, що порушують природний стан планети.

Він дозволить нам побачити, як зміни на місцевому рівні призводять до серйозних наслідків на інших географічних рівнях, і зрозуміти, як вплив на одну природну систему може зачіпати і інші системи.

Планетарні межі

Концепція планетарних меж - один із прикладів такого погляду на «систему Земля». **Ця концепція демонструє, як глобальні моделі виробництва і споживання ведуть до посилення ризиків як для природних, так і для соціальних систем.**

В основі концепції лежить уявлення про дев'ять типів змін у глобальних природних системах, викликаних діяльністю людини (рис.).

Ці зміни включають

- 1) порушення цілісності біосфери (знищення екосистем і біорізноманіття),
- 2) зміну клімату і
- 3) пов'язане з ним окислення океану,
- 4) зміни в системі землекористування,
- 5) нестійке використання прісноводних ресурсів,
- 6) зміни в біогеохімічних потоках (надходженні азоту і фосфору в біосферу),
- 7) зміни у складі і кількості атмосферних аерозолів і
- 8) хімічні забруднення, що призводять, зокрема, до
- 9) виснаження стратосферного озону.

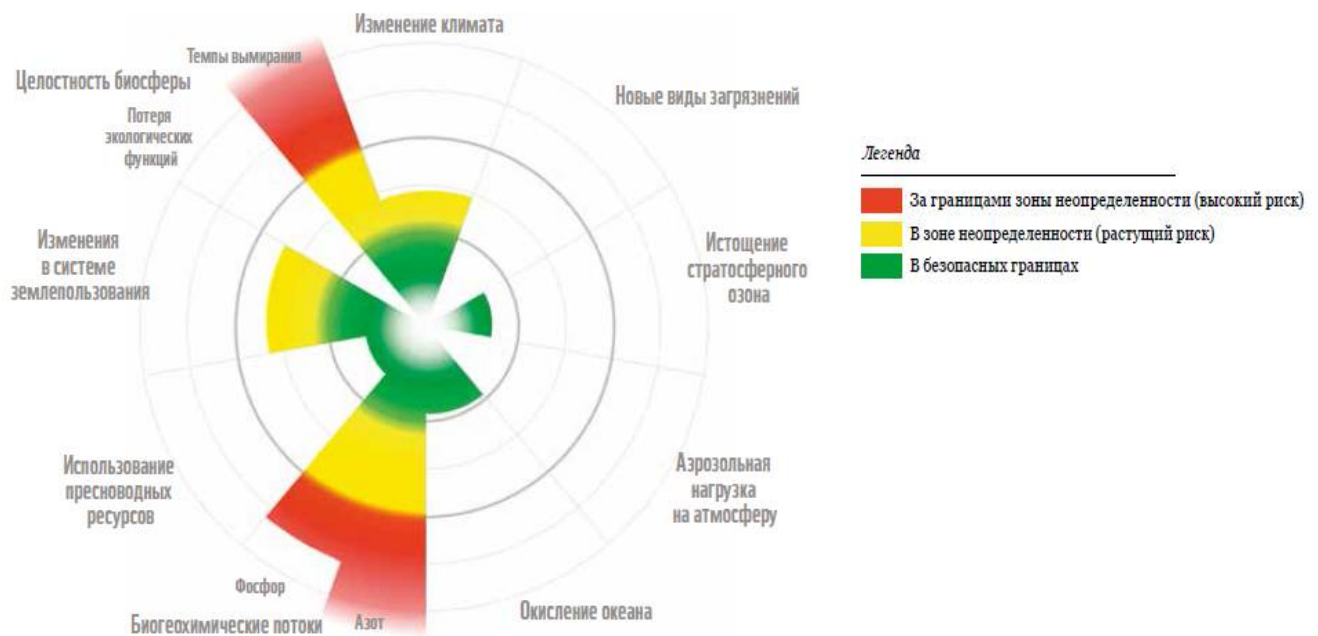


Рис. 4.3. – Планетарні межі

Зелений колір відповідає безпечній зоні (в планетарних межах), жовтий - зоні невизначеності, для якої характерний зростаючий ризик порушення стабільності планетарних систем, а червоний - зоні високого ризику виходу «системи Земля» з стабільного стану, характерного для епохи голоцену. Самі планетарні межі представлені внутрішньою окружністю, зображеною жирною лінією (Steffen et al., 2015).

Виходячи з нашого зростаючого розуміння функціонування глобальної екосистеми і її стійкості до зовнішніх впливів, **концепція планетарних меж** дозволяє визначити діапазон змін, безпечний для функціонування цих критично важливих підсистем «системи Земля».

Залишаючись у «безпечній області», обмеженій цими межами, людство здатне розвиватися і процвітати.

Виходячи за межі, ми ризикуємо заподіяти незворотної шкоди ресурсам, від яких залежить наше існування.

Хоча є певний ступінь наукової невизначеності щодо фізико-хімічних, біологічних та соціальних наслідків виходу за планетарні межі, результати досліджень дозволяють припустити, що на сьогодні людство вже вийшло за межі безпечного функціонування чотирьох з цих систем.

Уже зараз очевидні ефекти на глобальному рівні і пов'язані з ними ризики для людини, викликані зміною клімату, порушенням цілісності біорізноманіття, змінами біогеохімічних потоків і системи землекористування.

Ясно одне: ми не можемо вирішувати проблеми, пов'язані з однією межею, не беручи до уваги інші. Різні планетарні системи не ізольовані одна від одної; зміни в одній з них можуть посилюватися за рахунок змін в суміжних системах.

Якщо ми прагнемо обмежити зміну клімату шляхом видалення CO₂ з атмосфери за рахунок застосування нових технологій і скорочення викидів, але не враховуємо впливу змін в землекористуванні, біогеохімічних потоків і інших підсистем на цілісність біосфери, ми не зможемо прокласти безпечний курс через епоху антропоцен.

4.4. Досягнення екологічної стабільності

У 2000 році на Саміті Тисячоліття ООН 189 держав світу, у тому числі й Україна, затвердили Декларацію Тисячоліття ООН, у якій визначено глобальні **Цілі Розвитку Тисячоліття (ЦРТ)** ООН до 2015 року. ЦРТ включають завдання, спрямовані на подолання бідності та голоду, забезпечення доступності освіти та гендерної рівності, скорочення дитячої смертності та поліпшення здоров'я матерів, боротьбу з ВІЛ/СНІДом та іншими захворюваннями, забезпечення сталого розвитку довкілля, формування глобального партнерства з метою розвитку.

Стан досягнення ЦРТ протягом 2000–2015 років.

У напрямі **подолання бідності** було знижено масштаби бідності за відносним критерієм (частка населення за національною межею бідності скоротилася з 26,4% у 2000 році до 24,5% у 2013 році). Проте протягом останніх років масштаби бідності збільшилися та з'явилися нові форми бідності.

