

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ ТА НАУКИ УКРАЇНИ
КРИВОРІЗЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ПЕДАГОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

Кафедра ботаніки та екології

ПРОБЛЕМИ ФУНДАМЕНТАЛЬНОЇ ЕКОЛОГІЇ

Курс лекцій



Кривий Ріг – 2023

Проблеми фундаментальної екології. Курс лекцій.

Альохіна Т.М. (укладач). Проблеми фундаментальної екології. Курс лекцій / Т.М. Альохіна. – Кривий Ріг: Криворізький державний педагогічний університет, 2023.- 73 с.; 1,55 авт. др. арк.

*Друкується за рішенням кафедри ботаніки та екології
Криворізького державного педагогічного університету
від 22.05.2023 року (протокол № 12)*

Укладачка:

*Альохіна Тетяна Миколаївна – доцентка кафедри ботаніки та екології
Криворізького державного педагогічного університету, кандидат біологічних
наук, старший науковий співробітник*

Рецензенти:

*Ковров Олександр Станіславович – професор кафедри екології та
технологій захисту навколишнього середовища Національного технічного
університету «Дніпровська політехніка», доктор технічних наук, професор*

*Євтушенко Едуард Олексійович – в. о. завідувача кафедри ботаніки та
екології Криворізького державного педагогічного університету, кандидат
біологічних наук, доцент*

*Ярков Сергій Валерійович – доцент кафедри географії та методики її
навчання Криворізького державного педагогічного університету, кандидат
географічних наук, доцент*

ЗМІСТ

ВСТУП	5
ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ I. Сучасні виклики фундаментальної екології	6
Тема 1. Основні питання фундаментальної екології. Екологічні проблеми та їх причини	6
1. Поняття та структура екологічної науки.....	6
2. Життя в експоненціальній реальності.....	7
3. Сталий розвиток як здатність природних систем Землі виживати й адаптуватися до змін навколишнього середовища.....	8
4. Відновлювані та невідновлювальні ресурси.....	10
5. Культурні зміни – нас шанс на виживання.....	12
Тема 2. Екосистеми та як вони існують	14
1. Що підтримує нас та інші організми живими.....	14
2. Що відбувається із енергією в екосистемах.....	15
3. Що відбувається з матерією в екосистемах.....	16
4. Як вчені досліджують екосистеми.....	16
ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ II. Біорізноманіття та його значення	19
Тема 3. Біорізноманіття та еволюція	19
1. Що таке біорізноманіття і чому це важливо.....	19
2. Звідки «беруться» нові види.....	19
3. Адаптація.....	20
4. Як зміни геологічних процесів та клімату впливають на еволюцію...	21
5. Як утворюються (еволюціонують) нові види.....	22
6. «Ключові види» екосистем.....	24
Тема 4. Взаємодія видів та популяційний контроль	26
1. Як види взаємодіють між собою.....	26
2. Природний добір зменшує конкуренцію між видами.....	27
3. Характеристики популяцій.....	28
4. Що обмежує ріст популяцій. J-подібні та S-подібні криві зростання..	29
5. Угрупування та екосистеми змінюються з часом: екологічна сукцесія	31
Тема 5. Збереження біорізноманіття	34
1. Біорізноманіття. Типи та закономірності.....	34
2. Яку роль люди відіграють у передчасному зникненні видів.....	35
3. Концепції збереженні біорізноманіття в Україні.....	37
ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ III. Вплив зростаючої кількості людей на земні екосистеми	40
Тема 6. Людина та її вплив на біосферу	40
1. Характеристика та склад біосфери.....	40
2. Поява людини та наслідки цього процесу для біосфери.....	41
3. Вчення В.І. Вернадського про ноосферу.....	42
4. Антропогенний вплив на біосферу.....	44
5. Яку кількість людей може забезпечувати Земля.....	45

Тема 7. Клімат та його роль у формуванні біогеоценозів.....	47
1. Які фактори впливають на формування клімату.....	47
2. Сучасні чинники зміни клімату.....	48
3. Як клімат впливає на природу та локалізацію біомів.....	49
Тема 8. Водні екосистеми. Вплив антропогенної діяльності на водні екосистеми.....	56
1. Водні екосистеми та їх глобальні функції.....	56
2. У чому полягає важливість морських екосистем.....	57
3. В чому значущість прісноводних екосистем.....	59
4. Як людська діяльність впливає на прісні та морські екосистеми.....	61
Тема 9. Сталий розвиток. Поняття, концепції, природоорієнтовні рішення.....	64
1. Поняття сталого розвитку.....	64
2. Концепції сталого розвитку.....	65
3. Концепція сталого розвитку України.....	67
4. Природоорієнтовані рішення.....	68
Перелік використаних джерел.....	72

ВСТУП

Довгий час основою картини природи й світу служили світоглядні і філософські ідеї про будову всесвіту, його закони та розвиток. Людина завжди прагнула зрозуміти навколишній світ і своє місце у ньому. Сьогодні екологія стала найважливішою наукою для вивчення життя в контексті можливостей виживання та сталого розвитку.

Екологія – це не просто біологія; це міждисциплінарна наука, яка вивчає всі живі організми, їхні стосунки з навколишнім середовищем. Екологія розглядає різні види фізичних, хімічних і біологічних процесів, що відбуваються в екологічних системах та включають складні взаємодії між різними компонентами системи. Щоб вивчити ці взаємодії, екологи повинні залучати інші науки, такі як фізіологія, біохімія, генетика, геологія, гідрологія, метеорологія тощо.

Перед вами короткий курс лекцій з фундаментальної екології – міждисциплінарного дослідження того, як все на Землі взаємодіє між собою, і які питання постають перед сьогоднішнім, тому що екологічні проблеми впливають на кожен частину нашого життя.

Представлений курс лекцій вибіркової дисципліни «Проблеми фундаментальної екології» містить узагальнюючий матеріал з основних проблем екології та порушує найактуальніші питання сучасної екологічної науки, серед яких: «Що таке екологічно стійке суспільство?», «Як наш екологічний слід впливає на Землю?», «Чому ми маємо екологічні проблеми?», «У чому полягають наукові принципи стійкості?», «Чому таке важливе біорізноманіття?»

Лекції містять теоретичний матеріал, який проілюстрований великою кількістю прикладів, що дозволяє легко зрозуміти основні положення теорій та законів екології.

Концепції та інформація, що обговорюватимуться в цьому курсі щодо основних екологічних проблем, на нашу думку, стануть у нагоді студентам-біологам та здобувачам вищої освіти різних природничих спеціальностей.

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ I. Сучасні виклики фундаментальної екології

ТЕМА 1. Основні питання фундаментальної екології. Екологічні проблеми та їх причини.

План:

1. Поняття та структура екологічної науки.
2. Життя в експоненціальній реальності.
3. Сталий розвиток як здатність природних систем Землі виживати й адаптуватися до змін навколишнього середовища.
4. Відновлювані та невідновлювальні ресурси.
5. Культурні зміни – наш шанс на виживання.

1. Поняття та структура екологічної науки.

Екологія – це наука, що об'єднує знання про життя на нашій планеті. Це знання лабільне, воно змінюється і еволюціонує від фундаментальних напрацювань до прикладних дисциплін.

Екологія є міждисциплінарною наукою, що досліджує структурно-функціональну організацію надорганізмівих систем (популяцій, угруповань, екосистем, біосфери), виявляє механізми підтримання їх стійкості у просторі й часі.

В структурі сучасної екології виділяють наступні основні напрямки: *загальну, спеціальну та прикладну екологію.*

Загальна екологія вивчає фундаментальні проблеми структурно-функціональної організації екосистем, досліджує взаємодію біосистем різних рівнів інтеграції між собою та довкіллям. Загальна екологія охоплює *аутоекологію* (екологію видів), *демекологію* (екологію популяцій), *синекологію* (екологію угруповань), *екосистемологію*, *біоценологію*, *глобальну екологію* та *ноосферологію*.

Спеціальна екологія досліджує закономірності функціонування конкретних екосистем або особливості пристосування популяцій різних видів організмів чи їх угруповань до умов навколишнього середовища.

Прикладна екологія з'ясовує різні аспекти дії чинників довкілля на біосистеми і спрямована на розв'язання головним чином практичних питань. У прикладній екології виділяють окремі напрямки, пов'язані з галузями наук, що вивчають екологічні проблеми: агроєкологія, урбоекотологія, популяційна екологія, інженерна екологія, екологія рослин і тварин, екологія людини, екологічна біотехнологія, ландшафтна екологія та ін.

Об'єктом вивчення екології є дослідження організації і функціонування надорганізмівих систем, а саме: популяцій, біоценозів, біогеоценозів (екосистем) і біосфери в цілому.

Американський еколог Ю. Одум для визначення предмету та завдань екології пропонував використовувати наступний прийом: уявити структуру екології у вигляді листкового пирога, який можна розрізати на шматки двома способами:

➤ Горизонтально – що дозволяє охопити фундаментальні науки (морфологія, гістологія, генетика, теорія еволюції, молекулярна біологія), які вивчають основні властивості життя, але не обмежуються дослідженням окремих груп організмів;

➤ Вертикально – що дозволяє узагальнити таксономічні науки, які вивчають групи організмів (мікробіологія, вірусологія, зоологія, ботаніка, паразитологія).

В такому контексті екологія належить до фундаментальних розділів біології та є складовою частиною кожного таксономічного підрозділу, тобто виникають екологія рослин, екологія тварин та їх часткові елементи, екологія риб, комах, птахів та ін.

«Листковий пиріг» екології поділяється ще й за іншим принципом – за рівнями біологічної організації: індивідуум → популяція → угруповання → екосистема; за принципами біологічної організації: форма, функція, розвиток, регуляція та адаптація.

Предметом дослідження екології є природні та створені людиною екологічні системи. Головне завдання екології – розкрити загальні закономірності організації життя і на цій основі розробити принципи раціонального використання природних ресурсів в сучасних умовах.

Визнання екосистеми центральним об'єктом екології вимагає послідовного застосування системного підходу і загальної теорії систем при дослідженні екологічних процесів і явищ. Досліджуючи біологічні об'єкти як відкриті динамічні системи, засновник «загальної теорії систем» Людвіг Берталанфі, запропонував методи аналізу відкритих систем, що дозволило застосовувати в біології ідеї термодинаміки, кібернетики, фізичної хімії.

Методологічною основою сучасної фундаментальної екології є, по-перше, системний підхід, по-друге, – базові методи досліджень: натурні спостереження, експеримент і моделювання.

Для ефективного розв'язання сучасних екологічних проблем необхідно мати фактичний і вірогідний матеріал геохімічного, геофізичного, біохімічного, біологічного, медичного, фізичного, хімічного, геологічного, соціального, економічного та іншого характеру, а також можливість статистичної обробки, програмування, моделювання різних процесів, синтезу й прогнозування. Тому сучасна фундаментальна екологія використовує сучасні ефективні методичні прийоми й апарат цих наук – природничих, технічних, соціальних.

2. Життя в експоненціальній реальності.

Два стародавніх царі любили грати в шахи. Переможець отримував приз від переможеного. Після одного матчу король-переможець попросив короля, який програв заплатити йому, поклавши одне зерно пшениці на перше поле шахової дошки, два зерна на друге поле, чотири на третє і так далі, з подвоєнням числа зернин на кожен квадрат, доки не будуть заповнені всі 64 квадрати шахівниці. Король, який програв, вважав, що легко з цим впорається, і з задоволенням погодився. Це була найбільша помилка, яку він коли-небудь робив. Він розорив своє королівство, тому що кількість зернин пшениці, яку він обіцяв, була значно більшою, ніж уся пшениця, яку збирали в його державі!

Ця вигадана історія ілюструє концепцію експоненти зростання, за якої кількість збільшується на фіксований відсоток за одиницю часу, наприклад, 2% на рік. Експоненціальне зростання оманливе. Починається повільно, але лише після кількох подвоєнь зростає до величезних чисел, тому що кожне подвоєння перевищує загальну суму всього попереднього зростання.

Через експоненціальне зростання, згідно з підрахунками ООН, чисельність населення Землі сягнула 7 млрд осіб у 2008 р. А 14 липня 2022 року чисельність населення планети сягнула **8 млрд осіб**.

Разом всі люди споживають величезну кількість їжі, води, «сирих» матеріалів, енергії, а в процесі виробництва утворюють величезну кількість відходів та забруднень. Нас, ймовірно, буде 9,3 мільярда до 2050 року і, можливо, 10 мільярдів до кінця цього століття. Експоненціальна швидкість глобального зростання населення знизилася з 1963 року. Попри це, кожен день людство додає в середньому близько 225 000 людей до загального населення землі. Це еквівалентно додаванню нового американського міста Лос-Анджелес кожні 2 місяці, або Франції кожні 9 місяців, чи нових Сполучених Штатів (третья за чисельністю населення країна світу) приблизно кожні 4 роки.

Ніхто не знає, скільки людей може підтримувати Земля; на якому рівні споживання ресурсів чи достатку, без серйозного погіршення якості, наша планета здатна підтримувати нас, інші форми життя та наші економіки.

Але є тривожні ознаки. Біологи підраховали, що до кінця цього століття експоненціальне збільшення населення та споживання ресурсів може спричинити безповоротну втрату від однієї третини до половини відомих у світі видів рослин і тварин. Крім того, зростає кількість доказів, що експоненціальне зростання людської діяльності (похідної від зростання чисельності людей), такої як спалювання викопного палива (вугілля, природного газу, нафтопродуктів) та вирубка лісів змінять клімат Землі. Це може знищити значні території, що використовуються для землеробства, змінити водопостачання, знищити багато унікальних форм життя на Землі та зруйнувати економіку в різних частинах світу.

3. Сталий розвиток як здатність природних систем Землі виживати й адаптуватися до змін навколишнього середовища.

Навколишнє середовище – це все, що нас оточує. Воно включає все живе і неживе, з яким ми взаємодіємо. Також, навколишнє середовище охоплює складну мережу відносин, які з'єднують нас один з одним і зі світом, в якому ми живемо. Попри це на наші численні науково-технічні досягнення, ми цілковито залежимо від навколишнього середовища – повітря, води, їжі, енергії та всього іншого. Нам треба бути живими і здоровими. Ми є частиною навколишнього середовища, а не відокремлені від решти природи.

Цілі екології полягають в тому, щоб дізнатися, як працює природа, як навколишнє середовище впливає на нас, як ми впливаємо на навколишнє середовище та як розв'язувати екологічні проблеми та жити більш екологічно.

Ключовою наукою про навколишнє середовище є **екологія** – біологічна наука, яка вивчає, як організми або живі істоти взаємодіють з навколишнім середовищем і один з одним.

Основним акцентом в екології є вивчення екосистем. Екосистема – це набір організмів, що взаємодіють один з одним і зі своїми середовище неживої матерії та енергії в межах визначеної площі.

Не слід плутати науку про навколишнє середовище та екологію з енвайронменталізмом – рухом присвяченим захисту систем життєзабезпечення Землі для нас і всіх інших форм життя. Енвайронменталізм більше практикується на політичній та етичній аренах, ніж в царині наук.

Сталість – це здатність різноманітних природних систем Землі, людських культурних систем і економік виживати й адаптуватися до змін навколишнього середовища. Важливим компонентом сталості є природність капітал – природні ресурси та природні послуги, які підтримують нас та інші форми життя, а також підтримують наші економіки.

Природні ресурси – це матеріали та енергія в природі, які необхідні або корисні для людей. Ці ресурси часто класифікують як відновлювані (такі як повітря, вода, ґрунт, рослини та вітер) або невідновлювані (такі як мідь, нафта та вугілля).

Природні послуги – це функції природи, такі як очищення повітря і води, які підтримують життя та людську економіку. Екосистеми надають нам ці основні послуги безоплатно.

Однією з життєво важливих природних послуг є колообіг поживних речовин (циркуляція хімічних речовин) необхідних для життя з навколишнього середовища (переважно з ґрунту та води) через організми і назад у навколишнє середовище. Так, наприклад, верхній шар земної кори – ґрунт – підтримує забезпечення поживними речовинами рослин, тварин, і мікроорганізми, що мешкають на суші; коли істоти, що мешкають на суші помирають, вони поповнюють ґрунт поживними речовинами. Без цієї послуги, яку ми знаємо, як колообіг поживних речовин, життя не могло б існувати.

Природний капітал підтримується сонячним капіталом: енергією сонця. Якщо забрати сонячну енергію, то весь природний капітал зазнає краху. Сонячна енергія нагріває планету та підтримує фотосинтез – складний хімічний процес, який рослини використовують для забезпечення їжею себе, нас і більшості інших тварин. Пряме надходження сонячної енергії також створює непрямі форми відновлюваної енергії, такої як вітер, текуча вода, і біопаливо, що утворюється з рослин і рослинних залишків.

Таким чином, наше життя та економіка залежать від енергії сонця (сонячний капітал), природних ресурсів та природних послуг – природного капіталу, наданого Землею.

Другий компонент сталості – це визнання того, що багато видів людської діяльності можуть призвести до погіршення природного капіталу через використання відновлюваних ресурсів швидше, ніж природа може відновити їх. Наприклад, у деяких частинах світу ми вирубуємо ліси набагато швидше, ніж природа може їх відновити. Ми також виловлюємо рибу з океану швидше, ніж вона поповнюється. Це підводить нас до третього компонента сталості.

Екологи шукають розв'язання проблем, таких як деградація природного капіталу, однак, їх робота обмежується пошуком наукових рішень, тоді як політичні рішення залишаються політичним процесом. Наприклад, науковим рішенням може бути зупинка вирубування біологічно різноманітних лісів, або виловлювання риби швидше, ніж вона може відтворюватися. Але реалізація таких наукових рішень часто вимагає державних законів та правил – третього компонента сталості.

Пошук рішень може включати конфлікти. Наприклад, екологи наполягають на захисті природних лісів, щоб запобігти передчасному зникненню різних форм життя, а лісопромислова компанія планує заготівлю дерев у цьому лісі. Розв'язання таких конфліктів часто вимагає зусиль та компромісів. Тобто компроміси – це

четвертий компонент сталості. У випадку лісопромислової компанії – можна переконати посадити дерева (деревна ферма) на території, яка мала вже вирубані або деградовані землі в обмін на збереження природного лісу.

Будь-який зсув у бік екологічної сталості має базуватися на наукових концепціях і дослідженнях, які широко прийняті експертами в певній галузі, (а не базуватися на рішеннях керівників різних установ).

Багато людей у країнах, що розвиваються, борються за виживання. Їхнє індивідуальне використання ресурсів і, як наслідок, вплив на навколишнє середовище є низькими та переважно стосується задоволення своїх базових потреб. Навпаки, багато людей у більш заможних країнах споживають великі обсяги ресурсів, які значно перевищують їхні основні потреби. Забезпечення людей ресурсами та робота з отриманими відходами та забрудненнями можуть мати великий вплив на навколишнє середовище. Ми можемо розглядати це як *екологічний слід* – кількість біологічно продуктивної землі і води, необхідні для забезпечення людей у певній країні чи регіоні ресурсами та поглинання і переробка відходів та забруднень, які утворюються внаслідок використання ресурсів. Екологічний слід на душу населення становить середній екологічний слід людини в конкретній країні або області.

Якщо загальний екологічний слід країни або світу перевищує її біологічну здатність відтворювати власні відновлювані ресурси і поглинати відходи і забруднення, кажуть про *екологічний дефіцит*. Всесвітній фонд дикої природи (WWF) і Global Footprint Network підрахували, що в 2003 році глобальний екологічний слід людства перевищував біологічну місткість Землі приблизно на 25%. Цей показник склав близько 88% у країнах світу з високим рівнем доходу разом із Сполученими Штатами, які мають найбільший у світі загальний екологічний слід.

Екологічний слід на душу населення орієнтовно показує скільки відновлюваних ресурсів Землі припадає на індивідуальне споживання. Після багатих нафтою Об'єднаних Арабських Еміратів, Сполучені Штати, займають друге місце у світі за величиною екологічного сліду на душу населення. У 2003 році, екологічний слід США на душу населення становив в 4,5 рази більше ніж середній глобальний слід на людину, у 6 разів більше, ніж у Китаї та у 12 разів більше середнього сліду на душу населення країн з низьким рівнем доходу. За словами Вільяма Різа та Матіса Вакернагеля, розробників концепції екологічного сліду, коли решта світу досягне нинішніх рівнів споживання США з її наявною технологією, то людству знадобиться площа суші, що дорівнює приблизно п'яти планетам Земля. Іншими словами, якби кожен споживав стільки, скільки середньостатистичний американець сьогодні, природний капітал Землі міг би підтримувати лише близько 1,3 мільярда людей – а ні сьогоднішні 8 млрд.

4. Відновлювані та невідновлювальні ресурси.

З точки зору людини, ресурс – це все, що отримується з навколишнього середовища для задоволення наших потреб. Збереження ресурсів – це управління природними ресурсами з метою мінімізації їх втрати і підтримання запасів для поточного та майбутнього покоління.

Деякі ресурси, такі як сонячна енергія, свіже повітря, вітер, прісна поверхнева вода, родючий ґрунт і дикорослі їстівні рослини, доступні безпосередньо для

використання. Інші ресурси такі як нафта, залізо, підземна вода та культивовані культури – безпосередньо не доступні. Вони стають корисними чи доступними лише за певних зусиль і технологічних досягнень. Наприклад, нафта була загадковою рідиною, поки ми не навчилися знаходити, видобувати та перероблювати її в бензин, мазут та інші продукти.

Сонячну енергію називають вічним ресурсом, тому що вона постійно поновлюється і, як очікується, триватиме щонайменше 6 мільярдів років, доки Сонце не завершить свій життєвий цикл.

У масштабі людського часу відновлюваний ресурс може поповнюватися досить швидко (від годин до сотень років) через природні процеси, якщо він не витрачається швидше, ніж оновлюється. Приклади включають ліси, пасовища, прісну воду, свіже повітря та родючу землю.

Найбільша швидкість, з якою відновлюваний ресурс може використовуватися необмежений час без зменшення наявного запасу називається його **стійким виходом**. Коли ми перевищуємо коефіцієнт природного заміщення відновлюваного ресурсу, доступна пропозиція починає скорочуватися – цей процес відомий як погіршення якості навколишнього середовища.

Деякі ресурси **не відновлюються**. Невідновлювані ресурси існують у фіксованій кількості, або запасі, в земній корі. У часовому масштабі від мільйонів до мільярдів років, геологічні процеси теоретично можуть відновити такі ресурси. Але в набагато коротшому масштабі людського часу від сотень до тисяч років, ці ресурси можуть виснажуватися набагато швидше, ніж утворюватися. Так, до вичерпних ресурсів належать енергетичні ресурси (такі як вугілля та нафта), металеві мінеральні ресурси (такі як мідь і алюміній), а також нерудні мінеральні ресурси (сіль і пісок).

Оскільки такі ресурси виснажуються, людська винахідливість часто може знайти заміники. Так, дослідженнями та технологіями доведено, що вже протягом цього століття, поєднання відновлюваних джерел енергії, таких як вітер, сонце, тічна вода, тепло в надрах Землі можуть зменшити нашу залежність від невідновлюваних викопних видів палива, таких як нафта та вугілля. Також різноманітні види пластмас і композиційних матеріалів можуть замінити певні метали. Але іноді немає прийнятної або доступної заміни.

