

ЛЕКЦІЯ 1

Вступ до вивчення дисципліни. Екологія як наука.

План

1. Поняття екології.
2. Предмет та головні завдання екології.
3. Методи екологічних досліджень.
4. Структура науки про довкілля, місце екології в системі наук.
5. Основні етапи розвитку екології.
6. Українська екологічна школа.

1. Поняття екології

Сьогодні, коли на всій планеті під впливом людини відбулися помітні зміни як живої, так і неживої природи, дедалі більшого значення набуває гармонійна взаємодія суспільства і природного довкілля, оскільки людина отримує від природи все необхідне для життя: енергію, продукти харчування, матеріали, черпає в ній емоційну й естетичну наснагу. Тому вкрай необхідна не лише чітка стратегія охорони природного середовища та посилення контролю за природокористуванням, але й добре продумана система екологічної освіти й виховання населення.

Екологія – відносно молода наука, ще не так давно нею цікавилось невелике коло спеціалістів. Останніми десятиріччями вона почала швидко розвиватись. Цьому сприяла необхідність вирішення таких важливих проблем сучасності, як раціональне використання природних ресурсів, профілактика забруднення середовища промисловими відходами та транспортом, запобігання знищенню природних угруповань, збереження генофонду рослинного і тваринного світу. Екологія дає уявлення про те, яким чином досягти симбіозу техніки, виробництва і природи.

Для сучасної людини знання основ екології не менш важливе, ніж основ фізики, хімії, математики. Екологізація виробництва – один з провідних напрямів науково-технічного прогресу, покликаної не тільки забезпечити узгоджене функціонування природних і технічних систем, а й значно підвищити ефективність останніх. Таким чином, екологія все більше набуває особливостей прикладної науки.

Слово “екологія” утворене від грецького *oikos*, що означає дім, помешкання, місце перебування, та *logos* – наука. В дослівному розумінні екологія – наука про живі організми “у себе вдома”. Першим поняття “екологія” (“наука про баланс”) 14 вересня 1866 році ввів видатний німецький біолог, зоолог Ернст Геккель, професор Єнського університету, використавши його у передмові до фундаментальної двотомної праці “Загальна морфологія організмів”. У цій же праці “Загальна морфологія організмів” він навів таке визначення цієї науки: екологія – це сума знань,

що належать до економіки природи – вивчення всієї сукупності взаємовідносин тварин і навколишнього середовища, як органічного, так і неорганічного, і перш за все її дружніх чи ворожих стосунків.

Після Геккеля в поняття екологія вносились різні по змісту визначення, які розширювали предмет цієї галузі знань, тай сама наука екологія перебуває у постійному розвитку. В зв'язку з цим зараз існує багато різних визначень поняття “екологія”, одні автори дотримуються первинного визначення Геккеля, інші істотно його розширили, одні більше звертають уваги на соціальний аспект екології, інші – на біологічний, ще інші – на філософський, проте незважаючи на різні формулювання, суть екології залишається незмінною.

Отже, **екологія** – це наука про взаємозв'язки живих організмів та їх угруповань між собою та довкіллям, про структуру та функціонування надорганізованих систем.

Екологія – це наука про взаємодію живих організмів між собою та навколишнім середовищем, а також про особливості структури та функціонування надорганізованих систем за дії природних та антропогенних факторів.

Екологія – це наука про закономірності життєдіяльності організмів у будь-яких проявах, на різних рівнях живого, у їхньому природному середовищі із врахуванням тих змін, які вносить в це середовище людина.

Екологія – це наука про взаємодію тварин, рослин та мікроорганізмів між собою і з оточуючим їх неживим середовищем, про структуру і функціонування надорганізованих систем, та про зв'язки в цих системах.

Екология – это наука про наш дом, и то все, что живет в нем.

Класичними стали вислови американського еколога Ю. Одума: “**екологія** – це біологія довкілля”, “**екологія** – це міждисциплінарна галузь знань про структуру та функціонування багаторівневих систем у природі й суспільстві у їх взаємозв'язку”.

2. Предмет, об'єкт та головні завдання екології.

Екологія, як кожна наука, має певні об'єкт, предмет і методи досліджень, а також розв'язує ряд завдань.

Предметом вивчення екології є умови і закономірності існування, формування і функціонування біологічних систем усіх рівнів – від окремого організму до біосфери в цілому, їхні взаємозв'язки з зовнішніми умовами середовища, а також загальні закони розвитку екосистем різних ієрархічних рівнів організації.

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

Головні завдання екології:

- дослідження закономірностей організації життя, в тому числі і у зв'язку з врахуванням впливу людини на біосферу в цілому;
- встановлення закономірностей взаємозв'язків між організмами, їхніми угрупованнями та умовами довкілля;
- створення наукової основи раціонального використання природних ресурсів;
- регулювання чисельності популяцій;
- розроблення системи заходів щодо забезпечення мінімуму застосування хімічних засобів боротьби зі шкідниками;
- відновлення порушених екосистем, у тому числі відновлення вилучених з користування сільськогосподарських угідь, підвищення родючості ґрунтів, продуктивності пасовищ, тощо;
- дослідження структури та функціонування угруповань організмів; розробка методів визначення екологічного стану природних і штучних угруповань;
- спостереження за змінами в окремих екосистемах та біосфері в цілому, прогнозування їхніх наслідків;
- створення бази даних та розроблення рекомендацій для екологічно безпечного планування господарської і соціальної діяльності людини;
- застосування екологічних знань у справі охорони навколишнього середовища та раціонального використання природних ресурсів;
- вивчення біологічного різноманіття та механізмів його підтримки;
- прогнозування й оцінка можливих негативних наслідків у довкіллі, спричинених діяльністю людини;
- поліпшення якості навколишнього природного середовища;
- зберігання, відтворення природних ресурсів;
- оптимізація інженерних, сільськогосподарських, організаційно-правових, соціальних та інших рішень для уможливлення екологічно безпечного розвитку;
- гармонізація взаємодії природи і суспільства.

3. Методи екологічних досліджень.

Екологія, як будь-яка наука використовує різноманітні методи досліджень. В екології цих методів є дуже багато, так як екологія – це міждисциплінарна наука, яка базується, крім біологічних основ, на основах географічних, технічних, економічних та соціальних наук, математичних, медичних, метеорологічних, тощо. В зв'язку з цим в екології використовуються як загальні методи, які знайшли своє застосування в багатьох науках, так і специфічні, які зазвичай використовуються тільки в екології.

Всі екологічні методи можна розділити на три основні групи:

1. методи, за допомогою яких збирається інформація про стан екологічних об'єктів: рослин, тварин, мікрорганізмів, екосистем, біосфери,
2. методи обробки отриманої інформації, згортання, стиснення та узагальнення,
3. методи інтерпретації отриманих фактичних матеріалів.

В екології використовуються наступні методи досліджень: хімічні (метод титрування, хроматографія, спектрометрія, рН-метрія), фізичні, біологічні, методи екологічної індикації (дає можливість визначити стан і властивості екосистем за видовим складом та співвідношенням між собою певних груп видів. Накопичення даних екологічних досліджень дає змогу передбачати спрямованість змін, які відбуваються в екосистемах та біосфері в цілому), метеорологічні, метод екологічного моніторингу, моніторинг буває локальним, регіональним чи глобальним. Моніторинг часто проводять на базі заповідників, в еталонних ділянках ландшафтів. Він дає можливість спостерігати за функціональними (продуктивність, потік речовини та енергії) та структурними (видове різноманіття, чисельність видів, тощо) змінами, які відбуваються в певних екосистемах. Важливе значення для проведення моніторингу мають автоматичні та дистанційні пристрої, які допомагають отримати інформацію з ділянок, де проводити безпосередні спостереження важко або неможливо, наприклад зона саркофагу Чорнобильської АЕС. Важливе значення для екологічних досліджень має метод математичного моделювання. Він дає можливість моделювати взаємозв'язки організмів в екосистемах (харчові, конкурентні, тощо), залежність змін чисельності популяцій та їх продуктивності від дії окремих екологічних факторів). Математичні моделі мають можливість прогнозувати варіанти перебігу подій, виділяти окремі зв'язки, комбінувати їх. Моделювання дозволяє визначити яку кількість особин промислових тварин можна вилучати з природних популяцій, щоб не підірвати їх густину, прогнозувати спалахи чисельності шкідників, наслідки антропогенного впливу на окремі екосистеми та біосферу в цілому.

4. Структура науки про довкілля, місце екології в системі наук.

Оскільки екологія сформувалася в принципово нову дисципліну, то не дивно, що існує кілька класифікацій основних складових частин екології. Одні автори приділяють більше уваги загально-філософським і культурним аспектам, другі – соціальним, треті – еколого-економічним.

При цьому екологія залишилася точною біологічною наукою в тому розумінні, що вона досліджує живі об'єкти та їх сукупність, але вона стала й гуманітарною наукою, тому що визначає місце людини в природі, формує її світогляд та сприяє оптимізації розвитку соціальних та виробничих процесів.

До цього часу не вироблена єдина класифікація розділів, які входять в екологічну науку.

Усі напрями екології об'єднують у 2 розділи:

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

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

З врахуванням взаємної підпорядкованості об'єктів дослідження, теоретичну екологію можна умовно розділити на п'ять великих підрозділів (М. Ф. Реймерс, 1994):

1. **Аутекологія** (екологію організмів) вивчає взаємозв'язки представників виду з оточуючим їх середовищем. Цей розділ екології займається, головним чином, визначенням меж стійкості виду і його ставленням до різних екологічних факторів – температури, освітлення, вологості, родючості, тощо. Аутекологія вивчає також вплив середовища на морфологію, фізіологію та поведінку організмів.

2. **Демекологія** (екологію популяцій) вивчає біологічну, статеву, вікову структуру популяцій, описує коливання чисельності різних видів і встановлює їх причини. Цей розділ ще називають динамікою популяцій, або популяційною екологією.

3. **Синекологія** (екологію угруповань) аналізує стосунки між особинами, що належать до різних видів даного угруповання організмів, а також між ними і оточуючим середовищем (видовий склад угруповань, чисельність, просторове розміщення, розвиток угруповань, обмін речовин та енергії між різними компонентами).

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

5. **Біогеоценологія (екосистемологія)** – вивчає біогеоценологічний шар Земної кулі та, зокрема, конкретні біогеоценози (суходільні, водні), у яких взаємодіють біоценози й абіотичне середовище.

У розділі практична екологія виділяють такі підрозділи:

1. **Геоєкологія** – містить ряд напрямків досліджень про взаємозв'язки організмів між собою і середовищем їх існування в різних географічних зонах, а також про охорону природи (екологія геосфер Землі, ландшафтна екологія, тощо),

2. **Техноєкологія** – напрями досліджень про техногенні забруднення (екологічні аспекти військової діяльності, транспорту, промисловості)

5. Основні етапи розвитку екології.

Перший етап (стародавній) – до 1866 року. Не буде перебільшенням стверджувати, що екологія “існувала завжди”. Первісна людина

померла б з голоду без необхідних їй знань про поведінку й особливості дичини, якби не мала отриманого від предків і набутого самостійно досвіду “взаємовідносин з довкіллям”. У наукових працях учених минулого (Теофраст, Арістотель та ін.) є чимало цікавих даних про вплив на рослини і тварини кліматичних змін, про особливості відомих їм живих істот, ознаки пристосування до умов середовища проживання тощо.

Екологія дуже довго розвивалася як частина біології – загального вчення про світ живого. Це період “наївної екології”, коли окремі її елементи з’являлися в працях ботаніків, зоологів, період накопичення екологічних фактів. Екологія має давню передісторію. Накопичення відомостей про спосіб життя, залежність від зовнішніх умов та характер розподілу рослин і тварин започатковані в далеку давнину.

Арістотель (384 — 322 рр. до н. е.) описав понад 500 видів відомих йому тварин та їхню поведінку (перельоти птахів та переміщення інших тварин, зимову сплячку деяких з них, паразитизм зозулі тощо).

Учень Арістотеля “батько ботаніки” Теофраст (327 — 287 рр. до н. е.) писав про вплив рослинності на топографічні та географічні умови. У нього є типово екологічні роздуми про вплив клімату і погоди на ріст і тривалість життя рослин, про вплив середовища на аромат плодів і квітів. Автор першого еволюційного вчення Ж.-Б. Ламарк (1744 — 1829) вважав, що вплив зовнішніх обставин — одна з найважливіших причин пристосувальних змін організмів, еволюції тварин і рослин.

У XIX ст. Карл Лінней висловив думку про існування “економії” природи. Під нею він розумів “взаємозв’язки усіх природних тіл, на яких ґрунтується рівновага у природі”. Його спостереження були по суті екологічними, хоча він давав їм теологічне (релігійне) пояснення.

Професор Московського університету Карл Рульє (1814—1858) радив біологам замість подорожувань у далекі країни звернути увагу на найближчу їм рослину калюжницю та вивчати живих істот, які існують

Автор першого еволюційного вчення Жан-Батіст Ламарк (1744—1829) вважав найважливішою причиною пристосувальних змін організмів, еволюції тварин і рослин вплив «зовнішніх обставин».

У 1859 р. Ч. Дарвін у книзі «Походження видів шляхом природного добору, або збереження обраних порід у боротьбі за життя» показав, що «боротьба за існування» в природі, під якою він розумів усі форми зв’язків виду із середовищем, призводить до природного добору, тобто є рушійним фактором еволюції.

Отже, багато вчених займалися практичною екологією, однак тільки в 1866 р. завдяки Е. Геккелю екологія відділилась в окрему науку та отримала свою назву. Поступово термін “екологія” набув визнання.

Другий етап (до 30-х років XX ст., ауतेкологічний). Період аутекології(екології особини), виявлення закономірностей у відношеннях

тварин і рослин до різноманітних абіотичних факторів, внутрішніх екологічних досліджень та визначення “екосистем”.

Екологія спиралася на визначні праці вчених Ч. Дарвіна, О. Гумбольдта, К. Ф. Рулье, Е. Геккеля, І. Ж. Сент-Іллера й концентрувалася на дослідженні впливу фізичних (температура, освітлення тощо) і хімічних (склад води та ін.) чинників довкілля на життєдіяльність окремої особини чи цілого виду.

Екологія тимчасово звужилася до аутоекології, що тоді було перевагою, а не вадою. Вчені сперлися на всю могутність наукового методу досліджень, додавши до загального ознайомлення і спостережень обмірковані наперед порівняно точні досліди з вартими довіри результатами (наприклад, про вплив мінеральних добрив на ріст рослин і кінцевий урожай).

Ці праці послужили поштовхом до синтезу даних геології, геоботаніки, гідрології, ґрунтознавства, кліматології багатьма наступними вченими. Протягом ХІХ та початку ХХ століття розвиток спеціальних аналітичних наук сприяв накопиченню фактичних даних, без яких було б неможливим формування екології як сучасної синтетичної науки. Було встановлено, що живі організми своїм існуванням та розвитком найтіснішим чином залежні від природного середовища. Аутоекологія тварин та рослин в першій половині ХХ століття стала повноправною науковою дисципліною.

Екологи тих часів були малопомітними представниками “чистої” науки. Громадськість мало цікавилася їхніми дослідженнями. Екологи привернули загальну увагу під час своїх перших спроб “захистити природу”, створити заповідники і національні парки для порятунку тих рослин і тварин, яким загрожувало зникнення, їм таки дещо вдалося, адже з’явилися не лише перші заповідники, а й закони чи правила щодо рибальства і полювання.

На ІІІ Ботанічному конгресі в Брюсселі в 1910 р. екологія рослин розділилась на екологію особин (аутоекологію) і екологію угруповань (синекологію). Згодом цей розподіл поширився також на екологію тварин, а отже, на загальну екологію. З’явилися перші екологічні зведення — екологія тварин Ч. Адамса (1913), угруповання наземних тварин В. Шелфорда (1913), гідробіологія С. О. Зернова (1913). В 1913—1920 рр. екологію почали викладати в університетах, були засновані екологічні журнали та організовані екологічні наукові товариства. У першій половині ХХ ст. В. В. Докучаєв створив учення про ґрунт, який є результатом взаємодії гірських порід і живих організмів.

Значний внесок у розвиток ідей загальної біоценології зробили праці радянських учених В. М. Сукачова, Б. О. Келлера, В. В. Альохіна, Л. Г. Раменського, О. П. Шенникова, за кордоном — Ф. Клементса, К. Раункієра в Данії, Г. Дю Ріє у Швеції, І. Браун-Бланке в Швейцарії.

Третій етап (1930 – 1970 рр., синекологічний). Цей етап був порівняно короткочасним і стосувався дослідження великих груп організмів (популяцій та їх об'єднань).

У 30-х роках сформувалась нова галузь екологічної науки — популяційна екологія, основоположником якої є англійський учений Ч. Елтон. Подальшому розвитку популяційної екології сприяли роботи О. М. Сєверцова, С. С. Шварца, М. О. Наумова, Г. О. Вікторова, Є. Н. Омської та ін.

У 1935 р. англійський учений А. Тенслі запровадив поняття екосистеми. Американський учений Р. Ліндеман запропонував основні методи розрахунку енергетичного балансу екологічних систем. Розвиток екосистемного аналізу сприяв відродженню на новій екологічній основі вчення про біосферу, основоположником якого є В. І. Вернадський. Біосфера постала як глобальна екосистема. Вчення В. І. Вернадського про ноосферу стало беззаперечним свідченням нерозривності зв'язку людини з природним середовищем. На сучасному етапі визначну роль у становленні новітньої екології відіграла монографія американського вченого Ю. Одума.

Перший науковий сектор екологічних досліджень в Україні створений у 1930 р. при Інституті зоології та ботаніки Харківського державного дослідження І. Г. Підоплічка, Ф. А. Гриня, С. М. Стойка, П.

Великою заслугою цього етапу екології є залучення такого могутнього інструменту, як вища математика (насамперед диференціальних рівнянь). Вперше екологи дістали змогу виконувати теоретичне моделювання розвитку подій у живому доквіллі, робити передбачення (на жаль, надто спрощені й не досить точні).

Саме в цей період вводяться поняття “екосистема”, “біогеоценоз”, формулюються основні екологічні закони.

До найвизначніших екологів цього періоду належать такі зарубіжні вчені, як Г.Бердон-Сандерсон, У.Елтон, А.Тенслі (Англія); С.Форбс, В.Шелфорд (США); Д.Кашкаров, А.Парамонов, В.Вернадський, С.Сєверцев, В.Сукачов (вітчизняні). У 30—40-х роках з'явилися зведення з екології тварин, у яких наводилися теоретичні проблеми загальної екології: К. Фрідерікса (1930), Ф. Боденгей-мера (1938) та ін. У 1938 р. Д. М. Кашкаров опублікував перший підручник у Радянському Союзі з основ екології тварин. Біоценологічні основи паразитології розробляли В. О. Догель, Є. М. Павловський і В. М. Беклемішев.