Для забезпечення **якісної освіти** впродовж життя були зроблені кроки у напрямі реформування системи освіти. Загальною середньою освітою охоплено 98,3% дітей шкільного віку (99,3% випускників 9-х класів продовжують навчання для здобуття повної загальної середньої освіти), дошкільними навчальними закладами охоплено 63,5% дітей у міських поселеннях, 39,9% – у сільській місцевості. Вищою освітою охоплено 40,9% молоді віком 17–24 роки, проте необхідно забезпечити відповідність освітньої підготовки вимогам ринку праці (з урахуванням прогнозованих тенденцій розвитку економіки).

Забезпечення **гендерної рівності** є викликом для України. Досягнення гендерного паритету в органах влади та державного управління залишається актуальним завданням, незважаючи на здобутки та зміни на законодавчому й інституційному рівнях.

Розрив у середній заробітній платі між чоловіками та жінками (близько 30%) є ще одним проявом гендерної нерівності.

Зменшення дитячої смертності майже вдвічі протягом 2000–2014 років (з 15,6 до 9,3 померлих у віці до 5 років на 1000 живонароджених) відбулося завдяки цілеспрямованим зусиллям, у тому числі у частині реформування та розвитку системи перинатальної допомоги. Водночас наявні приклади невідповідності статистичних даних із різних джерел свідчать про необхідність удосконалення системи спостережень.

Позитивні тенденції було забезпечено й на шляху **поліпшення здоров'я матерів**: рівень материнської смертності в Україні знижено за 2000–2015 роки в 1,6 раза (з 24,7 до 15,1 на 100 тис. живонароджених). На ранніх стадіях вагітності понад 90% жінок проходять регулярні медичні огляди. Однак викликає тривогу, що понад 40% дорослого населення України (у тому числі й жінки дітородного віку) віком від 18 до 65 років мають принаймні одне хронічне захворювання.

Недостатнім є рівень усвідомлення особистої відповідальності за своє здоров'я серед молоді та пропаганди «здорового способу життя». На шляху **обмеження поширення ВІЛ-інфекції/СНІДу та туберкульозу** було досягнуто певних успіхів. Уперше у 2012 році було знижено кількість нових випадків ВІЛ-інфекції на 2,0% порівняно з попереднім роком, що свідчило про зменшення інтенсивності епідемічного процесу. За оцінками Спектрум, у 2014 році в Україні мешкало близько 223 тис. осіб, що живуть з ВІЛ (усіх вікових категорій). Рівень передачі ВІЛ-інфекції від матері було зменшено майже у 6 разів. Певних успіхів було досягнуто, насамперед, завдяки реалізації профілактичних заходів серед груп підвищеного ризику інфікування, поліпшенню організації відповіді на епідемію та впровадженню відповідних загальнодержавних програм. Однак протягом останніх років ситуація ускладнилася.

На шляху забезпечення **сталого розвитку довкілля** спостерігався певний прогрес. Проте у зв'язку з антропогенним навантаженням близько 70% поверхневих вод і значна частка запасів ґрунтових вод в Україні втратили своє значення як джерело питного водопостачання.

Проблемними залишаються питання поводження з відходами та забезпечення централізованим водопостачанням сільського населення.

Близько 4 млн тонн забруднюючих речовин щорічно викидається у повітряний басейн. Значною мірою завдяки економічному спаду суттєво зменшено викиди парникових газів, викиди і скиди забруднюючих речовин у навколишнє природне середовище, скорочено масштаби утворення відходів.

Вдалося досягти підвищення лісистості території країни та збільшення площі заповідників і національних парків.

Однак спостерігається стагнація або незначний прогрес в енергетичній сфері, насамперед у частині ефективного використання енергії та розвитку відновлюваної енергетики.

22 червня 2012 року главами держав і урядів був ухвалений підсумковий документ Конференції ООН Ріо+20: **«Майбутнє, якого ми прагнемо»**. У заключному документі Конференції була підтверджена прихильність меті, прийнятій на Всесвітньому саміті зі збалансованого розвитку у 2002 році: курсу на стійкий розвиток і на забезпечення побудови економічно, соціально та екологічно збалансованого майбутнього для нашої планети, для нинішнього і майбутніх поколінь.

В документі підтверджується необхідність подальшого просування ідеї збалансованого розвитку на всіх рівнях та інтеграції його економічної, соціальної та екологічної складових і врахування їх взаємозв'язку.

Порядок денний розвитку на період до 2030 року був прийнятий світовими лідерами на Саміті ООН у вересні 2015 року. Він є глобальною домовленістю про перехід до нової парадигми розвитку, відповідно до якої досягнення економічного прогресу повинно бути узгодженим з іншими прагненнями - соціальною справедливістю та екологічною сталістю у світі. Цей документ закликає до глибоких змін у способі виробництва та споживання, нових моделей поведінки у відносинах із природою та всередині суспільства. Він також потребує нових, швидших, ефективніших та новаторських механізмів реагування на виклики й загрози.

Порядок денний до 2030 року ґрунтується на таких ключових засадах:

- *гідність* – викорінювання бідності, боротьба з нерівністю та захист прав кожної людини, зокрема всіх тих, хто залишається в скрутному становищі;
- *людина* – забезпечення здорового життя, знань і залучення жінок та дітей;
- *планета* – захист екосистем для нинішнього та майбутніх поколінь;
- *партнерство* – зміцнення солідарності задля сталого розвитку;
- *справедливість* – заохочення існування спільнот у мирі та безпеці, та сильних інституцій;
- *процвітання* – формування розвинутої та трансформаційної економіки.

Процес розроблення пакету Цілей сталого розвитку (ЦСР) на основі Цілей розвитку тисячоліття був започаткований у червні 2012 року на Конференції ООН зі сталого розвитку Ріо+20, де міжнародна спільнота вирішила створити «інклюзивний і прозорий міжурядовий процес, відкритий для всіх заінтересованих сторін, з метою розроблення глобальних цілей сталого розвитку для подальшого їх затвердження Генеральною Асамблеєю ООН».

Результатом масштабного консультативного процесу стало визначення ЦСР та згодом їх прийняття на глобальному рівні.



Порушення природної рівноваги в межах окремих місцевостей впливає на екологічну ситуацію у сусідніх регіонах. Навколишнє середовище не має меж. З іншого боку, від стану довкілля значною мірою залежать здоров'я людини та її благополуччя.

Серед негативних наслідків діяльності людини – деградація земель, збільшення площі пустель, забруднення поверхневих та підземних вод і атмосферного повітря. Такі зміни можуть знизити забезпеченість населення продовольством, спровокувати соціальні конфлікти, негативно вплинути на стан здоров'я людей та епідеміологічну ситуацію тощо.

Практичний перехід до сталого розвитку вимагає зміни поведінки людини та перш за все її ставлення до природокористування. На нинішнє покоління випала велика відповідальність – зберегти природне середовище для наступних поколінь, припинити його деградацію.