Деякі невідновлювані ресурси, такі як мідь і алюміній, можна переробити або повторно використати для розширення запасів. Повторне використання – це багаторазове використання ресурсу в однаковій формі. Наприклад, скляні пляшки можна збирати, багато разів промивали та наповнювали. Рециклінг передбачає збір відходів і переробку їх у нові матеріали. Наприклад, викинуті алюмінієві банки можна подрібнити та розплавити для виготовлення нових алюмінієвих банок або інших виробів. Але такі енергетичні ресурси, як нафта та вугілля, не можна переробити чи використати повторно. Після спалення їхня енергія більше не доступна для нас.

Переробка невідновлюваних металевих ресурсів займає набагато менше енергії, води та інших ресурсів і утворює значно менше забруднень та деградації навколишнього середовища, ніж розробка нових покладів корисних копалин (металевих ресурсів). А повторне використання таких ресурсів потребує навіть менше енергії та утворює менше забруднень, ніж переробка.

Підсумовуючи все вищезгадане, можемо сказати, що ми живемо марнотратно, виснажуючи та деградуємо частину Землі, невідновлювальний природний капітал і природні ресурси, оскільки наш екологічний слід зростає і поширюється по Землі.

5. Культурні зміни – наш шанс на виживання.

Культура – це сукупність знань та технологій суспільства, його вірувань, практик та етичних норм. Культурні зміни людства мали глибокий вплив на екологію Землі.

Свідоцтва палеоантропології та дослідження стародавньої культури припускають, що нинішня форма виду *Homo sapiens*, існувала на Землі орієнтовно 90 000-195 000 років тому – часі, меншим, ніж помах вій у 3,56 мільярдній історії життя на Землі.

До, приблизно, 12 000 років тому, ми були переважно мисливцями-збирачами: здобували їжу шляхом полювання на диких тварин або збирали рештки від загиблих тварин, збирали дикорослі рослини. Ранні мисливці – це гурти, що жили невеликими родинними групами і переміщалися задля потреби знайти достатньо їжі для виживання.

Відтоді відбулися три великі революційні культурні зміни.

Спочатку почалася сільськогосподарська революція 10 000-12 000 років тому, коли люди навчилися вирощувати рослини і розводити тварин для їжі, одягу, та інших цілей.

Другою була промислова революція (її ще називають промислово-медичною), що почалася приблизно 275 років тому, коли людство винайшло технології та обладнання для широкомасштабного виробництва товарів на заводах. Даний технологічний прорив передбачав навчання великої кількості людей, що вплинуло на культурні традиції суспільств.

Нарешті, близько 50 років тому, почалася інформаційно-глобалізаційна революція, коли ми розробили нові технології для отримання швидкого доступу до набагато більшої кількості інформації і ресурсів в глобальному масштабі.

Кожна з цих культурних змін давала нам більше нових технологій, за допомогою яких можна було змінювати та контролювати все більшу частку планети, щоб у свою чергу задовольнити наші основні потреби та потреби, що зростають. Зазначені культурні зміни дозволили людству значно збільшити свою чисельність, завдяки збільшенню запасів продовольства та подовживши термін життя людини. Проте, кожна з цих революцій призвела до збільшення використання ресурсів, забруднення та деградації навколишнього середовища, оскільки наш екологічний слід розширився і ми домінуємо на планеті.

Багато вчених-екологів та інших аналітиків закликають нас здійснити нову екологічну революцію протягом цього століття. Це мало б бути вченням про те, як зменшити наш екологічний слід і жити більш стало.

Контрольні запитання:

1. Що ми вкладаємо в поняття екологія?
2. Які основні напрямки екологічної науки вам відомі?
3. Що є об'єктом дослідження екології?
4. Що є методологічною основою екології?
5. Що таке експоненціальне зростання?
6. Чому життя в експоненціальній реальності є причиною занепокоєння для всіх, хто живе на планеті?
7. Поясніть терміни природний капітал, природні ресурси, природні послуги.
8. В чому полягає відмінність між природознавством та екологією?
9. В чому полягає відмінність між екологією та енвайроменталізмом?
10. Чим підтримується природний капітал?
11. Що таке відновлювані та невідновлювальні ресурси?
12. Що таке екологічний слід та як він змінюється останнім часом?
13. Що таке екологічний дефіцит?
14. Що таке екологічний слід на душу населення?
15. Назвіть країни з найбільшим екологічним слідом на душу населення.

ТЕМА 2. Екосистеми та як вони існують.

План:

1. Що підтримує нас та інші організми живими.
2. Що відбувається із енергією в екосистемах.
3. Що відбувається з матерією в екосистемах.
4. Як вчені досліджують екосистеми.

1. Що підтримує нас та інші організми живими.

Земля забезпечує життя. Земля, як відкрита Система складається з чотирьох основних сферичних систем, які взаємодіють одна з одною: атмосфера (повітря), гідросфера (вода), геосфера (скелі, ґрунт, осад) і біосфера (живі істоти).

Атмосфера являє собою тонку сферичну газову оболонку, що оточують земну поверхню. Її внутрішній шар, тропосфера простягається лише на 17 кілометрів над рівнем моря в тропіках і близько 7 кілометрів над північним та південним полюсами Землі. Тропосфера містить більшу частину повітря, яким ми дихаємо: азоту 78% і кисню 21%. Решта 1% містить водяну пару, вуглекислий газ і метан, вони називаються парниковими газами, оскільки вони затримують тепло і таким чином нагрівають нижні шари атмосфери. Майже вся «погода» на Землі формується в тропосфері.

Наступний шар заввишки 17-50 кілометрів над земною поверхнею припадає на стратосферу. Її нижня частина містить достатню кількість озону (O₃) для фільтрації більшої частини шкідливого сонячного ультрафіолетового випромінювання. Цей глобальний сонцезахисний крем дозволяє жити Землі і поверхневим водоймам.

Гідросфера складається з усієї води. Вона може перебувати у вигляді рідкої води (на поверхні і під землею), льоду (полярні льоди, айсберги, лід у мерзлих шарах ґрунту – вічна мерзлота) і водяної пари в атмосфері. Більша частина води планети знаходиться в океанах, які займають близько 71% земної кулі.

Геосфера складається з гарячого ядра Землі, товстої мантії, що формується переважно з гірських порід, і зовнішньої кори. В геосфері розташовані надра землі, що містять невідновлювані викопні види палива та мінерали, які ми використовуємо, а також відновлювані хімічні речовини ґрунту, необхідні організмам для життя.

Біосфера займає ті частини атмосфери, гідросфери і геосфери, де існує життя.

Це тонкий шар Землі, що простягається приблизно від 9 кілометрів над земною поверхнею до дна океану. Якби Земля була яблуком, біосфера була б не товща за яблучну шкірку.

Життя на землі залежить від **трьох взаємопов'язаних факторів**:

• **Одностороннього потоку енергії від Сонця**, який проходить через живі істоти в їхній життєвій взаємодії, в навколишнє середовище (це переважно тепло, розсіяне в повітрі або воді) і, зрештою, повертається знову в простір як тепло. «Поїздки туди й назад» заборонені, тому що енергія не може бути перероблена вся (вся вловлена та трансформована). **Перший і другий закони термодинаміки керують цим потоком енергії.** Перший закон термодинаміки стверджує, що коли енергія переходить у систему або виходить із неї (у вигляді роботи, теплоти чи

речовини), внутрішня енергія системи змінюється відповідно до закону збереження енергії.

Другий закон термодинаміки стверджує, що в природному термодинамічному процесі сума ентропій взаємодіючих термодинамічних систем ніколи не зменшується. Загальним наслідком цього твердження є те, що тепло не переходить спонтанно від більш холодного тіла до більш теплого.

• **Колообігу речовин** (атомів, іонів і сполук, необхідних для виживання живих організмів) **через складові біосфери**. У зв'язку з тим, що Земля закрита для значних надходжень речовини з простору (з космосу), її, по суті фіксований, запас поживних речовин повинен постійно перероблятися для підтримки життя. Рухи поживних речовин в екосистемах і в біосфері – це кругові подорожі, які можуть тривати від секунд до століть. Всім цим керує закон збереження матерії.

• **Гравітації, яка дозволяє планеті утримувати атмосферу та сприяє руху та колообігу хімічних речовин у повітрі, воді, ґрунті і організмах.**

2. Що відбувається із енергією в екосистемах.

Що відбувається коли сонячна енергія досягає Землі? За мільйони кілометрів від Землі, у величезному термоядерному реакторі, яким є Сонце, ядра водню зливаються утворюючи ядра гелію, при цьому в космос вивільняється величезна кількість енергії. Лише дуже мала кількість цієї вихідної енергії досягає Землі – крихітної сфери у неосяжному просторі. Ця енергія досягає Землі у формі електромагнітних хвиль, переважно у вигляді видимого світла, ультрафіолетового випромінювання та тепла (інфрачервоного випромінювання). Значна частина цієї енергії поглинається або відбивається назад у космос земною атмосферою, хмарами та поверхнею. Газ озон (O_3) у нижній частині стратосфери поглинає близько 95 % шкідливого ультрафіолетового випромінювання Сонця. Без цього озонового шару, життя, яким ми його знаємо на суші та в верхньому шарі води – не було би.

Ультрафіолетова, видима та інфрачервона енергія, яка досягає атмосфери освітлює землю вдень, нагріває повітря, випаровує воду та обумовлює колообіг речовин біосферою. Приблизно 1% цієї вхідної енергії породжує вітри. Зелені рослини, водорості та деякі види бактерій використовують менше 0,1% енергії, що досягла Землі, для виробництва поживних речовин за допомогою фотосинтезу, що, в свою чергу, годує тварин.

Із загальної сонячної радіації, яку перехоплює Земля, близько 1% досягає земної поверхні, більша частина якої потім відбивається як довгохвильове інфрачервоне випромінювання. Коли це інфрачервоне випромінювання повертається крізь нижню частину атмосфери в космос, воно стикається з парниковими газами, такими як водяна пара, вуглекислий газ, метан, закис азоту та озон. Це зіткнення призводить до вібрації молекул і утворення інфрачервоного випромінювання більших довжин хвиль. Тоді вібуючі газоподібні молекули обіймають вищу кінетичну енергію, що сприяє нагріванню нижніх шарів атмосфери і земної поверхні. Без цього **природного парникового ефекту** Земля було б занадто холодною, щоб підтримувати форми життя, які ми маємо сьогодні.

3. Що відбувається з матерією в екосистемах.

Екосистеми та біосфера підтримуються поєднанням одностороннього потоку енергії від Сонця та колообігу поживних речовин – двох найважливіших природних послуг, які є складовими природного капіталу Землі.

Редуценти та детритофаги, мікроскопічні організми, є ключем до розуміння колообігу поживних речовин, оскільки вони розщеплюють органічні речовини, перетворюють їх на простіші сполуки, які можуть повторно використовуватися продуцентами. Без редуцентів та детритофагів, колообіг поживних речовин був би незначним, якщо взагалі відбувався б, і планета була б завалена рослинним сміттям, тілами мертвих тварин, відходами тварин і сміттям.

Крім того, більшість життя, яке ми знаємо, не змогло б існувати, оскільки поживні речовини, що зберігаються в таких природних відходах та мертвих тілах будуть замкнені та недоступні для використання іншими організмами.

Елементи та сполуки, що входять до складу поживних речовин безперервно рухаються в повітрі, воді, ґрунті, живих організмах, в екосистемах і в біосфері, в цілому. Елементи та сполуки рухаються у циклах, які називаються біогеохімічними циклами або циклами поживних речовин. Ці цикли, керовані прямо чи опосередковано вхідними потоками сонячної енергії та гравітації, включають гідрологічний (водний), вуглецевий, азотний, фосфорний і сульфурний цикли. Ці цикли є важливою складовою земного природного капіталу, проте діяльність людини змінює їх.

Коли поживні речовини рухаються через біогеохімічні цикли, вони можуть накопичуватися в одній частині циклу і залишатися там на різний час. Ці місця тимчасового зберігання, такі як атмосфера, океани, інші води, підземні родовища називають сховищами.

Цикли поживних речовин пов'язують минулі, теперішні та майбутні форми життя. Деякі з атомів вуглецю у вашій шкірі можливо, колись були частиною дубового листа, шкіри динозавра або шару вапнякової породи, були у тілі Аттілі, або мисливця-збирача, який жив 25 000 років тому і, можливо, вдихав ті молекули кисню, які ви щойно вдихнули.

4. Як вчені досліджують екосистеми.

Деякі вчені вивчають природу безпосередньо. Вчені використовують польові дослідження, лабораторні дослідження та математичні та інші моделі для вивчення екосистем. Польові дослідження, які іноді називають «біологією брудних чобіт» передбачають спостереження та вимірювання структури природних екосистем і того, що відбувається в них. Більшість того, що ми знаємо про структуру та функціонування екосистем, походить звідти. Екологи мандрують лісами, пустелями та степами, а також ходять вбрід або на човнах через болота, озера, потоки та океани, збираючи та спостерігаючи за різними видами.

Іноді вони проводять контрольовані експерименти (на певних виділених та змінених частинах земної чи водної поверхні) та порівняння результатів з сусідніми незмінними ділянками. Тропічні екологи зводять конструкції на висоті будівельних кранів над кронами тропічних лісів звідки вони спостерігають багате різноманіття видів, живуть в цих місцях на верхівках дерев. Проте, все частіше використовуються нові технології для збору екологічних даних.

Вчені використовують літаки та супутники оснащені складними камерами та іншими сенсорними пристроями для сканування та збору даних про земну поверхню. Потім вони використовують геоінформаційну систему (ГІС) – спеціальне програмне забезпечення для захоплення, зберігання, аналізу та відображення такої географічної або просторова інформація. Наприклад, ГІС може перетворювати цифрове супутникове зображення, створене за допомогою дистанційного зондування в глобальному масштабі на регіональні та місцеві карти, що показують варіації рослинності (валову первинну продуктивність, режим температури, викиди забруднення повітря та інші змінні).

Вчені також використовують програми ГІС і цифрові супутникові зображення для створення дво- або тривимірних карт поєднання інформації про такі змінні, як використання землі.

Така сукупність інформації може призвести до кращого розуміння екологічних проблем і до кращого прийняття рішення про те, як вирішувати сучасні екологічні проблеми. У 2005 році вчені запустили Глобальну систему спостереження за Землею (GEOSS) – 10-річну програму для інтеграції даних датчиків, буїв і супутників, які спостерігають за земною поверхнею, атмосферою, і океанами.

Деякі вчені досліджують екосистеми в лабораторіях. Деякі вчені створюють моделі. Нам потрібно дізнатися більше про Здоров'я екосистем світу. Нам потрібні вихідні дані про стан екосистеми, щоб побачити, як вони змінюються, і розробити ефективні стратегії для запобігання або уповільнення їх деградація.

Проведемо аналогію із обстеженням людини: як вашому лікарю потрібні вихідні дані про стан вашого здоров'я (кров'яний тиск, вага та функціонування ваших органів і систем, що виявляється через основні тести) так екологам потрібні вихідні дані про стан екосистем. Якщо ваше здоров'я якимось чином погіршується, лікар можна провести нові тести та порівняти результати з базовими даними, щоб визначити зміни та придумати лікування. Аналогічно екологи можуть моніторити екосистеми, щоб спостерігати напрям і характер змін в екосистемах.

Відповідно до екологічного дослідження, опублікованого Heinz Foundation та Millennium Ecosystem Assessment, вчені мають менше половини основних екологічних даних, які вони потребують для оцінки стану екосистеми в Сполучених Штатах. Ще менше доступних даних для більшості інших частин світу. Екологи закликають до масштабної програми задля розробки базових даних екосистем світу.

Контрольні запитання:

1. Схарактеризуйте шари та газовий склад атмосфери.
2. Що таке гідросфера Землі?
3. Як сформована геосфера Землі?
4. Що таке біосфера Землі?
5. Від яких трьох факторів залежить життя на Землі?
6. В чому полягає перший та другий закон термодинаміки?
7. В чому сутність кругообігу речовин?
8. Що обумовлює утримання атмосфери Землею?

9. Завдяки чому утворюється енергія в Сонці?
10. У якій формі сонячна енергія досягає земної поверхні?
11. Який відсоток сонячного випромінення відбивається Землею?
12. Яку функцію виконує озон (O₃)?
13. Який відсоток сонячної енергії, що досягає Землі, використовують зелені рослини для фотосинтезу?
14. Що таке природний парниковий ефект?
15. Яку функцію виконують парникові гази?
16. Хто такі редуценти та детритофаги?
17. Які методи дослідження екосистем ви знаєте?

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ II. Біорізноманіття та його значення.

ТЕМА 3. Біорізноманіття та еволюція.

План:

1. Що таке біорізноманіття і чому це важливо.
2. Звідки «беруться» нові види.
3. Адаптація.
4. Як зміни геологічних процесів та клімату впливають на еволюцію.
5. Як утворюються (еволюціонують) нові види.
6. «Ключові види» екосистем.

1. Що таке біорізноманіття і чому це важливо.

Біорізноманіття є важливою частиною природного капіталу Землі. Біологічне різноманіття – це різноманітність земних видів, генів, які вони містять, екосистем, у яких вони живуть, і екосистемних процесів, таких як потік енергії та колообіг поживних речовин, які підтримують все життя. Біорізноманіття є життєво важливим відновлюваним ресурсом.

Наразі вчені ідентифікували близько 1,8 мільйона видів живих істот серед ймовірних 4 - 100 мільйонів видів на Землі, і щороку ідентифікуються тисячі нових видів. Виявлені види включають майже мільйон видів комах, 270 000 видів рослин і 45 000 хребетних види тварин.

Видове різноманіття є найбільш очевидним, але не єдиним, компонентом біорізноманіття. Іншим важливим компонентом є генетична різноманітність Землі. Різноманітність видів містить ще більшу різноманітність генів. Генетичне різноманіття забезпечує здатність Життя на землі адаптуватися до різних змін навколишнього середовища та виживати.

Іншими словами, генетичне різноманіття життєво важливе для підтримки Життя на Землі. Різноманітність екосистем – різноманітність пустель, луків, лісів, гір, океанів, озер, річок, водно-болотних угідь – є ще одним важливим компонентом біорізноманіття. Кожна з цих екосистем є сховищем генетичного та видового різноманіття.

Ще один важливий компонент біорізноманіття це функціональна різноманітність – різноманітність процесів, таких як колообіг матерії та потік енергії, що відбувається всередині екосистем, з якими взаємодіють види один з одним в харчових ланцюгах і мережах.

Біорізноманіття Землі – це та важлива частина природного капіталу, який забезпечує нам життя. Він дає нам їжу, матеріали, деревину, волокна, енергію, ліки – все це представляють сотні мільярдів доларів у світі економіки кожного року. Біорізноманіття також відіграє певну роль у збереженні якості повітря і води та підтриманні родючості ґрунтів. Це безоплатні екологічні послуги, які є частиною природного капіталу Землі.

2. Звідки «беруться» нові види.

Що дало змогу з'явитися на Землі дивовижній кількості живих істот на рівні 4-100 мільйонів видів? Наукова відповідь – біологічна еволюція: процес, за допомогою якого земне життя змінюється з часом через зміни в генах живих істот.

Ідея про те, що організми змінюються з часом і походять від одного спільного предка у тій чи іншій формі існувала з часів ранньої грецької філософії. Але ніхто не придумав доведеного пояснення того, як це могло статися до 1858 року, коли натуралісти Чарльз Дарвін (1809–1882) і Альфред Рассел Воллес (1823–1913) незалежно один від одного запропонували поняття природного добору як механізму біологічної еволюції. Хоча Воллес також запропонував ідею природного добору, саме Дарвін ретельно зібрав докази цієї ідеї та опублікував її в 1859 році в своїй книзі «Про походження видів за допомогою природного добору».

Дарвін і Воллес помітили, що організми повинні постійно боротися за отримання достатньої кількості їжі та інших ресурсів для виживання та розмноження. Вони також помітили, що індивіди з певною перевагою над іншими індивідами в популяції мають більше шансів вижити, розмножуватися та мати потомство. Перевага була обумовлена певними рисами, якими володіють ці особи, але не інші.

Дарвін і Воллес дійшли висновку, що ці ознаки виживання стануть більш поширеними в майбутніх популяціях виду через процес, який називається природним добром, який виникає, коли деякі особини в популяції мають генетичні ознаки, які посилюють їх здатність виживати і народжувати потомство з цими риси. Зміна генетичних особливостей від одного покоління до іншого відома як біологічна еволюція, або просто еволюція.

Величезним масивом польових і лабораторних доказів підтверджено цю ідею. У результаті біологічна еволюція через природний добір стала важливою науковою теорією. Відповідно до цієї теорії життя еволюціонувало в шість основних груп видів, які називаються царствами. Ця теорія бачить розвиток життя як дерева, що постійно розгалужується шляхом збільшення різноманіття, яке іноді називають деревом життя.

Ця наукова теорія, в цілому, пояснює як життя змінилося за останні 3,7 мільярда років і чому життя сьогодні таке різноманітне.

Процес біологічної еволюції шляхом природного добору включає зміни в генетичному складі популяції через наступні покоління. Зверніть увагу, що популяції – не індивіди – еволюціонують, стаючи генетично іншими.

Особини в популяціях з корисними генетичними ознаками можуть залишити більше потомства. Наступним кроком біологічної еволюції є природний добір, який виникає, коли деякі особини популяції мають генетичні ознаки (внаслідок мутацій), які підвищують їхню здатність виживати та розмножуватися з цими ознаками.

3. Адаптація.

Адаптація, або адаптивна ознака, – це будь-яка спадкова властивість, яка дозволяє окремому організму виживати і через природний добір відтворюватися більше ніж іншим особам в певних умовах навколишнього середовища. Щоб відбувся природний добір, ознака повинна успадковуватися, тобто передаватися від одного покоління до іншого. Ознака також повинна призводити до диференціального розмноження, яке дає можливість індивідам з цією властивістю залишати більше потомства.

Якщо узагальнити процес біологічної еволюції шляхом природного добору, то матимемо: гени мутують, особини відбираються, і розвиваються популяції, які краще пристосовані виживати та розмножуватися в існуючих умовах середовища.

Коли умови середовища змінюються, у популяції виду є три можливі варіанти майбутнього: адаптація до нових умов середовища через природний добір, міграція (якщо можливо) в район з більш сприятливими умовами, або вимирання.

Чудовим прикладом еволюції шляхом природного добору є люди. Ми розвинули певні риси, змогли створити захисні пристрої та технології, які розширюють наші обмежені органи чуття та компенсують частину наших недоліків. Таким чином, лише за мить 3,56-мільярдної історії життя на Землі ми розробили потужні технології та заволоділи більшою частиною земної кулі.

Проте адаптацій, що роблять вид успішним протягом одного періоду часу, може бути недостатньо для забезпечення виживання виду в умовах наступних змін середовища. Це не менш актуально і для людей, тому що деякі умови навколишнього середовища зараз швидко змінюються, значною мірою через наші власні дії.

Одна з наших людських адаптацій – наш потужний мозок – сподіватимемось він зможе допомогти нам жити більш стабільно, розуміючи та копіюючи шляхи які природа підтримувала сама протягом мільярдів років, попри значні зміни умов навколишнього середовища.