Четвертий етап (1970 рр. – дотепер, мегаекологічний) Домінуючим стало уявлення (сучасна парадигма) про “пов'язаність усього з усім”, необхідність одночасного і якнайточнішого врахування взаємодії між собою та з речовинним доквіллям усіх видів і варіантів живого доквілля, як і змін природного середовища.

Синекологія поступилася першістю глобальній екології (мегаекологія) – вченню про всіх і про все. Одночасно виникли й стали стрімко розвиватися десятки (!) галузей, розділів, підрозділів сучасної екології. Не лише становлення, а й поділ та найменування цих вужчих чи вузьких частин екології йдуть безперервно. Фахівці стверджують, що їх нараховується близько 50, інші обґрунтовано доводять, що набагато більше.

6. Українська екологічна школа.

Перші спроби екологічного підходу до природоохоронної справи в Україні відомі ще з часів Ярослава Мудрого. В його “Руській правді” – правничому кодексі Київської Русі (початок XI ст.) – вже існувала чітка система правової оцінки використання ресурсів і передбачувалася кара за збитки, заподіяні довкіллю. За шкоду, заподіяну диким звірам і птахам, каралося так строго, як і за негідні вчинки щодо людини. Тому було багато в княжих лісах і степах дикого звіра, птахів та бджіл.

В часи Гетьманщини (XVI-XVIII ст.) ці природоохоронні традиції зберігалися і розширювалися. Як і в княжі часи, регламентуються охорона лісів і байраків, полювання, рибальство, бджільництво та садівництво.

Цікаво, що опис природи України, в якому викладено багато міркувань екологічного характеру, залишили після себе і француз Де Боплан (1600-1673) у праці “Опис України” і росіянин О. Пушкін (“Нарис історії України”).

Велика заслуга в дослідженні українських чорноземів В.В.Докучаєва (1846-1903), результати цих досліджень викладені в головній книзі вченого – “Руський чорнозем”. Створений і очолюваний ним Ново-Александрівський інститут сільського господарства та лісівництва (нині Кіровоградська обл.) став осередком інтенсивного розвитку ґрунтознавства. Ґрунт з того часу стає не просто пилом чи набором мінеральних елементів, а самостійним тілом природи.

Перший науковий центр екологічних досліджень в Україні був створений у 1930 році. Це був сектор екології при Інституті зоології та ботаніки Харківського державного університету. Дослідження в галузі екології, виконані в цьому центрі В.В.Станчинським (1930-1940), були з багатьох поглядів піонерними й оригінальними. Його праця “До розуміння біоценозу” (1933) є класичною в області вивчення зв’язків між організмами в біоценотичних системах; ще за 10 років до В.Н.Сукачова вчений підійшов до ідеї біогеоценозу як функціональної єдності біоценозу та абіотичних факторів.

Відкриття нашого земляка В. І. Вернадського, який був першим президентом Академії наук України і засновником кількох сучасних наук, посідають особливе місце в історії екології. Він довів наявність широкомасштабного впливу живих організмів на абіотичне середовище. У той

період, коли наукова громадськість вже була підготовлена до цілісного бачення природи, він своєчасно запропонував вчення про біосферу як про одну з оболонок Землі, що визначається присутністю живої речовини. В.І.Вернадський вперше ввів у вивчення біосфери кількісний підхід, що дозволило об'єктивно оцінити масштаби біогеохімічного кругообігу речовин. Вчення В.І.Вернадського про ноосферу додатково узагальнило численні дані про нерозривність зв'язку людини з природним середовищем.

В повоєнний період велика увага українських екологів була спрямована на вивчення техногенних і урбогенних впливів на природні екосистеми (Ількун, Тарабрін, Кондратюк, Кучерявий).

Екологи України зробили вагомий внесок у розробку методів оцінки рівня радіоактивного забруднення великих територій та обґрунтування заходів зниження екологічних збитків від наслідків аварії на Чорнобильській АЕС.

Питання для самоперевірки

1. Екологія як наука.
 2. Головні завдання екології.
 3. Методи екологічних досліджень.
 4. Основні етапи розвитку екології.
 5. Місце екології в системі наук.
3. Вітчизняна екологічна школа, вклад українських вчених у розвиток екології.
4. Чому, на вашу думку, екологічні знання у наш час потрібні працівникам усіх галузей?

Список використаної літератури

1. Я. І. Бедрій, Б. О. Білінський, Р.М. Івах, М. М. Козяр Промислова екологія. Навчальний посібник. Видання 4-е, перероблене. – К.: Кондор, 2010. – 374 с.
2. Джигирей В. С. Екологія та охорона навколишнього природного середовища: Навч. Посіб. – 5-те вид., випр і доп. – К.: Т-во “Знання”, КОО, 2007. – 422 с.
3. Лук'янова Л.Б. Основи екології: Навч. Посіб. – К.: Вища шк., 2000. – 327 с.: іл.
4. Білявський Г. О., Падун М. М., Фурдуй Р. С. Основи загальної екології. — К.: Либідь. 1995 — 368 с.

ЛЕКЦІЯ 2

ТЕМА: Структура сучасної екології та основні методи екологічних досліджень.

Сучасна екологія використовує методи і досягнення практично усіх наук, вона стала найбільш інтегральною наукою, оскільки об'єднує знання точних, соціальних та гуманітарних наук. Причиною великого розгалуження екології є величезна різноманітність і складність об'єктів її вивчення.

Специфіка сучасної екології полягає в тому, що вона із суто біологічної науки перетворилася на цикл знань, увібравши знання з географії, геології, хімії, фізики, соціології, теорії культури, економіки й навіть теології (М.Ф. Реймерс). Деякі дослідники вважають, що екологія - це соціально-природнича наука; її однаково можна віднести і до біологічної, і до географічної галузей знань та розглядати як цілком самостійну науку, що набула фундаментальності й глобальності. Екологія в широкому розумінні об'єднує десятки наукових напрямів, вона з традиційної біоекології виросла в комплексну, складну, багатогранну інтегральну науку-лідера, стала філософією виживання людства (екологічною філософією). Для вивчення усіх складників сучасних екологічних проблем, установлення прямих і зворотних зв'язків між процесами, які формують екологічні умови, визначення шляхів виходу з екологічної кризи, розроблення для цього конкретних планів та програм сучасна наука про довкілля залучає знання практично з усіх інших наук.

Нині об'єднавчим центром екології є глобальна екологія, яка системно вивчає та прогнозує стан і зміни всієї Землі та її біосфери, рекомендує шляхи гармонізації відносин людства та довкілля. Інші блоки оточують центральний і взаємодіють як з ним, так і між собою, але мають вужчі завдання і вивчають різні об'єкти, що й відображено в їхніх назвах

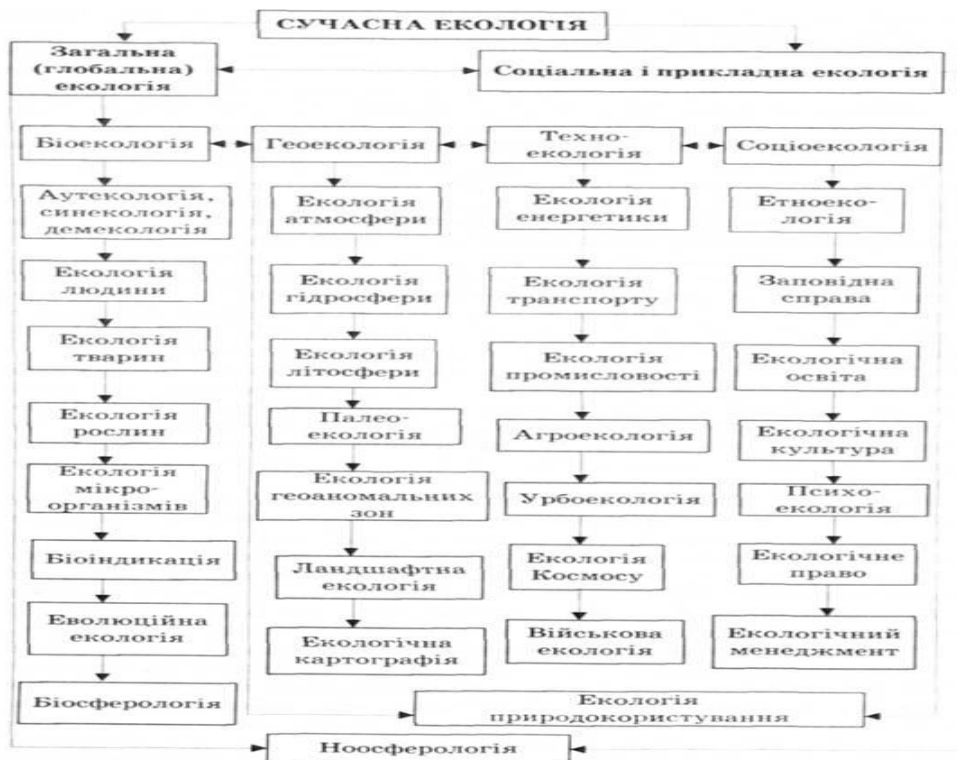


Рис. 1.2. Структура сучасної екології

Найтривалішу історію має **біоекологія**, яка вивчає загальні закономірності взаємовідносин організмів та їх угруповань із зовнішнім середовищем у природних умовах, формує уявлення про екологію як економіку природи на основі вивчення потоків речовини, енергії та інформації в біологічних системах. Саме біоекологію вважають материнським субстратом і головним складником сучасної екології. Вона налічує десятки дисциплін (галузей), як старих (аутекологія, популяційна екологія, синекологія тощо), так і порівняно нових: біокомоніторинг, експериментальна екологія, біоіндикація та ін. Так, біоіндикація - нова екологічна галузь, яка здійснює оцінку стану природного середовища та його окремих компонентів за реакціями живих організмів, тобто вивчає наслідки антропогенного впливу на фізіологію та біохімію різних організмів, динаміку популяцій тощо.

Геоєкологія виникла тоді, коли з'явилася потреба вивчати не лише організми та взаємовідносини між ними і середовищем, а і їхню реакцію на зміни умов середовища, та простежувати зворотний вплив діяльності людського суспільства на біосферу як середовище мешкання.

Термін "геоєкологія" ввів німецький географ Карл Троль у 1939 р. і цим ознаменував народження нового наукового напрямку в природничих науках. Він перший визначив цей напрям на стику географії та екології. За сучасних розширених міждисциплінарних підходів геоєкологію

розглядають як науковий напрям, що синтезує закони екології з досягненнями всіх наук про Землю: географії (екологічна географія, екологічне ландшафтознавство, екологічна метеорологія, екологічна кліматологія, екологічна палеогеографія та ін.); геології (екологічна геологія, екологічна геодинаміка, екологічна геохімія, екологічна геофізика, екологічна мінералогія тощо); ґрунтознавства (екологічне ґрунтознавство, агроекологія, екологічне землезнавство тощо).

З еколого-географічного погляду геоелекологія - це міждисциплінарний науковий напрям, який вивчає екосферу як взаємопов'язану систему геосфер в процесі її інтеграції із суспільством. Досліджує геоелекологія екосферу (екосистему вищого порядку), але акцентується на її змінах під впливом діяльності людини. Тобто предметом вивчення є не лише природні, а й антропогенно змінені системи, а головна мета досліджень полягає в оптимізації природокористування. Об'єктами дослідження геоелекології є геоелекосистеми - територіальні системи, які управляються або контролюються людиною, є ділянками ландшафтної сфери з характерними для них процесами тепло- та вологообміну, біогеохімічними кругообігами, певними видами господарської діяльності і соціокультурних відносин.

Таким чином, геоелекологія аналізує різноманітні ланцюги зв'язків між природою, людиною (соціумом) та господарством, пропонує шляхи раціональної просторової організації природних, соціальних і господарських систем. Найважливіше місце в геоелекології займають нормативи та критерії якості середовища, рівня господарської діяльності. Тобто геоелекологія ґрунтується здебільшого на правових основах, які визначають різні види відповідальності за порушення природного середовища та неправомірне використання ресурсів, а також на екологічних оцінках та формах стимулювання природоохоронної діяльності.

Техноелекологія - найбільший блок прикладних екологічних дисциплін, пов'язаних із такими об'єктами людської діяльності, як енергетика, промисловість, сільське господарство, транспорт, військова справа, наука, Космос. Цей екологічний напрям визначає обсяги, механізми й наслідки впливів на довкілля різних галузей господарства, особливості використання ними природних ресурсів, розробляє регламентації природокористування й технічні засоби охорони природи, опікується проблемами утилізації відходів виробництва та відтворення зруйнованих екосистем, а також створює передумови екологізації різних виробництв.

Соціоелекологія досліджує специфічну роль людини у навколишньому середовищі не як біологічного виду, а як соціальної істоти, відмінності цієї

ролі від функцій інших живих істот, вивчає шляхи оптимізації взаємовідносин людського суспільства з природою, формує екологічну свідомість, екологічну культуру за допомогою нових методів і підходів екологічної освіти та виховання, формулює закони про екологічне природокористування, принципи й критерії екологічного менеджменту, контролю й бізнесу, здійснює соціально-екологічний моніторинг, закладає основи локальної, регіональної та глобальної екологічної політики.

Об'єктом дослідження соціоекології є соціоекосистема, тобто територіальна соціоприродна саморегульована система, динамічна рівновага котрої повинна забезпечуватися людським суспільством. А предметом - процеси та явища, пов'язані з людською популяцією в різних умовах життєвого середовища. Виникнення соціоекології не є випадковим явищем. Воно є реакцією людського розуму на реальні процеси, що відбуваються на нашій планеті і загрожують подальшому існуванню людства. Саме руйнування біосфери господарською діяльністю зумовило появу науки про гармонізацію взаємодії суспільства і природи - соціоекології. Екологія людини - це спільний науковий підрозділ соціоекології та медицини, який вивчає медико-біологічні аспекти взаємовідносин між суспільством та природою. Екологія людини розглядає людський організм і середовище його існування як цілісну систему, в якій істотне значення мають не лише складові, а й зв'язок між ними. Особливо важливими в наш час є такі розділи соціоекології: психоекологія, урбоекологія, природоохоронне законодавство та ін.

У зв'язку із розширенням людської діяльності та посиленням її негативних впливів на природу останніми десятиліттями активно розвиваються різні напрями у сфері прикладної екології. Прикладна екологія вивчає механізми руйнування біосфери, розробляє методи запобігання цьому та способи раціонального природокористування. Прикладна екологія на сьогодні є великим комплексом дисциплін з різних сфер людської діяльності. Дослідження цієї галузі екології формують екологічні критерії економіки, аналізують механізми антропогенних впливів на природу, оцінюють якість природного середовища, обґрунтовують нормативи невиснажливого використання природних ресурсів, забезпечують екологічну регламентацію господарської діяльності і контроль екологічної відповідності різних планів і проектів, розробляють технічні засоби охорони довкілля та відновлення порушених людиною природних систем.

Серед усієї різноманітності розділів прикладної екології основними є інженерна екологія, сільськогосподарська екологія, біоресурсна, екологія поселень та комунальна екологія, медична екологія.

Інженерна екологія має на меті розробку інженерних норм і засобів, які відповідають екологічним вимогам у будівництві, промисловості, енергетиці і транспорті. Йдеться про екологічну безпеку технологічних процесів, споруд, машин, знарядь і виробів; а також про оптимізацію галузевої структури промислових комплексів та експлуатації цивільних і господарських об'єктів.

Сільськогосподарська екологія вивчає вплив сільського господарства на природні екосистеми, а також характер функціонування агроекосистем в умовах техногенних навантажень. Значною мірою вона перетинається з біологічними основами землеробства (агроекологія) і тваринництва (екологія сільськогосподарських тварин).

Біоресурсна (промислова) екологія всебічно досліджує умови, за яких експлуатація біологічних ресурсів природних екосистем не призводить до їхнього виснаження і порушення, втрати видів, зменшення біорізноманіття. До завдань цієї дисципліни входять: розробка методів відновлення і збагачення біоресурсів, наукове обґрунтування інтродукції та акліматизації рослин і тварин, створення заповідників тощо.

Екологія поселень, комунальна екологія - це розділи прикладної екології, присвячені дослідженням особливостей впливу різних факторів штучно перетвореного середовища мешкання людей у населених пунктах (містах, селищах тощо).

Медична екологія вивчає насамперед екологічні умови виникнення, розповсюдження і розвитку хвороб людини, у т. ч. хронічних захворювань, зумовлених несприятливими техногенними впливами на природне середовище. Одним із підрозділів медичної екології є рекреаційна екологія, тобто екологія відпочинку та оздоровлення людей.

Сьогодні вже сформувався близько сотні напрямів екологічних досліджень, але обмежений обсяг підручника не дає змогу розглянути їх усі. Доцільно навести скорочену структурну блок-схему, у якій ці напрями умовно об'єднуються за принципом галузевої належності (з подальшим поділом у кожній галузі), пріоритетності, належності до геосфер та їхніх компонентів, соціально-економічної значущості тощо (рис. 1.2).

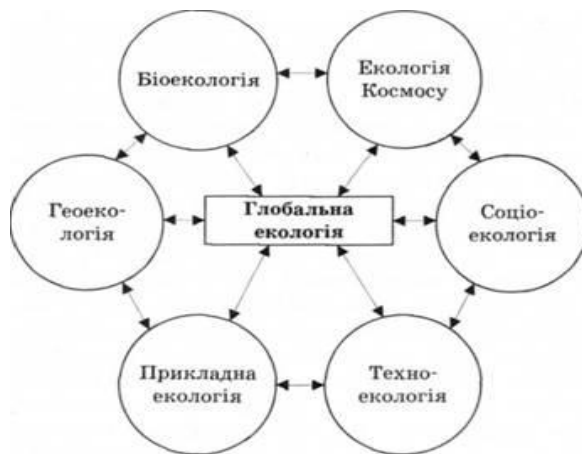
Головним складником загальної глобальної екології вважають теоретичну екологію, яка визначає загальні закони функціонування екосистем. Цьому допомагають експериментальна та математична екологія (моделювання екологічних процесів, обробка інформації та кількісний аналіз), що входять до складу загальної екології. Тобто загальну екологію слід відокремити від прикладних екологічних

дисциплін, але з умовою, що основу її становитиме біоекологія з усім колом сучасних проблем.

Глобальна екологія

Завершуються різнопланові екологічні дослідження узагальненням усієї добутої інформації для розробки та реалізації планів і програм раціонального природокористування на локальному, регіональному й глобальному рівнях, створення наукових засад економіки природокористування, а також для формування регіональної і національної екологічної політики, укладання міжнародних угод, договорів у сфері природокористування, охорони довкілля та екологічної освіти, тобто визначення тактики й стратегії збалансованого розвитку людства, збереження біосфери й життя на Землі.