Україна продемонструвала готовність перейти до реальних дій, адже у 2016 році за ініціативи Уряду України було розпочато процес адаптації ЦСР для України – визначення пріоритетних завдань на шляху до сталого

розвитку, а також конкретних цільових показників їх досягнення у довгостроковій перспективі.

Разом з тим надважливим є формування у населення розуміння важливості такої моделі поступу для країни. Ця модель передбачає покращання якості життя людей, зокрема рівня соціального й економічного забезпечення, створення екологічно більш сприятливого середовища, підвищення безпеки життя та поліпшення стану здоров'я.

Визначення національних ЦСР для досягнення до 2030 року.

Процес відбувався за чотирма напрямками:

- справедливий соціальний розвиток;
- стале економічне зростання та зайнятість;
- ефективне управління;
- екологічна рівновага та розбудова стійкості.

Один з напрямів - Екологічна рівновага та розбудова стійкості.

Україна належить до групи країн зі складними проблемами довкілля. Вони є типовими, з одного боку, для країн, що розвиваються (незбалансоване використання та вихолощення природних ресурсів), а з іншого – для індустріально розвинених країн (забруднення довкілля промисловою діяльністю).

Специфічною проблемою трансформаційного періоду є поводження з відходами. Обсяги утворених відходів зростають, а частка тих, що перероблюються, є незначною. Незмінна практика депонування новоутворених відходів на переповнених полігонах є загрозою для довкілля й посилює ризики для здоров'я населення.

Існуюча практика землекористування спричиняє погіршення стану земель, а виснажливе використання земельних, лісових і водних ресурсів призводить до незворотних втрат екосистемного та біологічного різноманіття.

Частка природно-заповідних територій (6,6% від загальної площі країни) є недостатньою для запобігання таким втратам.

Вагомим чинником негативного впливу на довкілля є також збройний конфлікт на сході України. Подолання наслідків руйнації ландшафтів та знищення інфраструктури Донецької і Луганської областей потребує значних зусиль, ресурсів і часу на відновлення.

Деякі з ЦСР, що мають безпосереднє відношення до питань охорони довкілля та сталого природокористування, викладено нижче.

Ціль 6 ЧИСТА ВОДА ТА НАЛЕЖНІ САНІТАРНІ УМОВИ

Україна має достатні для задоволення внутрішніх потреб запаси водних ресурсів, однак їх переважна локалізація на півночі та північному заході країни зумовлює нестачу водних ресурсів на півдні. Середнє значення опадів також змінюється від 300 мм на рік у Приазов'ї та Причорномор'ї до 1500 мм у Карпатах. Основним гідрологічним басейном України є водозбірний басейн Дніпра, що покриває більше половини території країни. Вода Дніпра використовується для потреб населення, промисловості придніпровських міст та Донбасу, а також іригаційних систем Причорномор'я.

Основними водоспоживачами є підприємства промисловості, сільського та комунального господарств, на які припадає, відповідно, 43%, 39% та 21% загального забору води (за даними 2014 року). Зменшення забору води з природних джерел останніми роками переважно спричинене пригніченням економічної діяльності.

Забезпечення населення водою залишається однією з ключових проблем у країні. Для питного водопостачання використовують, головним чином, відкриті поверхневі водні об'єкти і значно менше – підземні води. За даними Національної доповіді про якість питної води та стан питного водопостачання (2015 р.) централізованим водопостачанням забезпечується понад 90% міст і 22% сіл (від 2,7% у Рівненській області до 98,6% у Херсонській). Жителі 1270 сіл та селищ південних областей (приблизно 950 тис. осіб) усе ще користуються привізною водою.

Понад 30% протяжності водопроводів перебуває в аварійному та ветхому стані. Значні втрати води у водопровідних мережах є однією з причин високого рівня водоємності виробничого сектору.

Централізованим водовідведенням користується менше 2% сільських населених пунктів, а в аварійному та зношеному стані перебуває майже 35% загальної протяжності каналізаційних мереж. При цьому не всі стічні води проходять повноцінне очищення. У 2015 році частка таких вод перевищила 15% загального обсягу відведених стічних вод.

Внаслідок збройного конфлікту на Донбасі було порушено водну інфраструктуру (трубопроводів, станцій очищення води, водних джерел та насосних станцій), що ускладнило доступ населення до надійних водних джерел, засобів гігієни та санітарії. Приблизно 700 тисяч людей залишилися без доступу до питної води. Погіршення водозабезпечення спричинило появу захворювань, які становлять загрозу здоров'ю населення в цілому. Задоволення потреб у гігієнічних засобах є проблематичним для всього охопленого конфліктом регіону. Після завершення збройного конфлікту ці

території потребуватимуть значних капіталовкладень у відновлення та модернізацію інфраструктури водопостачання та водовідведення.

Водогосподарський комплекс країни потребує вдосконалення, насамперед з огляду на необхідність забезпечення збалансованості процесів використання та відтворення водних ресурсів, задоволення потреб населення і галузей національної економіки у водних ресурсах, зменшення впливу негативних наслідків шкідливої дії вод та створення належних умов для життєдіяльності населення у паводконебезпечних регіонах.

Україна має достатньо розвинуте законодавство у галузі збереження та використання водних ресурсів, а також є стороною низки міжнародних конвенцій, зокрема Конвенції про транскордонні водотоки та міжнародні озера (1991 р.). У 2011 році були затверджені Національні цільові показники (НЦП) України до Протоколу про воду та здоров'я до цієї Конвенції. НЦП спрямовані на забезпечення населення України водою належної кількості та якості. Наразі перед країною стоїть завдання імплементації в Україні джерел права ЄС секторів «Якість води та управління водними ресурсами, включаючи морське середовище» та «Охорона природи», зокрема Водної рамкової директиви та інших відповідних директив.

Удосконалення системи управління водними ресурсами та водогосподарським комплексом є основним завданням на шляху досягнення цілі. Зазначені сфери мають бути інституційно розділені, тому розроблення національної Водної Стратегії має бути спрямоване на досягнення «хорошого» стану водних ресурсів на основі запровадження системи інтегрованого управління водними та іншими природними ресурсами за басейновим принципом. Стратегія розвитку водного господарства має стати окремим документом і основою планів водозабезпечення користувачів усіх рівнів.