Адаптація шляхом природного добору має обмеження. Уявимо собі, що у не дуже віддаленому майбутньому відбудеться адаптація до нових умов навколишнього середовища завдяки природному відбору, що дозволить нашій шкірі стати більш стійкою до шкідливих факторів, наприклад, впливу ультрафіолетового випромінювання, наші легені будуть справлятися з повітрям у якому є забруднювачі, і у нашій печінці краще відбуватимуться процеси детоксикації? Чи можливо таке? На думку вчених, відповідь – ні! Причина – обмеження адаптацій у природі.

По-перше, зміна умов середовища може призвести до таких адаптації лише через генетичні риси, які вже присутні в генофонді популяції або для ознак, що виникають в результаті мутацій. **По-друге**, навіть якщо у популяції є корисна спадкова ознака, здатність популяції адаптуватися обмежена його репродуктивною здатністю. Популяції генетично різноманітних видів, які швидко розмножуються, наприклад бур'яни, комарі, щури, бактерії або таргани – часто пристосовуються до зміни умов середовища за короткий час. На відміну від них види, які не можуть розмножуватися швидко, наприклад, слони, тигри, акули та люди – не можуть адаптуватися швидко, тобто цей процес займає багато часу (зазвичай тисячі чи навіть мільйони років).

4. Як зміни геологічних процесів та клімату впливають на еволюцію.

Земна поверхня дуже змінилася протягом своєї довгої історії. Величезні потоки розплавленої породи всередині землі розривають земну поверхню на серію гігантських твердих пластин, наз. тектонічні плити. Протягом сотень мільйонів років ці плити повільно дрейфували поверх мантії планети. Цей процес мав два важливі наслідки для еволюції і розвитку життя на землі. По-перше, це формувало та змінювало клімат Землі. По-друге, внаслідок руху континентів види переміщувалися та адаптувалися до нових середовищ.

Коли континенти об'єднуються, популяції можуть розсіюватися на нові території і пристосовуватися до нових умов середовища. Коли континенти роз'єднуються, популяції або розвиваються в нових умовах або вимирають.

Землетруси також можуть впливати на біологічну еволюцію викликаючи тріщини в земній корі, які можуть розділяти і ізолювати популяції видів. Протягом тривалого часу ізоляції це може призвести до утворення нових видів, оскільки кожна ізольована популяція змінюється генетично у відповідь на нові умови середовища.

Зміна клімату та катастрофи. Протягом своєї довгої історії клімат Землі декілька разів кардинально змінювався. Іноді він був дуже холодним і покривав більшу частину землі льодом. В інший час Земля сильно нагрівалася, танув лід і різко піднімався рівень моря.

Такі чергування періодів охолодження і нагрівання призводили до просування та відступу крижаних щитів у високих широтах на більшій частині північної півкулі. Останнє таке явище було зовсім недавно, приблизно 18 000 років тому. Ці довгострокові кліматичні зміни мали потужний вплив на біологічну еволюцію, визначаючи, де можуть виживати різні види рослин і тварин, шляхом змін локації різних типів екосистем, таких як пустелі, луки та ліси. Певна кількість видів вимерли через швидкі зміни клімату. Інші види еволюціонували, щоб виконати свої екологічні ролі та заповнити екологічні ніші.

Ще однією силою, що впливає на природний добір, є катастрофічні події, такі як зіткнення Землі з великими астероїдами. Ймовірно, було багато таких зіткнень протягом 4,5 мільярдів років існування Землі. Такі зіткнення спричинили масове руйнування екосистем і знищили велику кількість видів. Але вони також спричинили зміни в розташуванні екосистем і створили можливості для еволюції нових видів.

5. Як утворюються (еволюціонують) нові види.

За певних обставин природний добір може призвести до появи абсолютно нового виду. У цьому процесі, який називається **видоутворенням**, з одного виду виникають два. Для видів, що розмножуються статевим шляхом, новий вид утворюється, коли деякі члени популяції еволюціонували до точки неповернення, де вони більше не можуть розмножуватися з іншими членами популяції і давати плідне потомство.

Найпоширеніший механізм видоутворення (особливо серед тварин, що розмножуються статевим шляхом) проходить у дві фази: географічна ізоляція та репродуктивна ізоляція. Географічна ізоляція виникає, коли різні групи однієї популяції виду надовго фізично ізолюються один від одного.

У репродуктивній ізоляції, мутації та зміни шляхом природного відбору діють незалежно в генофонді ізольованих популяцій. Якщо цей процес триває досить довго, члени в географічно та репродуктивно ізольованих популяціях можуть стати настільки різними за генетичним складом, що вони не можуть давати живе плідне потомство, якщо їх знову з'єднати.

Для деяких організмів, що швидко розмножуються, цей тип видоутворення може відбуватися протягом сотень років. У більшості видів видоутворення займає від десятків тисяч до мільйонів років.

Люди відіграють все більшу роль у процесі видоутворення. Ми навчилися тасувати гени від одного виду до іншого шляхом штучного відбору і через нещодавно відкриту генну інженерію.

Вимирання було, є і буде завжди. Ще один процес, що впливає на кількість видів на землі – це вимирання, в якому цілий вид припиняє своє існування. Види, які зустрічаються тільки в одній області називаються ендемічними видами, вони особливо вразливі щодо зникнення. Вони існують на островах і на інших унікальних невеликих територіях, особливо це стосується тропічних дощових лісів, де більшість видів є вузькоспеціалізованими.

Одним із прикладів є яскраво забарвлена золотиста жаба виявлена лише на невеликій території дощових лісів в гірському регіоні Коста-Ріки. Останнім часом там з'явилися хмари, що піднімаються, позбавляючи ліси вологи, а також середовища проживання золотистої жаби. Це далеко не одна з жертв зміни клімату, спричиненої глобальним потеплінням, ця жаба вимерла попри те, що мешкала в добре охоронюваному заповіднику лісів Монте-Верде.

Усі види згодом вимирають, але кардинальні зміни умов навколишнього середовища можуть знищити великі групи видів. Протягом більшої частини геологічної історії види зникали з низькою швидкістю, що називається фоновим вимиранням. На основі скам'янілостей і аналізу кернів льоду, за оцінками біологів, середньорічна швидкість фонового вимирання становить від одного до п'яти видів на кожен мільйон видів на Землі.

На противагу фоновому – масове вимирання – це значне перевищення темпу вимирання над фоновим рівнем. В таких катастрофічних випадках, великі групи видів (можливо 25 - 70%) були знищені в геологічний період до 5 мільйонів років. Палеонтологічні та геологічні дані вказують на те, що земні види пережили п'ять масових вимирань (із проміжками 20 - 60 млн років один від одного) протягом останніх 500 мільйонів років. Наприклад, приблизно 250 мільйонів років тому, 95% всіх існуючих видів вимерли.

Наразі біологи доходять думки, що сучасне масове вимирання відрізняється низьким рівнем видоутворення, а також високою швидкістю вимирання.

Масове вимирання відкриває можливість для еволюції нових видів, які можуть заповнити незайняті або новостворені екологічні ніші. У міру зміни умов навколишнього середовища завжди існував баланс між появою нових видів (видоутворенням) і зникненням існуючих видів, що визначає біорізноманіття Землі. Існування мільйонів видів сьогодні означає, що видоутворення в середньому випереджає вимирання. Попри те, що вимирання – природний процес, існує багато доказів того, що люди стали головною причиною передчасного зникнення все більшої кількості видів.

Важливим принципом екології є те, що кожен вид відіграє особливу роль в екосистемах, де він живе. **Екологічна ніші** – це спосіб життя в оточенні, який охоплює все, що впливає на його виживання та розмноження, наприклад скільки виду потрібно води та сонячного світла, скільки місця і яка температура прийнятна. Нішу виду не слід плутати з середовищем його проживання, тобто місцем, де вид живе. Екологічна ніша – це його «шаблон життя».

Вчені використовують поняття ніші видів для їх класифікації як «універсалів» або «спеціалістів» (еврибіонти та стенобіонти). Універсальний вид може жити у багатьох різних місцях, їсти різноманітну їжу та часто переносити широкий діапазон умов навколишнього середовища. Мухи, таргани, миші, щури, білохвостий олень, єнот і люди належать до таких видів.

Навпаки, спеціалізовані види займають вузькі ніші. Вони можуть жити лише в одному типі середовища, користуються одним або декількома типами харчування, або витримують вузький діапазон кліматичних і інші умов середовища. Це робить стенобіонтів більш вразливими, підвищує їх вірогідність до вимирання при зміні умов навколишнього середовища.

Наприклад, тигрові саламандри розмножуються тільки в безрибних водоймах, де їх личинки не будуть з'їдені. Китайська гігантська панда знаходиться під загрозою зникнення, оскільки поєднання втрати середовища існування, низького рівня народжуваності та спеціалізованої дієти, що складається переважно з бамбука робить їх вкрай вразливими.

Що краще бути універсалом чи спеціалістом? Це залежить від стабільності умов навколишнього середовища. Так, наприклад, у дощовому тропічному лісі стенобіонти мають переваги, оскільки у них менше конкурентів. Але в умовах навколишнього середовища, що швидко змінюється, еврибіонт має кращі перспективи, ніж стенобіонт.

6. «Ключові види» екосистем.

Таргани, «улюблені» багатьма жуки, вже існували на Землі 350 мільйонів років, коли з'явилися динозаври. Вони – один із великих успіхів історії еволюції, вони процвітали, тому що вони універсали. 3500 видів тарганів на Землі можуть їсти майже будь-що, включаючи водорості, мертвих комах, обрізки нігтів, електричні шнури, клей, папір, і мило. Вони також можуть жити і розмножуватися практично будь-де, крім полярних регіонів. Деякі види тарганів можуть обходитися без їжі протягом місяця, деякі виживати на краплині води, а деякі витримувати великі дози радіації. Один вид може виживати при заморожуванні протягом 48 годин. Зазвичай таргани можуть уникати своїх хижаків і людської ноги, тому що більшість видів мають антени, які можуть виявляти найменші рухи повітря. Вони також мають датчики вібрації в колінних суглобах, і можуть реагувати швидше, ніж ви можете моргнути. Деякі навіть мають крила. Вони мають очі, які дозволяють їм бачити майже в усіх напрямках. Кожне око має близько 2000 лінз. І, мабуть, найважливіше, вони мають високі показники репродуктивності. Лише за рік один азійський вид може додати близько 10 мільйонів нових тарганів. Їх висока репродуктивна швидкість допомагає їм швидко виробити генетичну стійкість до майже будь-якої отрути, яку ми кидаємо для них. Більшість тарганів «пробують» їжу перед тим, як її з'їсти, вони навчилися уникати неприємних на смак отрут. Вони також «прибирають» за собою, поїдаючи власних мертвих родичів. Близько 25 видів тарганів живе в будинках і може переносити віруси та бактерії, що викликають захворювання. З іншого боку, таргани відіграють певну роль у харчових ланках. Вони джерело їжі для птахів і ящірок. Це приклад того, що всі види значущі. У кожній екосистемі є «ключові фігури» – види на яких тримається (чи замикається) багато функцій. І завданням біологів (екологів) – є визначення та вивчення таких видів.

Контрольні запитання:

1. В чому полягає значення біорізноманіття для природи та для людини?
2. Чому ми вважаємо біорізноманіття частиною природного капіталу Землі?
3. Які компоненти різноманіття крім біологічного ви знаєте?
4. Чим важлива генетична різноманітність?
5. Що обумовлює появу нових видів на Землі?
6. В чому полягає природний добір?
7. Яка роль адаптації в процесі еволюції?
8. Чи має адаптація обмеження?
9. Згадайте, як еволюціонували види протягом геологічної історії Землі?
10. Як клімат впливає на еволюційні процеси?
11. Звідки з'являються нові види?
12. Що таке фонове вимирання? Чим воно відрізняється від масового вимирання?
13. Як ви розумієте поняття екологічна ніша?
14. Що означають поняття «еврибіонт» та «стенобіонт»?
15. Схарактеризуйте поняття «ключові види» екосистеми.

ТЕМА 4. Взаємодія видів та популяційний контроль.

План:

1. Як види взаємодіють між собою.
2. Природний добір зменшує конкуренцію між видами.
3. Характеристики популяцій.
4. Що обмежує ріст популяцій. J-подібні та S-подібні криві зростання.
5. Угруповання та екосистеми змінюються з часом: екологічна сукцесія.

1. Як види взаємодіють між собою.

Екологи розрізняють п'ять основних типів взаємодії між видами, що мають обмежені ресурси:

- **Міжвидова конкуренція** – виникає, коли члени двох або більше видів взаємодіють, щоб отримати доступ до обмежених ресурсів: їжі, чи світла, чи простору.

- **Хижацтво** – тип взаємодії видів, коли представник одного виду (хижак) харчується безпосередньо представником іншого виду (жертва).

- **Паразитизм** виникає, коли один організм (паразит) живиться іншим організмом (господар), зазвичай живучі на/або в тілі господаря.

- **Мутуалізм** – це взаємодія, яка приносить користь обом видам, забезпечуючи кожному їжу, притулок або якийсь інший ресурс.

- **Коменсалізм** – це взаємодія, яка приносить незначну користь одному виду, якщо взагалі впливає на інший.

Ці взаємодії мають значний вплив на використання ресурсів і розмір популяції виду в екосистемі. Взаємодії, які допомагають обмежити чисельність популяції ілюструє один із чотирьох наукових принципів стійкості.

Ці взаємодії також впливають на здібності взаємодіючих видів для виживання та розмноження; таким чином взаємодії служать агентами природного добору.

Більшість видів змагаються одним з іншим за певні ресурси. Найпоширенішою взаємодією між видами є конкуренція за обмежені ресурси. Під час боротьби за ресурси трапляється так, що більша частина конкуренції спонукає один вид ставати більш ефективним, ніж інший вид, у здобуванні їжі чи інших ресурсів. Пам'ятаймо, що кожен вид відіграє унікальну роль у своїй екосистемі маючи свою екологічну нішу. Деякі види є «фахівцями загального профілю» з широкими нішами, а деякі є «спеціалістами» з вузькими нішами. Коли змагаються два види за одні й ті ж самі ресурси (їжа, світло, або простір), їх ніші перекриваються. Чим більше це перекриття, тим інтенсивніша їхня конкуренція за ключові ресурси. Попри те, що різні види можуть ділити деякі аспекти своїх ніш, два види не можуть займати одну й ту ж саму екологічну нішу дуже довго – це концепція, відома як **принцип конкурентного виключення**. Коли існує інтенсивна конкуренція між двома видами за одні ресурси, обидва види зазнають втрат через обмежений доступ до важливих ресурсів.

Якщо один вид зможе отримати контроль над більшою часткою одного або кількох ключових ресурсів, інший конкуруючий вид повинен мігрувати на іншу територію (якщо можливо), змінити свої харчові звички або поведінку шляхом

природного добору, щоб зменшити або змінити свою нішу, постраждати від різкого скорочення популяції або вимерли на цій території.

Люди конкурують з багатьма іншими видами за простір, їжу та інші ресурси. Оскільки наш «екологічний слід» росте і поширюється і ми перетворюємо все більше земної землі, водних ресурсів і чистої первинної продуктивності для наших цілей, ми займаємо місця існування багатьох інших видів і позбавляємо їх ресурсів, необхідних для виживання.

Усі організми повинні мати джерело їжі, щоб вижити. Згадаємо, що представники видів-продуцентів, такі як рослини і фітопланктон «харчуються» шляхом фотосинтезу. Інші види – консументи, тою чи іншою мірою харчуючись продуцентами. Деякі консументи харчуються живими особинами інших видів. До них належать травоядні тварини, м'ясоїдні і всеїдні, які харчуються рослинами і тваринами.

Інші консументи, такі як детритофаги та редуценти, харчуються відходами або мертвими тілами організмів.

При хижацтві утворюються відносини хижак-жертва. До хижаків належать травоядні, хижі та всеїдні тварини. Однак детритофаги та редуценти живляться іншими організмами після смерті і не вважаються хижаками, оскільки вони не харчуються живими організмами.

Іноді стосунки між хижакком і жертвою можуть здивувати нас. У літні місяці ведмеді гризлі екосистеми Великого Йеллоустону на заході Сполучених Штатів їдять величезну кількість армійської совки (*Euxoa auxiliaris*) – метелика, яка у великій кількості зустрічається високо на схилах гір. Один ведмідь гризлі може викопати і поласувати до 40 000 личинок цих метеликів за день. Річ у тім, що ці личинки містять 50-70% жиру. Тобто популяції гризлі екосистеми Великого Йеллоустону не треба полювати на великих тварин, ведмідь може накопичувати жир поїдаючи метеликів і потім використовувати ці жирові запаси під час зимової сплячки.

У екосистемах гігантських водоростей морські їжаки поїдають гігантську ламінарію, різновид морських бурих водоростей. Проте, як ключові види, південні морські калани полюють на морських їжаків і допомагають утримувати від руйнування екосистему водоростей.

2. Природний добір зменшує конкуренцію між видами.

Протягом достатньо тривалого часу, популяції деяких видів, що конкурують, розвивають адаптації за допомогою природного добору, які дозволяють їм зменшити або уникнути значної конкуренції. Іншими словами, деякі види еволюціонують, шляхом зменшення зон перекриття екологічних ніш. Один із способів, як це відбувається – через розділення ресурсів. Це відбувається, коли види, що конкурують за схожі обмежені ресурси розвивають особливі риси, які дозволяють їм використовувати спільні ресурси в різний час, різними способами або в різних місцях.

Наприклад, завдяки природному добору досить широкі перекриваючі одна одну ніші двох конкуруючих видів можуть зменшити це перекриття, стаючи більш спеціалізованими.



Setophaga fusca *Setophaga virens* *Setophaga tigrina* *Setophaga castanea* *Setophaga coronata*

Рис. 4.1 Приклад зниження конкуренції між комахоїдними птахами роду *Setophaga* шляхом спеціалізації.

На рисунку 4.1 показано розподіл ресурсів між різними видами птахів роду *Setophaga*, що харчуються комахами. У цьому прикладі їх пристосування дозволяє їм зменшити конкуренцію шляхом годування в різних частинах однієї породи дерев і харчуватися різними видами комах.

Ще один приклад розподілу ресурсів природний добір птахів, які називаються медоносами (*Ceethia cyanea*). Вони живуть в американському штаті Гаваї. Ці птахи походять від одного виду-предка. Але внаслідок еволюції шляхом природного добору зараз існує багато видів медоносів. Кожен вид має свій тип дзьоба, що допомагає спеціалізуватися на харчуванні різними джерелами їжі, такими як певні види комах, нектар деяких видів квітів, а також певні види насіння та фруктів. Це приклад процесу, який називається **еволюційною дивергенцією**.

3. Характеристики популяції.

Популяції відрізняються між собою такими характеристиками як просторовий розподіл, чисельність, вікова структура (співвідношення особин у різних вікових групах), щільність (кількість особин у певному просторі) та інш. Динаміка популяції – це дослідження того, як ці характеристики популяції змінюються у відповідь на зміни умов середовища. Прикладами умов, що можуть змінюватися є: температура, наявність хвороб чи шкідливих хімічних речовин, доступність ресурсів, поява або зникнення конкуруючих видів.

Існує три загальні типи розподілу чи дисперсії популяції в середовищі його існування: *скупчення, рівномірний розподіл та випадковий розподіл*.

У більшості популяцій особини виду живуть разом зграями або ділянками (для рослин), тобто певними об'єднаннями. Прикладами є ділянки пустельної рослинності навколо джерел, бавовняні дерева, скупчені вздовж струмків, зграї вовків, зграї птахів і косяки риб. Розташування та розміри цих зграй і скупчень залежать від наявності ресурсів. Південні морські видри, наприклад, зазвичай знаходяться в групах, відомих як «плоти» або «стручки» розміром від кількох тварин до кількох сотень тварин.

Чому «об'єднання»? Кілька причин: по-перше, ресурсні потреби виду дуже відрізняються за доступністю від одного місця до іншого, тому вид має тенденцію гуртуватися там, де є доступні ресурси. По-друге, особини, які рухаються групами, мають більше шансів зустріти скупчення ресурсів, таких як вода чи рослинність, ніж вони б вели самотійний пошук. По-третє, існування в групах захищає деяких тварин від хижаків. По-четверте, полювання зграєю дає деяким хижакам більше шансів знайти й зловити здобич. По-п'яте, деякі види утворюють тимчасові групи для спарювання і догляду за молодняком.

Деякі види зберігають досить постійну дистанцію між особами. Завдяки розрідженому розташуванню креозотовий кущ (*Larrea tridentata*) в пустелі має кращий доступ до дефіцитних водних ресурсів.

Організми з випадковим розподілом зустрічаються досить зрідка.

Живий світ здебільшого нерівномірний. Популяції можуть зростати, скорочуватися або залишатися стабільними. З часом кількість особин у популяції може збільшуватися, зменшуватися, залишатися приблизно незмінною або циклічно зростати та знижуватися у відповідь на зміни умов навколишнього середовища. Чотири змінні: народжуваність, смертність, імміграція та еміграція – визначають зміни чисельності популяції. Популяція збільшується шляхом народження та імміграції і зменшується шляхом смертності та еміграції. У природних системах види, які здатні рухатися можуть залишити території проживання, якщо вони деградовані або знищені і іммігрувати на іншу територію, де ресурсів більше.

Вікова структура популяції – пропорції осіб різного віку – може мати сильний вплив на те, наскільки швидко вид збільшується або зменшується в чисельності представників. Вікова структура зазвичай поділяється на три групи: недостатньо зрілих для розмноження (дорепродуктивний вік), тих, які здатні до розмноження (репродуктивна стадія), і надто старих для відтворення (пострепродуктивна стадія).

4. Що обмежує ріст популяцій. J-подібні та S-подібні криві зростання.

Жодна популяція не може зростати нескінченно. Види відрізняються за своїм біотичним потенціалом або здатністю до зростання популяції в ідеальних умовах. Загалом, популяції видів з великими особинами, такими як слони та сині кити, мають низький біотичний потенціал, тоді як популяції дрібних особин, таких як бактерії та комахи, мають високий біотичний потенціал.

Власне швидкість збільшення популяції – це швидкість на яку б зросла популяція виду, якби він мав необмежені ресурси. Особини в популяціях з високою внутрішньою швидкістю росту зазвичай розмножуються на ранньому етапі життя, мають короткий період генерації (час між послідовними поколіннями), можуть розмножуватися багато разів і мати багато нащадків кожного разу, коли вони відтворюються.

Деякі види мають вражаючий біотичний потенціал. Без контролю над зростанням популяції вид бактерії, які можуть розмножуватися кожні 20 хвилин генерували б достатню кількість нащадків для формування шару 0,3 метра (1 фут) заввишки по всій земній поверхні лише за 36 годин! На щастя, це нереалістичний сценарій. Дослідження показує, що жодна популяція не може нескінченно зростати через обмеження ресурсів і конкуренцію з популяціями інших видів за ці ресурси. У реальному світі популяція, яка швидко зростає, досягає певного обмеження

розміру, яке накладається одним чи декількома обмежувачими факторами, такими як світло, вода, простір чи поживні речовини, або впливом занадто великої кількості конкурентів, хижаків чи інфекційних захворювань. У природі завжди існують межі зростання популяції. Це один із чотирьох природних наукових принципів стійкості.