Основні блоки глобальної екології



Широке коло завдань глобальної екології можна звести до таких основних:

- системне вивчення загального стану біосфери, причин його формування та особливостей розвитку під впливом природних і антропогенних факторів;
- прогноз динаміки стану біосфери у часі і просторі;
- розробка шляхів гармонізації взаємовідносин суспільства і природи, збереження здатності біосфери до самовідновлення та саморегулювання з урахуванням основних екологічних законів оптимізації взаємодії суспільства і природи.

Головною метою досліджень глобальної екології є розробка прогнозів можливих змін біосфери під впливом діяльності людини при різних

варіантах господарського освоєння. Це потребує подальшої розробки таких напрямів досліджень:

- вивчення компонентів біосфери для складання їх детального кількісного і якісного опису;
- вивчення кругообігів енергії, мінеральної та органічної речовини в біосфері;
- побудова числових моделей для кожного компонента біосфери, а в результаті - комплексної моделі для біосфери в цілому;
- дослідження закономірностей еволюції біосфери;
- пошуку методів впливу на великомасштабні процеси в біосфері для створення глобальної системи регулювання біосфери.

Об'єкти дослідження, методи й основні завдання екології

Сучасна екологія є однією з фундаментальних наук про взаємовідносини живої та неживої природи, новою філософією людства, що перебуває на стадії формування. Це наука про середовище нашого проживання, його живі й неживі компоненти, їхній взаємозв'язок, що формує умови життя та розвитку всіх екосистем. Екологічна діяльність нині - один з основних складників будь-якої сфери людської діяльності: промислового виробництва, енергетики, сільського й лісового господарства, транспорту, наукових досліджень, військової справи, культури, релігії та ін. Усі рішення, пов'язані з використанням природних чи людських ресурсів, із втручанням у процеси життєдіяльності біосфери, слід приймати з урахуванням найближчих і віддалених наслідків.

Екологія вивчає як вплив чинників довкілля на окремі організми, так і взаємозв'язки між живими істотами, утворення більш складних систем аж до рівня всієї біосфери. Зважаючи на це, основним об'єктом традиційних екологічних досліджень можна вважати екосистеми нашої планети різного рівня організації (залежно від глибини досліджень) та їхні елементи. Головним предметом досліджень екології є взаємозв'язки (їхні особливості й розвиток) живих організмів, їхніх груп різних рангів, живих і неживих компонентів екосистем, а також характер впливу природних і антропогенних факторів на функціонування екосистем і біосфери в цілому.

Більшість термінів, що вживаються в екології, запозичені з інших наук і мають префікс "еко". Також використовують велику кількість понять із

природничих наук: фізики ("маса", "енергія", "освітленість", "вологість" тощо), хімії ("елементи", "молекули", "кислотність води"), а також біології, географії, геології тощо.

Методологічною основою сучасної екології є, по-перше, системний підхід, а по-друге, такі методи досліджень: польові (натурні) спостереження, прямий експеримент і моделювання (використання штучних моделей з основними властивостями реальних систем). Оскільки для ефективного вирішення сучасних екологічних проблем необхідно мати фактичний і науковий матеріал геохімічного, геофізичного, біохімічного, біологічного, медичного, фізичного, хімічного, геологічного, соціального, економічного та іншого характеру, а також можливість статистичної обробки, програмування, моделювання різних процесів, синтезування й прогнозування, сучасна екологія використовує всі ефективні, найновіші методи й апаратуру цих наук - і природничих, і технічних, і соціальних.

Отже, сучасна екологія у своїх дослідженнях використовує широкий арсенал методів, як традиційних, так і нових. Серед них, наприклад, статистичний метод, який дає змогу отримувати, обробляти та аналізувати первинні статистичні матеріали. Балансовий метод дозволяє зіставляти наявність природних ресурсів з темпами використання. Порівняльний метод передбачає вивчення об'єктів шляхом порівняння з іншими об'єктами. В екології найчастіше порівнюють забруднені та екологічно чисті території. Широко використовують порівняно прості методи математичної статистики, а саме: обробку варіаційних рядів з визначенням математичного очікування, дисперсії, середнього квадратичного відхилення, отримання інтенсивних та екстенсивних показників для порівняння тощо.

В останні десятиріччя у вивченні екологічних проблем біосфери все більше значення надається аерокосмічним методам дослідження. Нині в багатьох країнах створені й функціонують глобальні експериментальні системи вивчення природних ресурсів, до яких входять водний, наземний і ракетно-космічний комплекси збору інформації та наземний комплекс її приймання, обробки, збереження, поширення і використання. Специфіка застосування космічних зйомок і отримання за їх допомогою нової інформації зумовлена їх оглядовістю, можливістю вивчення поверхні Землі на різних рівнях генералізації.

Аерокосмічні методи дають змогу оцінити в динаміці всі процеси, що відбуваються в локальному, регіональному чи глобальному масштабах. Так, скажімо, 1975 р. саме цим методом було зареєстровано пилосольові бурі, які несли отруйні для рослин хлориди з території, що зовсім недавно

була морським дном. У 1986 р. космічне знімання, проведене японським супутником, зафіксувало поширення теренами Європи чорнобильських радіонуклідів, починаючи від другого дня аварії.

Методи екологічної індикації дають можливість визначити стан і властивості екосистем за видовим складом та співвідношенням між собою певних (еталонних) груп видів. Для проведення постійних спостережень широко застосовують метод екологічного моніторингу. Моніторинг буває локальним, регіональним чи глобальним (відповідно, спостерігають за змінами у певній місцевості, регіоні або у біосфері в цілому). Особливо важливий моніторинг еталонних заповідних ділянок, оскільки дає змогу спостерігати за функціональними (продуктивність, кругообіг речовин та енергії) і структурними (видове різноманіття, чисельність видів тощо) змінами у певних екосистемах. Моніторинг здійснюють за допомогою автоматичних і дистанційних пристроїв, що дає можливість збирати інформацію на ділянках, на яких проводити безпосередні спостереження складно або зовсім неможливо.

За допомогою методів математичного моделювання можна встановити взаємозв'язки організмів в екосистемах (харчові і нехарчові), залежність змін чисельності (продуктивності) популяцій від дії екологічних факторів та ін. Математичні моделі дають змогу прогнозувати можливі варіанти перебігу подій, виділяти окремі зв'язки, комбінувати їх (наприклад, яку кількість особин промислових тварин можна вилучати з природних популяцій, щоб не знизити їхньої щільності, передбачати спалахи чисельності шкідників, наслідки антропогенного впливу на окремі екосистеми та біосферу в цілому).

Різноманітні методи екологічних досліджень можна об'єднати у декілька груп. Одна з цих груп включає різноманітні методи дослідження оцінки стану природного середовища, а саме: метеорологічні спостереження; визначення характеристик водного середовища (виміри температури, прозорості, солоності та хімічного складу води); визначення окремих характеристик ґрунтового середовища; виміри радіаційного фону; визначення ступеня забрудненості середовища; екологічний моніторинг - періодичне або безперервне стеження за станом і якістю середовища.

До другої групи належать методи дослідження впливу чинників довкілля на життєдіяльність організмів, які включають експерименти в лабораторних умовах. Саме за допомогою цих методів визначаються критичні дози шкідливих речовин, за якими розраховують гранично допустимі концентрації (ГДК) для різних видів екологічного нормування.

Третю групу становлять методи вивчення взаємовідносин між організмами - це натурні спостереження та лабораторні дослідження харчових ланцюгів, а також різноманітні досліди. Новою є експериментальна методика створення і дослідження штучних екосистем, що, по суті, є лабораторним натурним моделюванням взаємодій організмів між собою та середовищем існування. Для цього створюють штучні частково замкнуті багатовидові системи - так звані мікрокосми.

Четверта група методів охоплює методи математичного моделювання, що є особливо важливими для цілей екологічного управління і прогнозування. Вже існують достатньо близькі до реальних процесів математичні моделі техногенних забруднень, їх розповсюдження в атмосфері, самоочищення водойм та ін. Набагато складніше моделювати екологічні системи, оскільки реальні об'єкти екології дуже важко піддаються чіткому математичному опису. Сьогодні завдяки потужним комп'ютерам нового покоління і засобам програмування з'явилися можливості вирішення найскладніших системних екологічних завдань. Дедалі більшого значення набувають такі методи, як застосування технології нейронних мереж та апарату теорії нечітких множин. Удосконалюються прийоми глобального моделювання з використанням моделей, які базуються на проблемно-прогнозному підході і дають змогу розглядати варіанти сценаріїв (прогнозів) глобального розвитку.

В окрему групу об'єднують методи прикладної екології, які включають такі види досліджень:

- створення геоінформаційних систем (ГІС-технологій) і банків екологічної інформації, що розробляються за окремими регіонами, екосистемами, промисловими центрами тощо;
- інженерно-екологічні дослідження для проектування, будівництва і реконструкції цивільних і господарських об'єктів;
- дослідження впливу техногенних забруднень на природне середовище і здоров'я людей;
- методи різноманітного екологічного контролю господарської діяльності - екологічну паспортизацію господарських об'єктів, екологічну експертизу тощо.

Це далеко не повний перелік методів дослідження сучасної екології. Звичайно, всі вони призначені для вирішення певних цілей і завдань.

Серед завдань екології першочерговими можна вважати такі:

- вивчення загального стану сучасної біосфери, умов його формування та причин змін під впливом природних і антропогенних факторів;
- прогнозування динаміки стану біосфери в часі й просторі;
- розробка шляхів гармонізації взаємовідносин суспільства і природи з урахуванням основних екологічних законів;
- збереження здатності біосфери до самоочищення, саморегулювання і самовідновлення;
- дослідження закономірностей організації життя, в тому числі у зв'язку з антропогенними впливами на природні екосистеми і біосферу в цілому;
- наукове обґрунтування раціональної експлуатації природних ресурсів, прогнозування змін природи внаслідок діяльності людини та управління біосферними процесами, а також збереження середовища мешкання людини;
- розробка системи заходів, що забезпечують мінімум застосування хімічних засобів боротьби зі шкідливими видами;
- екологічна індикація властивостей тих чи інших компонентів екосистем, у т. ч. індикація забруднення природного середовища;
- відновлення порушених природних екосистем, у т. ч. рекультивация виведених з використання сільськогосподарських угідь, відновлення пасовищ, родючості виснажених ґрунтів, продуктивності водойм та ін.;
- збереження (консервація) еталонних ділянок біосфери;
- розробка технологічних, інженерних і проектно-конструкторських рішень, що мінімізують збитки, завдані навколишньому середовищу і здоров'ю людини;
- прогнозування і оцінювання можливих негативних наслідків діючих та спроектованих підприємств (технологічних процесів) для природного середовища, людини, живих організмів, різних галузей господарства;
- своєчасне виявлення і подальше коригування тих технологічних процесів, які руйнують навколишнє середовище, загрожують здоров'ю людини і негативно впливають на природні екосистеми.

Отже, нині екологія як наука найбільш загально сприймається як система знань про взаємодію природи і суспільства, як

міждисциплінарний синтез наук про структуру та функціонування природних і суспільних систем у їх взаємозв'язку. Екологія пройшла довгий шлях становлення, починаючи від вивчення природи спочатку на рівні окремих організмів, потім - на популяційному рівні і врешті-решт - на екосистемному, але дослідження майже не виходили за межі біоекологічних. Тобто проблем людини та її впливу на середовище існування вона досить тривалий час майже не торкалася.

Тільки на сучасному етапі розвитку прийшло розуміння, що "все пов'язане з усім", і лідером стає глобальна екологія - вчення про всіх і про все. Саме глобальна екологія узагальнює усю отриману інформацію і розробляє плани та програми раціонального природокористування на різних рівнях, створює наукові основи економіки природокористування, формування регіональної і національної екологічної політики, укладання міжнародних угод, охорони довкілля, тобто визначення стратегії збалансованого розвитку людства, збереження біосфери і життя на Землі. Природні закономірності вивчаються вже на біосферному рівні.

Сучасна екологія вважається найбільш інтегральною наукою, оскільки використовує методи і досягнення практично усіх наук і таким чином поєднує у собі точні, соціальні і гуманітарні науки. Це можна пояснити величезною різноманітністю і складністю об'єктів вивчення екології, яка досліджує як вплив чинників довкілля на окремі організми, так і взаємозв'язки у складних системах аж до рівня всієї біосфери. Тому основним об'єктом екологічних досліджень є екосистеми нашої планети на різних рівнях організації. А предметом - взаємозв'язки живих і неживих компонентів екосистем, а також вплив різних факторів (природних і антропогенних) на функціонування екосистем і біосфери в цілому. Відповідними є й завдання насамперед вивчення загального стану біосфери та його змін під впливом діяльності людини; прогнозування динаміки цього стану у часі й просторі; збереження здатності біосфери до самоочищення, саморегулювання і самовідновлення. Тобто саме екологічні дослідження мають стати науковою основою для розробки майбутньої стратегії поведінки людства щодо природи.

ЛЕКЦІЯ 3

ТЕМА: Тваринний організм та фактори навколишнього середовища

Які фактори середовища можуть впливати на тваринні організми?

1. ВПЛИВ факторів середовища на тварин

Середовище існування організмів — це та частина природи, у якій вони живуть, відчуваючи на собі різноманітний її вплив, і, у свою чергу, самі впливають на неї. Всі організми перебувають у певних, оточуючих їх умовах середовища, що включають все неживе й живе навколо них.

Фактори середовища — це ті умови, які впливають на організми. Серед них, як вам відомо, розрізняють три основні групи:

- фактори неживої природи;
- фактори живої природи;
- фактори, пов'язані з людською діяльністю.

Фактори неживої природи — це температура, світло, вологість, сольовий і газовий склад, вітер або течії, рельєф і ін. Одні з них, наприклад світло й температура, визначають поширення по Землі багатьох тварин. Інші, наприклад ґрунт, рельєф, вологість, кількість опадів, часто визначають утворення сукупності рослин, а разом з ними і тварин, що їх населяють.

Фактори живої природи — це усі види живих істот, що впливають одна на одну. Між різними організмами, у тому числі між рослинами і тваринами, склалися різноманітні зв'язки й стосунки. Головні з них — це зв'язки живлення. Зелені рослини на світлі створюють органічні речовини з неорганічних. Органічними речовинами рослин живляться трав'яїдні тварини (численні комахи, птахи, гризуни, копитні).

Зв'язки й стосунки між тваринами також можуть бути найрізноманітнішими. Наприклад, хижацтво — коли тварини одного виду поїдають особин іншого виду. Крім того, між різними організмами можуть бути паразитичні стосунки, за яких один із них (паразит) використовує іншого (хазяїна) як джерело їжі або місце постійного чи тимчасового перебування.

Людську діяльність, що впливає на життя організмів, називають антропогенним фактором. Сюди належать як безпосередній вплив людини на ті чи інші організми (наприклад, полювання, рибна ловля), так і непрямий. Так, при вирубуванні лісу людина не знищує тварин безпосередньо, однак знищує їхнє середовище існування.

Деякі фактори середовища залишаються протягом тривалого часу більш-менш постійними. Більшість змінюється як протягом доби

(наприклад, температура, освітленість, вологість), так і протягом сезонів року (температура, довжина дня, утворення сніжного покриву). Нарешті, спостерігаються кліматичні зміни, що відбуваються за роки й десятиліття. Відповідні зміни відбуваються й у життєдіяльності тварин.

2. Пристосування тварин до впливу різних факторів середовища

У процесі еволюції у тварин виникають пристосування (адаптації) до певних умов існування. Адаптації стосуються різних сторін життєвих процесів і тому можуть бути декількох типів.

Морфологічні адаптації пов'язані зі зміною будови тіла. Наприклад, поява перетинок між пальцями ніг у водоплавних тварин (амфібій, птахів тощо), густого шерстяного покриву в північних ссавців, довгих ніг і довгої шиї у болотних птахів, гнучкого тіла у норних хижаків (наприклад, у ласки) і т. п. У теплокровних тварин при просуванні на північ відзначається збільшення середніх розмірів тіла, що зменшує тепловіддачу. У придонних риб формується плоске тіло (скати, камбала тощо).

Захисне забарвлення також є адаптацією, яка важлива для видів тварин, що не мають ефективних засобів захисту від хижаків. Завдяки захисному забарвленню тварини стають менш помітними на місцевості.

На півночі частіше зустрічається біле або світле забарвлення, що допомагає маскуватися на снігу (полярні ведмеді, полярні сови, пелікан, дитинчата ластоногих — біляки й ін.). У ряду тварин з'явилося забарвлення, утворене чергуванням світлих і темних смуг або плям, що робить їх менш помітними в чагарниках, густих заростях (тигри, молоді кабани, зебри, плямисті олені й ін.). Деякі тварини здатні дуже швидко змінювати забарвлення залежно від умов (хамелеони, восьминоги, камбала й ін.)

Маскування полягає в тому, що форма тіла і його забарвлення роблять тварин схожими на листки, сучки, гілки, кору або колючки рослин. Часто зустрічається у комах, що живуть на рослинах.

Деякі види комах, що мають отруйні або пахучі залози, мають яскраве **застережливе забарвлення**. Тому хижаки, які один раз зіткнулися з ними, надовго запам'ятовують це забарвлення й більше не нападають на таких комах (наприклад, оси, джмелі, сонечка, колорадські жуки й ряд інших).

Мімікрія — це забарвлення й форма тіла сумирних тварин, що наслідують своїх отруйних родичів. Наприклад, деякі неотруйні змії схожі на отруйних. У деяких метеликів на крилах є великі плями, які нагадують очі хижаків.

Крім морфологічних є й **фізіологічні адаптації**. Цей тип адаптації пов'язаний з перебудовою обміну речовин в організмі. Наприклад, поява теплокровності й терморегуляції у птахів і ссавців. У більш простих

випадках — це пристосування до певних форм їжі, сольового складу води, високих або низьких температур, вологості ґрунту й повітря тощо.

Поведінкові адаптації пов'язані зі зміною поведінки в тих або інших умовах. Наприклад, турбота про потомство приводить до кращого виживання молодих тварин.

Всі пристосування доцільні лише для певних умов середовища, у яких вони виробилися. При зміні цих умов адаптації можуть втратити свою цінність або навіть завдати шкоди організмам, що їх мають. Наприклад, біле забарвлення зайців, добре захищаюче їх на снігу, стає небезпечним у малосніжні зими або під час сильних відлиг.