Для досягнення визначених цільових показників необхідним є належне фінансування заходів, передбачених державними та регіональними цільовими програмами у галузі охорони і сталого використання вод. Забезпечення гарантованого якісного водопостачання для населення, об'єктів комунального господарства, промисловості, сільського господарства та сектору послуг шляхом розвитку централізованого водопостачання та водовідведення є головним завданням галузі. Модернізація систем водопостачання та водовідведення не лише знизить водоемність виробництва, а й сприятиме збереженню енергії, яка витрачається на забір і постачання води споживачам. Удосконалення систем очищення стічних вод та усунення їх втрат у каналізаційних мережах стане фактором, що позитивно вплине на стан довкілля, перш за все – на якість природних вод, а

отже, й на стан здоров'я населення. Технологічне удосконалення виробничих процесів та впровадження систем оборотного й повторного водоспоживання також скоротить споживання води, підвищить конкурентоздатність продукції і зменшить техногенний тиск на довкілля. Удосконалення системи моніторингу, попередження та запобігання природним стихійним явищам сприятиме захисту населення, зменшенню шкідливої дії вод та заподіяних збитків.

Ключові пріоритети для досягнення цілі:

- досягнення та підтримання належної якості природних вод шляхом запровадження системи інтегрованого басейнового управління водними ресурсами;
- забезпечення населення та інших користувачів водою належної кількості та якості;
- забезпечення доступу населення до належних санітарно-гігієнічних засобів, перш за все – до безпечних для довкілля систем водовідведення;
- підвищення ефективності водокористування в усіх секторах економіки.

Саме ці пріоритети сформульовані у вигляді національних завдань, спрямованих на досягнення цілі 6. В якості дієвого інструменту досягнення цілі розглядається міжнародне співробітництво, спрямоване на залучення необхідних ресурсів та найкращих наявних технологій і практик для формування системи сталого управління водними ресурсами.

Ціль 7 ДОСТУПНА ТА ЧИСТА ЕНЕРГІЯ

Основу енергетичної безпеки держави складає надійне та ефективне функціонування паливно-енергетичного комплексу (ПЕК) – системи підприємств електроенергетики, вугледобувної, паливної та нафтопереробної промисловості. ПЕК справляє вирішальний вплив на економіку держави і рівень життя населення. При цьому об'єднана енергетична система (ОЕС) України формує єдиний технологічний комплекс виробників і споживачів енергії та забезпечує постачання, транзит і експорт електроенергії.

Україна має потужний енергогенеруючий потенціал, достатній для повноцінного забезпечення потреб населення й економіки, а також для експорту електроенергії. Загальна встановлена потужність електрогенеруючих станцій України (за даними станом на кінець 2015 року) становила 58,131 ГВт, з яких 47,7% припадало на теплові електростанції (ТЕС), 11,4% – на теплоелектроцентралі (ТЕЦ), 23,8% – на атомні електростанції (АЕС), 8,1% – на гідроелектростанції (ГЕС), 2,0% – на

гідроакумуючі електростанції (ГАЕС), 6,9% - на електростанції, що використовують альтернативні джерела енергії. Основними споживачами електроенергії є промисловість, сектор послуг і населення. Протягом останніх років спостерігається тенденція до зниження фактичних питомих витрат палива, теплоенергії, електроенергії, водночас обсяги електроенергії, спожитої населенням, неухильно зростають;

Проблеми, що мають негативний вплив на тенденції розвитку сектору енергетики та послаблюють енергетичну безпеку держави, такі:

- неповне використання встановлених потужностей (лідером стали АЕС, частка яких перевищує 50% всієї виробленої електроенергії);
- дефіцит маневрових і резервних потужностей в існуючій структурі електрогенерації у поєднанні з суттєвим дисбалансом в їх регіональному розміщенні;
- зношеність значної частини енергогенеруючих потужностей та мереж постачання енергії (переважна більшість енергоблоків атомних електростанцій добігає терміну експлуатації);
- нестача обсягів власного видобування первинних енергоносіїв для задоволення потреб споживачів (до 2014 року до 90% природного газу, до 85% сирої нафти та до 98% ядерного палива імпортувалися з РФ, що ставило під загрозу енергетичну безпеку країни; вжиті заходи щодо диверсифікації поставок первинних енергоносіїв проблему повністю не розв'язали);
- недостатність технічно досяжного потенціалу відновлюваних джерел енергії (близько 50% загального енергоспоживання в країні) поряд із обмеженістю його використання;
- висока енергоємність виробництва;
- низька ефективність використання тепла у поєднанні з втратами при виробництві (5%) у тепломережах (12%) та в будинках (50%) .

Енергетичний сектор є одним із основних забруднювачів навколишнього середовища. Викиди забруднюючих речовин та парникових газів підприємствами ПЕК становлять близько 40% викидів усіх секторів економіки та 58% від стаціонарних джерел забруднення.

З 2012 року виробництво електроенергії в Україні скорочується. Зокрема, в 2015 році електроенергії вироблено на 10,2% менше, ніж у 2014 році (163,3 млрд кВт-год). Починаючи з 2014 року відбувається зниження власного виробництва первинних енергоносіїв, зменшення їх імпорту з РФ та переорієнтація на імпорт з інших держав. При цьому затверджена Енергетична стратегія до 2030 року для задоволення потреб економічного зростання передбачає екстенсивний розвиток ПЕК, передусім шляхом

будівництва нових енергетичних об'єктів (енергоблоків на атомних електростанціях, підприємств із видобутку уранових руд, виробництва ядерного палива та зберігання радіоактивних відходів, ТЕС, ГАЕС, розробки родовищ сланцевого газу та ін.).

Енергетична галузь потребує суттєвого реформування, метою якого є забезпечення інтересів споживачів шляхом встановлення адекватних механізмів ціноутворення, підключення споживачів до мереж та прозоре нарахування вартості послуг відповідно до принципів Третього енергетичного пакету. Для цього необхідно скоригувати ціни на енергоносії до економічно обґрунтованого рівня для всіх категорій споживачів, подолати непрозорість бізнесу українських енергетичних компаній, відкрити енергетичний ринок для європейських корпорацій на умовах справедливої конкуренції.

Розвиток енергетичної сфери та її екологізації мають враховувати положення Стратегії сталого розвитку «Україна – 2020», «Основних засад (стратегії) державної екологічної політики України на період до 2020 року» та принципи адаптації до енергетичного й екологічного законодавства Європейського Союзу згідно з вимогами Протоколу про приєднання України до Енергетичного Співтовариства та Угоди про асоціацію з ЄС. Україна має остаточно розв'язати проблему імпортозалежності від одного постачальника та забезпечити диверсифікацію шляхів і джерел постачання первинних енергоресурсів. Це сприятиме інтеграції енергосистеми України з континентальною європейською енергосистемою.

Для досягнення цілі важливим є формування енергетичної безпеки, що передбачає кардинальне підвищення енергоефективності національного виробництва та максимально широке використання відновлюваних джерел енергії. Удосконалення енергетичної політики передбачає розроблення механізму координації міжгалузевих заходів, спрямованих на зниження питомих витрат енергетичних ресурсів на виробничих підприємствах, в об'єктах бюджетного сектору економіки та сектору послуг, у домогосподарствах.