Стійкість до навколишнього середовища – це комбінація усіх факторів, які обмежують ріст популяції. Разом *біотичний потенціал* і *стійкість до навколишнього середовища* визначають **пропускну спроможність екосистеми** – максимальну популяцію певного виду, яку конкретне середовище існування може підтримувати необмежений час без деградації. Швидкість зростання популяції зменшується, коли її розмір наближається до місткості навколишнього середовища, оскільки такі ресурси, як їжа, вода та простір, починають зменшуватися.

Популяція з невеликими обмеженнями на запаси ресурсів може експоненціально зростати з фіксованою швидкістю, наприклад, на 1% або 2% на рік. Експоненціальне або геометричне зростання починається повільно, але потім прискорюється зі збільшенням популяції, оскільки базовий розмір популяції зростає. Побудова графіка кількості особин в залежності від часу дає **J-подібну криву зростання**.

Логістичне зростання (**S-подібна крива**) передбачає швидке експоненціальне зростання популяції з наступним постійним зменшенням зростання популяції, доки чисельність популяції не вирівнюється. Це уповільнення відбувається, коли популяція стикається з *опором навколишнього середовища* через зменшення ресурсів та інших факторів та наближається до пропускну здатності свого середовища. Після вирівнювання популяція з таким типом зростання зазвичай коливається трохи вище та нижче пропускну спроможності екосистеми. Розмір такої популяції також може збільшуватися або зменшуватися в міру зміни місткості екосистеми через коротко- або довгострокові зміни умов навколишнього середовища.

Згідно з зазначеними вище кривими зростання, за коливанням чисельності популяцій, розрізняють наступні типи організмів:

r-стратегі – популяції, що швидко розмножуються, але мають низьку конкурентну спроможність, невеликі розміри, малу тривалість життя та здатні швидко заселяти нові місця перебування (наприклад, комахи, мікроорганізми). Вони мають J-подібну криву росту популяції; r-стратегів умовно називають «шакалами», оскільки вони здатні за короткий період завойовувати екологічний простір, що звільнився.

K-стратегі – це популяції, що повільно розмножуються, мають великі розміри тіла, для них характерні постійні місця існування. Вони мають S-подібну криву росту популяції і їх умовно називають «левами» – здатні тривалий час утримувати екологічний простір (наприклад, людина, великі тварини, дерева). Великі розміри тіла дають переваги: непривабливість для потенційних хижаків, легше переносять вплив абіотичних чинників, що зумовлює їх територіальну поведінку, соціальну стратегію та оптимальні розміри групи.

Таким чином, вплив екологічних чинників на рівні популяції характеризується такими показниками:

- народжуваність; смертність;

- середня тривалість життя особин;
- швидкість росту популяції та її розміри.

Своєю чергою популяція адаптується до зміни абіотичних чинників:

- змінюючи характер свого просторового розміщення;
- шляхом адаптативної еволюції.

5. Угрупування та екосистеми змінюються з часом: екологічна сукцесія.

Зрілі ліси та інші екосистеми не з'являються на голій скелі чи голому ґрунті. Натомість вони зазнають зміни їх видового складу протягом тривалих періодів часу. Поступова зміна видового складу на певній території називається екологічною сукцесією, під час якої деякі види колонізують територію, і їх популяції стають чисельнішими, тоді як популяції інших видів зменшуються і можуть навіть зникнути. У цьому процесі першими прибувають види-колонізатори або піонери. У міру зміни умов навколишнього середовища вони замінюються іншими видами, а пізніше ці види можуть бути замінені іншим набором видів.

Екологи розрізняють два основних види екологічної сукцесії (спадкоємності), залежно від умов, наявних на початку процесу. Первинна сукцесія передбачає поступове встановлення біотичних угруповань у районах, де немає ґрунту в наземній екосистемі або донних відкладень у водній екосистемі.

Інший більш поширений тип екологічної сукцесії називається вторинною сукцесією, під час якої розвивається ряд угруповань або екосистем із різними видами.

Первинна сукцесія починається з практично неживої ділянки, де немає ґрунту в наземній системі або донних відкладень у водній системі. Приклади включають голу скелю, оголений відступом льодовик або сильна ерозія ґрунту, нещодавно охолоджена лава внаслідок виверження вулкана, покинуте шосе чи стоянка, а також нещодавно створений неглибокий ставок чи водосховище (кар'єр на місці видобутку корисних копалин).

Первинна сукцесія зазвичай займає тривалий час, оскільки немає родючого ґрунту для забезпечення поживними речовинами, необхідними для створення угруповання рослин. З часом оголена скеля вивітрюється, розпадаючись на частинки та вивільняючи мінеральні речовини. Фізичне звітрювання відбувається, коли скеля роздроблена, оскільки вода в її тріщинах замерзає та розширюється.

Гірські породи зазнають також хімічного звітрювання, реагуючи з речовинами в атмосфері або з опадами, які можуть зруйнувати матеріал поверхні скелі. Повільний процес ґрунтоутворення починається, коли перші або ранні сукцесійні види прибувають і прикріплюються до непривітних ділянок вивітреної скелі. Прикладами є лишайники та мохи, чиє насіння або спори поширюються вітром і переносяться птахами (тваринами). Ці стійкі ранні сукцесійні види починають тривалий процес ґрунтоутворення, захоплюючи рознесені вітром частинки ґрунту та крихітні шматочки детриту та додаючи власні відходи та змертвілі тіла. Вони також виділяють органічні кислоти, які ще більше дроблять і руйнують породу.

Коли лишайники поширюються скелею, в тріщинах починають рости посухостійкі та сонцелюбні мохи. Коли мохи поширюються, вони утворюють килимок, який вловлює вологу, подібно до губки. Коли лишайники та мохи

відмирають, їх залишки, що розкладаються, додаються до зростаючого тонкого шару поживних речовин.

Через сотні чи тисячі років ґрунт може бути достатньо глибоким і родючим, щоб зберігати вологу та поживні речовини, необхідні для підтримки росту середніх видів рослин, таких як трави та низькі чагарники.

Коли кущі ростуть і створюють тінь, лишайники та мохи гинуть через нестачу сонячного світла. Далі дерева, які потребують багато сонячного світла пристосовуються до клімату місцевості і ґрунту, і зазвичай, замінюють трави і чагарники. Коли ці види дерев ростуть і створюють тінь, вони замінюються пізніми сукцесійними видами рослин (переважно деревами), які можуть переносити тінь. Таким чином територія, яка була колись голою скелею стає складною лісовою екосистемою.

Первинна сукцесія також може мати місце в новоствореному невеликому ставку (**або наповненому водою відпрацьованому кар'єрі**), починаючи з напливу наносів і поживних речовин у змиві (стоці) з навколишньої території. Цей осад може підтримувати насіння або спори рослин які потрапили до ставка вітрами, птахами чи іншими тваринами. Через деякий час, цей процес може перетворити ставок спочатку на болото і зрештою на сушу.

Вторинна сукцесія починається в районі, де екосистема була порушена, видалена або знищена, але залишки ґрунту або донних відкладень є кандидатами на вторинну сукцесію. Вторинна сукцесія розвивається також на покинутих сільськогосподарських угіддях, спалених або вирубаних лісах, сильно забруднених струмках чи землі, яка була затоплена. У ґрунті, що залишається на порушених землях, нова рослинність може прорости, зазвичай, протягом декількох тижнів, з насіння яке вже є в ґрунті або заноситься вітром, птахами та ін. тваринами. У центральному П'ємонті, регіоні штату США Північній Кароліні європейські поселенці знищили багато дубових та гікорі лісів та засадили землі сільськогосподарськими культурами. Пізніше вони покинули частину цих угідь через ерозію та втрату поживних речовин ґрунту. За 150-200 років на цих покинутих сільськогосподарських угіддях відбулася вторинна сукцесія і з'явилися ліси з дуба та гікорі. В Кривому Розі, місті Дніпропетровської області України, великі території порушені внаслідок гірничо-видобувних робіт, є багато кар'єрів та відвалів. Відвали порожніх порід, через 40-50 років мають вигляд горбистого ковилово-типчакового степу, який існував на цих землях до початку промислової розробки залізних руд.

Контрольні запитання:

1. Які типи взаємодії між видами ви знаєте? Надайте визначення цим типам взаємодії.
2. В чому полягає принцип конкурентного виключення?
3. Як людина конкурує з різними видами живих істот?
4. Як природний добір впливає на взаємодію видів?
5. Що таке популяція та які характеристики її описують?
6. Чим обмежується ріст популяцій?

7. Схарактеризуйте J-подібні та S-подібні криві зростання популяцій?
8. В чому полягає пропускна спроможність екосистеми?
9. Що лежить в основі існування r-стратегів?
- 10.Що обумовлює успіх K-стратегів?
- 11.Схарактеризуйте екологічну сукцесію та її види.
- 12.Наведіть знайомі вам приклади первинної сукцесії.
- 13.В чому суть вторинної сукцесії?
- 14.В чому екологічна роль сукцесій?
- 15.В чому еволюційна роль сукцесій?

Тема 5. Збереження біорізноманіття.

План:

1. Біорізноманіття. Типи та закономірності.
2. Яку роль люди відіграють у передчасному зникненні видів.
3. Концепції збереженні біорізноманіття в Україні.

1. Біорізноманіття. Типи та закономірності.

Біорізноманіття визначається як різноманіття форм життя на Землі на всіх рівнях – від генів до екосистем, а також на рівні екологічних та еволюційних процесів, що його підтримують.

Біорізноманіття часто поділяють на: генетичне, видове, екосистемне.

Генетичне різноманіття – характеристика біорізноманіття, що описує загальне число генетичних характеристик, які трапляються у популяції або виді.

Прикладом генетичного різноманіття може слугувати різноманіття сортів сільськогосподарських культур (наприклад, наразі у світі існує понад 2000 різних сортів яблук) та порід свійських тварин. Кожна особина виду має велику кількість генів, які є джерелом її характерних рис. Генетичне різноманіття дозволяє виду адаптуватися до зміни екологічних умов. Впродовж 12 тис. років люди спостерігали за особливостями живих істот і використовували штучний добір для одомашнення визначених видів диких тварин. Тепер за допомогою генної інженерії можна модифікувати види залежно від вимог, створюючи нові сорти і породи трансгенних рослин і тварин.

Видове різноманіття. Видове різноманіття складається з двох основних компонентів – ***видового багатства і вирівняності.*** Видове багатство визначається кількістю видів у певному угрупованні, екосистемі чи географічній області. Інколи його визначають відношенням кількості видів до одиниці площі. Вирівняність показує співвідношення розподілу особин між видами в угрупованні. Вирівняність характеризує міру структурної різноманітності системи, яка поступово зростає в процесі сукцесійного розвитку угруповання і сягає максимуму в стабільних (зрілих) клімаксових угрупованнях.

На сьогодні описано близько 1,5-1,75 млн видів. За оцінками вчених, видів може бути від 3 до 117 млн. Проте, цифра 13-20 млн вважається найбільш вірогідною.

Під ***екосистемним різноманіттям*** часто розуміють багатство екосистем та екосистемних процесів, присутніх в біосфері. Приклади екосистем: тундра, озеро, болото, степ, пустеля, водно-болотні угіддя, бореальні хвойні ліси, листопадні ліси, тропічні ліси.

Іноді виділяють ще й ***ландшафтне різноманіття.*** Кожний природний ландшафт Землі являє собою неповторний складний комплекс флори і фауни на земній поверхні, утворений на межі літосфери, атмосфери та гідросфери. В межах однієї кліматичної зони, певного рельєфу і геологічної будови можуть існувати різноманітні умови існування. Чим різноманітніші умови середовища в певному регіоні, тим багатшим є його видовий склад. Наприклад, тундрові і пустельні екосистеми вважають нестійкими (нестабільними), а тропічні ліси, багаті за видовим складом – найстійкішими.

Видове різноманіття підпорядковується ряду закономірностей, знання і розуміння яких необхідні для збереження живої природи: визначення причин та шляхів успішного розв'язання проблеми скорочення біорізноманіття.

✓ Види представлені великою кількістю особин називають видами-домінантами і вони відіграють в екосистемі визначальну роль, формуючи її зовнішній вигляд. Інші види – нечисленні, зустрічаються зрідка, але вони визначають різноманітність екосистеми та її властивості.

✓ Продуктивна екосистема здатна забезпечити існування великої кількості видів. Екосистеми з високою біологічною продуктивністю забезпечують угрупованням широкий вибір їжі та сприяють спеціалізації видів, тобто в одному діапазоні доступних харчових ресурсів може існувати більша кількість видів. В непродуктивних нішах види змушені займати більш широкі екологічні ніші, відповідно – менша кількість видів може існувати на даній території.

✓ Стійкість угруповання зростає зі збільшенням числа видів. Чим більша кількість видів в угрупованні, тим складніші та різноманітніші зв'язки між ними, довші харчові ланцюги, активніші взаємодії між особинами і більше число контактів, тим екосистема є стабільнішою. Деякі види в екосистемі відіграють **ключову роль – ключові види**. Саме від них залежить подальше існування багатьох інших видів. У випадку зникнення ключового виду трапляється каскад вимирання.

✓ Вибіркове хижацтво підвищує видове різноманіття. Активне хижацтво суттєво знижує видове різноманіття популяції жертви водночас помірне спеціалізоване хижацтво знижує щільність видів-домінантів, даючи тим самим можливість менш конкурентоздатним видам більш повно використовувати простір та харчові ресурси. В результаті цього біорізноманіття зростає. Наприклад, в Атлантичному океані морська зірка харчується мідіями, завдяки чому на вільних від цього виду ділянках підводних скель заселяються інші безхребетні (морські жолуді, хітони, морські качечки та ін.), які не можуть конкурувати з мідіями за інших умов. Саме тому, акваторії, де живуть морські зірки мають більше біорізноманіття порівняно з тими, де їх немає).

✓ Під впливом стресу зменшується чисельність рідкісних видів та скорочується видове різноманіття. Потужний зовнішній вплив з негативними для екосистеми наслідками призводить до зменшення кількості рідкісних видів та зростання видів до нього стійких. Тобто, бідність видового складу екосистеми свідчить про перенесений нею стрес. Стресорами можуть бути найрізноманітніші чинники.

2. Яку роль люди відіграють у передчасному зникненні видів.

Ми виснажили та піддали деградації частину земного біорізноманіття. За словами експерта з біорізноманіття Едварда О. Вілсона: «Світ природи зникає на наших очах – вирублено, викошено, розорана замінено людиною більшу частину природних екосистем». Згідно з сучасними оцінками тою чи іншою мірою людством порушено близько 83% земної поверхні (за винятком Антарктиди і Гренландії). Найбільше це стосується водно-болотних угідь, перетворення лугів та лісів на агро- та селітебні території. Такі трансформації територій знищують велику кількість видів шляхом деградації або заміни умов існування (середовищ існування) видів.

Фактори, що призводять до скорочення біорізноманіття:

✓ Надмірна експлуатація природних ресурсів. Наприклад, число видів черепах, яким загрожує зникнення в Азії збільшилося з 10 до 25 видів за останні 20 років. Це пов'язано з їх використанням в їжу, а також нетрадиційну китайську медицину.

✓ Втрата місця існування пов'язана з непродуманим просторовим плануванням в процесі урбанізації, фермерською діяльністю, видобутком корисних копалин та ін. Окрім повного знищення місця існування доволі небезпечними для виду є їх зменшення та фрагментація ареалу.

✓ Забруднення. Приклад, лікарський засіб – диклофенак, який широко використовують в медичній і ветеринарній практиці. Зокрема, в Індії його широко використовували у ветеринарній практиці, а після смерті тварин трупи споживали грифи роду *Gyps*, що призвело до зникнення 95 % популяції птахів.

✓ Вселення чужорідних (інвазивних) видів. Наприклад, колорадський жук поступово поширився на більшу територію Європи лише за 30 років. Баластні води суден, які виливались у Балтійське море стали причиною вселення понад 20-ти чужорідних видів гідробіонтів. Непередбачуваність наслідків такого вселення отримало назву «екологічна рулетка».

Вимирання видів – це природний процес, який іноді може пришвидшуватися. Протягом 3,56 мільярда років існування життя на Землі спостерігався низький, проте безперервний процес вимирання, відомий як фонове вимирання. Швидкість вимирання видів виражається у відсотках або кількості видів, які вимирають протягом певного проміжку часу, наприклад, року. Так, до появи людини як виду, фонове вимирання становило – 1 вид на мільйон на рік (або 0,0001%).

Біорізноманіття Землі збільшувалося протягом кількох сотень мільйонів років, за винятком декількох періодів. Вимирання багатьох видів, за відносно короткий в геологічному відношенні період часу, називається масовим вимиранням. Геологічні записи свідчать про те, що Земля пережила п'ять масових вимирань, коли 50–95% існуючих (на той момент) видів вимерли. Після кожного масового вимирання біорізноманіття, врешті-решт, поверталось до вихідних рівнів або вище, але кожне відновлення потребувало мільйони років.

Причини минулих масових вимирань недостатньо вивчені, але, ймовірно, вони були пов'язані з глобальними змінами умов навколишнього середовища, як-от, зі змінами клімату або масштабними катастрофами, наприклад, зіткненням Землі з кометою чи великим астероїдом. Останнє масове вимирання видів відбулося приблизно 65 мільйонів років тому. Одна з гіпотез, що пояснює його, полягає в зіткненні Землі з великим астероїдом, результатом чого стався потужний викид пилу і газів в атмосферу. Останнє могло зменшити надходження сонячної енергії на поверхню планети та охолодити її настільки, щоб знищити динозаврів і багато інших форм земного життя того часу.

Біологи розрізняють три типи вимирань видів: *локальне вимирання* – коли вид зникає з місцевості, у якій він був раніше поширений. Більшість локальних вимирань призводить до втрати однієї чи кількох популяцій виду. *Екологічне вимирання* відбувається тоді, коли залишається дуже мало особин певного виду і вид перестає відігравати свою екологічну роль в екосистемі. *Біологічне вимирання* – безповоротна втрата виду.

Хоча вимирання є природним біологічним процесом, воно значно прискорилося в міру поширення людської популяції, внаслідок споживання великої кількості ресурсів і зростання екологічного сліду. Наразі, людська діяльність знищує земне біорізноманіття з безпрецедентною швидкістю.

Використовуючи сучасні методи, вчені опублікували «Оцінку екосистем тисячоліття» та підраховали, що поточна річна швидкість вимирання видів в 100-1000 разів перевищує фонову і, наразі, швидкість вимирання видів становить від 0,01% до 0,1% на рік. Подальші прогнози екологів не втішні. Прогнозується, що протягом цього століття швидкість вимирання, спричинена втратою середовища існування, зміною клімату, переважно через глобальне потепління, та іншою людською діяльністю, зросте в 10 000 разів порівняно з фоновією. Це становитиме річний рівень вимирання 1% на рік.

Скільки видів ми передчасно втрачаємо щороку? Відповідь залежить від кількості видів на Землі. Припускаючи, що рівень вимирання становить 0,1%, щороку ми втрачаємо 5000 видів, якщо на Землі існує 5 мільйонів видів і 14 тис. видів, якщо існує 14 мільйонів видів. На думку Едварда О. Вілсона і Стюарт Пім, при рівні вимирання видів 1% до 2050 року може зникнути біля однієї чверті нинішніх видів тварин і рослин у світі, а до кінця століття – половина існуючих на Землі видів живих істот. За словами експерта з біорізноманіття Нормана Майерса: «Лише за кілька людських поколінь, ми – за відсутності значних зусиль щодо збереження видів – збіднимо біорізноманіття Землі до такого рівня, який потім буде відновлюватися протягом 200 000 людських поколінь, на час, у 20 разів довший, ніж період з моменту появи людини як виду».

3. Концепції збереженні біорізноманіття в Україні.

Основні напрями збереження біорізноманіття: охорона видів *in situ* (у природних угрупованнях) на основі створення заповідних об'єктів і екомереж і невиснажливого використання природних ресурсів; збереження біорізноманіття *ex situ*, тобто збереження видів у ботанічних садах, зоо- та дендропарках і шляхом створення насінневого і генетичного банків. Особливої охорони потребують рідкісні ендемічні, реліктові, диз'юнктивно ареальні та зникаючі види організмів. Основні аспекти збереження та невиснажливого використання біорізноманіття на міжнародному рівні регулюються положеннями Конвенції про біорізноманіття (Convention on Biological Diversity), яку ратифікувала Верховна Рада України в 1994 році, а також іншими міжнародними конвенціями, угодами та програмами, до яких приєдналася Україна, і національним законодавством.

Концепція визначає основні засади Загальнодержавної програми збереження біорізноманіття на 2005 - 2025 роки.

Біорізноманіття нашої природи є національним багатством України, збереження та невиснажливе використання якого визнано одним з пріоритетів державної політики в сфері природокористування, екологічної безпеки та охорони довкілля, невід'ємною умовою поліпшення його стану та екологічно збалансованого соціально-економічного розвитку.

Діяльність у сфері збереження біорізноманіття провадиться з дотриманням положень Конституції, інших актів законодавства, міжнародних зобов'язань України, основних напрямів державної політики України у галузі охорони довкілля, використання природних ресурсів та забезпечення екологічної безпеки,

затверджених Постановою Верховної Ради України від 5 березня 1998 р. № 188/98-ВР, а також з урахуванням положень Конвенції ООН про охорону біологічного різноманіття і Всеєвропейської стратегії збереження біологічного та ландшафтного різноманіття.

Значну роль в збереженні біорізноманіття відіграє виділення особливо захищених лісових ділянок. Станом на 01.01.2014 р. їх загальна площа складала 1002,8 тис. га., 36 видів. З них безпосередньо з біотичним різноманіттям пов'язані:

- лісові ділянки еталонних і унікальних деревостанів 4,3 тис. га,
- лісові ділянки навколо токовищ глухарів 2,5 тис. га,
- лісові ділянки що мають спеціальне господарське значення 35,3 тис. га;
- лісові ділянки з переважанням лісових порід, що не підлягають рубанню 1,9 тис. га;

- лісові ділянки, що використовуються для насінництва і селекції 10,6 тис. га.

З 1996 по 2014 рік площа лісів наукового призначення, включаючи генетичні резервати збільшилася з 9,9 тис. га до 30,9 тис. га. В лісгосподарських підприємствах, підпорядкованих Держлісагентству України, створено достатньо потужну лісонасінневу базу: плюсові насадження 2,1 тис. га, генетичні резервати 22,0 тис. га, постійні лісонасінні ділянки 15,6 тис. га, постійні лісонасінні плантації 1,1 тис. га, виділено близько 4,5 тис. плюсових дерев. Площа непорушених господарською діяльністю лісів (пралісів) зосереджена переважно в Карпатах і становить 59 тис. га.