ЛЕКЦІЯ 4

Аутекологія та патологія тварин. Захворювання, які виникають внаслідок лімітуючої дії екологічних факторів

Питання за темою:

1. **Поняття про середовище життя. Аутекологія** Екологічна валентність та екологічний спектр.
2. **Життєва форма організму. Класифікація життєвих форм**
3. **Поняття про адаптацію. Типи адаптації**
4. **Ключові поняття та терміни:** аутекологія, середовище життя, місцеперебування, екологічна група, життєва форма, екотип, фізіологічні раси, адаптація; фізіологічна, анатомо-морфологічна, біохімічна, онтогенетична і етологічна адаптації, адаптативний комплекс

Аутекологія(екологія особин) – це наука, яка вивчає взаємовідносини окремих організмів виду з довкіллям. **Аутекологія** досліджує реакцію організму на вплив екологічних чинників, визначає межі його стійкості, вплив факторів на морфологію, фізіологію, особливості поведінки організму, цикли розвитку та ін. Життя організмів повністю залежить від фізичного середовища: по-перше, організми отримують з нього їжу, а по-друге, поширення рослин і тварин обмежується їх витривалістю до впливу абіотичних факторів. Частина природи, що оточує організм та здійснює на нього прямиий або опосередкований вплив визначається як «середовище». Однак, в екологічному законодавстві України визнаним є поняття «**навколишнє природне середовище**» – сукупність чинників природного та техногенного походження, що оточують організми, прямо або опосередковано впливають на їхній стан, розвиток, виживання і розмноження.

Здатність організму витримувати певну амплітуду коливання фактора називають екологічною валентністю. Для життя організмів велике значення має не тільки абсолютна величина фактора, але й швидкість його зміни.

Таким чином, відповідно до структурної організації популяції чи виду аутекологія на рівні окремого організму досліджує норми реакцій тих чи інших біологічних об'єктів на вплив екологічних факторів, які вимагають певних адаптаційних (приспосувальних) реакцій. За результатами

дослідження таких взаємозв'язків аутоекологія визначає характеристику екологічні ніші тієї чи іншої біологічної форми, того чи іншого виду. **Положення виду, яке він займає в загальній системі біоценозу, комплекс його біоценотичних зв'язків і вимог до абіотичних факторів середовища називають екологічною нішею виду.** Тобто, ніша – це, так би мовити, "професія" чи спосіб життя виду.

Будь-який організм в середовищі свого існування піддається впливу на нього самих різноманітних факторів. В середовищах проживання, які різняться між собою комплексом умов, що забезпечують можливість життя, виділяють місцеперебування (місцеіснування) – це більш «вузькі» комплекси умов, що якісно відрізняються між собою в середовищі життя. Так, у водному середовищі місцеперебуванням може бути товща води, дно, поверхнева плівка, серед водоростей або водної рослинності. За Ю. Одумом місцеперебування – це «адреса» виду, і які б не були «інтимні стосунки» організмів з середовищем, рано чи пізно будь-яке середовище буде заселене. Екологічні чинники впливають на організми зумовлюючи: усунення деяких видів з території існування (кліматичні і фізикохімічні особливості, за яких конкретний вид не може існувати); зміну чисельності популяцій; появу адаптивних модифікацій, таких як діапауза, зимова і літня сплячки, фотоперіодичні реакції та інші. В усіх випадках відповідність організмів і середовища досягається комбінацією двох основних стратегій, які притаманні організмам та виникають у відповідь на вплив чинників середовища: уникнення і виживання. Уникнення характерно для великих тварин з добре розвиненою локомоторною системою, завдяки чому вони намагаються мінімізувати вплив несприятливих умов середовища. В основі виникнення різних адаптивних модифікацій, які дозволяють успішно використовувати середовище існування виду лежить стратегія виживання. Повнота відповідності середовища життя організму вимірюється успіхом у розмноженні.

Екологічна класифікація організмів і життєві форми. Історичне виникнення пристосування до найповнішого та найефективнішого використання умов місцеперебування й просторового розселення у тварин і рослин призвело до утворення життєвих форм.

Життєва форма організму — це морфологічний (морфофізіологічний) тип пристосування організму до умов існування та певного способу життя.

Класифікація життєвих форм рослин, наприклад: дерева, кущі, кущики, напівкущики, ліани, сукуленти, трав'янисті рослини. У тварин життєва форма – це група особин, що мають подібні морфологічні пристосування для життя в однаковому середовищі. Наприклад, класифікація життєвих форм тварин за Д.Н. Кашкаровим (1945): плаваючі, риючі, наземні, деревні лазаючі, повітряні форми.

Екотип – це генетичні лінії популяцій, у яких морфологічно проявляються специфічні пристосування до особливостей того середовища, в якому вони

мешкають. Найвдаліше проілюстрував різноманітність екотипів шведський ботанік Г. Турессон зібравши насіння рослини нечуйвітер волохатенький (ястребинка) з різних місцеперебувань і виростивши їх у власному саду. Незважаючи на ідентичні умови вирощування, рослини зберегли морфологічні відмінності: прямостоячі стебла з широким листям були характерними для екземплярів з лісу; розпростерті стебла та тонкі ворсинки на рослині – з пісчаних полів; вузькі листки і проміжний характер стебла – з пісчаних дюн.

Якщо не відомо, чи адаптативний механізм закріплено генетично, говорять **про фізіологічні раси**. Життєві форми організмів слід відрізнити від їх екологічних груп. Якщо життєві форми відображають пристосованість організмів до специфіки певного місцеперебування в цілому, то екологічні групи (екогрупи) – це специфічні адаптації до окремих чинників навколишнього середовища (наприклад, до температури, вологості, світла, солоності та ін.). Особливості екологічної систематики характеризуються тим, що в основу класифікації можуть бути покладені: спосіб харчування; переміщення (біг, ходьба, стрибки); відношення виду до температури (пойкілотермні, гетеротермні, гомойотермні); відношення до вологості (мезофіти, ксерофіти, сукуленти); відношення до світла (геліофіти, сціофіти) та ін.

Поняття про адаптацію. Адаптація – це еволюційно вироблені пристосування організму, що дозволяють йому виживати та розмножуватися в характерному для них середовищі. Здатність до адаптації — це одна з основних властивостей живого. Адаптації виробляються під дією 3-х чинників: спадковість, мінливість, природній або штучний відбір.

Шляхи пристосування організмів: 1) активний шлях адаптації, для якого характерно посилення спротиву, розвиток регуляторних процесів, що дозволяє здійснювати життєві функції (наприклад, розвиток терморегуляторних процесів для протікання біохімічних процесів в клітинах); 2) пасивний шлях адаптації — це підпорядкування життєвих функцій організму змінам чинників середовища (наприклад, стан анабіозу); 3) уникнення несприятливого впливу – це вироблення організмом таких життєвих циклів і поведінки, які дозволяють уникнути впливу несприятливих чинників (наприклад, сезонні міграції птахів).

Типи адаптації: 1) **фізіологічні адаптації** – це зміна фізіологічних процесів в організмі. Наприклад, пристосування травного каналу до складу їжі; здатність верблюда забезпечувати організм вологою шляхом окислення запасів жиру; наявність у бактерій ферментів, що розщеплюють целюлозу. Популяціям людини різних адаптаційних типів властиві відмінності у процесах травлення. Так, розрізняють травлення за «типом вовка», яке подібне до травлення у хижих тварин і характеризується високою кислотністю шлункового соку та хімічним обробленням харчової

грудки в центральній частині шлунку. При цьому захист слизової оболонки шлунку здійснюється за рахунок специфічної адаптації — продукування великої кількості слизу. Такий тип травлення властивий народам Півночі, раціон яких складається, переважно, з м'яса тварин або риби. Популяції людини, у харчовому раціоні якої переважає рослинна їжа умовно називають «за типом кабана». У них, порівняно, невисока кислотність шлункового соку дозволяє перетравлювати їжу поблизу стінок шлунку в тісному контакті з шлунковими залозами, подібно до травлення кабанів, ведмедів та інших тварин. У аборигенів Нової Гвінеї азотфіксувальна мікрофлора кишківника допомагає отримувати додатковий азот у бідному на білки раціоні, а у якутів та ескімосів в організмі відсутній фермент алкогольдегідрогеназа, який розщеплює алкоголь; **2) морфологічні адаптації** (морфо-анатомічні) — це зміна в будові організму. Наприклад, видозміна листка в колючку у кактусів необхідна для зниження втрати води в умовах посушливого клімату; яскраве забарвлення пелюсток у комахоzapилювальних рослин; збільшення густоти шерсті у ссавців при наближенні зими; збільшення числа еритроцитів у крові мешканців високогірних районів; вироблення пігменту меланіну в шкірі у відповідь на вплив сонячних променів — все це тривалі адаптаційні пристосування, які пов'язані зі зміною фізіологічних механізмів адаптації. Морфологічні адаптації призводять до формування життєвих форм у живих організмів; **3) поведінкові адаптації** (етологічні) — це зміни в поведінці тварин і людини до впливу біотичних, абіотичних та антропогенних екологічних чинників. Наприклад, зміна пози тварин у просторі, риття нір, спорудження гнізд, сезонні міграції, шлюбні ігри, зміна окрасу хамелеону, яка здійснюється за декілька секунд. Поведінкова реакція організму на вплив екологічного чинника є найшвидшою. Групові поведінкові адаптації характерні наприклад, для пінгвінів, які в сильний мороз збиваються в гурт, кружляють і переміщуються.

Причому, особини, які знаходяться на периферії поступово переміщуються в центр конгломерату. Аналогічну поведінку реєструють у верблюдів, які у спеку також збиваються в групи, притискаються один до одного боками, але досягають зворотного ефекту — охолодження. Адже всередині такого скупчення підтримується постійна температура тіла для даного виду. Для верблюдів у центрі скупчення температура тіла знаходиться в межах $+39\text{ C}^{\circ}$, а на кінчиках шерстинок — може досягати $+70\text{ C}^{\circ}$. **4) біохімічні адаптації** проявляються при внутрішньоклітинних процесах. Такі адаптації є «крайнім методом» адаптації та «включаються» лише тоді, коли неможливі або неефективні інші типи адаптації. Наприклад, зміна активності ферментів при зміні їхньої кількості. **5) онтогенетичні адаптації** — це прискорення або уповільнення індивідуального розвитку організму, що сприяє виживанню виду при критичній зміні умов. Наприклад, припинення розвитку личинок всередині

яйця геогельмінтів— нематод родини Ascarididae до 3-х місяців при зниженні температури атмосферного повітря нижче оптимальної. Таким чином, екологічні чинники на рівні особини впливають: на поведінку тварин; змінюють трофічні взаємовідносини організму з середовищем; визначають характер метаболізму; впливають на здатність до розмноження; мінюють плодючість; визначають розвиток, швидкість росту та тривалість життя.

Адаптивний комплекс. Адаптивний комплекс – це унікальний коадаптивний комплекс анатомо-морфологічних, фізіологічних, поведінкових та інших особливостей, властивий кожному конкретному організму. Прикладом адаптивного комплексу може бути рогата ящірка, що мешкає в Америці та харчується лише мурахами у великій кількості. Через неможливість засвоювати хітин, вона змушена поїдати велику кількість їжі, внаслідок чого її шлунок займає значну частку маси тіла (близько 13 %) і форма тіла змінюється (морфологічні адаптації). Бочкоподібна форма тіла знижує швидкість її руху, вона не може вчасно сховатися від хижаків, тому на поверхні тіла утворилися шипи і тварина перейшла до прихованого способу життя та більш тривалого періоду активності (поведінкова адаптація). Зниження рухливості ящірки зумовило виникнення фізіологічної адаптації — нижчі показники температури тіла порівняно з іншими видами ящірок. Адаптивний комплекс явище видове, оскільки всім особинам даного виду в рівному ступені притаманні певні типи адаптацій, водночас, їхнє вивчення можливе на єдиному представнику виду. Адекватна відповідь на вплив абіотичного чинника є пусковим механізмом для взаємопов'язаних реакцій на популяційному та видовому рівнях.

Захворювання, які виникають внаслідок лімітуючої дії екологічних факторів

На людину впливають різні природні, економічні, соціально-культурні, психологічні фактори, що позначаються на її здоров'ї. У зв'язку з цим екологія людини трактує адаптованість до нових умов як сукупність соціально-біологічних параметрів, необхідних для стійкого існування організму в конкретному екологічному середовищі. Адаптивні можливості індивіда і популяції виявляються в реальних умовах, які утворюють антропоєкологічне напруження - проблеми організму людини, спричинені дією факторів зовнішнього середовища. Його чинниками є соціально-психологічна, виробнича, побутова напруженість, гіпокінезія (порушення функцій організму внаслідок обмеження рухової активності), неправильне харчування, забруднення води і повітря, посилення шумів тощо.

Дослідження впливу цих факторів на людину є передумовою вироблення науково обґрунтованої екологічної політики, яка має охоплювати соціально-економічні, технологічні, технічні, інформаційно-

виховні, організаційні та інші напрями діяльності, спрямованої на розвиток фізичних і психічних можливостей людини, її здатності вдосконалюватися, жити у злагоді з собою і світом природи.

Сьогодні попри всі успіхи людина ще не навчилася спрямовано змінювати свій генотип, і тому межі стійкості її організму проти різних факторів середовища залишилися майже такими самими. Наприклад, як і десятки тисяч років тому, оптимальними для людини вважаються: температура повітря 18-35 °С, атмосферний тиск 80-150 кПа, рН питної води 5,5-8,0, вміст у ній нітратів 2-15 мг/л. Проте дедалі менше стає місць на Землі, де ці фактори перебувають у зоні оптимуму людини: води з низьким вмістом нітратів та оптимальним рН дуже багато в тундрі чи у високогір'ях, однак температура, а в горах і тиск, виходять за межі оптимуму. І навпаки, на рівнині, де й тиск, і температура оптимальні, вода все частіше забруднюється нітратами. Незважаючи на це, люди живуть і на рівнині, і у горах. Тут вступає в дію принцип лімітуючих факторів: якщо хоч один з них виходить за межі діапазону толерантності, він стає лімітуючим. Коли значення такого фактора ще не досягло летальної межі, але вже вийшло із зони оптимуму, організм відчуває фізіологічний стрес: в гірських районах це гірська хвороба, а на рівнині за підвищеного вмісту у воді нітратів - загальна кволість і депресія.

На людину, як і на будь-яку живу істоту, конкретний фактор впливає не сам по собі, а у взаємодії з іншими, і залежно від характеру цієї взаємодії діапазон толерантності може змінюватися.

Наприклад, за відносної вологості повітря 30 % температура повітря 28 °С відповідає зоні оптимуму. Але за вологості 70 % ця сама температура виходить за межі оптимуму і потрапляє у зону песимуму: пришвидшується дихання, з'являються відчуття жару і задухи, пригніченість, людина може знепритомніти.

Від часів Гіппократа здоров'я визначалося як відсутність хвороб; як стан організму, за якого він здатний повноцінно виконувати свої функції. У такому розумінні здоров'я - об'єкт медицини. Лікар-практик завжди працює з конкретною людиною, вивчаючи стан здоров'я пацієнта, визначає наявність хронічних захворювань, аналізує функціональний стан його органів і систем, індивідуальну опірність, психічний та фізичний розвиток і за результатами обстеження приймає конкретне рішення про лікування.

Залежність здоров'я від спадковості і факторів зовнішнього середовища - основний аспект проблеми здоров'я людей на популяційному рівні. У цьому випадку об'єктом дослідження стає не окрема особа, а популяція чи сукупність популяцій - етнічна група, нація, людство в цілому. Здоров'я на популяційному рівні - більш загальна категорія, оскільки те, що стосується популяції, обов'язково виявляється і на конкретних індивідах. Наприклад, у деяких районах Полісся і Західної

України поширене захворювання - ендемічний зоб, від якого потерпає близько півмільйона людей. Причиною цього захворювання є дефіцит йоду в питній воді та високий вміст у ній гумінових кислот. У кожному конкретному випадку лікар призначає препарати, що містять йод. Проте на популяційному рівні є більш дієвий спосіб боротьби із захворюванням - корекція мінерального складу питної води чи їжі додаванням необхідної кількості йоду. Ця процедура поширюється відразу на всю популяцію і має не лише лікувальний, а й профілактичний характер.

Запитання для самоперевірки:

1. Чим відрізняється місцеперебування організму від навколишнього середовища?
2. Що покладено в основу екологічної систематики?
3. За допомогою яких стратегій досягається відповідність між організмом і середовищем існування?
4. Чим відрізняється екотип виду від фізіологічної раси?
5. Який з типів адаптацій потребує тривалого періоду, а який є найшвидшим?
6. Чому американська рогата ящірка морфологічно відрізняється від представників близькоспоріднених видів?
7. Який із типів адаптацій є ключовим у формуванні адаптативного комплексу?
8. Як екологічні чинники впливають на види на рівні особини?

ЛЕКЦІЯ 5

ТЕМА . ДЕМЕКОЛОГІЯ (ВЧЕННЯ ПРО ПОПУЛЯЦІЮ)

Ключові поняття та терміни: демекологія, популяція, стація, елементарна, екологічна та географічна популяції, рівномірна, дифузна і агрегована популяція, перманентна та темпоральна, панмектична й клональна популяції, просторова, вікова, статева, етологічна структура популяцій, криві виживання, чисельність, щільність, народжуваність, смертність, тривалість життя, темпи росту і часові коливання чисельності популяції, К- та г-стратегі, опірність середовища, сучасна концепція автоматичного регулювання чисельності, біотичні механізми регулювання чисельності популяції

Поняття про популяцію. Демекологія – це наука, об'єктом вивчення якої є популяція. Вона вивчає прямі та зворотні зв'язки популяцій з середовищем і внутрішньопопуляційні процеси.

Популяція — це група особин одного виду, які: □ здатні вільно схрещуватися та обмінюватись генетичною інформацією; □ населяють певний простір – стацію – упродовж багатьох поколінь; □ відокремлені від інших подібних угруповань. Вперше термін «популяція» запропонував у 1903 р. датський вчений генетик Вільгельм Йогансен для того, щоб відрізнити групу гетерозиготних особин від гомозиготних організмів чистої лінії.

Розвиток популяційної екології базувався на формуванні нового підходу в аналізі польового та експериментального матеріалу і спостереженнями за сукупностями організмів. Було виявлено, що ці сталі сукупності особин одного біологічного виду володіють рядом специфічних властивостей, які не спостерігають у окремих організмів, тобто мають надорганізмове походження. Переважно досліджували популяції організмів, що мають важливе господарське значення (об'єкти промислу, шкідники сільського та лісового господарств, збудники хвороб тварин і людини, а також види, що потребують охорони). Популяція виду просторово займає стацію – частину ареалу з певними екологічними умовами. Вибір стації, як правило визначається одним чинником (Додаток, рис. 6.). Залежно від середовища життя це може бути солоність води,

кислотність ґрунту та ін. Представники видів, які здатні переміщуватися на значні відстані і долати географічні перешкоди (наприклад, ріки, протоки, гірські хребти та ін.) характеризуються невеликою кількістю популяцій (наприклад, північний олень, песець). Види не здатні до переміщень на великі відстані формують безліч дрібних популяцій (наприклад, популяції мокриць, які живуть у місцях з високою вологістю). Для популяцій, здатних існувати у найрізноманітніших біотопах і переміщуватись на великі відстані характерне суцільне поширення виду (наприклад, горобець хатній, семицяткове сонечко) – це так звані космополітні види.