Ключові пріоритети для досягнення цілі:

- створення умов для зростання виробництва енергії та її надійного і сталого постачання споживачам (населення, комунальний та виробничі сектори, сектор надання послуг);
- диверсифікація імпорту первинних енергоносіїв;
- збільшення виробництва та використання енергії з відновлюваних джерел та впровадження програм і заходів з підвищення енергозбереження та енергоефективності секторів економіки.

Ціль 12 ВІДПОВІДАЛЬНЕ СПОЖИВАННЯ ТА ВИРОБНИЦТВО

Економічне зростання, якого всі в країні прагнуть і на яке розраховує суспільство, неминуче збільшуватиме обсяги використання природних ресурсів і відходів споживання, що своєю чергою посилюватиме антропогенне навантаження на навколишнє природне середовище. Розуміння значущості впровадження відповідального споживання та виробництва в країні є, але збалансоване врегулювання цих питань потребує виважених і довготривалих політичних та економічних зусиль, сфокусованих як на виробництві, так і на споживанні.

У формуванні ВВП України ключову роль відіграють ресурсоємні та енергоємні галузі. Саме тому пріоритетами державної політики в цьому контексті є, по-перше, оптимізація використання природних ресурсів та зниження енергоємності, а по-друге – мінімізація негативного впливу на довкілля шляхом переходу до моделі «зеленої економіки». Це передбачає поступове вилучення небезпечних хімічних речовин із процесів виробництва та життєвого циклу продуктів. Тому розбудова системи екологічного маркування продукції та стандартів управління виробничими й іншими процесами стає нагальним завданням, оскільки така система слугуватиме інструментом для впровадження більш раціональних підходів до використання природних ресурсів і хімічних речовин.

Наразі в Україні фактично відсутні механізми заохочення населення до раціонального споживання. Скоріше навпаки: ринок не лише задовольняє потреби населення у товарах і послугах, а й формує такі потреби, пропонуючи нові чи модифіковані продукти виробництва, споживча цінність яких не завжди є високою. Така практика спричинює нераціональне використання природних ресурсів і генерування значних обсягів відходів виробництва і споживання. Недосконалі практики збирання сільськогосподарської продукції, її переробки та постачання споживачам призводять до суттєвих втрат харчових продуктів.

Унаслідок того, що лише незначна частина відходів, зокрема побутових, переробляється, повторно використовується та утилізується, в Україні накопичилося понад 30 млрд тонн відходів і їх обсяги щороку збільшуються. Ця проблема є викликом національного масштабу. Домінуюча практика поводження з відходами в Україні не відповідає сучасним вимогам, оскільки не забезпечує ані скорочення обсягів утворення відходів, їх переробку та повторне використання, ані переробку значних мас вже накопичених відходів. Держава не має для цього необхідних ресурсів, а застосування санкцій за забруднення навколишнього середовища до суб'єктів виробничої діяльності є недостатнім для розв'язання проблеми.

Реальний вихід полягає у перетворенні цієї проблеми на нові можливості, що потребує адекватних дій для створення умов та стимулювання мотивації бізнесу. Навіть активізація місцевих громад щодо запровадження роздільного збирання твердих побутових відходів, упорядкування полігонів твердих побутових відходів (ТПВ) та ліквідації несанкціонованих звалищ не дасть очікуваного результату без широкого застосування сучасних технологій переробки відходів із залученням бізнесу.

Забезпечення зростаючих соціальних потреб населення України за рахунок ефективної економічної діяльності не має виходити за межі екологічної ємності довкілля. Саме моделі сталого виробництва і споживання (СВС) можуть забезпечити сталість розвитку суспільства. Основою національної політики має стати Десятирічна стратегія дій з переходу до використання сталих моделей споживання і виробництва (Ріо, 2012), яка є глобальною платформою для формування потенціалу і партнерства у сфері СВС. Положення цієї Стратегії мають бути відображені або у відповідній національній стратегії, або у секторальних та регіональних стратегіях розвитку. Стратегія передбачає впровадження таких пріоритетних програм: сталий спосіб життя та освіта, сталі («зелені») державні закупівлі; інформування споживачів; розвиток сталого туризму, забезпечення сталості у сфері будівництва та експлуатації споруд; сталі продовольчі системи тощо.

Рушієм зміни підходів до поводження з відходами має стати імплементація в Україні правових засад, існуючих у ЄС, у секторах «Управління відходами та ресурсами», «Промислове забруднення та техногенні загрози», «Зміни клімату та захист озонового шару». Заохочення реалізації інвестиційних проектів щодо впровадження сучасних технологій переробки ТПВ, у т. ч. із залученням іноземних інвестицій, на засадах державно-приватного партнерства є важливим інструментом розв'язання проблеми відходів.

Вагомим внеском у досягнення цілі стане виконання завдань, передбачених чинними документами національної екологічної політики, перш за все – створення правових та інституційних передумов для впровадження в Україні моделі «зеленої» економіки, що суттєво зменшило б залежність економічного зростання від використання природних ресурсів і енергії. Стимулювання впровадження суб'єктами господарювання екологічних інновацій та формування ставок екологічного податку як стимулу впровадження підприємствами більш екологічно чистого виробництва дасть значний ефект в економічному, соціальному та довкільному контексті.

Важливим є посилення ролі місцевих громад у процесах досягнення цілі, що може бути досягнуто шляхом збільшення їх повноважень щодо стягнення санкцій із забруднювачів довкілля та економічного стимулювання відповідального поводження. Програми всеохоплюючого інформування, просвітництва та освітніх заходів щодо сталого споживання і виробництва сприятимуть формуванню у населення виважених моделей поведінки і практик у цій універсальній сфері людської діяльності.

Ключові пріоритети для досягнення цілі:

- інтеграція до національних, регіональних та секторальних стратегій розвитку положення Десятирічної стратегії дій з переходу до використання сталих моделей споживання і виробництва;
- удосконалення національної політики розвитку шляхом інтегрування положень Десятирічної стратегії в національні стратегічні документи;
- оптимізація використання природних ресурсів шляхом упровадження кращих практик виробництва і управління;
- оптимізація виробничо-збутових ланцюжків продовольства з метою мінімізації його втрат на всіх етапах життєвого циклу;
- обмеження використання небезпечних хімічних речовин та їх потрапляння в довкілля за рахунок запровадження міжнародних стандартів та удосконалення управління процесами життєвого циклу продуктів;
- удосконалення практики поводження з відходами виробництва та споживання.

Ціль 13 ПОМ'ЯКШЕННЯ НАСЛІДКІВ ЗМІНИ КЛІМАТУ

Саме людська діяльність є одним із потужних факторів кліматичних змін. При цьому найбільший внесок у такі зміни пов'язують з емісією газів, що утворюються при згоранні карбонових енергоносіїв та в інших процесах, що спричинює парниковий ефект.