Інвазійні деревні породи – чужорідні види дерев, які в певних лісорослинних умовах можуть витіснити з насаджень господарсько-цінні місцеві види. В лісах Держлісагентства подібні явища спостерігаються в насадженнях з окремими деревними інтродуцентами насамперед акацією білою, кленом ясенелистим, дубом червоним, які характеризуються високим рівнем насінневого або паросткового відновлення. За даними звіту «Ліси Європи – 2011», інвазії акації білою та дуба червоного є найпоширенішими типами загалом в європейських країнах. Ці деревні породи небажані для більшості лісокультурних площ Полісся, Карпат, лісостепу. Для запобігання інвазіям інтродукованих видів насамперед необхідний контроль видового складу лісових культур та природного поновлення.

Впродовж останніх десятиліть частка природних насаджень в лісах Держлісагентства поступово знижується, а частка лісових культур зростає. Державні обліки лісів 1996 та 2011 років зафіксували стале (близько половини) співвідношення площі штучних насаджень та природних насаджень. З огляду на зростання площі ділянок штучного лісорозведення, подібна невисока динаміка відносних змін загалом свідчить, що лісгосподарська практика використовує певні усталені підходи та технології відтворення лісів.

Екологічні (біологічні) коридори – такі різновиди екомереж, що поєднують фрагменти екосистем в межах екологічної зони, що використовуються видами для міграції та колонізації нових територій, тим самим підтримуючи високий рівень біорізноманіття. На території України виділяють такі національні екокоридори: Поліський, Галицько-Слобожанський, Степовий, Прибережно-морський, Сиваський Передгірний, Західний та Східний приморські екокоридори та інші, які можуть бути довготними – їх спрямованість збігається з напрямком головних річок України та широтними (довжиною від 8-10 до 25-30 км). Для забезпечення

міграційних потоків ратичних тварин ширина екокоридору може становити лише 1-2 км у лісових екосистемах і 3-5 км – на відкритих територіях.

Буферна зона екокоридору забезпечує поступовий перехід від заповідних територій до сільгоспугідь та убезпечує від негативного впливу екологічних чинників. Екокоридори сполучають між собою природні ядра або біоцентри, де зберігаються найцінніші для певного регіону компоненти ландшафтного і біологічного різноманіття. Їх площа становить не менше 5-10 тис. га. та може сягати понад 200 тис. га.

Так, Українські Карпати займають особливе стратегічне положення і відіграють надзвичайно важливу екологічну, економічну та соціальну роль, мають важливе загальнокліматичне значення для Центральної і Південної Європи. Саме тут збереглися найбільші в Європі площі букових пралісів, для яких характерно біорізноманіття різних центрів походження, зокрема, понад 12 % ендемічних видів.

Контрольні запитання:

1. Які типи біорізноманіття виділяються?
2. Що ми розуміємо під генетичним різноманіттям?
3. Що таке екосистемне різноманіття?
4. Що означає поняття ключові види екосистеми? Яку роль вони відіграють в екосистемах?
5. Що таке фонове вимирання видів?
6. Яким чином люди можуть сприяти вимиранню видів живих організмів?
7. Що таке масове вимирання видів?
8. Які природні причини масових вимирань видів?
9. Які концепції збереження біорізноманіття вам відомі?
10. В чому полягає державна програма збереження біорізноманіття?
11. Якими, на вашу думку, є найбільш ефективні заходи збереження біорізноманіття?
12. Що таке екологічні коридори, в чому полягає їх важливість для збереження біорізноманіття?

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ III. Вплив зростаючої кількості людей на земні екосистеми.

ТЕМА 6. Людина та її вплив на біосферу.

План:

1. Характеристика та склад біосфери.
2. Поява людини й наслідки цього процесу для біосфери Землі.
3. Вчення В.І. Вернадського про ноосферу.
4. Антропогенний вплив на біосферу.
5. Яку кількість людей може забезпечувати Земля.

1. Характеристика та склад біосфери.

Сучасна наука визначає біосферу як оболонку Землі, яка містить всю сукупність живих організмів та ту частину речовини планети, що знаходиться у безперервному обміні з цими організмами. Два головних компоненти біосфери – живі організми та середовище їх існування – безперервно взаємодіють між собою та знаходяться в тісній, органічній єдності, утворюючи цілісну динамічну систему. Біосфера як глобальна суперсистема своєю чергою складається з ряду підсистем.

За час еволюції життя на Землі існувала величезна кількість різних видів живих організмів (всього близько 500 млн). Зараз нараховують близько 3 млн видів живих організмів. Окремі живі організми не існують ізольовано. В ході еволюції утворюється інший, якісно новий рівень живих систем, так звані біоценози – сукупність рослин, тварин та мікроорганізмів у локальному середовищі існування.

У сукупності із довкіллям, обмінюючись з ним речовиною та енергією, біоценози утворюють нові системи – біогеоценози або, як їх ще називають, екосистеми. Біогеоценоз є природною моделлю біосфери в мініатюрі, включаючи в себе всі ланки біотичного колообігу: від зелених рослин, які створюють органічну речовину, до їх споживачів, які перетворюють її знову на мінеральні елементи. Інакше кажучи, біогеоценоз є елементарною складовою біосфери. Біосфера охоплює нижню частину атмосфери, гідросферу та верхню частину літосфери.

Найхарактернішою істотною рисою планети Земля є існування на ній життя. Усю сукупність живих організмів та ту частину речовини планети, що перебуває в постійному обміні речовиною і енергією з цими організмами, доречно називати "сферою життя" або біосферою.

До поняття "біосфера" (bios - життя, sphaïro - куля, сфера) близько підійшов французький біолог Ж.-Б.Ламарк, але сам термін "біосфера" вперше запропонував австрійський геолог Е.Зюсс. Саме він виділив біосферу як окрему оболонку Землі, охоплену життям, хоча не дав визначення цьому поняттю.

Учення про біосферу, як особливу частину Землі, населену живими організмами створив український учений В.І.Вернадський. Біосфера не утворює окремої оболонки Землі, а є частиною геологічних оболонок земної кулі, заселених живими організмами, займаючи верхню частину літосфери, всю гідросферу та нижній шар атмосфери. Це сукупність усіх біогеоценозів землі, єдина глобальна екосистема вищого порядку.

2. Поява людини й наслідки цього процесу для біосфери Землі.

Сучасна епоха характеризується особливим ставленням до природи. Людина виступає як головним збурювачем в біосфері, так і основним фактором стійкості природи.

На основі історичних даних, прийнято виділяти чотири типи природокористування, а саме: привласнення, продукуючий тип, інноваційний тип та ноосферний тип. Наслідки впливів на довкілля різних типів природокористування є неоднаковими.

Привласнення або господарство, що привласнює характерне для початкових стадій розвитку суспільства (первісних людей). Населення того часу складало ~ 20 млн. осіб, а основними засобами виживання людей були збиральництво та мисливство. Обмежена чисельність людей в той період обумовлювалася низькою демографічною місткістю територій (1,0-1,2 людини на 1 км²). Водночас, люди вживали в їжу практично все, аж до мертвих тварин. Люди взагалі не переймались проблемами взаємодії людини і природи і, як наслідок, виникла видова або компонентна криза, що датується 35-50 тис. років тому. За даними ряду вчених, саме в цей період на суходолі спостерігались максимальні втрати живих організмів. В період до видової кризи, на суходолі налічувалось близько 72 родин тварин, а після цього періоду – тільки 36. Отже, половина родин тварин суходолу вимерла саме в цей період.

На жаль, ряд вчених не виділяють цю кризу, як кардинальну зміну довкілля, або не пов'язують її з антропогенною діяльністю. **Компонентна криза** викликала і значне скорочення чисельності населення і, на кінець цього періоду, чисельність людей становила 4-5 млн. Розпочались чисельні міграції людей.

Люди вимушені були пристосовуватись до змін довкілля, вдосконалювати мисливське знаряддя і протягом багатьох тисячоліть виникли продукуючі форми господарства – землеробство і скотарство. Ці зміни належать до періоду неоліту – кам'яного віку (неолітова революція).

Продукуючий тип природокористування або продукуюче господарство характерний для періоду поділу праці. Деякі види природних ресурсів, які необхідні для життєдіяльності людини, почали планомірно продукуватись. Розвиток господарства, перед усім землеробства і скотарства, дозволили підвищити демографічну місткість територій, а поділ праці людей підвищив її ефективність в 400-600 разів. Це стало підставою для зростання чисельності населення. В цей період почали створюватись перші держави, зокрема в Месопотамії, долині річки Ніл тощо.

Діяльність людини цього періоду, зумовлена бурхливим розвитком землеробства і скотарства, викликала штучні геохімічні цикли, що призвело до змін геохімії біосфери Землі. Людина вперше почала виділятись з природи. В цей час в лісових зонах почали використовувати підсічне, а в посушливих районах зрошувальне землеробство. Перехід до нових форм ведення господарства, розорювання і зрошування значних територій, вирубування лісів і, як наслідок цих процесів, розвиток ерозії та засоленості ґрунтів, викликали зміни в структурі ландшафтів. Розвинулась криза зрошувального землеробства. Водночас, попри розвиток господарства, людина, внаслідок слабкої технічної озброєності, залишалась незахищеною перед природними стихіями, які призводили до загибелі людей та втрат врожаю.

В IV-I тисячолітті до н.е. були винайдені колесо, орало, розвилась металургія заліза (перехід до залізного віку), що стало причиною осілого орного землеробства. Це підвищило продуктивність праці, а постійне місце проживання дозволило значно вдосконалювати житло. На межі нової ери нараховувалось до 350-400 млн людей, а основними явищами «контролю чисельності населення» були війни та епідемії.

Отже, в період продукуючого типу природокористування виникла, так звана, **ландшафтна криза**, яка призвела до втрат значних площ земель та зміни геохімічних циклів біосфери. Значні території природних ландшафтів перетворились на вторинно змінені – зі збідненою рослинністю та зміненими ґрунтами.

Інноваційний тип природокористування склався в Західній Європі в час пізнього Середньовіччя. В цей період спостерігалось відділення міста від села, більш значний поділ праці людей. Створення урбанізованих територій негативно позначилось на природних екосистемах, що зумовлено знищенням реліктів. На урботериторіях характерними стали інші представники тваринного і рослинного світів: пацюки, горобці, таргани, кімнатні мухи тощо.

Для цього періоду характерним є створення млинів, а з природних ресурсів, крім деревини, почали використовувати вугілля (Англія XII століття) та інші корисні копалини. Почався тотальний наступ на природне середовище. Людство почало створювати як первинні, так і вторинні ресурси, що дозволило ще більше підвищити демографічну місткість територій. Порушення земної поверхні, при видобуванні корисних копалин, призвело до незворотних змін довкілля, а їх використання – до більш відчутних змін геохімічних циклів в біосфері. Крім того, внаслідок зростання чисельності населення, необхідно було збільшувати площі орних земель та пасовищ, збільшувати об'єми вирубок лісів, що викликало нову екологічну кризу продуцентів (М.Ф. Реймерс). Знищення лісів викликало значні зміни в кліматичних умов ряду регіонів, зокрема, значно зросла швидкість вітру і, як наслідок, зменшилась конденсація вологи у вигляді роси. В аридних зонах почалось опустелювання на значних ділянках (долина Нілу тощо). Вперше значно відчувся вплив зростання чисельності населення на довкілля. В цей період виникають тотальні екологічні кризи, які зумовлені "нерозумним" ставленням людей до природи, коли з природних екосистем вилучалось все необхідне для людей. Безумовно, наслідки таких змін відчутні і сьогодні.

Із наведеного видно, що період від стародавнього часу до пізнього Середньовіччя характеризується тим, що технічні можливості людини були обмеженими і її вплив на природне середовище міг бути компенсований природним відтворенням ресурсів та механізмами саморегуляції природи. Хоча деякі екосистеми зазнали значних змін, внаслідок господарювання людей, на рівні біосфери в цілому, ці зміни були практично невідчутними.

Все змінилось з виникненням і розвитком промисловості, а особливо в період науково-технічної революції.

3.Вчення В.І. Вернадського про ноосферу.

Ноосферне природокористування. Розвиток науки і техніки стали причиною зміни відношення людини до природи. Технічне озброєння дозволило людині використовувати ресурси всіх екосистем світу, впливати на всі природні

комплекси, тобто, людина стала геологічною силою, яка взяла на себе керівні функції у біосфері.

В.І.Вернадський розвинув вчення про ноосферу – "сферу розуму" Землі і зазначив, що вона є вищою стадією розвитку біосфери. Він вперше висунув ідею, що людський фактор в розвитку біосфери стає провідним: "... вигляд планети – біосфера – хімічно різко змінюється людиною свідомо і, головним чином, несвідомо. Змінюється людиною фізична і хімічна оболонка суходолу, всі його природні води ...". В.І.Вернадський писав: "... Ноосфера є новим геологічним явищем на нашій планеті. В ній вперше людина стає потужною геологічною силою. Вона може і повинна перебудовувати своєю працею та розумом області свого життя, перебудовувати докорінно в порівнянні з тим, що було раніше ...". На думку Вернадського, ноосфера "... складається із збереженої та нормально функціонуючої біосфери і гармонійно вмонтованої в неї соціосфери ...". Отже, в основі ноосферного природокористування лежить гармонізація взаємовідносин між суспільством і природою. До того ж, з метою попередження кумулятивного впливу речовинного та енергетичного забруднення на об'єкти довкілля, промислові підприємства і комплекси слід рівномірно-дисперсно розташовувати на суходолі.

Людина, як частина природи повинна підпорядковуватись її законам, а не намагатись їх змінити (ойкуменічний світогляд). В.І. Вернадський ще в першій половині ХХ сторіччя передбачав, що біосфера розвинеться в ноосферу (термін запропонував у 1927 році французький вчений Е. Леруа та П.Т. де Шерден). Спочатку В.І. Вернадський розглядав ноосферу (від грецького ноос - розум) як особливу "розумову" оболонку Землі, яка розвивається поза біосферою. Але згодом він дійшов висновку, що ноосфера – це стан біосфери, за якою розумова діяльність людини стає визначальним фактором її розвитку. Зокрема він зазначав, що біосфера переходить в новий етап – ноосферу під впливом наукової думки і людської праці. Завдяки своїй науковій думці втілений у технічних досягненнях, людина освоює ті частини біосфери, куди вона раніше не проникала.

Для ноосфери, як нового якісного етапу розвитку біосфери, характерний тісний зв'язок законів природи і соціально-економічних чинників суспільства, основний на науково-обґрунтованому раціональному використанні природних ресурсів, яке передбачає відновлюваність колообігу речовин та потоку енергії. Характерною рисою ноосфери є екологізація всіх сфер людського життя. До розв'язання будь-яких проблем людина повинна підходити з позиції екологічного мислення, тобто збереження і поліпшення стану природного середовища.

Отже, **ноосфера** – це якісно нова форма організації біосфери, яка формується в наслідок її взаємодії із людським суспільством і передбачає гармонійне співіснування природи і людини.

Водночас, твердження В.І. Вернадського про "необхідність докорінних змін довкілля людиною" викликає неоднозначну реакцію вчених. На думку Ю. Одума, людина стала потужною геологічною силою, яка може змінити все довкілля, але говорити про перехід до ноосфери ще зарано. Людина не знає досконало всіх процесів, що відбуваються в біосфері, а відтак, не може передбачити всі наслідки своїх дій. Свідченням цього є численні екологічні кризи і катастрофи, які викликані діяльністю людини.

Безумовно, вчення про ноосферу має дискусійний характер і ряд положень є суперечливими, але при правильному науковому підході до питань втручання

людини в природні комплекси, можна не тільки мінімізувати негативні наслідки впливу людини на довкілля, а і впроваджувати заходи, спрямовані на покращення екологічного стану природного середовища. Слід визнати, що людина сьогодні є головним збурювачем біосфери, і брати на себе керівні функції природи слід вкрай обережно.

Цікавим є впровадження такого поняття як "індекс ноосферності", під яким розуміють відношення кількості енергії, яку людство використовує раціонально, до кількості енергії, яка знаходиться у межах біосфери. При наближенні величини цього індексу до одиниці, можна говорити про розумне використання природи, але на сьогодні ця величина не перевищує 0,05. Тому, говорити про епоху ноосфери ще зарано.

4. Антропогенний вплив на біосферу.

На жаль, думка вчених щодо розв'язання екологічних питань не завжди збігається з політичними і економічними напрямками розвитку більшості країн світу, що призводить до глобалізації ряду екологічних проблем. Це стало причиною сучасної екологічної кризи, початок якої датується серединою ХХ століття. Сучасна екологічна криза має глобальний характер, а це означає, що виникла небезпека руйнування систем життєзабезпечення людства і біосфери в цілому. Ця криза є багатоплановою і пов'язана з втратою структури (цілісності) і стійкості екосистем і біосфери в цілому, що є причиною втрати їх надійності. Господарська діяльність людини зумовила пошкодження і вичерпування природних ресурсів, що призвело до деформації природного колаобігу речовин та потоку енергії, які сформувались протягом багатьох років. Внаслідок цього, почалося прогресуюче руйнування біосфери Землі, що може набути характеру незворотних процесів і навколишнє природне середовище може стати непридатним для існування.

Серед проявів **сучасної екологічної кризи** особливої небезпеки становлять демографічна проблема, проблема забруднення природного середовища, вичерпування природних ресурсів і наслідки, що пов'язані з цими проблемами.

Узагальнення всіх нинішніх видів впливу людини на навколишнє природне середовище дає змогу виділити чотири основні його форми:

- зміна структури земної поверхні через такі процеси, як розорювання земель, вирубування лісів, меліоративні роботи тощо;
- зміна біосфери та її складових через такі процеси, як видобування корисних копалин, викидання відходів виробництва в атмосферу та гідросферу тощо;
- зміна енергетичного балансу земної кулі через такі процеси, як теплові викиди, зміна альbedo Землі тощо;
- зміна сукупності живих організмів через знищення деяких видів, створення нових порід тварин та сортів рослин, переселення тварин і рослин на нові місця існування.

Отже, людина не тільки стихійно впливає на навколишнє середовище через результати своєї господарської діяльності, а й свідомо змінює його відповідно до своїх потреб. Таких спрямованих впливів на довкілля є безліч і одним із завдань охорони навколишнього природного середовища є встановлення загальних закономірностей і рекомендацій, які можна було б використати для керування впливом на довкілля. Крім того, при цілеспрямованому впливі на довкілля часто

виникають побічні ефекти-зміни, які не передбачені головною метою впливу і знижують його позитивний ефект.

5. Яку кількість людей може забезпечувати Земля.

Зростання людського населення триває, але людство розповсюджується нерівномірно. Протягом більшої частини історії популяція людей зростала повільно. Але за минулі 200 років людство пережило швидке експоненціальне зростання, відображене в характеристиці J-кривої.

Зростання людської популяції пояснюється трьома основними факторами. По-перше, люди розвинули здатність до розширення у різні нові середовища проживання та різні кліматичні зони. По-друге, поява сучасного сільського господарства дозволила нагодувати більше людей на одиницю площі сільськогосподарських земель. По-третє, розвиток систем санітарії, антибіотиків і вакцин допоміг контролювати інфекційні захворювання. В результаті різко впала смертність – нижче рівня народжуваності, і чисельність населення швидко зростала.

Близько 10 000 років тому, коли людство опанувало землеробство, на планеті було приблизно 5 мільйонів людей; зараз нас 8 мільярдів. Щотижня чисельність популяції людей зростає приблизно на 1,6 мільйона. І можливо, що нас буде 9,3 мільярда до 2050 року. Темпи зростання населення сповільнилися, але населення світу все ще зростає в геометричній прогресії.

Географічно зростання населення розподілене нерівномірно. У розвинених країнах світу чисельність зростання становить 0,1% на рік. Тоді як у країнах, що розвиваються – 1,5% на рік. Іншими словами, більша частина зростання населення світу відбувається у вже густонаселених частинах світу, більшість з яких найменше прилаштовані, щоб справлятися з таким тиском.

Перспективи стабілізації чисельності населення найближчим часом нульові. Однак протягом уже цього століття людська популяція може вирівнятися та перейти від J-подібної кривої експоненціального зростання до S-подібної кривої логістичного зростання через різні фактори, які можуть обмежити ріст людського населення.

Скільки людей Земля може підтримувати? Дехто каже про 2 мільярди. Інші говорять про 30 мільярдів. Це питання давно є предметом наукових дискусій. Проте аналітики вважають, що це неправильне запитання. Замість цього, ми повинні запитати, що є оптимальною стійкою чисельністю. Стійка чисельність населення Землі може бути заснована на *cultural carrying capacity культурній місткості планети*. На думку дослідників – це оптимальний рівень населення, який дозволив би більшості людей жити в розумному комфорті та свободі, не погіршуючи здатність планети підтримувати майбутні покоління.

Контрольні запитання:

1. Що таке біосфера?
2. Що таке біоценоз?
3. Внесок В.І. Вернадського у вчення про біосферу.
4. Схарактеризуйте відомі на сьогодні типи природокористування.
5. Що таке продукуючий тип природокористування?
6. Коли з'явився і чим особливий інноваційний тип природокористування?
7. В чому полягають основні ідеї ноосферного природокористування?
8. Що таке «індекс ноосферності»?
9. Що науковці розуміють під сучасною екологічною кризою?
10. Які фактори сприяли зростанню популяції людей?
11. Яку кількість людей, за оцінками учених, може підтримувати Земля?
12. Що таке культурна місткість планети?

ТЕМА 7. Клімат та його роль у формуванні біогеоценозів.

План:

1. Які фактори впливають на формування клімату.
2. Сучасні чинники зміни клімату.
3. Як клімат впливає на природу та локалізацію біомів.

1. Які фактори впливають на формування клімату.

Наземні біоми, такі як пустелі, луки та ліси, утворюють один із компонентів біорізноманіття Землі. Чому одна ділянка земної поверхні є пустелею, друга – луками, а третя – лісом? Відповідь лежить у відмінності клімату, що здебільшого є наслідком довготривалих коливань середніх температур та кількості опадів, викликаних глобальними процесами циркуляції повітря.

Через нахил земної осі наша планета освітлюється і нагрівається нерівномірно. На різні широти, від екватора до полюсів, надходить різна кількість тепла. Території Землі, що відрізняються за температурою та вологістю повітря, кількістю та частотою опадів, можна розділити на умовні пояси. Ці пояси називають кліматичними.

Якось американський письменник Марк Твен сказав: «Клімат – це те, що ми очікуємо, погода – це те, що ми отримуємо». Клімат – це багаторічний режим погоди певної місцевості, що базується на багаторічних метеорологічних спостереженнях. Саме кліматом обумовлюють атмосферний тиск, швидкість і напрямок вітру, температура та вологість повітря, хмарність і атмосферні опади, тривалість сонячної радіації, випаровування води, наявність і стан снігового покриву, різні атмосферні та наземні явища, такі як: роса, туман, грози тощо. В останні десятиріччя до числа кліматичних показників входять характеристики елементів теплового балансу земної поверхні, а саме: сонячна радіація, радіаційний баланс величини теплообміну між землею поверхнею і атмосферою, витрати тепла на випаровування.

Клімат в різних частинах Землі різний, оскільки закономірності глобальної циркуляції повітря та океанічних течій розподіляють тепло й опади нерівномірно.