Класифікація популяцій.

1. За розмірами стації популяції поділяють: □ елементарна (локальна) – група особин, що характеризується практично повною панміксією (ізоляцією) (наприклад, зграя риб серед багатьох у водоймі). Обмін окремими особинами між популяціями підтримує єдність виду, без якого тривала ізоляція популяцій призводить до утворення нових видів; □ екологічна – це просторово суміжні елементарні популяції (наприклад, популяція білок в сосновому, мішаному та широколистовому лісах одного регіону); □ географічна – це просторово суміжні екологічні популяції (наприклад, у виду – білка звичайна нараховується 20 географічних популяцій або підвидів у різних регіонах земної кулі).

2. За типом просторового розташування популяції бувають: □ рівномірна (регулярна), коли особини розміщені на однаковій відстані один від одного (наприклад, поле кукурудзи, яблуневий сад та інші сільськогосподарські культури); □ дифузна (випадкова) (наприклад, хрущаки в борошні); □ агрегована (мозаїчна) є типовою для більшості природних екологічних систем.

3. За здатністю до самовідтворення та самостійної еволюції популяції поділяють: □ перманентну (постійну) – це відносно стійка у просторі та часі популяція, здатна до необмежено тривалого самовідтворення; □ темпоральну (тимчасову) – це популяції стійкі у просторі та часі, які можуть перетворюватися в перманентні або зникати.

4. За способом розмноження розрізняють популяції: □ панмектичні, коли розмноження виду відбувається статевим шляхом; □ клональні, для яких характерно безстатеве розмноження; □ клонально-панмектичні види, у яких відбувається чергування статевого і безстатевого розмноження (партеногенез).

Популяція є структурною одиницею виду та одиницею еволюції, які володіють рядом специфічних властивостей :

□ чисельність; □ щільність; □ народжуваність та смертність; □ приріст популяції; □ темп росту.

Структура популяції. Структура популяції – це співвідношення груп особин за статтю, віком, генотипами, поширенням та ін.

1. **Просторова структура популяції** визначає характер розміщення особин на території стації (рівномірна, дифузна, агрегована).

2. **Статєва структура популяції** відображає певне співвідношення чоловічих і жіночих особин в популяції. За впливу чинників природного середовища співвідношення статей може змінюватися в бік більшої смертності самців. Генетичний механізм забезпечує первинне співвідношення статей – 1:1 при заплідненні, вторинне співвідношення статей в популяції людини при народженні складає 100 дівчаток: 106 хлопчиків; третинне співвідношення статей у дорослому віці до 50 р. – 100 жінок : 85 чоловіків, а до 80 р. – 100 жінок : 50 чоловіків. Цей факт пояснює причину перевищення вартості страхового полісу для чоловіків у 1,5 рази порівняно з жінками у більшості країн Європи. У популяції мечоносців співвідношення статей залежить від значення рН середовища існування: при рН=6,2 частка самців становить 87–100 %, а за рН=7,8 – від 0 до 15 %.

3. **Вікова структура популяції** характеризується співвідношенням особин різних вікових груп. Вікова структура властива природним угрупованням тварин та рослин, якщо вони не однолітні. В популяціях культурних рослин, в яких завдяки одночасному посіву вік особин однаковий, вікова структура не має значення.

4. **Етологічна структура популяції** – це система взаємовідносин між тваринами, що належать до однієї популяції.

Розрізняють такі способи співіснування особин в популяції: □ **поодинокий** спосіб життя, за якого особини живуть окремо, утворюючи пари лише на репродуктивний період (наприклад, тетеруки); □ **сімейний спосіб життя** – особини утворюють пари на тривалий період (наприклад, лебеді); □ **зграйний спосіб життя** – тимчасове об'єднання тварин в угруповання для захисту від ворогів, пошуку їжі, міграції. Зграї можуть бути з лідером (наприклад, більшість птахів, собак) або без вираженого домінування окремих особин (наприклад, риби, перелітна сарана); □ **стадо** – це найбільш стійка форма угруповання організмів (наприклад, копитні); □ **колонії** – це сукупність особин одного виду організмів, пов'язаних спільним місцем проживання, які представляють собою, переважно поселення осілих тварин різного віку і статі. В колоніях мурах та бджіл головують лише самки, а у термітниках – пара (король і королева). Розподіл праці між особинами популяції чітко розподілений: існують терміти-солдати з великою головою й міцними челюстями; хімічні війська, які «обстрілюють» ворога кислотою, що роз'їдає панцир; камікадзе – заповзають у гущу противника та вибухають; робочі особини – будують термітник і перетравлюють целюлозу для годування солдат, личинок та королівської пари; □ прайди – сукупність особин одного виду, що складаються з самця, двох-трьох самок та молоді (наприклад, леви).

Тривалість життя особин в популяції формує криві виживання

1. Перший тип кривої виживання (випукла) – більшість особин популяції мають однакову тривалість життя з високим відсотком смертності особин у зрілому віці (наприклад, деякі види копитних, акули, морські зірки, людина); 2. Другий та третій типи кривої виживання (пряма лінія) – властивий видам, коефіцієнт смертності яких залишається постійний упродовж всього життя або з високою часткою загибелі у молодому та похилому віці (наприклад, прісноводна гідра); 3. Четвертий тип кривої виживання (увігнута) – висока смертність особин у ранньому віці (наприклад, птахи, риби, безхребетні), причинами якої є високий тиск з боку хижаків, хвороби, нестача харчових ресурсів. Залежно від типу кривої виживання формується піраміда віку: 1. Класичний тип, високий відсоток молодняку формує широку основу піраміди; 2. Середній тип – це рівномірне розподілення особин за віком в популяції;

3. Обернений тип з чисельним переважанням старих особин над молодняком.

Статичні та динамічні показники популяції. I. Статичні показники популяції – характеризують стан популяції на даний момент часу: 1. Чисельність – це загальна кількість особин в популяції, яка визначається протилежними явищами: народжуваність — смертність, вселення — виселення особин (міграція). Дисперсія популяції – це обмін особинами з сусідніми популяціями або заселення нових територій. У комах дисперсія популяцій відбувається здебільшого дорослими особинами, у птахів і ссавців – молоддю. Наприклад, у зайця біляка дисперсію забезпечує 1 % молоді, а у синиці великої – 60 %. У рослин розселення виду забезпечується спорами, насінням, пилком та ін. Теоретично будь-яка популяція здатна до необмеженого зростання чисельності, якщо відсутні лімітуючі чинники. В такому випадку швидкість зростання популяції залежить від біотичного потенціалу виду. Наприклад, бактерії діляться кожні 20 хв. упродовж 36 год., кульбаба за 10 років може заповнити усю планету, якщо усе її насіння проросте. Однак, в природних умовах ріст чисельності популяції лімітується екологічними чинниками. Чисельність популяції регулюється екологічними чинниками: □ вплив абіотичних чинників; □ біотичні чинники: □ поява великої кількості хижаків або паразитів; □ дефіцит харчового ресурсу. В регуляції чисельності популяції важлива роль належить їжі, наприклад, на Алясці та у Скандинавії раз на чотири роки за піку чисельності лемінгів, вони повністю знищують рослинність і починають мігрувати, масово гинучи у річках та фіордах. На чисельність гризунів також впливає поживність їжі та токсинів; □ міграція видів (сезонні, добові); □ поведінкові чинники (наприклад, мічення території, агресія, охорона території, гормональні розлади). □ вплив антропогенних чинників. Забруднення знижує резистентність рослин, в результаті чого чисельність комах зростає, однак при високому ступені забруднення чисельність комах знижується.

Сукупність лімітуючих чинників, що сприяють зниженню чисельності популяції називають опірністю середовища. Гомеостаз популяції – це підтримання певної чисельності особин, що залежить від опірності системи, біотичного потенціалу та інших чинників. Часові коливання чисельності популяції: □ періодичні:

□ коливання з періодом декілька років: заєць-біляк та рись мають коливання чисельності 9,6 років і пов'язані між собою трофічними зв'язками; полярна сова та песець – 4 роки. Пізніше, було встановлено, що в регіонах, де рись була повністю винищена циклічність зміни чисельності зайців не змінилася. Цей факт підтвердив гіпотезу, що харчовий ресурс (зайці) є контролюючою першопричиною коливання чисельності хижаків (рисі). Біля берегів Перу раз на 7 років відбувається витіснення холодних вод теплими, що зумовлює підвищення температури води на 5 °C і зумовлює зміни чисельності видів пов'язаних ланцюгом живлення: планктон → нектон → птахи (рис. 8); □ сезонні коливання. Наприклад, популяція комара збільшує свою чисельність у певні періоди календарного року (рис. 9). На території міста Києва зареєстровано 34 види та підвиди комарів, з яких 23 види є визначеними переносниками збудників трансмісивних хвороб. Відповідно до типу життєвого циклу виділяють 5 екологічних груп, а з урахуванням термінів появи і тривалості активного періоду у самок – чотири фенологічні групи комарів: весняні, весняно-літні, літні та полісезонні (за Кілочичською Н.П., 2014).

ЗАКОН ПЕРІОДИЧНОГО ЦИКЛУ (ЗАКОН СИСТЕМИ ХИЖАК ЖЕРТВА): аналогічно коливанням чисельності жертви відбувається коливання чисельності хижака.

□ неперіодичні коливання носять непередбачуваний характер і пов'язані зі спалахами чисельності популяції. Найчастіше непередбачувані коливання чисельності популяції відмічають в тих випадках, коли: □ вид вселяється (інтродукується) на нову територію, де є невикористані ресурси та відсутні негативні взаємодії. Природні механізми регуляції чисельності виду відсутні або малоефективні й зумовлюють несподіване чи швидке заселення організмів. Наприклад, фермер Томас Остін у 1859 році завіз на австралійський континент і випустив на волю 24 кролика, чисельність яких до кінця 19-го століття зросла до сотень мільйонів особин

«Вибух» популяції кроликів завезених до Австралії був спричинений наявністю достатньої кількості їжі та відсутністю природних хижаків. В результаті такої інтродукції багато аборигенних видів рослин і тварин виявилися на межі зникнення, а ґрунти були позбавлені рослинного покриву й стали піддаватися сильній ерозії. Для зниження чисельності популяції кролів до Австралії було завезено лисиць, які замість полювання на кролів почали харчувалися аборигенними видами: сумчастим мурахом, тасманським дияволом та ін. Найбільшу шкоду сільському та

лісовому господарству наносять комахи-шкідники нещодавно заселені у нові для них райони (наприклад, гриб паразитуючий на каштані, хвороба Лайма). Яскравим прикладом інтродукції є поширення сільськогосподарського шкідника – колорадського жука на Європейській території. У Європу колорадський жук вперше потрапив у 1918 р. в період Першої світової війни з імпортованим вантажем, а саме з бульбами картоплі. Французи, які перші зіткнулися з цією проблемою, не приділили їй достатньо уваги, що дозволило шкіднику «закріпитися на плацдармі» і впевнено просуватися на схід. Перші осередки поширення шкідника на території України було зареєстровано у 1949 р. на Львівщині, пізніше у 1958 р. мав місце масовий заліт комах з території Угорщини та Чехії в Закарпатську область і далі, в наступні роки, на всю територію країни (Додаток, рис. 7). □ за різкої зміни середовища та умов харчування, які дозволяють популяції уникнути впливу звичайного механізму регуляції чисельності (природних ворогів, хижаків). Наприклад, зростання чисельності оленів на плато Кайбаб у Великому Каньйоні з 4-х тис. до 100-ти тис. впродовж 20-ти років пов'язували з Державною програмою знищення хижаків. Однак, популяція оленів швидко виснажила свою кормову базу, після чого зменшилась.

ПРИНЦИП ЗАСНОВНИКА: нові популяції, що виникли при штучному переселенні (акліматизації), часто втрачають спадково закріплені механізми саморегуляції чисельності. Натомість, згодом, вступають в силу біоценотичні механізми регуляції чисельності.

2. Щільність — це кількість особин на одиницю території (або об'єму простору). Сучасна концепція автоматичного регулювання чисельності базується на принципово протилежних явищах: □ модифікації – це випадкові коливання чисельності, які не залежать від щільності популяції. Вплив різних абіотичних чинників зумовлює коливання чисельності популяції, але не ліквідує їх; □ регуляції залежать від щільності популяції та пов'язані з існуванням і активністю живих організмів, оскільки лише вони здатні реагувати на щільність своєї популяції та популяцій інших видів за принципом зворотного зв'язку. Якщо біотичний потенціал хижака набагато нижчий біотичного потенціалу жертви і вплив хижака не відображається на щільності його популяції. Наприклад, одні лише комахоїдні птахи, без впливу інших екологічних чинників не можуть зупинити масового розмноження комах. В популяціях гризунів регуляцію щільності популяції до оптимального рівня забезпечує явище так званої «шокової хвороби» – це фізіологічний ефект, який характеризується зниженням плодючості та зростання смертності в популяції. Зазвичай регуляція чисельності видів в природних умовах забезпечується множинними типами зв'язків. Під впливом біотичних факторів відбувається регуляція чисельності та щільності

популяції. Водночас, залежно від рівня чисельності популяції регулюючі механізми принципово різні.

1. Функціональна реакція характерна для неспеціалізованих хижаків (хижаки-поліфаги) і базується на здатності змінювати свою активність за зміни (переважно зниженні) чисельності жертви.

2. Чисельна реакція – явище притаманне спеціалізованим хижакам (хижаки-олігофаги) — при зростанні чисельності жертви вони впливають на неї регулюючи в ширшому діапазоні ніж поліфаги.

3. Епізоотії виникають при досягненні популяції жертви настільки високої чисельності, що виходить за межі впливу хижаків. Саме таким чином виникають спалахи епідемії та епізоотії. Наприклад, хвороби, спричинені мікроорганізмами або паразитами в популяції людини можуть перебігати у вигляді епідемій (лихоманка Ебола, пташиний грип). Аналіз різних епізоотій останнього періоду свідчить, що рушійною силою епідемічного процесу є не відома тріада «збудник-механізм передачі-сприятливий хазяїн», а горезвісний людський чинник.

4. Внутрішньовидова конкуренція – межа фактора регуляції, що веде до вичерпання доступних ресурсів і розвитку стресових ситуацій в популяції жертви. Наприклад, ендокринна реакція ссавців на збільшення щільності популяції проявляється стресом та посиленням агресивності особин. У видів з незначною кількістю ворогів (наприклад, слони, великі хижі) основну роль в регуляції чисельності відіграють не міжвидові, а внутрішньовидові зв'язки, територіальні відносини. Відносно популяції людини біотичні механізми регуляції популяції залишаються мало вивченими. Водночас, окремі дослідники стверджують, що виникнення нових хвороб (лихоманка Ебола, коронавірус MERS, атипова пневмонія та ін.), стійкості до дії антибіотиків та хімічної отрути, підвищення патогенності збудників різних патологій є одним із проявів природних механізмів регуляції чисельності у відповідь на домінування популяції людини та її антропогенну діяльність.

II. Динамічні показники популяції відображають процеси, що протікають в ній за певний проміжок часу:

1. Народжуваність визначають як кількість нових особин за певний проміжок часу на одну особину:

- фізіологічна (максимальна) – це максимально реалізована можливість народження за відсутності лімітуючих чинників;
- екологічна (реалізована) – дійсна народжуваність за конкурентних умов. Організми можуть відтворювати своє потомство за один або декілька актів. У зв'язку з цим тварин поділяють на:
- моноциклічні види, які відтворюють потомство за 1–2 статевих цикли в рік або в один акт розмноження (наприклад, дикі тварини, домашні собаки і деякі породи кішок, травневий жук, лососеві);
- поліциклічні види, для яких характерно декілька актів розмноження відповідно до сезону. Поліциклічність характерна для більшості хребетних і ряду безхребетних тварин (наприклад, велика та мала рогата худоба, кобили, свині). Серед

рослин виділяють: □ монокарпічні види – це рослини, що дають насіння раз у житті (наприклад, однолітні та багато дволітніх рослин, деякі види багатолітніх: бамбук, пальми, агави); □ полікарпічні види, у яких формування насіння відбувається декілька разів за життя (наприклад, ярові та озимі злаки, конюшина, капуста, яблуна, дуб). Людина один із небагатьох видів, здатний відтворити потомство упродовж календарного року. Тактика розмноження пов'язана із затратами, вкладеними батьками для відтворення потомства. Розрізняють дві основні тактики розмноження: □ один великий і добре адаптований нащадок – це актуальна тактика в конкурентному середовищі; □ максимальна кількість нащадків з малими розмірами і низькою адаптацією (наприклад, батьки отримують більшу віддачу, якщо вкладають по 20 % в кожного з 5-ти нащадків, а не 100 % — в одного). Така тактика оптимальна для «конкурентного вакууму», коли щільність популяції низька.

2. Смертність – кількість померлих особин за певний проміжок часу: □ мінімальна (фізіологічна) – це мінімально можлива величина смертності за відсутності конкурентних умов; □ реалізована (реалізована) – реальна величина смертності. Розрізняють три типи смертності: I тип — однакова на всіх стадіях життя і зустрічається вкрай рідко (наприклад, муха-дрозофіла); II тип — підвищена смертність у ранньому віці (наприклад, у дерев зрілого віку досягає менше 1 % особин, у мальків риб — 1–2 %, у комах — менше 0,5 %); III тип — висока смертність у старості та характерна для більшості ссавців.

3. Тривалість життя – це період існування особини від народження до смерті. Розрізняють тривалість життя: □ фізіологічну, яка залежить від генетичних можливостей організму, тобто за теоретичного виключення впливу на популяцію лімітуючих чинників; □ екологічну – це тривалість життя, яка можлива в реальних умовах середовища, тобто за впливу сприятливих та несприятливих чинників.