З огляду на те, що кліматичні зміни несуть загрози для довкілля і людини, в другій половині XX-го століття ООН ініціювала глобальне співробітництво світової спільноти у сфері протидії змінам клімату та адаптації до них. Законодавчою базою такого співробітництва є Рамкова Конвенція ООН про зміну клімату (РКЗК) та протоколи до неї. Основні зусилля, передбачені Конвенцією, спрямовані на зниження викидів парникових газів (ПГ) та їх поглинання. З 1997 року Україна стала Стороною РКЗК, а також підписала (1999 р.) та ратифікувала (2004 р.) Кіотський протокол. Україна також підписала (2015 р.) та однією з перших ратифікувала (2016 р.) Паризьку угоду, якою визначені зобов'язання країн у

скороченні викидів ПГ до 2030 року та передбачені, на відміну від перших двох угод, заходи щодо адаптації до кліматичних змін. Україна зобов'язалася не перевищувати рівень своїх викидів ПГ, що мали місце у 1990 р. (874,6 млн тонн CO₂-екв). За період з 1990 до 2012 року викиди ПГ в Україні знизились на 57% та становили 375,4 млн тонн CO₂-екв.

Основні джерела викидів парникових газів в Україні зосереджені в таких чотирьох секторах економічної діяльності: енергетика (розвідка та видобуток первинних джерел енергії; переробка первинних джерел енергії у більш придатні для використання форми; транспортування, стаціонарне та мобільне використання палива); промисловість; сільське господарство, лісове господарство та інші види землекористування (викиди і поглинання CO₂ у процесі сільськогосподарської діяльності та лісокористування); поводження з відходами (видалення, біологічна обробка, спалювання твердих відходів, очищення і скидання стічних вод).

Промисловість України формує понад 20% ВВП. Економічна рецесія негативно позначається на об'ємах промислового виробництва, але позитивно впливає на довкілля, оскільки супроводжуються зниженням обсягу викидів парникових газів.

Згідно з положеннями Кіотського протоколу та поправками до нього, Україна має дозволений обсяг викидів парникових газів у 2020 році на рівні 76% від рівня 1990 року. У рамках Паризької угоди Україна визначила національний внесок зі скорочення викидів парникових газів у 2030 році від 45% до 60% (відповідно, згідно з песимістичним та оптимістичним сценаріями розвитку економіки). Виконання міжнародних зобов'язань залишаються пріоритетом державної політики.

В Україні має бути розроблена та затверджена національна стратегія протидії змінам клімату та адаптації до них. Перший крок до цього зроблено – 7 грудня 2016 року затверджено Концепцію реалізації державної політики у сфері зміни клімату на період до 2030 року. У політиці протидії зміні клімату пріоритетом має бути мінімізація викидів парникових газів шляхом низьковуглецевого розвитку економіки. У рамках реалізації політики адаптації до змін клімату має бути значно посилена система раннього оповіщення та реагування на небезпечні природні явища і стихійні лиха, прямо чи опосередковано пов'язані з кліматичними процесами. У більш віддаленій перспективі слід передбачити впровадження заходів щодо посилення стійкості сільського господарства до погодних аномалій, зміцнення системи охорони здоров'я та соціального захисту населення тощо.

Ключові пріоритети для досягнення цілі:

- зниження викидів парникових газів, що передбачено міжнародними зобов'язаннями України. Таке зниження досягається як безпосередньо (зокрема, шляхом підвищення енергоефективності та використання неуглецевих джерел енергії), так і опосередковано (наприклад, шляхом задіяння механізмів поглинання ПГ). У цьому контексті завдання Цілі 13 кореспондуються із завданнями Цілі 7 (що передбачають розвиток низькокарбонової енергетики) та Цілі 15 (в рамках якої передбачено розширення лісових площ держави);

- інформування громадськості про такі наслідки зміни клімату, фактори впливу на клімат, механізми і практики протидії та адаптації; упровадження відповідних освітніх програм на всіх рівнях формальної та неформальної освіти.

Наслідки зміни клімату стосуються кожного, незважаючи на те, відчуваємо ми це чи ні.

Ціль 14 ЗБЕРЕЖЕННЯ МОРСЬКИХ РЕСУРСІВ

Протяжність морського узбережжя України сягає 1355 км (з урахуванням тимчасово анексованої АР Крим). Глибоководне Чорне і мілководне Азовське – унікальні моря, оскільки є внутрішніми, найбільш віддаленими від Світового океану водними об'єктами. Територія їх водозбірного басейну в кілька разів перевищує площу самих морів і повністю чи частково охоплює території 22 держав Європи. Ці моря, колись надзвичайно продуктивні й багаті рибними ресурсами, зараз перебувають у складному стані. Незбалансована економічна діяльність у басейні Чорного моря зумовила надходження значних обсягів забруднюючих речовин, що перевищило асиміляційну ємність морської екосистеми і спричинило бурхливий розвиток згубних для морських організмів евтрофікаційних процесів.

Україна, як і інші прибережні держави Чорного моря, не завжди ощадливо використовувала і використовує його екосистемні можливості і ресурси (рибу та морепродукти). Але виснажливе природокористування стало однією з причин скорочення кормової бази, надмірного вихолощення рибних запасів, збіднення видового складу, що потребує значних зусиль для відновлення біологічної продуктивності морів. Ситуацію ускладнило проникнення до морської екосистеми чужорідних видів, які пригнічують розвиток аборигенних видів флори і фауни.

Забруднення морської екосистеми з точкових та дифузних джерел, локалізованих на суші, від офшорної діяльності, від морської навігації та через атмосферу все ще залишається найбільшою загрозою. Попри значне

скорочення масштабів надходження біогенних речовин від дифузних джерел забруднення, головним чином з річковим стоком, талими та дощовими водами, і відсутність масових евтрофікаційних явищ загрози не зникли, оскільки пожвавлення економіки спричинить і зростання надходження забруднень. Портова та навігаційна діяльність, прокладання газо- і нафтопроводів, розвідка й видобування нафти і газу на морському шельфі стали додатковими факторами забруднення та посилення загроз довкіллю. Інтенсивне використання прибережних територій, де розташовані залишки вразливих природних комплексів, для будівництва та рекреаційної діяльності лише посилює антропогенне навантаження на морську і прибережну екосистему.

Результатом забруднення морської екосистеми та незбалансованого природокористування в прибережних зонах та на морі стали втрати біологічних видів, скорочення рибних запасів, погіршення якості рекреаційних ресурсів, посилення загроз здоров'ю людей.

У XX-му столітті було створено платформу для міжнародного співробітництва з метою збереження та сталого використання ресурсів Чорного та Азовського морів. Конвенція про захист Чорного моря від забруднення (1993 р.), низка протоколів до неї та Стратегічний план дій для Чорного моря (1996 р., оновлений у 2009 р.) створили законодавчі рамки для впровадження спільних регіональних програм і проектів та залучення міжнародної технічної допомоги.