На формування клімату Землі впливає низка чинників:

➤ ***Нерівномірне нагрівання земної поверхні сонцем.*** Повітря нагрівається набагато інтенсивніше на екваторі, де сонячні промені падають прямо, ніж на полюсах, де сонячне світло падає під кутом і поширюється на значно більші площі. Ці відмінності в розподілі вхідної сонячної енергії допомагають пояснити, чому тропічні регіони біля екватора жаркі, а полярні регіони холодні, тоді як регіони, що розташовуються між ними, мають помірний клімат із проміжними середніми температурами.

➤ ***Обертання Землі навколо власної осі.*** Коли Земля обертається навколо своєї осі – екватор обертається швидше, ніж полярні області. В результаті більш прогріті повітряні маси піднімаються вгору над екватором і, рухаючись на північ чи південь до прохолодніших областей, відхиляються на захід або схід різних частин поверхні планети.

➤ ***Великі приземні вітри,*** які дмуть майже безперервно і допомагають розподіляти повітря, тепло, вологу та речовину над землею поверхнею.

➤ **Властивості повітря, води, землі.** Тепло від сонця випаровує океанську воду і передає тепло від океанів до атмосфери, особливо поблизу екватору. Це випаровування води створює гігантські осередки циклічної конвекції, які забезпечують циркуляцію повітря, тепла та вологи як вертикально, так і горизонтально. Через різну кількість води, що випаровується, над океаном формується вологий морський клімат, а над сушею – сухий та різко континентальний. Чим ближча територія суші до моря, тим більше опадів на неї випадає і тим меншою є зміна річних температур.

➤ **Океанічні течії** впливають на м'якість клімату біля берегів континентів. Теплі течії роблять клімат більш вологим та теплим, а холодні – сухим та суворим.

➤ **Рельєф та висота над рівнем моря.** Гірські хребти перегороджують шлях вологому та теплому повітрю. Рівнини створюють сприятливі умови для переміщення повітряних мас. Крім того, чим вище розташована територія, тим холодніше там повітря.

2. Сучасні чинники зміни клімату.

Клімат, як і погода, змінюється безперервно. Зміна клімату повільна, на відміну від погоди, вона може бути помітною лише в масштабах десятків, сотень, тисяч або мільйонів років. Наприклад, на межі ХІХ та ХХ століть середня температура на нашій планеті була нижче більш ніж на 1 °С у порівнянні з нинішніми показниками. На такому часовому відрізку добре помітні періоди з більш низькою і більш високою температурою, а також тенденції змін.

Цікавим є той факт, що швидкість зміни клімату за останні 150 років стрімко зросла. Інакше кажучи, клімат в наш час втрачає стійкість. Головною причиною, на думку науковців, є діяльність людини. Вирубка лісів, видобуток корисних копалин, спалювання викопних видів палива та інші види діяльності, що змінюють поверхню нашої планети сприяють стрімкій зміні клімату.

Зазвичай при вивченні клімату використовують середні показники за місяць або за рік. Всесвітня метеорологічна організація встановила, що при описі клімату найкраще відштовхуватися від норм, узятих за 30-річний період. До недавнього часу при описі клімату практично всі керувалися нормами за період 1961 – 1990 рр. Проте, оскільки клімат зазнає змін, ці норми вже не зовсім актуальні. Тому в 2020 році вони були перераховані за наступний 30-річний період (1991 – 2020 рр.) і вже зараз Український гідрометцентр користується саме цими «новими» нормами.

Зміна клімату – це масштабна довгострокова зміна погодних умов планети. Відповідно до визначення міжурядової групи експертів зі зміни клімату (ІРСС): «Зміна клімату означає зміну стану клімату, який можна ідентифікувати (наприклад, за допомогою статистичних тестів) змінами середнього значення та/або мінливості його властивостей, і який зберігається протягом тривалого періоду, як правило, десятиліть або довше. Зміна клімату може бути наслідком природних процесів або зовнішніх впливів, таких як модуляції сонячних циклів, виверження вулканів, та/або стійких антропогенних змін в складі атмосфери або в землекористуванні».

Парниковий ефект. Земля отримує енергію від Сонця у вигляді сонячного випромінювання. Різні гази в атмосфері поглинають вхідну сонячну радіацію. Здатність атмосферних газів поглинати випромінювання змінюється залежно від

довжини хвилі. Вся вхідна сонячна радіація з довжинами хвиль менше ніж 0,3 мкм поглинається киснем і озоном. Це поглинання відбувається переважно в стратосфері.

Велика частина сонячної радіації проходить крізь атмосферу не поглинаючись. Значна частина цього випромінювання поглинається сушею та океанами. Потім ця енергія «відбивається» від поверхні Землі у вигляді довгохвильового інфрачервоного випромінювання. Більша частина довгохвильового інфрачервоного випромінювання (>4 мкм) повторно випромінюється поверхнею Землі та поглинається атмосферними газами, головним чином водяною парою (H₂O), вуглекислим газом (CO₂), монооксидом азоту (N₂O) і метаном (CH₄). Гази, що поглинають хвилі довші за 4 мкм називають парниковими газами. Це поглинання нагріває атмосферу, яка у свою чергу, випромінює енергію назад на Землю. Таким чином, парникові гази діють як теплова ковдра навколо Землі, підвищуючи температуру Землі. Цей ефект відомий як **парниковий ефект**.

Господарська діяльність людини, така як спалювання викопного палива, вирубка лісів і вирощування сільськогосподарських культур, призводить до утворення та надходження в атмосферу величезних об'ємів парникових газів. Численні докази та кліматичні моделі демонструють, що існує 90-99% шансів, що великі вхідні кількості парникових газів в атмосферу в результаті людської діяльності збільшують природний парниковий ефект Землі. Глобальне потепління може спричинити зміни клімату в різних місцях Землі, які можуть тривати століттями. Оскільки таке потепління посилиться протягом вже цього століття, кліматологи очікують, що це змінить режим опадів, підвищення середнього рівня моря та зміну ареалів для деяких видів рослин і тварин.

Згідно з супутниковими дослідженнями, протягом останніх 30 років площа арктичних льодовиків скоротилася більш ніж на 2 мільйони км². Це свідчення того, що глобальний клімат Землі стає теплішим. Танення льодовиків призводить до підвищення рівня Світового океану.

3. Як клімат впливає на природу та локалізацію біомів.

Різні кліматичні умови пояснюють, чому одна область земної поверхні – це пустеля, інша – луки, а третя – ліс. Вчені поділили світ на кілька основних біомів – великих регіонів, що характеризуються подібним кліматом, ґрунтом, рослинним і тваринним різноманіттям, незалежно від того, де вони знаходяться на Землі.

Різноманітність наземних біомів і водних систем є одним із чотирьох компонентів біорізноманіття Землі – життєво важливою частиною природного капіталу Землі.

Насправді біоми неоднорідні. Вони складаються з мозаїки ділянок, кожна з яких має різні біологічні спільноти. Ці ділянки з'являються здебільшого через те, що ресурси, які потрібні рослинам і тваринам, розподілені нерівномірно, а також тому, що людська діяльність видаляє та/або змінює природну рослинність у багатьох областях. Клімат і рослинність змінюються з широтою та висотою. Якщо піднятися на високу гору, від основи до вершини можна спостерігати зміни у рослинному світі, подібні до тих, з якими б ви зіткнулися подорожуючи від екватора до одного з полюсів Землі. Наприклад, якщо ми піднімемось на високу гору в Андах в Еквадорі, наш шлях може розпочатися в тропічному лісі, але згодом, на вершині ми опинимося на льодовику.

Існує три основних типи пустель. У пустелі річна кількість опадів мала і часто розподіляється нерівномірно протягом року. Впродовж дня, пекуче сонце нагріває землю і викликає випаровування вологи з листя рослин і ґрунту. Але вночі, більша частина тепла, накопиченого в землі, швидко випромінюється в атмосферу. Пустельні ґрунти мають мало вологи, на них росте небагато рослин, щоб допомагати зберігати тепло, а небо над пустелями зазвичай ясне. Це пояснює, чому в пустелі ви можете смажитися вдень, але тремтіти вночі. Поєднання незначної кількості опадів і різних середніх температур створює тропічні, помірні та холодні пустелі.

Тропічні пустелі, наприклад Сахара чи Наміб в Африці – це жаркі й сухі пустелі. В таких пустелях мало рослин і тверда, звітрена поверхня, усипана камінням і піском. Пилові бурі, що носяться вітром в пустелі Сахара збільшилися у десять разів з 1950 року переважно через надмірне випасання худоби та посуху, що посилювалася через зміну клімату. Ще одна причина збільшення пилових бур – їзда позашляховиками. Зростання кількості транспортних засобів, що мчать по піску, порушує поверхневий шар піску у пустелі. Так, сильний вітер може здувати пилоподібний матеріал в атмосферу.

У помірних пустелях, таких як Мохаве в південній частині штату Каліфорнія США, денні температури влітку високі та низькі взимку, а опадів випадає більше, ніж у тропічній пустелі. Розріджена рослинність складається здебільшого з широко розкиданих, посухостійких чагарників і кактусів або інших сукулентів, пристосованих до мінімальної кількості води і перепадів температур.

У холодних пустелях, таких як пустеля Гобі в Монголії, рослинність дуже рідка. Зима холодна, літо тепле або спекотне, опадів мало. Рослини та тварини пустелі мають пристосування, які допомагають їм отримати достатньо води, щоб вижити.

В пустелях низька видова різноманітність, повільний ріст рослин, незначний колообіг поживних речовин (через низьку активність бактерій у ґрунті) та відсутність води. Пустельні екосистеми крихкі. Їхнім ґрунтам потрібно від десятиліть до сотень років, щоб відновитися після порушень, наприклад, їзди позашляховиком.

Існує три основних типи луків. Луки зустрічаються переважно у внутрішніх частинах континентів, в районах, надто вологих для пустель і надто сухих для лісів. Луки зберігаються через поєднання сезонної посухи, випасу великих травоядних тварин і випадкових пожеж, які перешкоджають росту великої кількості кущів і дерев. Три основних типи луків – тропічний, помірний і холодний (арктична тундра) – є результатом поєднання низької середньої кількості опадів і різних середніх температур.

Один з типів тропічних луків, який називається *савана*, містить широко розкидані скупчення дерев, таких як акація, що вкриті колючками і допомагають відганяти травоядних тварин. Цей біом зазвичай має теплі температури протягом усього року та чергування сухих і вологих сезонів (рис. 7.1).

У тропічних саванах Східної Африки є великі стада тварин, що пасуться: антилопи гну, газелі, зебри, жирафи та їхні хижакі: леви, гієни та інші. Стада цих тварин періодично мігрують, щоб знайти воду та їжу відповідно до сезону та річних



Рис. 7.1 Савана.

Рослини савани, як і рослини пустелі, пристосовані до посухи та сильної спеки. Багато з них мають глибоке коріння, що може доходити до ґрунтових вод.

У *луках помірного клімату* зими дуже холодні, літо спекотне і сухе, кількість опадів за рік помірна і розподіляється нерівномірно протягом року (рис. 7.2). Через це надземні частини більшості трав відмирають і розкладаються щороку, органічна речовина накопичується і створює глибокий родючий шар ґрунту. Цей ґрунт утримується на місці густою мережею переплетених коренів посухостійких трав (крім випадків, коли верхній шар ґрунту розорано, що піддає його здуванню вітрами характерними в цих біомах). Для таких біомів також характерні пожежі, коли горить частина рослин над землею, але це не завдає шкоди корінню, з якого знову відростає нова трава. Поєднання вітрів і вогню допомагає підтримувати такі луки, перешкоджаючи росту дерев. Є два типи луків помірного клімату: високотравні степи та прерії та низькотравні прерії, вони наявні в таких країнах як Україна, США, Канада та інші.



Рис. 7.2. Луки помірного клімату.

Багато природних луків помірного клімату у світі зникли, тому що їхні родючі ґрунти використовують для вирощування сільськогосподарських культур і випасу худоби.

Холодні луки, або *арктична тундра*, лежать на південь від арктичної полярної крижаної шапки (рис. 7.3).

Протягом більшої частини року ці безлісі рівнини є дуже холодними, покриті льодом і снігом. Зими в таких регіонах довгі і темні; мізерні опади випадають переважно у вигляді снігу. Під снігом такі біоми вкриті товстим, губчастим килимком з низькорослих рослин, переважно трав, мохів, лишайників та карликових чагарників. Дерев та високі рослини не можуть вижити в холодній і вітряній тундрі. Щорічний ріст рослин тундри відбувається протягом 7-8 - тижневого літа, коли майже цілодобово світить сонце. Одним із наслідків сильного

холоду є утворення вічної мерзлоти, коли підземний ґрунт, у якому знаходиться вода, залишається замороженим понад 2 років поспіль. Протягом короткого літа часто зберігається шар вічної мерзлоти, тобто талий сніг і лід не вбираються в землю. Як наслідок, багато мілководних озер, боліт, ставків та інших сезонних водно-болотних угідь утворюються в арктичній тундрі. У них процвітають полчища комарів, мошок та інших комах, які є кормом для великих колоній мігруючих птахів (особливо водоплавних), які повертаються з півдня, щоб гніздитися і розмножуватися в болотах і ставках.



Рис. 7.3. Холодні луки.

Тварини в цьому біомі виживають у сильні зимові холоди завдяки таким адаптаціям, як густа вовна (полярний вовк, песець, вівцебик) і пір'я (снігова сова), або живуть під землею (арктичний лемінг).

Глобальне потепління викликає таїння частини вічної мерзлоти в деяких частинах Канади, Аляски, Китаю, Росії та Монголії. Це порушує екосистеми арктичної тундри, та призводить до викидів метану (CH_4) і вуглекислого газу (CO_2) з ґрунту в атмосферу. Ці два парникові гази можуть прискорити глобальне потепління та спричинити пришвидшення таїння вічної мерзлоти, що своєю чергою, може призвести до подальшого потепління та змін клімату. Танення вічної мерзлоти спричиняє опускання ґрунту (просідання), що може пошкодити будівлі, дороги, лінії електропередач та інші конструкції.

Тундра – це крихкий біом. Більшість тундрових ґрунтів утворилася приблизно 17 000 років тому, коли льодовики почали відступати після останнього льодовикового періоду. Ці ґрунти, як правило, бідні поживними речовинами та містять невелику кількість детриту. Через короткий вегетаційний період тундровий ґрунт і рослинність дуже повільно відновлюються після порушення. Діяльність людини в арктичній тундрі – переважно навколо місць буріння нафти, трубопроводів, шахт і військових комунікацій – залишають «шрами» в тундрі, які «загоюються» століттями.

Існує три основних типи лісів. Лісові системи – це землі, на яких переважають дерева. Три основні типи лісу – тропічний, помірний і холодний (бореальний) – результат поєднання різної кількості опадів і різних середніх температур. Зустрічаються *тропічні дощові ліси* поблизу екватора, де гаряче насичене вологою повітря піднімається вгору і віддає вологу. Ці пишні ліси мають рівномірно теплі температури протягом усього року, високу вологість і значні опади майже щодня. Тут постійно тепло і волого, клімат ідеальний для різноманітних рослин і тварин.

В тропічних дощових лісах переважають широколистяні вічнозелені рослини, які зберігають більшу частину свого листя цілий рік. Верхівки дерев утворюють густий навіс, який перешкоджає надходженню світла на лісову підстилку, освітлюючи її тьмяним зеленуватим світлом. На рівні землі в такому лісі мало рослинності, за винятком берегів струмків або місць, де впало дерево і

впустило сонячне світло. Багато рослин, що ростуть на рівні землі мають величезне листя, щоб вловлювати ті маленькі рештки променів, які надходять до тьмяно освітленого лісу. Деякі дерева вкриті ліанами, які тягнуться до верхівок дерев, щоб отримати доступ до сонячного світла. Потрапивши в крону, ліани ростуть від одного дерева до іншого. Дощові тропічні ліси мають дуже високу чисту первинну продуктивність, ними кишить життя і вони можуть похвалитися неймовірним біологічним різноманіттям. Хоча тропічні дощові ліси займають близько 2% поверхні суші Землі, за оцінками екологів, вони містять принаймні половину відомих на Землі видів наземних рослин і тварин. Наприклад, одне дерево в дощовому лісі може підтримувати кілька тисяч різних видів комах.

Рослини з дощових тропічних лісів є джерелом хімічних речовин, які використовуються як прототип для створення більшості відомих ліків. Таким чином, рослинне біорізноманіття цього біому рятує багато людських життів.

Життєві форми дощових тропічних лісів налічують різноманітні спеціалізовані ніші в окремих ярусах. Наприклад, яруси рослинності структуровані здебільшого відповідно до потреби рослин у сонячному світлі. Стратифікація спеціалізованих рослинних і тваринних ніш у дощовому тропічному лісі дозволяє співіснувати великому різноманіттю видів. Значна частина тваринного світу, зокрема, комахи, кажани та птахи, мешкає в верхньому освітленому ярусі з великими запасами листя, квітів і плодів. Для вивчення життя в кроні, екологи використовують високі конструкції, а також будують платформи чи «будиночки» в кроні.

Через густу рослинність у цих лісах майже немає вітру необхідного для поширення насіння та пилку. Отже, більшість видів рослин дощових лісів залежать від кажанів, метеликів, птахів, бджіл та інших видів тварин для запилення квітів та поширення насіння.

Опале листя, повалені дерева та мертві тварини швидко розкладаються через тепло та вологість, і орди редуцентів. Ця швидка переробка дефіцитних поживних речовин у ґрунті пояснює, чому так мало рослинних решток на землі. Замість того, щоб зберігатися в ґрунті, близько 90% поживних речовин, що вивільнюються при розкладанні, швидко поглинаються деревами, ліанами та іншими рослинами. Це різко контрастує з помірними лісами, де у ґрунті зберігається більшість поживних речовин. Через ці екологічні процеси та щоденні опади, які вимивають поживні речовини з ґрунту, ґрунти більшості дощових тропічних лісів містять мало елементів живлення. Це допомагає пояснити, чому тропічні ліси є поганими місцями для вирощування сільськогосподарських культур або випасу худоби на постійній основі. Попри ці екологічні обмеження, багато з цих лісів вирубується для лісозаготівлі, вирощування сільськогосподарських культур та видобутку корисних копалин.

Сьогодні, принаймні половина тропічних дощових лісів знищена або порушена діяльністю людини, а темпи деструкції та деградації цих центрів наземного біорізноманіття зростає. Екологи попереджають, що без консервації, більшість цих лісів, ймовірно, зникне протягом нашого життя, а з ними, можливо, чверть світових видів. Це зменшить біорізноманіття Землі та прискорить глобальне потепління внаслідок зміни клімату шляхом ліквідації великих заліснених територій, які видаляють вуглекислий газ з атмосфери.

Листопадні ліси помірного поясу ростуть в районах з помірними середніми температурами, що істотно змінюються із протягом року. Ці території мають довге тепле літо, холодну, але не надто сувору зиму та рясні опади, які часто розподілені рівномірно протягом року. У цьому біомі домінують кілька видів широколистяних видів, таких як дуб, гікорі, клен, тополя, бук. Вони переживають холодні зими скидаючи восени листя і переходить у стан спокою зимою.

Через повільну швидкість розкладання органічної речовини ці ліси накопичують товстий шар напівзгнилої підстилки, яка є джерелом поживних речовин. У глобальному масштабі цей біом був порушений людською діяльністю більше, ніж будь-який інший наземний біом. Багато лісів вирубано для вирощування сільськогосподарських культур або розвитку міських територій. Проте, протягом 100-200 років покинута рілля може повернутися до листяного лісу через вторинну екологічну сукцесію.

Вічнозелені хвойні ліси також називають *бореальними* лісами, або *тайгою*. Ці холодні ліси знаходяться на південь від арктичної тундри в північних регіонах Північної Америки, Азії та Європи, а також на певних висотах у горах. У цьому субарктичному кліматі зими довгі сухі і надзвичайно холодні; в самій північній тайзі, взимку сонячне світло доступне лише 6-8 годин на добу. Літо коротке з прохолодною або помірно теплою температурою, а сонце світить до 19 годин на добу. У більшості бореальних лісів переважає кілька видів хвойних вічнозелених дерев, таких як ялина, ялиця, кедр, сосна, які зберігають більшість своїх загострених листків (хвоя) протягом року. Дрібне, голчасте, з восковим нальотом листя цих дерев може витримувати сильний холод і зимову посуху, коли сніг покриває землю. Різноманітність рослин низька. На землі знаходиться глибокий шар частково розкладеної хвої. Розкладання є повільним через низькі температури, восковий наліт хвойних голок, і підвищену кислотність ґрунту. Розкладання хвої робить тонкий, бідний поживними речовинами ґрунт кислим, що не дозволяє більшості інших рослин (за винятком деяких чагарників) рости на лісовій підстилці. Цей біом містить різноманітну дику природу. Цілий рік серед мешканців є ведмеді, вовки, лосі, рисі та багато риючих видів гризунів.

Контрольні запитання:

1. Що ми вкладаємо в поняття клімат?
2. Які фактори впливають на формування клімату?
3. Як змінювався клімат на нашій планеті?
4. Які природні чинники змін клімату існують?
5. Чи може людство впливати на зміну клімату? Яким чином?
6. Що являє собою парниковий ефект?
7. В чому важливість парникового ефекту для Землі?
8. В чому полягає загроза збільшення парникового ефекту на Землі?
9. Схарактеризуйте чинники та механізм парникового ефекту.
10. Що таке біом?
11. Схарактеризуйте основні типи пустель.
12. Які біоми називають луками, та які типи лучних біомів відомі?
13. Назвіть та схарактеризуйте типи лісових біомів.

Тема 8. Водні екосистеми. Вплив антропогенної діяльності на водні екосистеми.

План:

1. Водні екосистеми та їх глобальні функції.
2. У чому полягає важливість морських екосистем.
3. В чому значущість прісноводних екосистем.
4. Як людська діяльність впливає на прісні та морські екосистеми.

1. Водні екосистеми та їх глобальні функції.

Хоча ми живемо на планеті, більша частина якої вкрита водою, нами досліджено лише близько 5% світового океану, також ми знаємо відносно мало про біорізноманіття водних екосистем та те, як вони існують. Ми також маємо обмежені знання щодо біорізноманіття прісноводних екосистем.

Водна екосистема – це історично сформований комплекс живих істот (гідробіонтів), пов'язаних між собою трофічними зв'язками та неживими компонентами водного середовища існування, які залучаються в процеси обміну речовин і енергії.

У водній екосистемі нерозривно поєднуються неживе середовище (абіотичні компоненти – вода, донні відкладення, фізико-хімічні чинники водного середовища) та біота, що включає багатокомпонентний комплекс угруповань, сформованих з популяцій рослин, тварин і мікроорганізмів.

Основні функції водних екосистем на планеті:

- глобальний колообіг води;
- участь у формуванні кліматичних умов;
- очищення води;
- водопостачання людства;
- продукування кисню і поглинання вуглекислого газу;
- джерело морепродуктів, мінеральних ресурсів і енергії.

Водні екосистеми за своїми умовами існування і структурно-функціональними характеристиками мають ряд ключових особливостей порівняно з наземними біогеоценозами, які в основному полягають у наступному:

1. Структура водних екосистем значно простіше наземних.

Це пояснюється тим, що в багатьох водних екосистемах, і перш за все в глибоководних, немає атмосфери. Структура мілководних екосистем складніше, оскільки в прибережних водних спільнотах значну роль відіграє також повітряне середовище.