4. Темп (швидкість) росту популяції – це зміна чисельності популяції за одиницю часу. Швидкість росту популяції може бути позитивною, нульовою та негативною, залежно від народжуваності, смертності й міграції, а також пов'язана зі щільністю популяції (статичним показником). У зв'язку з цим розрізняють наступні типи росту популяції: I тип — швидкість росту популяції зменшується по мірі збільшення щільності, за рахунок зниження народжуваності (наприклад, самка африканського слона при низькій щільності популяції народжує 1 слоненя на 4 роки, а при високій – на 7 р.); □ зміна віку настання статевої зрілості (наприклад, самка африканського слона може досягати статевої зрілості в період від 12 років до 18 років, залежно від щільності популяції). II тип. — темп росту популяції максимальний при середніх значеннях щільності. Такий тип характерний для видів з груповим ефектом (наприклад, у чайок число пташенят у виводку збільшується зі зростанням щільності популяції, а за досягнення максимальних показників починає

знижуватися). III тип — темп росту популяції не змінюється доти, доки не досягне максимальних показників, а потім різко знижується. Наприклад, лемінги, при досягненні максимальної щільності популяції починають мігрувати. В книзі Ч. Элтона «Экология нашествий животных и растений» описано міграції лемінгів в Норвегії: тварини в такій кількості мігрували через населені пункти, що собаки і коти перестали навіть реагувати на них. Тварини були здатні долати природні перепони, а досягнувши моря — тонули. Швидкість росту популяції може бути виражено у вигляді кривої росту популяції. Розрізняють дві основні моделі росту популяції: □ експотенційний тип росту (J-подібна крива) – ріст чисельності популяції не залежно від щільності. Такий тип росту можливий доти, поки біотичний потенціал популяції реалізується повністю в умовах низької конкуренції за ресурси. Однак, за досягнення ємності середовища чисельність популяції різко знижується. Прикладом експотенційного типу росту чисельності популяції є реальні спостереження. У 1944 р. на безлюдному острові св. Матвія, де були залишені 29 оленя, а мохи та лишайники, основна їжа оленів, були чудовою кормовою базою для них. На острові не було ані хижаків ані мисливців, що зумовило збільшення їх чисельності до 6 тис. голів за наступні 19 років. Упродовж наступних трьох років майже всі тварини вимерли, залишивши жалюгідне стадо з 41-ї самиці і одного самця. Причиною зниження чисельності популяції було надмірне виснаження пасовища, для поновлення якого необхідні десятиліття. Несуча здатність території визначається як максимальна кількість тварин, які можуть упродовж року перебувати на території без порушення екосистеми. Для острова св. Матвія вона становить 5 оленів на 1 кв. км. Під час піку популяції на 1 кв. км припадало 18 особин. Після цього поголів'я деякий час зростало, а відтворюваність корму зменшувалася. Деградація пасовища виявилася незворотною; сталося стрибкоподібне зменшення популяції оленів якщо теоретично припустити, що всі народжені особини вижили і дали потомство, то чисельність будь-якої популяції через певні інтервали часу зростала би у геометричній прогресії та графічно відображалася експотенційною кривою, яка йде в безмежність.

Такий тип росту характерний для мікроорганізмів, рослин і тварин в лабораторних умовах. У випадку несподіваного зменшення чисельності виду виникає «ефект пляшкового горла», коли серед особин, що вижили зустрічаються рідкісні генотипи, які мають переваги в нових умовах і популяція за їхній рахунок відновлюється. Наприклад, зоологи стверджують, що всі існуючі сьогодні на планеті гепарди мають настільки схожий генотип, що навіть припустима пересадка шкіри від одного до іншого без ефекту відторгнення. Це дає підставу стверджувати, що вся популяція гепардів є нащадками однієї пари. В деяких випадках ріст популяцій окремих видів організмів не підпорядковується

закономірностям визначеним у двох попередніх моделях росту популяцій:

- опортуністичний тип росту популяції характеризується регулярними чи випадковими сплесками росту чисельності популяцій. Його реєструють за періодичного порушення середовища (наприклад, пожежі, урагани, засухи), які призводять до катастрофічної смертності, не пов'язаної зі щільністю популяції або за виснаження популяцією харчового ресурсу і зниження якості середовища через накопичення відходів метаболізму. За таких умов ріст чисельності популяції спочатку йде за експотенційним механізмом, а потім знижується до нульових значень та переходить у так зване «плато». Наприклад, популяція кліщів інтродукована на нове місце існування; збільшення весною чисельності однорічних рослин і комах, фітопланктону у водоймах та їх зменшення восени. До опортуністичного типу росту популяції належать багато видів бактерій (наприклад, *Penicillium candidum*) та грибів (наприклад, *Mucor racemosus*) з числа редуцентів, які швидко ростуть і розмножуються при доступності харчового ресурсу. За його вичерпування чисельність популяції цих видів різко знижується, однак залишається велика кількість спор, які дають ріст новій популяції за появи джерела їжі. Насиченість атмосфери опортуністами пояснює швидке псування продуктів харчування: скисання молока, гниття м'яса, заплісневіння.
- рівновісний тип – це популяції, які знаходяться у стані, близькому до рівноваги з ресурсами, при цьому значення їх щільності стійкі. Опортуністичний тип коливання чисельності популяції впливає на природній відбір та на самі популяції, зумовлюючи формування екологічної стратегії популяції (r-відбору і K-відбору), а організми, в яких він закріпився отримали назву r-стратегі та K-стратегі; За коливанням чисельності популяції 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 місцезаребування (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 та характерні для стабільних місцезаребувань. 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.У свою чергу популяція адаптується до зміни

абіотичних чинників: □ змінюючи характер свого просторового розміщення; □ шляхом адаптативної еволюції.

Ситуаційні завдання: 1. Поясніть можливі причини лімітуючі щільність популяції птахів дуплогніздовиків у молодому та старому лісі.

2. Чи у всіх видів реєструють «вибух» чисельності популяції за відсутності природних ворогів?

3. Чому вплив більшості абіотичних чинників середовища на популяцію не забезпечує регуляцію їхньої чисельності?

4. Які чинники визначають особливості динаміки чисельності популяції ворон у містах? Так, щорічно взимку чисельність птахів збільшується у декілька разів порівняно з літом.

Запитання для самоперевірки:

1. У чому різниця між поняттями «стація» та «ареал»?

2. Які класифікації популяцій Вам відомі?

3. Наведіть приклади різних типів кривої виживання популяції.

4. Які типи популяційної структури Вам відомі?

5. Які переваги й недоліки характеризують різні типи етологічної структури популяції?

6. Як впливають екологічні чинники на рівні популяції?

7. Поясніть механізм впливу біотичних чинників на чисельність популяції.

8. На яких явищах базується сучасна концепція автоматичного регулювання чисельності популяції?

9. Що розуміють під поняттям «швидкість росту популяції»?

10. Які типи коливання чисельності популяції розрізняють?

ТЕМА. СИНЕКОЛОГІЯ (ВЧЕННЯ ПРО БІОЦЕНОЗИ)

Ключові поняття та терміни: угруповання, біоценоз, біотоп, фітоценоз, зооценоз, мікроценоз, зв'язки в біоценозі (топічні, форетичні, трофічні, стохастичні, інформаційні, гостальні, просторові, фізичні і хімічні), просторова структура біоценозу, ярусність, мозаїчність, консорція, синузія, парцела, «каскад вимирання», ключові види, екологічні «інженери»

Структурно-функціональна організація біоценозу. На будь-якій ділянці земної поверхні мешкає комплекс видів. Ізольовано види довго існувати не можуть, оскільки швидко погіршують умови свого існування. Тому, в природі особини, популяції та види завжди живуть у спільнотах (угрупованнях), створюючи системи з емерджентними властивостями, які відсутні в популяційних системах, що входять до їх складу. Популяції різних видів організмів, які сумісно існують на одній території формують біологічні системи — біотичні угруповання або біоценози.

Синекологія (екологія спільнот) – це розділ екології, який вивчає особливості формування та функціонування угруповань різних видів, досліджує весь комплекс впливів та взаємовідносин в біоценозі.

Угруповання – це сукупність видів, об'єднаних між собою: □ певними взаємозв'язками (трофічними, топічними, інформаційними, форетичними та ін.); □ територією проживання — біотопом; □ впливом комплексу умов існування. Поняття «угруповання» часто використовують як синонім терміну «біоценоз». Однак, воно має дещо вужчі межі. Наприклад, виділяють окремо угруповання комах, птахів, мікроорганізмів. Водночас, угруповання постійно змінює зовнішній облік (наприклад, зимовий, осінній та весняний ліс), але зберігає властиві йому структуру та функції.

Біоценоз визначають як сталу біологічну систему, в якій організми пов'язані між собою різними типами зв'язків і населяють порівняно однорідну ділянку суші або води — біотоп. Термін біоценоз вперше було вжито німецьким зоологом К. Мебіусом (1977). Біоценоз та біотоп

нерозривно пов'язані один з одним, про що свідчать ряд принципів їх взаємозв'язку в системі «біотоп-біоценоз».

ПРИНЦИП РОЗМАЇТТЯ УМОВ ЖИТТЯ (Тіннеман А.): чим різноманітніші умови біотопу, тим більше число видів існує в біоценозі та навпаки — в одноманітних біотопах з порівняно стабільними умовами життя кількість видів різко зменшується.

ПРИНЦИП ПОВІЛЬНОЇ ЗМІНИ СЕРЕДОВИЩА (Франц Г.М.): чим повільніше змінюються умови середовища в біотопі та чим триваліший час він залишається незмінним, тим багатший на види біоценоз, урівноваженіший і стабільніший.

ПРИНЦИП ВИДОВО-РОДОВОГО ПРЕДСТАВНИЦТВА (Іллієс Й.): оскільки два види (навіть близькоспоріднені) не можуть займати однакові екологічні ніші в одному біотопі, багаті видами роди, як правило, представлені в біотопі єдиним видом.

Угруповання можна назвати біоценозом лише тоді, коли воно відповідає таким критеріям: видовому складу та просторовій структурі. Видовий склад біоценозу визначають за наступними критеріями:

1. **Характерний видовий склад.** Існує дві характерні групи видів: домінантні види, які творять зовнішній вигляд біоценозу, причому кожен з них має свою особливу, неповторну зовнішність. Домінування особливо виразно проявляється там, де абіотичні чинники носять екстремальний характер (пустеля, тундра). Так, біоценози лісів Півночі можуть на 90 % бути представлені одним або двома видами дерев, в той час як в тропічних лісах домінантами можуть бути понад 10 видів дерев. Назву біоценозу дають за рослинними асоціаціями, наприклад, біоценоз очеретяний, сосновий, ковиловий, сфагновий, пшеничного поля й ін.).

У водному середовищі поділ на біоценози пов'язаний з екологічними зонами водойми, наприклад, біоценози літоральної зони, абісальних глибин та ін. На особливу увагу серед них заслуговують: □ види-едифікатори – це види рослин, які переважають у фітоценозах і визначають особливості рослинного угруповання та мікросередовище. Вони контролюють біоценотичне середовище, створюючи тим самим умови для існування інших видів; □ субдомінантні види (другорядні), які своєю присутністю віддзеркалюють умови місцезростання. Наприклад, коли ми згадуємо про барвінок, то бачимо діброву, в якій домінує дуб. Про значення окремого виду у видовій структурі біоценозу судять за такими показниками: □ багатство виду – це число видів в угрупованні; □ частота зустрічності – це відношення числа особин одного виду до загальної чисельності особин угруповання виражене у відсотках; □ ступінь домінування – це біологічна маса (для великих особин) або число особин (для дрібних особин) одного виду на одиницю площі або об'єм простору, що він займає; □ видове розмаїття визначають малочисельні рідкісні види.

2. **Видова структура біоценозу** забезпечує колообіг речовини й енергії та включає необхідну для цього сукупність організмів: угруповання рослин – фітоценоз, угруповання тварин — зооценоз, мікробний компонент біоценозу – мікроценоз. Деякі види відіграють в угрупованнях настільки важливу роль, що визначають здатність інших видів до існування. Це так звані ключові види. Їх зникнення може спровокувати серію загибелі інших видів — «каскад вимирання». Наприклад, за відсутності вовків, які регулюють чисельність травоядних, ріст чисельності останніх може призвести до руйнування рослинного покриву і зникнення багатьох видів фітофагів. Фікуси в тропічних лісах забезпечують своїми плодами багато видів птахів та ссавців. Завдяки діяльності бобрів утворюються місцеві водні середовища з підвищеною вологістю, сприятливі для багатьох видів. В угрупованні складно визначити, які ж види є ключовими для конкретної екосистеми. Так звані види «екологічні інженери» змінюють середовище існування у власних цілях, при цьому опосередковано створюють умови (місцеві середовища) для існування інших видів. Цікавим підходом, що визначає взаємозв'язок між біорізноманіттям та функціонуванням екосистеми є гіпотеза надлишковості або «гіпотеза заціпок», згідно з якою види подібні до кнопок, що виконують незначну, але важливу роль для утримання системи. Зникнення видів один за одним зумовлює ослаблення зв'язків всередині системи. Водночас, кожен з видів в екосистемі виконує декілька функцій і дублює один одного, тому зникнення одного виду відразу не є відчутним, в той же час може бути непередбачуваним (гіпотеза унікальності). Між компонентами біоценозу існують різні типи зв'язків:

Стохастичні зв'язки – випадкова взаємодія. Трофічні – виникають між організмами, коли вони харчуються один одним: прямий зв'язок проявляється при безпосередній взаємодії системи «хижак-жертва» та «паразит-хазяїн». Наприклад, харчування левів антилопами, гієн – трупами тварин, жуків-гноювиків – екскрементами рогатої худоби; □ опосередковані зв'язки виникають при конкуренції різних видів за один ресурс. Наприклад, поїдаючи комах-запилювачів, птахи побічно впливають на кількість вироблених рослиною плодів, на хижаків і паразитів цих тварин та рослин.

Топічні зв'язки – створення одним видом умов для існування іншого (наприклад, паразитизм, коменсалізм або взаємодія між деревом та комахами, птахами, ссавцями, що живуть на ньому).

Форетичні зв'язки – участь одного виду в поширенні іншого: зоохорія – перенесення тваринами на поверхні свого тіла насіння, пилку, форезія – дрібних особин.

Фабричні зв'язки – використання одним видом продуктів життєдіяльності інших видів для влаштування фабрикацій – свого

помешкання. Наприклад, птахи використовують для спорудження своїх гнізд гілки дерев, траву, пир'я інших тварин.

Гостальні зв'язки виникають між популяцією хазяїна і популяцією паразита (екстенсивність та інтенсивність інвазії).

Просторові зв'язки між різними організмами і видами при їх поширенні та розселенні. Наприклад, успішному існуванню і розмноженню пугачів та сов, крім сприятливих кормових умов необхідна наявність вільних гніздових стацій. Інформаційні зв'язки – пов'язані з передачею генетичної інформації. На будь-якому рівні генетичного контролю (молекулярному, клітинному, організмовому, популяційному) гени задають початкові умови, а наступні процеси відбуваються за принципом саморегуляції за рахунок зворотного зв'язку.

Часові зв'язки виникають за контакту між особинами одного або різних видів у часі. Наприклад, здатність жертви уникати контакту із хижаками через різні форми адаптації до добових ритмів.

Фізичні зв'язки проявляються за фізичного контакту між особинами одного або різних видів. Наприклад, спарювання, вигодовування, симбіоз.

Хімічні зв'язки – це адаптація організмів до середовища життя, передусім, пов'язана з активністю внутрішньоклітинних ферментів та їх здатністю до утворення альтернативних шляхів підтримання метаболічних процесів і виробленню нових специфічних властивостей. Наприклад, паразитичні нематоди-геогельмінти в ході життєвого циклу можуть змінювати тип обміну речовин та дихання: на стадії імаго в організмі хазяїна – анаеробний, у докільлі в стадії яйця – аеробний.

3. **Тривалість життя у часі.** Біоценоз з його видовим складом є системою стійкою і довговічною, однак його компоненти мають різну тривалість життя. Наприклад, у мікробів вона триває хвилини, у дрібних безхребетних — дні, у великих — роки, а лісові дерева живуть сотні років. Окремі біоценози тропічних лісів вирізняються геологічною історією, тоді як на місцях згарищ чи евтрофних озер розвиваються цілком юні біоценози.

4. **Визначені територія та межі.** Простір, на якому функціонує окремий біоценоз характеризується однорідністю й особливістю умов біотопу. Невеликі за розмірами біоценози можуть існувати на кількох метрах квадратних (наприклад, джерело з його особливим тваринним і рослинним світом, камінець вкритий мохом, мурашник) та входять до складу більших — ялицевого лісу, а він, у свою чергу, — до лісового масиву Українських Карпат. Головним у визначенні меж біоценозу є необхідний набір видів для реалізації обігу матерії та енергії.

3. **Просторова структура біоценозу** пов'язана з розподіленням організмів у просторі та часі, а також характером їх взаємодій між собою й навколишнім середовищем. В комплексі це формує поняття «внутрішня

організація угруповання» та визначається наступними параметрами: □ розподілення у просторі; □ розмежування у часі. Однорідність біотопу в межах біоценозу є відносною і місцеіснування відрізняються відмінностями у зволоженні ґрунту, засоленості, різноманітності рослинного покриву, неоднаковій освітленості тощо. Популяції у складі біоценозів розташовуються у просторі горизонтально – мозаїчно і вертикально – ярусно.

1. Вертикальна ярусність (стратифікація). Два основних яруси автотрофний та гетеротрофний в багатьох біогеоценозах та екосистемах розділяють на додаткові. Завдяки цьому система завжди займає трьохмірний простір. Наприклад, лісові фітоценози вертикально структуровані за ярусністю: • перший ярус – ґрунт, листяна підстилка, лишайники, водорості; • другий ярус – низькорослі трави, мохи; • третій ярус – високорослі трави, напівкущі; • четвертий ярус – кущі; • п'ятий ярус – середньорослі дерева; • шостий ярус – високорослі дерева. Ярусне розподілення видів у просторі знижує конкуренцію між ними, забезпечує існування багатьох видів на обмеженій території та сприяє максимальному використанню ресурсів середовища. Компоненти біоценозу ніколи не існували в природі як окремі й самостійні частини. Їхній взаємозв'язок здійснюється за рахунок різних типів зв'язків. Одним із таких типів міжвидового поєднання на визначеній території є консорція. Консорція – це структурна одиниця біоценозу, що об'єднує автотрофні та гетеротрофні організми на основі топічних і трофічних зв'язків навколо центрального ядра. Наприклад, дерево, що росте окремо і взаємопов'язані з ним організми: лишайники, комахи, ссавці, паразити рослин та тварин й ін. Такого типу угруповання не притаманні саморегуляція й самовідновлення

Горизонтальна структура (зона льніс ть) обумовлена мозаїчністю і пов'язана з нерівномірним розподілом популяцій по площині. Мозаїчність біоценозу проявляється в його поділі на окремі мікроценози, які відрізняються за видовим складом, кількісним співвідношенням особин. Елементами горизонтального розчленування також можуть бути синузії. Синузія – структурна частина фітоценозу у вертикальному та горизонтальному розчленуванні біоценозу, що утворена подібними видами за життєвими формами й обмежена в просторі та часі. Наприклад: в сосновому лісі можна виділити синузії мохів, синузії чорниці, синузії сосни та ін. Парцела – структурна частина у горизонтальному розчленуванні біоценозу, яка відрізняється від інших частин складом і властивостями компонентів. Наприклад, березові зарості у хвойному лісі. Різні групи організмів можуть змінювати своє просторове положення та активність упродовж певного періоду часу: доби, місяця, сезонів, року тощо. Наприклад, добова вертикальна міграція характерна для прісноводних гідробіонтів: на світанку біля поверхні води знаходяться фотосинтезуюча вища водна рослинність та фітопланктон, пізніше до

поверхні мігрують безхребетні (ранішній пік чисельності 6–10 год); у денні години, коли реєструють зниження фотосинтетичної активності ці організми переміщуються на дно водойми (денний пік - 10–14 год.); у сутінкові години (18–22 год.) гідробіонти рівномірно розташовуються в товщі води від дна до поверхні, а вночі концентруються біля самого дна. У часі використання автотрофних організмів гетеротрофами може відбуватися не відразу, а з суттєвою затримкою. Наприклад, листя, деревина, коріння в лісовій екосистемі споживаються редуцентами не відразу, а з часом. Також, на властивості біотичного угруповання впливають такі чинники як: трофічні взаємозв'язки; етологічна структура популяцій (зграї, колонії, пари та ін.); гомотипові та гетеротипові коакцій; характер розмноження: зв'язок нащадків з батьками, статеве і безстатеве розмноження та ін.