Забруднення й засмічення морського середовища та прибережних зон, незбалансоване використання морських ресурсів та відсутність інтегрованого управління природокористуванням залишаються ключовими факторами, що визначають незадовільний стан довкілля Чорного та Азовського морів. Саме тому ключовим завданням є скорочення будь-якого забруднення морського середовища і його запобігання. Це надзвичайно масштабне завдання з огляду на перелік секторів, які причетні до цього процесу: промисловість, транспорт, сільське господарство, енергетика, сільське господарство, туризм. Також важливим є збереження та збалансоване використання морських і прибережних екосистем з одночасним захистом як від антропогенної діяльності, так і від природних чинників. Зокрема, ратифікація та впровадження Міжнародної конвенції про контроль суднових баластних вод й осадів та управління ними 2004 року стане інструментом протидії проникненню чужорідних видів до Чорноморської екосистеми. Неврегульовані та нелегальні вилови ресурсів підривають запаси промислових риб та інших видів. Застосування заборонених засобів лову та промисли в період нересту не тільки скорочують популяції промислових риб,

а й наносять шкоду морським ссавцям, що випадково стають жертвами вилову. Запровадження практики обліку вилову морських живих ресурсів та торгівля виключно за наявності супровідних документів, що підтверджують законність такого вилову, є нагальним національним завданням. Виконання завдання сприятиме консолідації міжнародних зусиль з метою запровадження сталих практик рибальства та протидії незаконним та нерегульованим рибним промислам.

Ключові пріоритети для досягнення цілі:

- збереження та збалансоване використання морських і прибережних екосистем;
- розроблення та впровадження інтегрованих планів управління прибережними територіями на основі кращих національних та міжнародних практик.

Досягнення цілі має суттєво поліпшити якість життя населення приморських районів за рахунок сталого природокористування та мінімізації забруднення довкілля Чорного та Азовського морів.

Ціль 15 ЗАХИСТ ТА ВІДНОВЛЕННЯ ЕКОСИСТЕМ СУШІ

Україна має потужний потенціал екосистемного, ландшафтного та видового різноманіття. Рельєф країни формують гірські масиви (5% території), височини (25% території), рівнини та низовини (70%), які є середовищами існування живих організмів і територіями господарської діяльності людини. Рівнинна частина країни включає степову зону, лісостеп та зону хвойно-широколистих лісів. Гірські масиви переважно покриті лісами й характеризуються вертикальною зональністю. Розгалужена річкова мережа, озера та водосховища, а також акваторія Чорного та Азовського морів є середовищем водних екосистем і фактором формування клімату. Біота України нараховує понад 25 тис. видів рослин та 45 тис. видів тварин, що складає близько 35% видового та популяційного різноманіття Європи. Через територію країни проходять два основні світові маршрути міграції птахів. Місця гніздування мігруючих видів птахів, зокрема на півдні країни, мають міжнародне значення.

Господарська діяльність людини суттєво впливає на стан довкілля. На початку минулого століття 40% території країни було покрито степами. Наразі більша частина цих земель використовується для сільськогосподарської діяльності (понад 70%), а територія залишків природних степових екосистем становить 3,0–3,5% території країни. На цих територіях зосереджено 30% усіх видів флори і фауни, що перебувають під загрозою зникнення й занесених до Червоної книги України. Заплановано

збільшувати площі, зайняті природними комплексами (нині близько 29% території країни), та лісовкриті площі (відповідно, близько 16%).

Земельний фонд держави складає 603549 кв. км (станом на 01.01.2015 р.). Понад половину території країни розорано (рілля сягає 54%), а ще 13% території використовується як сіножаті й пасовища. Україна має багаті ґрунтові ресурси, представлені родючими чорноземами. Разом з тим земельний покрив потерпає від забруднення і ерозії. Водна та вітрова ерозія спричиняють до 15 тонн / га середньорічних втрат ґрунтів. Втрати гумусу та поживних речовин спостерігаються на 43% загальної площі. Значні території забруднені внаслідок господарської діяльності. Понад 57% території визначені як еродовані. Такий стан зобов'язує вживати заходів щодо відновлення родючості ґрунтів. Оскільки процеси деградації земель виникають і розвиваються в різних місцях, їх відновлення спрямоване на те, щоб у цілому підтримувати нейтральний загальний стан земель й запобігти подальшому погіршенню. Досягнення нейтрального стану земель стає основою земельної політики, яку пропагує Конвенція боротьби з опустелюванням.

Розвиток промисловості, сільського та водного господарства, урбанізація, видобуток корисних копалин та інші види господарювання неухильно спричиняють забруднення та фізичну трансформацію середовища існування живих організмів. Будівництво гідроелектростанцій та створення водосховищ, осушувальні роботи в Поліссі та обводнення степових територій на півдні України спричинили суттєві зміни гідрологічного режиму територій. Спостерігається скорочення популяцій, наразі деякі види постали перед загрозою зникнення. Саме тому кількість видів, занесених до Червоної книги України, зростає. В країні вживаються заходи, спрямовані на запобігання таким втратам. Ратифіковані та певною мірою виконуються положення міжнародних природоохоронних конвенцій, а деякі з них ще потребують ратифікації (зокрема, Нагойський Протокол до Конвенції про біорізноманіття). Створено потужну законодавчу базу, яка, попри певні прогалини, дає достатні можливості для природоохоронної діяльності. Затверджені й виконуються відповідні державні та місцеві програми.

Одним із найдієвіших заходів збереження біорізноманіття є створення охоронних територій, природних та біосферних заповідників, національних природних парків. Станом на кінець 2015 року природно-заповідна мережа України налічувала 8144 таких територій та об'єктів, розташованих на 6,76% площі держави. Понад 40% площі країни відносять до території екологічної мережі. Наразі заходи Загальнодержавної програми формування національної екологічної мережі не виконані повною мірою і залишаються актуальними.

Крім того, в Україні необхідним є виконання завдань, визначеними Сторонами Конвенції про біологічне різноманіття (Нагоя, Японія, 2010 р.) у Стратегічному плані з біорізноманіття на 2011–2020 роки, у тому числі щодо припинення втрат біологічного та ландшафтного різноманіття шляхом подальшого розширення територій природно-заповідного фонду та розвиток екологічної мережі, створення й забезпечення ефективного функціонування на суходолі та морській акваторії репрезентативної системи заповідних та об'єктів, насамперед транскордонних природоохоронних територій міжнародного значення.

Земельна політика в Україні має бути виваженою та раціональною. Нагальною потребою є запровадження таких сталих практик землекористування, за яких ґрунти не виснажуються й не забруднюються, а з іншого боку, за яких одночасно відновлюються деградовані та еродовані землі. Досягнення нейтрального стану земель має стати одним із пріоритетів виконання зобов'язань, передбачених Конвенцією про боротьбу з опустелюванням. Доцільним є зміцнення національної системи забезпечення біобезпеки. У цьому контексті важливо ратифікувати Нагойський Протокол до Конвенції про біорізноманіття про регулювання доступу до генетичних ресурсів, що забезпечить спільне використання на справедливій рівній основі вигод від їх застосування.