2. Водні екосистеми відрізняються трофічними зв'язками між організмами.

У водних екосистемах більша частина речовини та енергії включена в пасовищні ланцюги, а в наземних екосистемах найбільше значення мають детритні ланцюги.

3. Водні організми знаходяться в умовах слабшої освітленості ніж наземні, а розташовані на значних глибинах (і в підземних водах) абсолютно позбавлені світла, і їх живі компоненти можуть існувати тільки шляхом надходження органічних речовин ззовні. Тому в системі гідробіоценозів набагато сильніше виражена вертикальна диференціація (стратифікація).

4. Організми у водоймах біохімічно і осмотично більш тісно пов'язані з їх навколишнім середовищем і залежать від вмісту в ньому розчинних речовин. Вода одночасно створює можливість біохімічних зв'язків між угрупованнями

гідробіонтів шляхом виділення багатьма організмами у воду кисню, вуглекислого газу і інших продуктів метаболізму. Ці речовини, токсичні, або, навпаки, стимулюють інші організми, утворюючи ніби мережу, якою організми поєднуються опосередковано, не вступаючи один з одним у прямий контакт.

5. *Видове різноманіття водних екосистем значно більше, ніж наземних, хоча у внутрішніх водоймах склад флори і фауни набагато бідніший порівняно з морями через випадіння багатьох груп.*

6. *Основну масу первинних продуцентів складають завислі у воді мікроскопічні водорості, в той час, як на суходолі – це майже виключно вищі рослини. Попри надзвичайно дрібні розміри планктонних водоростей, вони мають досить високий темп розмноження і можуть давати дуже високу первинну продукцію, шляхом якої місцями розвиваються численні тваринні угруповання.*

2. У чому полягає важливість морських екосистем.

Морські екосистеми, найбільші з усіх екосистем, займають близько 71 % поверхні Землі і містять приблизно 97 % усіх вод планети. Вони виробляють 32 % чистої первинної продукції у світі. Ці екосистеми відрізняються від прісноводних екосистем кількістю розчинених у воді сполук, особливо солей. Середня солоність морської води досягає 35 ‰.

Морські екосистеми включають:

- відкритий океан (пелагічна екосистема);
- води континентального шельфу (прибережні води);
- райони апвелінгу (родючі райони з продуктивним риболовством);
- естуарії (прибережні бухти, протоки, гирла річок, лимани, солоні марші та ін.);
- глибоководні рифтові зони.

Вчені виділяють три моделі морських екосистем з різним рівнем біорізноманіття. Перша модель визначає найбільше морське біорізноманіття в коралових рифах, естуарних системах і на глибоководних ділянках дна океану. Друга модель визначає, що біорізноманіття вище біля узбережжя, ніж у відкритому морі через більшу різноманітність продуцентів і місця існування в прибережних районах. Третя модель зазначає, що біорізноманіття вище в придонній частині океану ніж на поверхні, через більшу різноманітність середовищ існування та джерел їжі на дні океану.

Океани забезпечують надзвичайно цінні екологічні та економічні послуги. За однією з оцінок сукупна вартість товарів і послуг від усіх морських і прибережних екосистем становить понад 12 трильйонів доларів на рік, що приблизно дорівнює річному валовому внутрішньому продукту США.

Як мешканці суходолу, ми маємо спотворене та обмежене уявлення про блакитну водну пустелю, яка охоплює більшу частину земної поверхні. Ми знаємо більше про поверхню Місяця, ніж про дно океанів.

Морські водні системи є величезними резервуарами біорізноманіття. Вони включають багато різних екосистем, що містять велику різноманітність видів, а також біологічних і хімічних процесів, що підтримують чотири основні компоненти біорізноманіття землі.

Морське життя, як зазначалося вище, найбільше вирве у трьох основних життєвих зонах: прибережній зоні, відкритому океані та океанічному дні.

Прибережна зона – це переважно тепла, багата поживними речовинами неглибока вода, яка простягається від позначки припливу на суші до пологого краю континентального шельфу. На цю зону припадає менше 10% світового океану, проте у цих водах міститься 90% усіх морських видів. Крім того, саме прибережні води є місцем розташування великих комерційних морських промислів. Більшість морських прибережних екосистем, таких як лимани, прибережні водно-болотні угіддя, мангрові ліси та коралові рифи мають високу первинну продуктивність на одиницю площі. Це є результатом достатньої кількості сонячного світла та поживних речовин. Останні змиваються із поверхні землі та розподіляються вітром і океанічними течіями.

Лимани – це місця, де річки впадають у море. Це частково замкнуті водойми, в яких морська вода змішується з прісною водою, туди також надходять поживні та забруднюючі речовини з водотоків, річок і стоків, пов'язаних з прибережними водно-болотними угіддями чи прибережною людською діяльністю. Прибережні території, повністю або частково вкриті водою річок є одними з найпродуктивніших екосистем Землі.

Зарості морської трави є ще одним компонентом прибережного морського біорізноманіття. Вони складаються не менше ніж з 60 видів рослин, що ростуть під водою в мілководних морських і естуарних районах уздовж більшості континентальних берегів. Ці високопродуктивні та фізично складні системи підтримують різноманітні морські види. Вони також допомагають стабілізуватися береговій лінії та зменшити вплив потужних прибіжних хвиль в цих районах. Види, що мешкають у таких умовах повинні адаптуватися до значних добових і сезонних змін у згонно-нагонних режимах річок, температури і солоності води, стоку з еродованих ґрунтів та інших компонентів теригенного стоку.

Мангрові ліси є тропічним еквівалентом солоних боліт. Вони зустрічаються приблизно на 70% пологих піщаних та мулистих прибережних ділянок в тропічних і субтропічних регіонах, особливо в Південно-Східній Азії. Домінуючими організмами, в цих багатих поживними речовинами прибережних районах, є мангрові зарості – 69 різних видів дерев, які можуть рости в солоній воді. Вони мають розгалужену кореневу систему, яка часто виступає над водою. Ці повітряні корені підтримують дерева під час періодів зміни рівня води.

Прибережні водні системи забезпечують важливі еколого-економічні послуги. Вони допомагають підтримувати якість води в тропічних прибережних зонах шляхом фільтрації різних поллютантів; дають їжу, місця існування та безпечні зони розмноження різноманітним водним і наземним видам. Вони також знижують шкоду від штормів та берегової ерозії шляхом «поглинання» хвиль і накопичення надлишку води, утвореної штормами та цунамі. Історично, вони стабільно постачали деревину та дрова прибережним громадам. Втрата мангрових заростей може призвести до забруднення питної води, спричиненого надходженням солоної води всередину водоносних горизонтів. Попри їх колосальне екологічне та економічне значення, було підраховано, що між 1980 і 2005 роками принаймні одна п'ята світових мангрових лісів була втрачена переважно через засвоєння людиною територій узбережжя.

Різде збільшення глибини води на окрайці континентального шельфу відокремлює прибережну зону від величезної частини океану що називається **відкритим морем**. За ступенем освітлення море розділене на три вертикальні зони:

евфотична (фотична) зона, батіальна (дисфотична) зона та абісаль (абісопелагіаль) Температура також змінюється з глибиною і обумовлює різноманітність видів у цих шарах. **Евфотична зона** – освітлена верхня зона, де дрейфуючий фітопланктон обумовлює близько 40% фотосинтетичної активності у світі. Рівень поживних речовин низький (крім районів апвелінгу), а рівень розчиненого кисню високий. Великі, швидко плаваючі хижі риби, такі як риба-меч, акули та блакитний тунець населяють цю зону. **Батіальна зона** – це слабо освітлена середня зона, до якої надходить так мало світла, що вона не містить фотосинтетиків. Зоопланктон і дрібна риба, що населяють цю зону, мігрують вночі на поверхню, щоб харчуватися.

Найглибша зона, яка називається **абісальною**, є темною і дуже холодною; у ній мало розчиненого кисню. Однак, глибоке дно океану кишить життям. Океанічне дно містить достатньо поживних речовин для підтримки великої кількості видів, навіть якщо немає сонячного світла для підтримки фотосинтезу.

Більшість глибоководних організмів і мешканців океанічного дна отримують їжу із завису мертвих і гниючих організмів, які називаються «морським снігом», що повільно осідає з освітлених шарів океану. Деякі з донних організмів, у тому числі багато видів хробаків, живляться донними відкладеннями, адсорбуючи поживні речовини своєю травною системою. Такі гідробіонти як устриці, молюски та губки живляться шляхом фільтрації.

Середня первинна продуктивність на одиницю площі у відкритому морі досить низька. Однак через те, що відкрите море займає величезну площу земної поверхні, воно забезпечує найбільшу продуктивність на Землі. У 2007 році група вчених під керівництвом Дж. Крейга Вентера опублікувала звіт, який поставив під сумнів припущення вчених щодо біорізноманіття у відкритому морі. Після навколосвітнього плавання та збору даних протягом 2 років вони виявили, що у відкритому морі мешкає набагато більше бактерій, вірусів та інших мікроорганізмів, ніж припускали вчені раніше. Тобто біорізноманіття цих просторів вище, складніше організоване та недостатньо вивчено.

3. В чому значущість прісноводних екосистем.

Прісноводні екосистеми покривають менше ніж 2,2 % поверхні Землі і становлять 0,03 % від загального обсягу води. Вони генерують майже 3 % чистої первинної продукції.

Є три основних типи прісноводних екосистем:

- лентичні (стоячі води): озера, ставки, водосховища та ін.;
- лотичні (текучі води): річки, струмки, джерела та ін.;
- заболочені угіддя: болота, болотисті ліси, марші (приморські луки).

Озера – це великі природні водойми із стоячою прісною водою, що утворюються в результаті випадання опадів, стоку або просочування підземних вод, що заповнюють западини на земній поверхні. До причин виникнення таких западин можна віднести відступ льодовиків після останнього зледеніння (озеро Луїза, Альберта, Канада), зміщення земної кори (оз. Ньяса в Східній Африці), вулканічна активність (Озеро Кратер в штаті Орегон США). Озера живляться водою від опадів, снігу, що тане, і струмків, які стікають з навколишньої території.

Прісноводні озера дуже різноманітні за розміром, глибиною і вмістом поживних речовин. Глибокі озера зазвичай складаються з чотирьох окремих зон, які визначаються їх глибиною і відстанню від берега. Верхній шар називається

прибережною зоною, знаходиться біля берега і складається з неглибоких освітлених сонцем вод до глибини, за якої вкорінені рослини припиняють ріст. Цей шар має високе біологічне різноманіття через достатню кількість сонячного світла та поживних речовин із навколишньої території. Далі йде **лімнетична зона** – відкритий освітлений сонцем поверхневий шар вод віддалений від берега. Ця зона простягається на глибину, куди проникає сонячне світло. Ключовою відмінністю між прибережною зоною та лімнетичною зоною є наявність укорінених рослин. Дно під лімнетичною зоною не може підтримувати ріст рослин через брак сонячного світла для фотосинтезу. Лімнетична зона – це основна фотосинтетична частина озера, що створює первинну продукцію і кисень. Його найпоширенішими організмами є мікроскопічний фіто- і зоопланктон. Далі йде **профундальна зона** – глибоководна внутрішня зона водойми, наприклад озера чи ставка, розташована нижче діапазону ефективного проникнення світла. Відсутність світла та кисню в глибинній зоні визначає тип біологічних угруповань. Через низьку продуктивність профундальної зони організми покладаються на детрит, що опускається з фотичної зони. Видове багатство в профундальній зоні часто подібне до лімнетичної зони. Профундаль – це зазвичай зона нижче термокліну, вертикальної зони у воді, через яку температура швидко падає. Дно озера містить придонну **бентичну зону (або бенталь)**, населену переважно детритофагами та деякими рибами. Організми, що живуть у цій зоні, називаються бентосом і включають мікроорганізми (наприклад, бактерії та гриби), а також безхребетних, таких як ракоподібні та поліхети. Мешканці бенталю живляться переважно мертвою речовиною, яка потрапляє з узбережжя та лімнетичної зони і вимиванням осадів в озері.

В озерах Землі міститься вчетверо більше води, ніж у річках. З іншого боку, річки можуть існувати значно довше ніж озера. Якщо озеро не поповнюється водами, воно висихає, міліє або перетворюється на болото. Озера мають велике значення в житті людей, а саме: водопостачання, зрошування, риборозведення, водний транспорт, в медичних цілях (лікувальні грязі, ропа). Велике значення озера мають для організації туризму та рекреації.

Внутрішні водно-болотні угіддя – це землі, вкриті прісною водою весь час або частину часу (за винятком озер, водосховищ і струмків) і розташовані далеко від прибережних зон. Вони включають болота (переважають трави та очерет без дерев), заліснені болота (переважають дерева та кущі) та інші різновиди. Іншими прикладами водно-болотних угідь є заплави, які отримують надлишок води під час сильних дощів і повеней, а також волога арктична тундра влітку.

Деякі водно-болотні угіддя величезні, інші маленькі; деякі вкриті водою цілий рік, інші, які називаються сезонними, залишаються під водою лише на короткий час щороку. До останніх належать заплавні заболочені території та низинні болота. Багато боліт є важливими середовищами існування мисливських тварин: ондатр, видр, бобрів; перелітних водоплавних птахів та багатьох інших видів птахів.

Водно-болотні угіддя виконують низку функцій, які приносять користь людям. Так, до екосистемних послуг водно-болотних угідь можна віднести: очищення води, поповнення ґрунтових вод, стабілізацію берегової лінії та захист від штормів, зберігання води та боротьбу з повенями, переробку вуглецю (фіксація вуглецю, розкладання та секвестрація), інших поживних речовин і забруднюючих речовин, а також підтримку рослин і тварин. Водно-болотні угіддя є резервуарами

біорізноманіття. Вони можуть бути поглиначами вуглецю і, таким чином, відіграватимуть важливу роль у зміні клімату, це необхідно враховувати при спробах пом'якшити кліматичні зміни. Однак деякі водно-болотні угіддя є значним джерелом викидів метану, а деякі можуть бути джерелами викидів оксиду азоту (I).

4. Як людська діяльність впливає на прісні та морські екосистеми.

У ХХ ст. найбільшого значення для водного середовища набули **антропогенні** фактори. Найважливіші антропогенні фактори, що впливають на весь хід біологічних процесів у біосфері – це гідротехнічне будівництво (зарегулювання річок греблями, міжбасейнове перекидання стоку), надмірне водокористування, забруднення водойм стічними водами різних виробництв та комунально-побутовими стоками, нафтове забруднення морів й океанів унаслідок аварій танкерів, а прісних вод – у результаті судноплавства та використання моторних човнів для рекреації й рибальства тощо.

Різні фактори можуть взаємодіяти між собою, підсилюючи або послаблюючи негативний вплив на біоту. У першому випадку йдеться про синергічну дію, а в другому – про антагоністичну. Наприклад, отруєння риб посилюється за умови кисневого дефіциту, а вищі водяні рослини є антагоністами водоростей, оскільки виділяють речовини, які згубно діють на водорості (альгіциди або антибіотики природного походження). До того ж характер взаємодії може бути не прямим, а опосередкованим через низку проміжних процесів, або дія може бути двобічною: наприклад риба білий амур, виїдаючи вищі водяні рослини, загалом підвищує рибопродуктивність ставків, але разом із тим підриває кормову базу коропа, який живиться серед заростей макрофітів, та спричиняє погіршення газового режиму внаслідок їх видалення.

Багатофакторність водного середовища зумовлюють ті труднощі, які виникають при з'ясуванні причин певних аномальних явищ у водних екосистемах і прогнозуванні змін, що можуть виникати під впливом природних чи антропогенних факторів.

Забруднення вод – це насичення вод, водотоків і водойм речовинами, які погіршують якість води та зумовлюють несприятливі для водних екосистем наслідки.

Основними джерелами забруднення водних систем є:

- стічні води промислових і комунальних підприємств, шахтні води, води нафтопромислових підприємств;
- забруднення радіоактивними відходами, що становлять потенційну небезпеку;
- викиди водного, залізничного та автомобільного транспорту;
- змивання міндобрив і отрутохімікатів із сільськогосподарських угідь, стоки з тваринницьких ферм тощо.

Забруднення гідросфери поділяють на:

- хімічне;
- фізичне;
- теплове;
- біологічне.

Хімічне забруднення води відбувається внаслідок надходження у водойми з стічними водами різних шкідливих домішок неорганічної (кислоти, мінеральні солі, луги) й органічної природи (нафта й нафтопродукти, органічні сполуки, поверхнево-активні речовини, мийні засоби, пестициди тощо). Більшість з них є токсичними (отруйними) для мешканців водойм.

Згубно впливають на стан водойм стічні води, що містять розчинені органічні речовини або суспензії органічного походження. Більшість цих речовин сприяє зниженню вмісту кисню у воді. Особливої шкоди завдають нафта й нафтопродукти, які утворюють на поверхні води плівку, що перешкоджає газообміну між водою й атмосферою й знижує вміст кисню у воді.

Велику кількість органічних сполук, яких раніше не було в природі, містять стоки хімічних підприємств. Багато з цих речовин біологічно активні, дуже стійкі й важко видаляються із стоків. Останнім часом особливе місце серед них посідають синтетичні мийні засоби (детергенти). Більшість з них містять фосфор. Зростання кількості фосфатів у річках, озерах і морях спричинює інтенсивний розвиток синьо-зелених водоростей, «цвітіння» водойм, що супроводжується різким зниженням вмісту у воді кисню, «заморами» риб, загибеллю інших водних тварин. Детергенти також надзвичайно ускладнюють роботу каналізаційних споруд, уповільнюючи процеси коагуляції під час очищення стічних вод.

Фізичне забруднення води пов'язане із зміною її фізичних властивостей: прозорості, вмісту суспензій та інших нерозчинних домішок, радіоактивних речовин і температури.

Суспензії (пісок, намул, глинисті частки) потрапляють у водойми головним чином шляхом поверхневого змиву дощовими водами з сільськогосподарських земель, особливо тоді, коли розорюються водозахисні смуги вздовж річок і орні ділянки наближаються до самого урізу води. Особливу небезпеку для всього живого становлять радіоактивні домішки, що потрапляють у водойми завдяки викидам АЕС (особливо під час аварій), з частками золи від працюючих ТЕС тощо.

Теплове забруднення водойм є особливим видом забруднення гідросфери. Воно спричинене спуском у водойми теплих вод від різних енергетичних установок. Величезна кількість тепла, що надходить з нагрітими водами в ріки й озера, істотно змінює їх термічний і біологічний режими. Серед теплових забруднювачів гідросфери перше місце посідають АЕС.

Вчені гідробіологи встановили таку характерну послідовність дії підвищених температур, °С, на мешканців озер і штучних водойм:

- до 26°С – шкідливого впливу не спостерігається;
- до 30°С – пригнічення життєдіяльності;
- понад 30°С – шкідлива дія на біоценози;
- понад 36°С – гине риба й деякі види інших організмів.

* *Слід додати, що АЕС, як правило, скидають у водойми воду, нагріту до 45 °С.*

Біологічне забруднення водного середовища полягає у надходженні до водойм із стічними водами різних видів мікроорганізмів, рослин і тварин (віруси, бактерії, грибки, найпростіші, черви), яких раніше тут не було. Багато з них є хвороботворними для людей, тварин і рослин. Серед біологічних забруднювачів перше місце посідають комунально-побутові стоки, особливо коли вони надходять

у водойми без очищення. Проте навіть за наявності очисних споруд деяка кількість вірусів, бактерій все ж не затримується фільтрами й потрапляє у водойми.

Все вище зазначене та багато інших чинників призвели до того, що морські та прісноводні екосистеми швидко руйнуються, природа втрачає біорізноманіття. Так, за останніми даними відомо, що прибережні місця існування зникають у 2–10 разів швидше ніж втрати тропічних лісів.

Основною загрозою втрати та деградації середовищ існування морського дна є днопоглиблювальні роботи та риболовні траулери. Траулери тягнуть дном океану величезні тенета з важкими ланцюгами та сталевими пластинами, як занурений гігантський бульдозер, щоб видобути кілька видів донних риб і молюсків. Тралення сітки перетворюють місця існування коралових рифів на руїни та вбивають різноманітних істот на дні, розчавлюючи їх, ховаючи в осад і наражаючи на хижаків. Щороку тисячі траулерів видряпують площу дна океану приблизно в 150 разів більшу за площу лісів, що вирубуються.

Порушення середовища існування є також великою проблемою для прісноводних водойм. Дамби та надмірний відбір води з річок і озер (переважно для сільського господарства), знищення водно-болотних середовищ існування та водних потоків значно знижують прісноводне біорізноманіття. В результаті цієї та іншої діяльності людини 51% видів прісноводних риб – більше, ніж будь-який інший основний тип видів – перебувають під загрозою передчасного зникнення.

Контрольні запитання:

1. Які функції водних екосистем вам відомі?
2. В чому полягають відмінності водних екосистем від наземних?
3. Які компоненти включають морські екосистеми?
4. Визначте основні морські життєві зони.
5. Схарактеризуйте особливості прибережних морських зон.
6. Чим особливі зони естуаріїв та лиманів.
7. Які екологічні особливості характеризують зону відкритого моря?
8. Назвіть найважливіші особливості прісних екосистем.
9. В чому полягає значущість водно-болотних угідь?
10. Назвіть найбільші виклики сьогодення морським екосистемам.
11. Схарактеризуйте вплив антропогенної діяльності на прісні водойми, укажіть наслідки цієї діяльності.
12. Які наслідки негативного впливу на водні екосистеми ми спостерігаємо вже зараз?

Тема 9. Сталий розвиток. Поняття, концепції, природоорієнтовні рішення.

План:

1. Поняття сталого розвитку.
2. Концепції сталого розвитку.
3. Концепція сталого розвитку України.
4. Природоорієнтовані рішення.

1. Поняття сталого розвитку.

Наприкінці 60-х років низкою вчених був створений «Римський клуб», результатом обговорень якого стали роботи: Д. Медуоз «Межі зростання»; М. Месарович і М.Е. Пестель «Людство на роздоріжжі»; Я. Тинберген «Перегляд міжнародного порядку». У роботах переважали алармістські (тривожні) настрої (аж до екологічного песимізму), що твердили про неминучість екологічної катастрофи в найближчому майбутньому внаслідок повного виснаження природних ресурсів і надмірного забруднення навколишнього природного середовища через швидке зростання населення і науково-технічний прогрес. Відповідно висувалися концепції «нульового зростання», «глобальної рівноваги», «доіндустріального суспільства», що закликали до значного обмеження зростання потреб або заморожування потреб, заборону економічного зростання в світі або в окремих країнах, до насильницької деурбанізації, повернення до доіндустріального типу цивілізації.