Запитання для самоперевірки:

1. В якому випадку поняття «угруповання» та «біоценоз» є синонімами?
2. Які існують типи зв'язків між організмами?
3. Які особливості зміни просторової структури біоценозу у часі?
4. Наведіть приклади видової та просторової структури біоценозу.
5. Визначте основні принципи взаємозв'язку в системі «біотоп біоценоз».
6. За якими показниками визначають значення окремого виду у видовій структурі біоценозу?
7. Поясніть причини ефекту «каскад вимирання» виді

ТЕМА. Екосистеми (біогеоценози) – основні структурні одиниці біосфери. Міжбіогеоценозні зв'язки

Ключові поняття та терміни: біогеоценоз, екотоп, сукцесія, первинна та вторинна сукцесія, кліматичний клімакс, едафічних і циклічний клімакс, дисклімакс, закон сукцесійного уповільнення, принцип сукцесійного заміщення, зоогенні, фітогенні, антропогенні та катастрофічні сукцесії, континуум, екотон, види-індикатори, краєвий ефект

Біогеоценоз – це визначена окрема ділянка біосфери Землі з однорідними природними явищами (склад атмосфери, ґрунту, водним режимом) та визначеною структурою біоценозу, поєднаних обміном речовин і енергії в єдиний природний комплекс. .

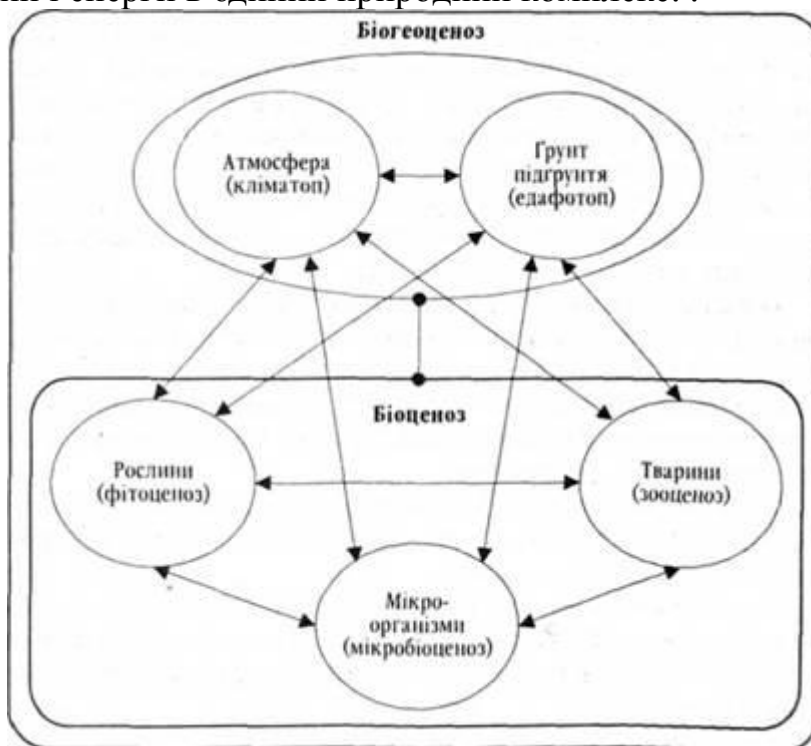


Рис. 16. Схема будови біогеоценозу (за В.М.Сукачевим)

Взаємозв'язок біоценозу та екотопу формує біогеоценоз. Термін біогеоценоз був введений в 1944 р. Сукачовим.

Територія, на якій існує біогеоценоз називають **екотоп** – це однорідний за абіотичними факторами простір середовища, зайнятий біоценозом, який включає кліматотоп (атмосферу) і едафотоп (грунт). Деякі автори біогеоценоз ототожнюють з екосистемою (Ю. Одум, В. Кучерявий). Біогеоценоз можна розглядати як один з видів екосистеми, що має чітку територіальну прив'язку. З іншого боку, біогеоценоз можна розглядати як найнижчий рівень ієрархії екосистеми, тобто її мінімальну розмірну одиницю. У цьому випадку між поняттями «біогеоценоз» та «екосистема» можна ставити знак «дорівнює». Для кожної такої одиниці екосистеми лімітуючим є вплив власного специфічного чинника. Біогеоценози здатні швидко (упродовж декількох місяців або років) змінювати свою структурно-функціональну організацію під впливом зовнішніх чинників, що пов'язано з процесами заміщення, загибелі та ін. Водночас, такі зміни залишаються непомітними на вищих рівнях організації екосистеми й носять місцевий та короткотерміновий характер порушень. Вони відбуваються за рахунок поступової зміни фізичного середовища під впливом біотичних угруповань з метою модифікації та створення умов для існування інших популяцій.

Незважаючи на велику різноманітність екосистем — від пустель до тундри, всім їм, на думку екологів, властива приблизно однакова біотична структура, всі вони містять одні й ті ж категорії організмів, які подібно взаємодіють у всіх екосистемах. Це такі категорії: продуценти, консументи, редуценти.

Продуценти, або автотрофи — це організми, що створюють органічну речовину за рахунок утилізації сонячної енергії, води, вуглекислого газу та мінеральних солей.

Продуцентами в екосистемі називають зелені рослини, оскільки вони самі утворюють для себе їжу. Їх на Землі є близько 350000 видів, а маса, за підрахунками В.Вернадського, становить близько $2,4 \cdot 10^{12}$ т. На перший погляд здається, що зелені рослини незалежні від інших організмів. Однак вчені стверджують, що якби на Землі існували тільки зелені рослини, то, кінець кінцем, усі мінеральні речовини виявилися б зв'язаними в цих рослинах (у багатьох випадках — в їхніх мертвих рештках) і ріст рослин припинився б. Цього не відбувається тому, що інші організми — редуценти (або мікроконсументи) використовують поживні речовини, що містяться у мертвих рослинах, і як джерело енергії, і як їжу, розкладаючи при цьому органічні сполуки на простіші неорганічні. У такому вигляді їх здатні поглинати й використовувати живі рослини.

Редуценти — мікроорганізми, що розкладають органічну речовину продуцентів і консументів до простих сполук — води, вуглекислого газу й

мінеральних солей. До редуцентів належать бактерії, гриби. Їх налічується 75 тис. видів, а сумарна маса становить $1,8 \cdot 10^8$ т.

Енергія та елементи живлення, що містяться в організмах живих продуцентів, споживаються в більшості природних екосистем не тільки редуцентами, а й консументами, або фаготрофами.

Консументи — це гетеротрофічні організми, що одержують енергію за рахунок харчування автотрофами чи іншими консументами. До них належать переважно тварини, які живляться іншими організмами або частинками органічної речовини. Серед них є травоядні (тварини, що живляться рослинною їжею), усеїдні (тварини, що споживають як рослину, так і тваринну їжу), м'ясоїдні, а також паразити. Кількість видів цієї групи найбільша — понад 1,5 млн, а їхня маса становить близько $2,3 \cdot 10^8$ т.

Одна з причин, що викликає різноманітність екосистем (біоценозів) у природі, — це своєрідність абіотичних умов кожного регіону.

Таким чином, незважаючи на різноманітність екосистем, всі вони мають спільні риси. У кожній із них можна виділити фотосинтезуючі рослини — продуценти, різні типи консументів і редуцентів.

Міжбіогеоценозні зв'язки і патологія тварин.

Межбіогеоценозні зв'язки істотно впливають на структуру і функцію пасовищних біогеоценозів і фермерських геотехсистем та умови існування сільськогосподарських тварин, на їх стійкість і сприйнятливість до хвороб. Порушення міжбіогеоценозних зв'язків — одна з причин захворювань тварин. Регуляція і оптимізація цих зв'язків — одна з необхідних умов в розробці комплексу заходів щодо профілактики хвороб тварин.

Розвиток тварин, їх продуктивність, відтворююча здатність і природна резистентність залежать від умов їх життєзабезпечення за пасовищного і стійлового утримання. Екологічна обстановка в пасовищних і фермерських системах визначається їх внутрішньою організацією і факторами навколишнього середовища. Будь-яка екосистема випробовує вплив інших систем і сама є фактором, що впливає на своє оточення. Будучи відкритими системами, вони обмінюються між собою речовиною, енергією, екологічною і генетичною інформацією. У системі «екосистема–донор — екосистема–реципієнт» функціонує екологічний закон розвитку екосистеми за рахунок навколишнього середовища.

Тваринницькі геотехсистеми пов'язані з агробіогеоценозами (полями, городами, садами), лісовими БГЦ (лісами, лісовими смугами), водними екосистемами, які використовуються для напування тварин.

Міжбіогеоценозні зв'язки відбуваються завдяки переміщенню рослин, тварин, повітряних мас, вод, частинок ґрунту.

Агробіогеоценози – виробники продукції рослинництва. Зерно і коренеплоди, солому та іншу рослинницьку продукцію використовують в тваринництві для годування тварин. Кормові якості різної рослинницької продукції неоднакові. Деякі корми, отримані в агробіогеоценозах, володіють лікувально-профілактичними властивостями.

Так, наприклад, моркву з успіхом застосовують для лікування і профілактики авітамінозу А. Інші корми, особливо зіпсовані, можуть представляти загрозу здоров'ю тварин. Так, корм, забруднений фузаріями, – може бути причиною ензоотії – фузаріотоксикозу. Нітратно-нітритний токсикоз – наслідок забруднення рослин нітратами за нераціонального внесення азотних добрив під посіви сільськогосподарських культур і кормових трав. Хімічний захист рослин від шкідників і хвороб може стати причиною забруднення кормів отрутохімікатами і пов'язаних з цим отруєнь тварин.

Одна з причин захворюваності і загибелі тварин в натурбіогеоценозах заповідних територій – це інфекційні і інвазивні хвороби. Сучасні заповідники не захищені від виникнення в них захворювань диких тваринних предків і родичів сільськогосподарських.

Засоби пересування, особливо повітряний транспорт, – один з факторів швидкого перенесення збудників і переносників заразних хвороб тварин (і людей) з одного пункту земної кулі в іншій.

Тваринницькі геотехсистеми пов'язані не тільки з суміжними екосистемами, але і з БГЦ, віддаленими від об'єктів тваринництва. Такий зв'язок наголошується при згодовуванні тваринам продуктів морського лову, вироблених в державах інших континентів (рибу та ін. часто використовують для виготовлення кормових добавок (рибна мука і ін.), лікувально-профілактичних засобів (риб'ячий жир і ін.).

Інша причина захворюваності і смертності диких тварин – отруєння пестицидами. На заповідну територію (акваторію) пестициди можуть заноситися повітряними потоками, що пересуваються, з осіданнями, через річкову мережу. Інший шлях міграції отрутохімікатів – це харчові мережі, які пронизують біосферу.

Так, наприклад, хімічно стійкий ДДТ до цих пір мігрує по харчових ланцюгах планети і, як вважають, вражає все нові і нові покоління організмів.

Велике еколого-ветеринарне значення мають взаємозв'язки між тваринницькими геотехсистемами і водними екосистемами. Річки і озера, що межують з пасовищами, впливають на гідрологічний режим ґрунтів, зростання і розвиток травостоя, якість пасовищного корму. Особливу роль відіграє питна вода. Розвиток тварин, природна резистентність їх організму залежать від хімічного складу води.

Так, наприклад, дефіцит у воді фтору веде до розвитку карієсу зубів. Надлишок фтору у воді – причина флюорозу. Питна вода, забруднена

нітратами, пестицидами, важкими металами, може стати причиною ензоотій, токсикозу. Ензоотії хвороб шлунково-кишкового тракту відмічені при забрудненні води фекаліями і сечею тварин при порушенні санітарно-гігієнічних правил водопою стад.

У системі заходів щодо профілактики захворювань тварин, підвищення їх продуктивності належну увагу слід приділяти регуляції і оптимізації зв'язків між тваринницькими геотехсистемами і їх оточенням.

Запитання для самоперевірки:

1. В якому випадку поняття «біогеоценоз» та «екосистема» є синонімами?
2. Дайте визначення біогеоценозу за В.М. Сукачовим.
3. Поняття «міжбіогеоценозні зв'язки
4. Форми міжбіогеоценозних зв'язків і патології тварин.
5. Джерела забруднення ґрунту та його роль у виникненні інвазійних, інфекційних та незаразних хвороб.
6. Еколого-санітарні вимоги до природних вод як джерел водопостачання у тваринництві.
7. Джерела забруднення води.
8. Охорона джерел водопостачання.

..Лекція 7

Екологічна конверсія – актуальна проблема цивілізованого людства

- 1. Науково-технічний прогрес та екологія.*
- 2. Екологічна конверсія - актуальна проблема цивілізованого людства.*
- 3. Екологічна конверсія в промисловості*
- 4. Екологічна конверсія у сільському господарстві.*
- 5. Екологізація енергетики.*
- 6. Програма екологічної конверсії промисловості та сільського господарства України*

Рекомендована література:

1. Герасимчук А.А., Палеха Ю.І. Основи екології. - Київ, 1999.
2. Загальна гігієна /За ред. акад. АМН України Є.Г.Гончарука. - К.: Вища школа, 1995. - 552 с.
3. Злобін Ю.А. Основи екології: Підручник. - К.: Лібра, 1998. - 250 с.
4. Кучерявий В.П. Екологія. - Львів: Світ, 2000.- 500 с.
5. Одум Ю. Основы экологии.- М.: Мир, 1975. - 290 с.
6. Одум Ю. Экология. - М.: Мир, 1986. - 372 с.
7. Рифлекс Р. Основы общей экологии. - М.: Мир, 1979. - 335 с.
8. Стадницкий Т.В., Родионов А.И. Экология. - М.: Высшая школа, 1988. - 290 с.
9. Чернова Н.М., Былова А.М. Экология. - М.: Просвещение, 1988. - 272 с.

Науково-технічний прогрес та екологія.

Метою НТП є збільшення об'ємів виробництва, урізноманітнення видів продукції та покращення її споживацьких якостей. Однак у другій половині ХХ століття НТП у більшості країн світу виявився зорієнтованим на непропорційно потужний розвиток промисловості на шкоду іншим галузям виробництва та за рахунок майже повного ігнорування екологічного аспекту.

Висока відходність промисловості стала гострою проблемою. Так, у США в рік формується 265 млн тонн екологічно небезпечних відходів, в країнах Європейського Союзу - 35 млн тонн. Світовий об'єм відходів складає 400 млн тонн (П.Бусон, 1989).

Екологічна конверсія - актуальна проблема цивілізованого людства.

Усі види виробництва необхідно екологізувати для зменшення їх несприятливої дії на навколишнє середовище. ***Екологізація*** - це поширення екологічних принципів та підходів на природничі та гуманітарні науки, на виробничі процеси та соціальні явища. У сфері матеріального виробництва екологізація природокористування, на думку М.Пура (1982), включає:

- максимальну ефективність користування ресурсами;
- відтворення ресурсів та їх охорону від виснаження;
- застосування найбільш доцільних способів використання ресурсів.

В області виробництва це - перехід на безвідходні технології, бережне використання невідновлювальних ресурсів, економія енергії, відновлення лісів, повне знешкодження всіх видів відходів до їх надходження у навколишнє середовище. Така зміна виробництва отримала назву ***екологічної конверсії***.

У широкому розумінні вихід із стану екологічної кризи можливий тільки при вирішенні комплексу економічних, екологічних та соціальних проблем на основі концепції екологічної конверсії виробництва, яка відкриває найбільш реальний шлях до загальної екологічної рівноваги. ***Екологічна рівновага*** - це баланс природних та антропогенних процесів, що забезпечує максимальний еколого-соціально-економічний ефект упродовж необмеженого часу.

На сучасному економічному етапі розвитку суспільства найбільшу актуальність має переведення виробництва на мало- та безвідходні технології.

Безвідходна технологія - це такий спосіб виробництва, при якому найбільш раціонально і комплексно використовуються сировина і енергія (будь-які впливи на навколишнє середовище не порушують його нормального функціонування).

Маловідходна технологія - це такий спосіб виробництва, при якому шкідливий вплив на навколишнє середовище не перевищує рівень, що допускається санітарно-гігієнічними нормами, а відходи направляються на тривале збереження чи переробку.

Однією з форм екологічної конверсії є **ренатуралізація** - ліквідація негативних наслідків господарської діяльності інженерними засобами. Головна мета ренатуралізації - відновлення природних екосистем, деградованих та спустошених в результаті господарської діяльності.

Екологічна конверсія в промисловості. Розвиток екологічної кризи поставив складні задачі перед промисловим виробництвом. Виникла необхідність наукового аналізу взаємодії промислового виробництва з природним середовищем, на основі якого почала розвиватись нова галузь екології - промислова екологія. **Промислова екологія** є розділом загальної екології, що вивчає вплив промислового виробництва на навколишнє природне середовище.

Екологічної конверсії, тобто розвитку промислового виробництва з відмовою від екологічно небезпечних технологій потребують багато галузей промисловості. Так, у видобувній промисловості це є зведення до мінімуму втрат сировини при її видобуванні та транспортуванні. Усі супутні продукти видобувної промисловості слід використовувати, сировина та кінцеві продукти повинні правильно зберігатися.

Важливим елементом екологізації виступає розробка технологій виділення та знешкодження відходів. У цьому аспекті важливим є розвиток способів рециклінгу відходів. **Рециклінгом відходів** називають їхнє повторне використання для отримання корисних продуктів. Процес рециклінгу зводиться до первинної сепарації в місцях утворення, сортування та інтегрованої переробки, отримання корисних продуктів або матеріалів.

Технологічні процеси та типи відходів у різних галузях промисловості не однакові. Тому форми їх екологізації різні. Так, у **металургійній промисловості** це - заміна мартенів, де виплавлення сталі відбувається 8-12 годин, на конвертори, що видають метал кожні півгодини. Впроваджуються установки безперервного розливу сталі.