Ключові пріоритети для досягнення цілі:

- активізація заходів щодо збереження, відновлення та сталого використання наземних і внутрішніх прісноводних екосистем;
- розширення лісових площ та стале використання лісових ресурсів;
- охорона, відновлення деградованих та стале використання земель, запобігання опустелюванню території країни;
- збереження та збалансоване використання гірських екосистем.

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ КОНТРОЛЬНИХ ЗАВДАНЬ ДЛЯ СТУДЕНТІВ ЗАОЧНОЇ ФОРМИ НАВЧАННЯ

- Завдання виконуються студентом відповідно до варіанту, який відповідає останнім двом цифрам шифру залікової книжки студента.
- Завдання виконується в окремому зошиті або на стандартних листках друкарського паперу (А–4). На титульній сторінці вказується прізвище, ім'я, та по батькові студента, номер виконаного варіанту, спеціальність, курс, номер академічної групи.
- В кінці роботи наводиться список використаної літератури, підпис студента, а також дата виконання завдання.
- На кожній сторінці залишаються поля для зауваження викладача.
- Якщо для виконання завдання необхідна консультація викладача, то студент може її отримати на кафедрі загальної екології та сталого розвитку.
- Виконання завдання подається особисто студентом на кафедру загальної екології та сталого розвитку на початку сесії, реєструється і подається викладачеві на перевірку.
- Студент, який не виконав завдання, не допускається до здачі заліку.

ЛІТЕРАТУРА

1. Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища» від 25 червня 1991 року № 1264-ХІІ.
2. Закон України «Основні засади (стратегія) державної екологічної політики України на період до 2030 року» від 28.02.2019 № 2697-VIII.
3. Положення про державну систему моніторингу довкілля. Затверджено Постановою Кабінету Міністрів України від 30 березня 1998 р., № 391. Київ, 1998. – 7 с.
4. Указ Президент України “Про Цілі сталого розвитку України на період до 2030 року” від 30 вересня 2019 року № 722/2019.
5. Національна доповідь “Цілі сталого розвитку: Україна”. – Міністерство економічного розвитку і торгівлі України, 2017. – 176 с.
6. Екологія. Навчально-методичний посібник для самостійного вивчення дисципліни / За ред. В.М. Боголюбова. – К.: НАУ. – 2006. – 156 с.
7. Конспект лекцій з дисципліни «Основи екології» для студентів ОС Бакалавр за напрямом підготовки 193 Геодезія та землеустрій. – К.: НУБіП. – 2019. – 134 с.
8. Rakoid O.O. Basics of Ecology. Study guide for EQL Bachelor with specialty 193 Geodesy and Land Management. Second edition. – Kyiv: NUBIP, 2021. – 227 p.
9. Білявський Г.О., Бутченко. Основи екології: теорія і практикум: Навч. посібник. – К.: Либідь, 2004. – 368 с.
10. Білявський Г.О., Падун М., Костіков І.Ю. Основи екологічних знань. Навч. посібник. – К.: Либідь, 2001. – 368 с.
11. Основи екології: Підручник. Затверджено МОН / Олійник Я.Б., Шищенко П.Г., Гавриленко О.П. — К., 2012. — 558 с.
12. Білявський Г.О., Пазун М.М., Фурдуй Р.С. Основи загальної екології. – К.: „Либідь”, 2005. – 368 с.
13. Боголюбов В.М., Прилипко В.А. Стратегія сталого розвитку / Навч. посібник. – Херсон: Олді-плюс, 2009. – 322 с.
14. Вернадський В.И. Биосфера. – М.: Мысль, 1967, 376 с.
15. Дейлі Герман. Поза зростанням. Економічна теорія сталого розвитку /Переклад з англ.: Інститут сталого розвитку. – К.: Інтелсфера, 2002. – 312 с.
16. Джигирей В.С. Екологія та охорона навколишнього природного середовища: Навч. посіб. – 4-те вид., випр. і доп. – К. : Т-во „Знання”, КОО, 2006. – 319 с.
17. Запольський А.К., Салюк А.І. Основи екології: Підручник / За ред. К.М.Ситника. – К. Вища шк., 2003. – 358 с.
18. Злобін Ю.А. Основи екології: Підручник. – К.: Лібра, 1998. – 248 с.
19. Кучерявий В.П. Екологія. – Львів: Світ, 2001. – 386 с.
20. Мельник Л.Г., Білявський Г.О., Боголюбов В.М. та ін. Основи екології. Екологічна економіка та управління природокористуванням:

Навчальний посібник / За заг. ред. проф. Л.Г.Мельника та проф. М.К.Шапочки. – Суми: “Університетська книга”, 2005. – 759 с.

21. Екосистемні послуги. Огляд. Укладачі: Олексій Василюк, Любов Ільмінська, 2020 р. Електронний ресурс: https://uncg.org.ua/wp-content/uploads/2020/09/EcoPoslугy_web_new.pdf

22. Clive Hamilton, ... Simone Bastianoni, in Encyclopedia of Ecology (Second Edition), 2019.

23. Final country report National Target Setting to Achieve Land Degradation Neutrality in Ukraine. (Kyiv, 2018). Електронний ресурс: https://knowledge.unccd.int/sites/default/files/ldn_targets/2019-06/Ukraine%20LDN%20TSP%20Country%20Report.pdf

24. Global Land Outlook, First edition 2017. Електронний ресурс: https://knowledge.unccd.int/glo/GLO_first_edition

Інформаційні ресурси

1. Офіційний сайт Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України: <http://www.menr.gov.ua>

2. Програма ООН з навколишнього середовища <http://www.unep.org>

3. Європейське агентство з навколишнього середовища (European Environment Agency) <http://www.eea.europa.eu/>

4. Environmental databanks of the Information Analytical Center of the Ministry of the Environment and Natural Resources www.ecobank.org.ua

4. Глобальний ресурсний інформаційний банк даних (Global Resource Information Database) <http://www.grida.no>

5. Глобальна служба атмосфери (Global Atmosphere Watch) <http://www.wmo.ch>

6. Лісова програма WWF (World Wildlife Fund – Всесвітній фонд дикої природи) <http://www.wwf.org>

7. Конвенція ООН про боротьбу з опустелюванням <https://www.unccd.int/>

8. WWF Footprint Calculator <https://footprint.wwf.org.uk/#/>

9. ЕкоЗагроза (офіційний вебресурс і мобільний додаток Міндовкілля, завдяки якому можна дізнатись достовірну інформацію про стан повітря, води, ґрунту та інші дані) <https://ecozagroza.gov.ua/>