Термін «sustainable development» – сталий розвиток (СР), був запропонований в 1987 р. Міжнародною комісією ООН з навколишнього середовища і розвитку. Програма сталого розвитку була підтримана багатьма вченими, а також використана в Декларації конференції по навколишньому середовищу і розвитку (Ріо-де-Жанейро, 1992). Наприкінці 80-х років в науковій літературі значно поширився цей термін – «сталий розвиток». Зараз є більше ніж 60 визначень поняттю «сталий розвиток», серед яких найбільш поширене визначення, дане в доповіді «Наше майбутнє» комісії ООН: «Сталий розвиток – це такий розвиток, за якого задоволення потреби теперішніх поколінь не має ставити під загрозу можливості майбутніх поколінь задовольняти свої потреби». Сталий розвиток визначається як процес гармонізації продуктивних сил, забезпечення задоволення необхідних потреб усіх членів суспільства за умови збереження й поетапного відтворення цілісності навколишнього природного середовища (НПС), створення можливостей для рівноваги між його потенціалом і потребами людей усіх поколінь. Основою СР є паритетність відносин у тріаді: людина – господарство – природа, що забезпечує перехід до такого способу взаємодії природи і суспільства, який характеризується як епоха ноосфери.

Метою сталого розвитку є, насамперед, підвищення якості життя. Основними пріоритетами мають бути фізичне і моральне здоров'я суспільства, якісна питна вода, атмосферне повітря, безпечні продукти, товари і послуги, безпечні і комфортні умови життя, праці, навчання тощо

Ідея сталого розвитку узагальнює вимоги до захисту довкілля, соціальної справедливості та відсутності расової й національної дискримінації, та направлена на покращення рівня життя суспільства.

Поняття сталого розвитку розглядається в політико-правовому, економічному, екологічному, соціальному, міжнародному і інформативному аспектах. Екологічний аспект припускає: забезпечення коеволюції суспільства і природи, людини і біосфери; збереження реальних можливостей не тільки для нинішнього, але і для майбутніх поколінь, задоволення своїх основних життєвих потреб; теоретичну розробку і практичну реалізацію методів ефективного використання природних ресурсів; забезпечення екологічної безпеки ноосферного розвитку; розгортання маловідходного, а потім і безвідходного виробництва по замкненому циклу, продуманий розвиток біотехнології; поступовий перехід від енергетики, заснованої на спаленні органічного палива, до альтернативної енергетики, що використовує поновлювані джерела енергії; вдосконалення адміністративних, економічних і правових методів захисту природи; постійну турботу про збереження видової різноманітності біосистем; систематичну еколого-виховну роботу серед населення, особливо серед молоді, яка повинна привести до формування дбайливого відношення громадян до природи, як до власного будинку; розробку і неухильне дотримання вимог еколого-етичного кодексу.

Суть сталого розвитку може бути представлена двома ключовими моментами: 1) принципом справедливості для майбутніх поколінь; 2) комплексним прийняттям рішень. Перший момент наголошує на дотриманні принципу справедливості відносно використання природних ресурсів майбутніми поколіннями. При цьому під сталим розвитком розуміється такий розвиток, який задовольняє потреби сучасного покоління без ризику для майбутніх поколінь. Другий ключовий момент наголошує на необхідності урахування екологічних обмежень при прийнятті економічних рішень.

2. Концепції сталого розвитку.

В інтерпретації концепції сталого розвитку сформувалося декілька концептуальних напрямів:

1. *Технократичний напрям.* Техніка створює проблеми, але вона ж їх і вирішує. Проголошується автотрофність розвитку. Наприклад, робиться висновок про можливу стійкість глобальної екосистеми (біосфери).

2. *Ресурсно-технократичний напрям.* Основний постулат: стійке майбутнє є проблемою управління. Природа підвладна цілям людства. Так, згідно з концепцією «кордонів зростання» Д. Медоуза, щоб досягнути “глобальної рівноваги” необхідно: стабілізувати чисельність населення на рівні 1975 р.; продовжити збільшення капіталу до 1990 р. з подальшою його стабілізацією; скоротити використання ресурсів на душу населення до 1/8 рівня 1970 р.; зменшити інтенсивність забруднення навколишнього середовища в 4 рази в порівнянні з 1970 р. Зараз в рамках цієї концепції і усього ресурсно-технологічного напрямку загалом розширюють використання і удосконалення енергетичного аналізу. Це пов'язує сталий розвиток з фізичними обмеженнями на розширення виробництва енергії або на продуктивність земель.

3. *Природоохоронний напрям.* Основною метою сталого розвитку є охорона і збереження природи. Індикаторами стійкості виступають якість повітря і води, продуктивність ґрунту, видова різноманітність і т.д. Через захоплення антропоцентризмом Ю. Одум назвав цей напрям “дрібною” екологією.

4. *Екологічний напрям.* У основу покладено розуміння партнерства у взаємодії людини і природи. Кінцевою метою удосконалення природокористування є взаємодія з природою на рівні індивіда. Напрямок відстоює “глибинну” екологію з акцентом на єдність всього існуючого, релігійних і традиційних цінностей. Як відмічає Р. Перельот, “екоцентрична” орієнтація не є пов'язаною з якими-небудь науковими дисциплінами, а являє собою суб'єктивні знання або філософію.

5. *Культурологічний напрям.* Цей напрям не отримав значного поширення і орієнтується на аналіз соціальних і психологічних кордонів зростання.

Концепції СР поки що не запропонували шляхів ліквідації екологічної кризи. Звертаючись до концепції сталого розвитку в загальноприйнятому тлумаченні, потрібно зазначити, що, попри підтримку багатьма провідними екологами (М.Ф. Реймерс, Н.Н. Моїсеєв, А. Гор та ін.), шанси на її реалізацію вважаються незначними. Так, проблему депопуляції Л. Браун, М.Ф. Реймерс, А. Гор та інші вчені пов'язують з підвищенням добробуту і обізнаності населення Землі. При цьому забувається, що 2/3 (якщо не 3/4) населення світу стрімко збіднюється; приріст зерна в 1984 р. став більш низьким, ніж приріст населення, а з 1989 р. – і вилов риби. Тому успіх сценарію сталого розвитку оцінюється не більше за 20 %.

Сучасний тип еколого-економічного розвитку визначається як техногенний, що базується на використанні штучних засобів виробництва, створених без урахування екологічних обмежень. Характерними рисами такого типу розвитку є швидке і виснажуюче використання непоновлюваних видів природних ресурсів (передусім корисних копалин) і надмірна експлуатація поновлювальних природних ресурсів (ґрунтів, лісів, вод і др.) зі швидкістю, що перевищує їх відтворення і відновлення. При цьому завдається економічний збиток, що є вартісною оцінкою деградації природних ресурсів і забруднення навколишнього середовища під впливом антропогенних факторів.

До 70-х років ХХ сторіччя не вивчалися зворотні зв'язки між екологічною деградацією і економічним розвитком, станом трудових ресурсів, якістю життя населення, бо природні ресурси вважалися невичерпними, тобто існувала позиція фронтальної («ковбойської») економіки, цільова функція якої визначається словами «Не можна чекати милостей від природи, взяти їх у неї – наше завдання». Однак, наростання екологічної напруженості (економічний розвиток) стало розглядатися з урахуванням екологічних обмежень і стало складатися уявлення про сумарний соціально-економіко-екологічний збиток при нераціональному використанні природних ресурсів. Велике значення для екологізації світової свідомості мали близько 20 доповідей Римського клубу щодо сповільнення зростання і стабілізації чисельності населення планети і, зокрема, доповідь Д. Медоуза «Межі зростання». Як відзначав Д. Медоуз, експонентне зростання продуктивних сил стає малоімовірною перспективою далі 2010 р. навіть при розумних заходах по плануванню народжуваності, тому пропонувалося стабілізувати чисельність населення на рівні, який забезпечить середній прибуток на душу населення в 3 рази вище, ніж в 1970 р. Неможливість радикальної зміни у відносинах між економікою і навколишнім природним середовищем призвела до концепції екотопії («зеленого екстремізму»), тобто до теорії вслякого обмеження економічного зростання (не нульового, а від'ємного зростання). Часто інституціональний фактор не розглядається, однак культурні традиції, релігійні

особливості, інститути власності і т.д. є важливими складовими для сталого розвитку (наприклад, в деяких східних країнах вода вважається даром Бога і тому не можна встановлювати ціну і плату за її використання).

На соціальному саміті у березні 1995 року в Копенгагені було висунуто концепцію *екологічно сталого розвитку* (ЕСР). Ключовими принципами екологічно сталого розвитку є:

1) принцип обмеженості (збереження сучасного стану навколишнього природного середовища як перешкоди безповоротним і небезпечним змінам);

2) принцип «передбачити і уникнути» (менше ризиків, що дозволяє уникнути ліквідації втрат навколишнього середовища);

3) принцип збереження природного багатства на сучасному рівні (недопущення втрат або зменшення природно-ресурсного потенціалу або і екологічної різноманітності);

4) принцип консервативного землекористування (унікати, наскільки можливо, переходу від мало інтенсивного землекористування до більш інтенсивного);

5) принцип балансу між ресурсом і забруднювачем (використання ресурсів в масштабах регенеративної здатності екосистем);

6) принцип «платить той, хто забруднює» (повна вартість екологічних збитків повинна бути компенсована користувачем, промисловістю або споживачем).

3. Концепція сталого розвитку України.

Ґрунтуючись на основних ідеях і принципах, які декларовані на конференції ООН з питань навколишнього природного середовища і розвитку (Ріо-де-Жанейро, 1992), Україна вважає доцільним перехід до сталого розвитку, при якому забезпечується збалансоване розв'язання соціально-економічних завдань, проблем збереження сприятливого стану навколишнього природного середовища та природно-ресурсного потенціалу з метою задоволення життєвих потреб нинішнього і майбутніх поколінь.

Так, в **Україні термін «сталий розвиток»** часто вживають для означення лише неухильного зростання економічних показників країни, її регіонів, міст, сіл та окремих галузей економіки. Інколи до цього додають здійснення безсистемних заходів щодо збереження довкілля та поліпшення санітарних умов проживання й праці людей.

Основне завдання сталого розвитку України полягає у забезпеченні динамічного соціально-економічного зростання, збереженні навколишнього природного середовища і раціональному використанні природно-ресурсного потенціалу з метою задоволення потреб нинішнього і майбутніх поколінь через побудову вискоєфективної економічної системи, яка стимулює продуктивну працю, науково-технічний прогрес, має соціальну спрямованість. ЄР повинен реалізовуватись у рамках ефективного функціонування ринкової системи та державного регулювання економіки, координації дій у всіх сферах життя суспільства. Це пов'язано з активною структурною перебудовою в сфері матеріального виробництва, основою якої є: побудова соціально орієнтованої ринкової економіки, яка дасть змогу забезпечити належний рівень життя населення; екологізація виробництва, зменшення техногенного навантаження на довкілля і матеріаломісткості, перехід на нові методи антропогенної діяльності, в

основу яких покладено екологічно безпечні технології; підвищення рівня збалансованості економіки шляхом переорієнтації виробництва засобів виробництва на задоволення потреб населення; проведення екологічної експертизи та оцінки впливу на НПС всіх проектів господарської діяльності. З метою забезпечення сталого розвитку України охорона довкілля та раціональне використання природних ресурсів повинні розглядатися не як самоціль, а як невід'ємна частина процесу розвитку. Проте, за роки незалежності в Україні було здійснено кілька спроб створити та затвердити на законодавчому рівні Концепцію сталого розвитку країни, жодна з яких не увінчалась успіхом.

Запропоновані проекти Концепції відображені у таких офіційних документах:

1). Проект Закону про Концепцію сталого розвитку України (№3234 від 25.04.2001) – не прийнято.

2). Проект Закону про Концепцію переходу України до сталого розвитку (№3234-1 від 19.12.2001) – не прийнято.

3). Проект Постанови про Концепцію переходу України до сталого розвитку (№ 5749 від 02.07.2004) – проект не підтримано (06.10.2005)

Наразі є чинний Указ президента (від 30.09.2019) «Про Цілі сталого розвитку України на період до 2030 року» який формулює цілі сталого розвитку України на період до 2030 року, що є орієнтирами для розроблення проектів прогнозних і програмних документів, проектів нормативно-правових актів з метою забезпечення збалансованості економічного, соціального та екологічного вимірів сталого розвитку України.

4. Природоорієнтовані рішення.

На противагу усім викликам суспільно-економічного поступу з його агресивним природокористуванням у 70-х роках минулого століття на Заході почали експериментувати із використанням ***природоорієнтованих рішень (ПОР)*** – рішень, в основі яких логіка та модель природних екосистем. Завдяки тому, що вони виконують декілька корисних функцій одночасно, їх можна вдало інтегрувати в стратегії розвитку громад у секторах місто планування, озеленення, управління водними ресурсами, управління відходами, громадської участі тощо. І саме тому з 2013 року Європейська комісія почала приділяти особливу увагу природоорієнтованим рішенням як невід'ємній частині політики ЄС у сфері досліджень та інновацій, а у 2020 році ПОР було визнано важливим інструментом для досягнення цілей Європейського зеленого курсу.

Безперервна та інтенсивна життєдіяльність урбанізованих просторів пришвидшує забруднення Землі. Раціональне впровадження та використання природоорієнтованих рішень (ПОР) дозволяє трансформувати загрози у інноваційні можливості. На початку 2000-х рр. міжнародні інституції ввели поняття ПОР у діловий контекст, що стало загальносвітовою тенденцією у питанні сталого містопланування. Міжнародний союз охорони природи визначає ПОР як дії щодо захисту, сталого управління та відновлення природних або модифікованих екосистем, які ефективно та адаптивно вирішують суспільні проблеми, одночасно забезпечуючи добробут людини та біорізноманіття. У цьому контексті такі розвинені держави як США, Німеччина, Нідерланди активно використовують природоорієнтовані рішення як спосіб формування сталості міського простору

впродовж останніх десятиліть. Природоорієнтовані рішення з'явилися як концепція функціоналізації підходу до екосистемних послуг у рамках політики та практики просторового планування для повної інтеграції екологічного виміру поряд із традиційними проблемами планування. Цей підхід виходить за рамки традиційних аспектів захисту та збереження, та базується на більш цілісному підході до екосистем, який включає посилення, відновлення, створення та проектування нових екологічних мереж, що характеризуються багатофункціональністю зв'язків. Доречно виокремити такі цілі природоорієнтованих рішень:

- посилення стійкої урбанізації шляхом забезпечення захисту основних функцій екосистем та сприяння реконструкції міст, одночасно стимулюючи економічне зростання та покращуючи добробут людей;
- відновлення функціональності деградованих екосистем та їх послуг, вдосконалення їх стійкості;
- пом'якшення наслідків зміни клімату та адаптація до нових умов, шляхом інтеграції антропогенної інфраструктури з природними екосистемами. Політична підтримка повинна чітко визнавати необхідність ландшафтного підходу, що включає різноманітний асортимент ПОР для середовищ існування. Прикладами природоорієнтованих рішень у містах є будиночки для комах, дощові садки, міське городництво, зелені дахи, різнотрав'я тощо.

Природоорієнтовані рішення використовують для досягнення чотирьох основних цілей урбанізованого простору (рис. 9.1- 9.3):

- здорові міста: орієнтація на підвищення громадського здоров'я та якості життя;
- міста, дружні до води: акцент на безпеку та управління водою;
- міста, багаті на природу: фокус на екосистемних послугах та біорізноманітті;
- міцні та процвітаючі міста: увага на інтегровану зелену інфраструктуру та економічний розвиток.



а)

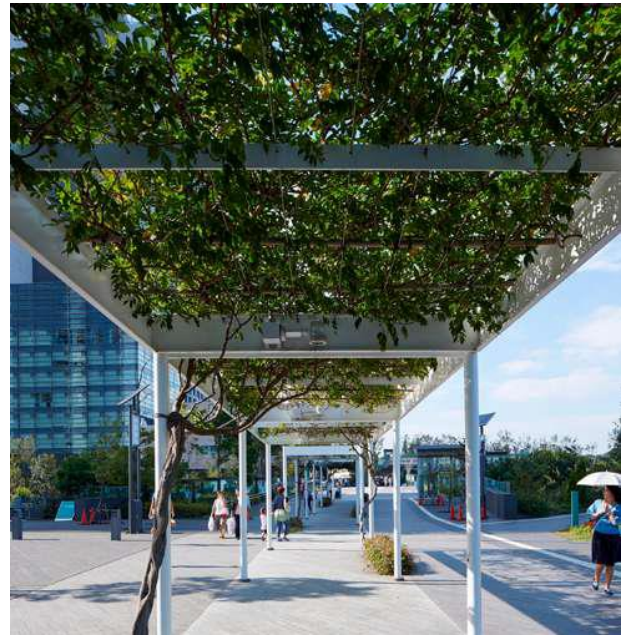


б)

Рис.9.1 а) екодук у Національному парку «Банф» (Канада); б) дощова канава на авеню Доннеллі в місті Берлінгейм (Каліфорнія, США);



а)



б)

Рис. 9.2 а) Мосс-модуль «Сіті Трі» у місті Роттердам (Нідерланди); б) озеленена пергола на березі річки Тама у місті Токіо (Японія).



Рис. 9.3 Вертикальний сад у місті Мадрид (Іспанія)

Контрольні запитання:

1. Що вкладається в поняття «сталий розвиток»?
2. Що стало передумовою виникнення концепції «сталого розвитку»?
3. Які концепції висуваються паралельно до концепції «сталого розвитку»?
4. Що є метою концепції «сталого розвитку»?
5. Які інтерпретації концепції сталого розвитку вам відомі?
6. Що таке екологічно сталий розвиток?
7. Ідеї сталого розвитку в Україні – теорія, практика, дійсність.
8. Що таке природоорієнтовні рішення?
9. Які завдання може вирішувати концепт «природоорієнтовних рішень»?
10. Назвіть цілі природоорієнтовних рішень.

Перелік використаних джерел

1. Бровдій В.М. Закони екології (соціально-економічні, геофізичні, геохімічні) / В.М. Бровдій, О.О. Гаца. – К.: НПУ, 2003. – 179 с.
2. Волошина Н.О. Загальна екологія та неоекологія: Навчальний посібник / Н.О. Волошина. – Київ: НПУ імені М.П. Драгоманова, 2015. – 335 с.
3. Гандзюра В.П. Системний аналіз якості навколишнього середовища: Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів. – К., 2020. – 180 с.
4. Голубець М.А. Від біосфери до соціосфери / М.А. Голубець. – Львів. Поллі, 1997. – 251 с.
5. Димань Т.М. Екологія людини / Т.М. Димань. – К.: ВЦ «Академія», 2009. – 376 с.
6. Дідух Я.П. Популяційна екологія / Я.П. Дідух. – К.: Фітосоціоцентр, 1998. – 91 с.
7. Екологічна безпека: Підручник / В.М. Шмандій, М.О.Клименко, Ю.С. Голік та ін. – Херсон: Олді-плюс, 2013. – 366 с.
8. Заверуха Н.М., Серебряков В.В., Скиба Ю.А. Основи екології: Навч. посібн. – К.: Каравела, 2006. – 368 с.
9. Злобін Ю.А. Основи екології. Підручник. / Ю.А. Злобін. – К.: Лібра, 1998. – 248 с.
10. Каталог природоорієнтованих рішень / авт. кол.: М. Рябика, О. Гусакова, А. Зозуля, А. Бушовська та ін. – Львів: УКМ, 2021. – 116 с.
11. Кучерявий В.П. Екологія. – Львів: Світ, 2000. – 500 с.
12. Мікрокосмні моделі екосистем: Монографія / С.С. Костишин, С.С. Руденко, Є. Г. Махрова, О.Д. Зароченцева. – Чернівці, Чернівецький нац. ун-т, 2015. – 336 с.
13. Національна стратегія наближення (апроксимації) законодавства України до прав ЄС у сфері охорони довкілля / Проект ЄС. – Київ, 2015. – 112 с.
14. Океани. – К.: Махаон-Україна, 2007. – 304 с.
15. Петлін В.М. Організація та організованість природних територіальних систем: монографія. Луцьк: Вид. центр СНУ ім. Лесі Українки, Простір-М, 2020. 1036 с.
16. Романенко В.Д. Основи гідроекології. Підручник. – К.: Обереги, 2001. – 728с.
17. Хімко Р.В., Мережко О.І., Бабко Р.В. Малі річки – дослідження, охорона, відновлення. – К.: Інститут екології, 2003. – 380 с.
18. Хокінг С. Теорія всього. Київ: Клуб Сімейного Дозвілля, 2019. – 160с.
19. Шеляг-Сосонко Ю. Р., Ємельянов І. Г. Концептуальні засади наукового розуміння біорізноманіття. Конвенція про біологічне розмаїття: громадська обізнаність і участь. Київ: Стилос, 1997. С. 11–23.
20. American Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater / American Public Health Association (APHA). – 20th ed. – Washington, DC. – 1998.
21. Catch B. How to define, assess and monitor the ecological status of rivers, lakes and coastal waters Regional interpretation of EU Framework Directive in the Baltic Sea catchment : theme report / B. Catch. – 2006. – 257 p.
22. David J. River rehabilitation for the delivery of multiple ecosystem services at the river network scale / J. David, J. Chris, R. Spray // Journal of Environmental Management. – 2013. – Vol. 126. – P. 30-43.
23. Ecological biochemistry edited by Gerd-Joachim Krauss, Dietrich H. Nies. Publisher: Wiley-VCH – 2014. 440 p.
24. Hochachka P.W., Somero G.N. Biochemical Adaptation: Mechanism and Process in Physiological Evolution. New York – London : Oxford University Press US, 2002. 466 p.

25. Kumar P., Mina U. Fundamentals of ecology and environment. 2th edition – India. New Delhi: Pathfinder Publication, 2018. – 250 p.
26. Manahan, S.E., Environmental Science and Technology, CRC Press/Lewis Publishers, Boca Raton, FL, 1997. – 743 p.
27. Manahan, S.E., Industrial Ecology: Environmental Chemistry and Hazardous Waste, CRC Press/Lewis Publishers, Boca Raton, FL, 1999. – 334 p.
28. Miller G. T, Spoolman S.E. Sustaining the Earth: An Integrated Approach. 9th edition. - USA: Brooks/Cole, 2009. - 339 p.
29. Miller G. T, Spoolman S.E. Living in the Environment. 16th edition. - USA: Brooks/Cole, 2009. - 674 p.
30. Miller G. T, Spoolman S.E. Essentials of ecology. 5th edition. - USA: Brooks/Cole, 2007. - 383 p.
31. Miller G. T, Spoolman S.E. Environmental Science. 12th edition. - USA: Brooks/Cole, 2008. - 430 p.
32. Odum E. P. Basic Ecology. – USA: Saunders College Pub, revised subsequent edition, 1983. - 320 p.
33. Odum E. P. Ecological Vignettes: Ecological Approaches to Dealing with Human Predicament. – USA: Routledge; 1st edition. – 1998. – 286 p.

Альохіна Т.М. (укладач). ПРОБЛЕМИ ФУНДАМЕНТАЛЬНОЇ ЕКОЛОГІЇ. Курс лекцій / Т.М. Альохіна. – Кривий Ріг: Криворізький державний педагогічний університет, 2023.- 73 с.; 1,55 авт. др. арк.

Представлений курс лекцій вибіркової дисципліни «Проблеми фундаментальної екології» містить узагальнюючий матеріал з основних проблем екології та порушує найактуальніші питання сучасної екологічної науки.

Для студентів закладів вищої освіти різних ступенів акредитації, що навчаються за біологічними, екологічними, географічними спеціальностями та широкого кола студентів.

УДК 502/504
А 57