На підприємствах **цукрової промисловості** екологічну конверсію потрібно починати з очистки стічних вод, які забруднюють водойми. Для цього використовують спосіб біологічної очистки за рахунок створення полів зрошення, фільтрації та біологічних ставків. Штучні біоценози із найпростіших, мікробів та черв'яків, що при цьому утворюються, значно прискорюють розклад осаду. Від важких металів можна позбутися шляхом осадження їх спеціальними реагентами.

Світовим лідером у галузі екологічної конверсії промисловості є Німеччина:

- значно знижене використання коксу при виробництві металу (з 850 кг до 359 кг на 1 тону гарячого металу);
- впроваджується безперервне розливання, що дає економію енергії;
- впроваджені пиле- і газоуловлювачі, що знизило викиди пилу до 1,4 кг і менше на 1 тону необробленої сталі (раніше ці викиди перевищували 3 кг).

Екологічна конверсія у сільському господарстві.

Виділяють головні напрямки екологізації агрономії на сучасному етапі розвитку сільського господарства:

- турбота про збереження родючості ґрунту;
- використання мінеральних добрив та хімічна меліорація на суворій науковій основі;
- більш широке застосування методів боротьби з бур'янами, шкідниками, хворобами рослин;
- впровадження комплексу заходів щодо запобігання ерозії ґрунту, включаючи контурно-меліоративне землеробство, полезахисне лісорозведення;
- обмеження використання важкої техніки.

Екологічна конверсія *в галузі обробки ґрунту* запропонована і проводиться в плані заміни плуга плоскорізами та іншими знаряддями. У 1980-84 рр. система була впроваджена у Полтавській області. Досягнуто зменшення ерозії ґрунту, вмісту нітратів у продукції, зменшилось внесення гербицидів. Покращення екологічної стійкості ґрунтів досягнуто при застосуванні безвідвальної обробки чорноземів лісостепу України. Значну перспективу для України має ґрунтоохоронна система землеробства (Терарико А.Г., 1991), якою рекомендується 40-50% ріллі займати багаторічними травами із внесенням тільки високоякісних органічних добрив та сидератів та витриманням оптимального поголів'я худоби.

В системі меліорації передбачається перехід до малого зрошення, зрошування природних кормових угідь у заплавах, екологізація засобів та термінів поливу, контролю якості води (використання для поливу води з мінералізацією не більше 0,5-1,0 г/дм³).

Важливим елементом екологізації тваринництва є знешкодження твердих та рідких відходів. Найбільш екологічно чистою та економічно вигідною є переробка тваринницьких відходів на біогаз. Розроблена технологія його отримання у метантенках.

Екологізація енергетики.

Традиційно людство для отримання енергії використовувало, спочатку, спалювання деревини, пізніше - викопного палива. У певній мірі ці способи доповнювались шляхом використання енергії текучої води. Наприкінці ХХ століття розпочалось впровадження нових альтернативних

способів отримання енергії. Але як традиційні, так і альтернативні енергоджерела мають позитивні та негативні наслідки з точки зору екології.

Атомна енергетика. Перевагами атомних електростанцій (АЕС) являються висока теплотворна здатність палива, на якому вони працюють, мала територія, що займається для їх будівництва. Станом на 1990 р. у світі працювало 430 атомних реакторів, які виробляли біля 400 МВт енергії.

Недоліки атомної енергетики: відносно низький КДД (палива випалюється всього 30-40%), велика кількість радіоактивних відходів, для знешкодження яких поки-що не розроблені ефективні методи, використання при роботі значної кількості води.

Гідроенергетика. Екологічно ГЕС чисті та маловідходні. Але внаслідок їх експлуатації виходять з ладу великі площі землі, цінної для сільського господарства.

Теплові електростанції. ТЕС працюють на викопному паливі, екологічно є найбруднішими: спалювання 1 т кам'яного вугілля призводить до утворення 1,5 кг окислів азоту, 9 кг оксиду вуглецю, 13 кг окислів сірки. Великі ТЕЦ скидають до 90 м³/с теплої води. Разом з тим, є можливості для зменшення екологічних збитків: паливо можна готувати до спалювання (збагачувати, очищати від сірки). У майбутньому передбачається замість прямого спалювання кам'яного вугілля проведення його попереднього газифікування, що зробить нешкідливими продукти згорання та дозволить отримати корисні матеріали (смоли, масла, аміак, сірку).

Вітрові електростанції. ВЕС екологічно чисті і дають дешеву енергію, але займають великі площі, створюють шум та радіоперешкоди, небезпечні для птахів.

Сонячні електростанції. СЕС найбільш екологічно чисті, не мають рухомих частин, довговічні, не створюють небезпечних відходів. У світі загальна площа, яку займають СЕС, досягла 750 тис м², отриманою енергією опалюється та освітлюється більш як 1 млн м² житла. **Недоліками СЕС** являються велика матеріалоемність та значні за розміром площі, що вони займають (для СЕС в 1 млн кВт необхідна площа у 35 км²).

У ряді районів екологічно та економічно вигідними можуть бути:

- геотермальні електростанції, працюють за рахунок теплового градієнту;
- електростанції, що використовують глибинний градієнт температури морської води;
- електростанції, які працюють за рахунок енергії припливів та відпливів.

Але геотермальні електростанції збільшують сейсмічну активність району, можуть викликати локальні осідання ґрунту, а їхня робота супроводжується тією чи іншою кількістю токсичних газів, що викидаються до атмосфери. Собівартість геотермальної енергії зростає через швидку корозію обладнання, оскільки геотермальні води звичайно мають високий вміст сірки.

Екологічна конверсія висуває на порядок денний біоенергетику. Деревина та інші види біомаси непогане джерело енергії. Її можна:

- а) спалювати;
- б) перероблювати на біогаз;
- в) перероблювати на спирт, який придатний для спалювання у двигунах внутрішнього згорання.

Як енергетична сировина дуже вигідний етанол. Він найменше забруднює навколишнє середовище продуктами згорання, енергоємний, але дорогий у виробництві.

Серйозно вивчаються можливості водневої енергетики. Водень можна отримувати гідролізом води з використанням сонячних електростанцій, а потім транспортувати у місця споживання. Спалювання водню практично не дає шкідливих викидів. Вивчається можливість отримання водню і біотехнологічним способом, за рахунок життєдіяльності фотосинтезуючих бактерій.

Програма екологічної конверсії промисловості та сільського господарства України

З отриманням державної незалежності розпочався процес соціально-економічного розвитку України. Він тісно пов'язаний з екологічною конверсією усіх галузей народного господарства. Необхідність в екологічній конверсії витікає з особливостей економіки України, яка перенасичена ресурсоємними та енергоємними виробництвами.

Специфічною українською проблемою є повернення в господарське використання земель, що постраждали від Чорнобильської аварії. У цьому напрямку ведеться велика робота. Так, розроблюються способи знезараження м'яса. Встановлено, що при мокрому засолюванні за спеціальною технологією вдається вивести до 70-80% цезію. При годуванні овець особливим препаратом є ферогексаціаноферат амонію, молекули якого зв'язують цезій-137 ще в шлунку тварин, та самі не засвоюються і в кров'яне русло не надходять. Цей препарат вводиться в спресованому стані та зберігає свою активність в організмі протягом двох місяців.

Для України в умовах приватизації актуальним є вирішення екологічних проблем на малих підприємствах.

Основні напрямки екологізації економіки в Україні:

1. Відмова від розширення діючих та спорудження нових екологічно небезпечних підприємств на території України.
2. Планомірна екологізація сільськогосподарського виробництва.
3. Обов'язковість екологічної експертизи усіх підприємств та виробництв, що відкриваються.
4. Створення правової та нормативної бази для екологічного контролю промисловості та сільського господарства.
5. Введення адміністративної та економічної відповідальності за забруднення навколишнього середовища.

Основні пріоритети національної політики України в галузі охорони довкілля:

- а) підтримка екологічних процесів у природних системах території держави;
- б) збереження біологічного різноманіття в біоценозах;
- в) оптимізація користування природними ресурсами;
- г) забезпечення майбутніх поколінь громадян України сприятливим навколишнім середовищем.

. Питання для самоконтролю:

1. Шляхи екологічної конверсії в різних галузях промисловості.
2. Шляхи екологічної конверсії у сільському господарстві.
3. Варіанти екологізації енергетики.
4. Основні пріоритети національної політики України в галузі охорони довкілля.
5. Основні напрямки екологізації економіки в Україні.

ЛЕКЦІЯ 8

Принципи раціонального природокористування та охорони навколишнього середовища

1. Принципи раціонального природокористування
2. Принципи охорони навколишнього природного середовища України
3. Екологічні права та обов'язки громадян України

Принципи раціонального природокористування

Виникнення зон екологічного лиха, регіонів кризових екологічних ситуацій свідчить про те, що не завжди природокористування мало раціональний характер. Раціональне природокористування має забезпечити повноцінне існування і розвиток сучасного суспільства, але при цьому зберегти високу якість середовища проживання людини. Це досягається завдяки економічній експлуатації природних ресурсів і умов та найефективнішому режимові їх відтворення з урахуванням перспективних інтересів розвитку господарства і збереження здоров'я людей.

Через обмеженість самовідновлювальних і компенсаційних функцій біосфери процеси людської діяльності мають відбуватися в суворих рамках згідно з законами розвитку суспільства і природи та законами взаємодії між ними. Ці закони належить сформулювати так, щоб процес природокористування перебував під суворим контролем і регулювався державою.

Дотримання принципів раціонального природокористування дозволить розробити заходи з охорони довкілля, відновити порушені взаємозв'язки в екосистемах, запобігати загостренню екологічних ситуацій

1) Принцип “нульового рівня” споживання природних ресурсів. Цей принцип використовується в багатьох економічно розвинених країнах для регулювання споживання первинних природних ресурсів у державному масштабі. Називається він так через те, що за нульовий рівень береться обсяг первинних природних ресурсів, використаних підприємством за попередній рік, а на наступний – перевищення цього рівня споживання обмежується в державному масштабі чітко визначеним коефіцієнтом. Дотримання коефіцієнта обов'язкове, оскільки з порушника стягується штраф, який може перевищити прибутки підприємства

2) Принцип відповідності антропогенного навантаження природно-ресурсному потенціалові регіону. Дотримання цього принципу дозволить уникнути порушень природної рівноваги завдяки чітко визначеному збалансованому циклові використання і відновлення.

Порушення законів функціонування природних систем відбувається у двох випадках:

А) за перевищення рівня антропогенного навантаження. Це виражається в надмірній концентрації виробництва, тобто, собівартість виробництва продукції знижується за рахунок збільшення концентрації виробництва. Так виникли регіони гострої екологічної кризи в Донбасі, Придніпров'ї і ін. Крім того, не враховувалися затрати на заходи з охорони довкілля від забруднення відходами виробництва;

Б) за невідповідності спеціалізації виробництва специфіці природно-ресурсного потенціалу. Така невідповідність спостерігається у рекреаційних регіонах України – Криму, Карпатах, де розвиток галузей важкої промисловості та інших екологічно небезпечних галузей призвів до погіршення якості природного середовища.

3. Принцип збереження просторової цілісності природних систем у процесі їх господарського використання. Цей принцип впливає з найважливіших закономірностей взаємопов'язаності змін компонентів природи під впливом антропогенної діяльності. Зміни одного з компонентів природної системи приводить до зміни в інших, а іноді – до змін якостей екосистеми в цілому. Прикладом може бути осушення боліт в областях Українського Полісся.

4. Принцип збереження природно обумовленого кругообігу речовин у процесі антропогенної діяльності. Сутність принципу зводиться не тільки до того, щоб технологічні процеси конкретних виробництв обмежувались циклічністю (ресурс – виробництво – споживання – відходи), а й щоб циклічні процеси являли послідовний ряд стадій виробництва, пов'язаних між собою чи комплексністю переробки сировини, чи по стадійним її використанням. Порушення цього принципу призвело до утворення великої кількості відходів, які включаються в природний кругообіг речовин і змінюють властивості багатьох екосистем у регіоні.

5) Принцип погодження виробничого і природного ритмів. Принцип погодження виробничого і природного ритмів впливає з того, що будь-яка екосистема і кожний її компонент підпорядковується своєму часовому ритмові. Щоб екосистема зберігала рівновагу, необхідно, аби загальна швидкість її внутрішніх процесів керувалася найповільнішою її ланкою, оскільки будь-який антропогенний вплив, що змушує котрусь частину циклу працювати швидше, ніж працює вся екосистема, призведе до порушення стабільності екосистеми.

б) Природні процеси, що проходять у часі, визначаються факторами як короткочасної, так і тривалої дії. Звідси впливає необхідність їх урахування і в поточній, і перспективній виробничій діяльності. Тому необхідним є дотримання такого принципу природокористування, як пріоритетність екологічної оптимальності на

довгострокову перспективу під час визначення економічної ефективності поточного природокористування враховуючи те, що у сфері природокористування всі екологічні негативні наслідки господарської діяльності безповоротні. Дотримання принципів раціонального природокористування доцільне в усіх регіонах незалежно від ієрархічного рівня. Збереження спільної екологічної рівноваги можливе за умови збереження рівноваги природних систем окремих регіонів і навпаки. Крім того, проблема раціонального природокористування не може бути вирішена тільки в регіональних і навіть загальнодержавних межах. Це глобальна проблема, вона властива всій планеті.

Принципи охорони навколишнього природного середовища - це керівні засади організації і впливу екологічних норм права на суспільні відносини в цій сфері.

Основними принципами охорони навколишнього середовища є:

- пріоритетність вимог екологічної безпеки;
- обов'язковість додержання екологічних стандартів, нормативів, лімітів використання природних ресурсів при здійсненні господарської та іншої діяльності;
- гарантування екологічної безпеки середовища для життя і здоров'я людей;
- превентивність - попередження негативних наслідків впливу на природні об'єкти діяльності людей;
- обов'язковість екологічної експертизи;
- екологізація матеріального виробництва;
- поєднання екологічних, економічних і соціальних інтересів суспільства на основі міждисциплінарних знань, екологічних, природничих, технічних та інших наук;
- гласність і демократизм при прийнятті рішень, реалізація яких впливає на стан навколишнього природного середовища;
- безкоштовність загального і платність спеціального природокористування;
- збереження просторового та видового різноманіття;
- цілісність природних об'єктів і комплексів;
- прогнозованість якості стану навколишнього природного середовища;
- платність за забруднення навколишнього природного середовища;
- компенсація шкоди, спричиненої порушенням екологічного законодавства;
- дотримання вимог лімітів використання природних ресурсів;
- поєднання засобів стимулювання при дотриманні вимог екологічного законодавства і юридичної відповідальності при порушенні цих вимог;
- міжнародне співробітництво в екологічній сфері та інше.

Дотримання вказаних принципів створює необхідні умови для відтворення природних ресурсів, забезпечення екологічної безпеки, попередження та ліквідації негативного впливу господарської та іншої діяльності на навколишнє природне середовище, збереження природних ресурсів, генетичного фонду живої природи, ландшафтів та інших природних об'єктів пов'язаних з історично-культурною спадщиною України.

Екологічні права та обов'язки громадян України

Екологічні права та обов'язки громадян України закріплені в Конституції України, Законі України "Про охорону навколишнього природного середовища" та інших нормативно-правових актах.

Екологічними правами громадян є їхні можливості пов'язані із задоволенням потреб та інтересів в екологічній сфері. Кожний громадянин України має право на:

а) безпечне для його життя та здоров'я навколишнє природне середовище;

б) участь в обговоренні та внесення пропозицій до проектів нормативно-правових актів, матеріалів щодо розміщення, будівництва і реконструкції об'єктів, які можуть негативно впливати на стан навколишнього природного середовища, внесення пропозицій до органів державної влади та органів місцевого самоврядування, юридичних осіб, що беруть участь в прийнятті рішень з цих питань;

в) участь в розробці та здійсненні заходів щодо охорони навколишнього природного середовища, раціонального і комплексного використання природних ресурсів;

г) здійснення загального і спеціального використання природних ресурсів;

д) об'єднання в громадські природоохоронні формування;

е) вільний доступ до інформації про стан навколишнього природного середовища (екологічна інформація) та вільне отримання, використання, поширення та зберігання такої інформації, за винятком обмежень, встановлених законом;

є) участь у публічних слуханнях або відкритих засіданнях з питань впливу запланованої діяльності на навколишнє природне середовище на стадіях розміщення, проектування, будівництва і реконструкції об'єктів та у проведенні громадської екологічної експертизи;

ж) одержання екологічної освіти;

з) подання до суду позовів до державних органів, підприємств, установ, організацій і громадян про відшкодування шкоди, заподіяної їх здоров'ю та майну внаслідок негативного впливу на навколишнє природне середовище;

и) оскарження у судовому порядку рішень, дій або бездіяльності органів державної влади, органів місцевого самоврядування, їх посадових осіб щодо порушення екологічних прав громадян у порядку, передбаченому законом.

Україна гарантує своїм громадянам реалізацію вказаних екологічних прав шляхом:

- проведенням широкомасштабних державних заходів щодо підтримання, відновлення і поліпшення стану навколишнього природного середовища;

- обов'язком міністерств, відомств, підприємств, установ, організацій здійснювати технічні та інші заходи для запобігання шкідливому впливу господарської та іншої діяльності на навколишнє природне середовище, виконувати екологічні вимоги при плануванні, розміщенні продуктивних сил, будівництві та експлуатації народногосподарських об'єктів;

- участю громадських об'єднань та громадян у діяльності щодо охорони навколишнього природного середовища;

- здійсненням державного та громадського контролю за додержанням законодавства про охорону навколишнього природного середовища;

- компенсацією в установленому порядку шкоди, заподіяної здоров'ю і майну громадян внаслідок порушення законодавства про охорону навколишнього природного середовища;

- невідворотністю відповідальності за порушення законодавства про охорону навколишнього природного середовища;

- створенням та функціонуванням мережі загальнодержавної екологічної автоматизованої інформаційно-аналітичної системи забезпечення доступу до екологічної інформації.

Екологічними обов'язками громадян України є визначені законом межі необхідної поведінки що є суспільно-бажаною, яка забезпечує збереження навколишнього природного середовища.

Громадяни України зобов'язані:

а) берегти природу, охороняти, раціонально використовувати її багатства відповідно до вимог законодавства про охорону навколишнього природного середовища;

б) здійснювати діяльність з додержанням вимог екологічної безпеки, інших екологічних нормативів та лімітів використання природних ресурсів;

в) не порушувати екологічні права і законні інтереси інших суб'єктів;

г) вносити плату за спеціальне використання природних ресурсів та штрафи за екологічні правопорушення;

д) компенсувати шкоду, заподіяну забрудненням та іншим негативним впливом на навколишнє природне середовище.

Громадяни України зобов'язані виконувати й інші обов'язки у галузі охорони навколишнього природного середовища відповідно до законодавства України.