

Лекція 1.

Тема. Вступ. Екологія як наука.

1. Визначення, предмет і завдання екології
2. Основні розділи екології
3. Історія розвитку екології

В умовах, коли антропогенні зміни торкнулися практично усіх закутків нашої планети й, навіть, найближчого космічного простору, найважливішим завданням сучасності стало глобальне поліпшення, вдосконалення природокористування, обов'язкове екологічне обґрунтування всіх видів господарської діяльності, погодження планів цієї діяльності між країнами, виконання силами міжнародної співдружності глобальних заходів з охорони біосфери планети. У вирішенні цих проблем головна роль належить саме екології. Людство змушене переосмислити ставлення до природи, почати глибоке вивчення генезису та розвитку складних взаємозв'язків і процесів у навколишньому середовищі з метою поєднання інтересів технічного прогресу і захисту довкілля.

На сучасному етапі розвитку суспільства екологія вирішує коло проблем і користується методами, матеріалами, принципами, які виходять далеко за межі суто біологічних наук, незважаючи на те, що окремі вчені продовжують відносити її до біологічних наук. Більшість із них вважає, що екологія сформувалася в принципово нову інтегровану дисципліну, яка поєднує всі природничі, точні, гуманітарні й соціальні науки. Не дивно, що так воно відбулося, оскільки в ідеалі визначення екології звучить так:

Екологія — це наука про взаємовідносини живих організмів між собою та навколишнім середовищем.

Сучасна екологія є однією з головних фундаментальних наук, своєрідною філософією виживання людства. Останнім часом у всьому світі започатковані найрізноманітніші напрями екологічних досліджень, метою яких є забезпечення фахівців необхідною для прийняття рішень екологічною інформацією у всіх сферах діяльності.

Провідним у вивченні екологічної науки є принцип системності — це загальнонауковий філософський принцип, в основі якого лежить поняття про систему. Один із засновників теорії систем Л.Барталанфі (1973) визначив систему як цілісну сукупність елементів, що знаходяться у взаємозв'язку так, що їхнє незалежне існування неможливе. Принцип системності виявився ефективним при вивченні біологічних та екологічних систем. Справді, в природі все зв'язане з усім, тому поняття системи втрачає конкретність і будь-який набір об'єктів може розглядатися як система.

Методологічною основою системного підходу в екології є три головні положення:

1. Будь-яка екологічна система від організму до біосфери являє собою внутрішню погоджену, організовану цілісність, що функціонує як одиничне ціле за рахунок взаємодії компонентів цієї системи. Рівень цілісності біологічних та екологічних систем буває різним і може коливатися. Системи можуть бути досить крихкими або, навпаки, жорстко детермінованими, але та чи інша цілісність залишається фундаментальною властивістю будь-яких систем.

2. Біологічні та екологічні системи динамічні, вони змінюються в тій чи іншій амплітуді, зберігаючи свою цілісність навіть при помітних складі та характері взаємодії компонентів, що їх складають.

3. Системи природи, що нас оточує, мають здатність до розвитку, самоорганізації та ускладнення.

Відповідно до теорії систем вони поділяються на три види:

а) відкриті системи, які обмінюються з навколишнім середовищем речовиною та енергією;

б) закриті системи, які обмінюються з навколишнім середовищем тільки енергією;

в) ізольовані системи, повністю ізольовані від середовища.

Очевидно, що екологія має справу з відкритими системами.

Серед усіх напрямків екології можна виділити дві всеохоплюючі дисципліни: теоретичну екологію і практичну екологію.

Теоретична екологія включає в себе глобальну екологію, екологію живих організмів, яка розвивається за такими напрямками, як екологія людини, екологія тварин, екологія рослин, екологія мікроорганізмів, палеоекологія, ландшафтна екологія, основи біоіндикації, теорія штучних екосистем, радіоекологія тощо.

Практична екологія представлена науками про соціально-економічні фактори впливу людини на довкілля (екологічна освіта, екологічне право, екологія і економіка, національна екополітика, екологічний менеджмент) і науками про техногенні фактори забруднення довкілля (енергетична екологія, промислова екологія, транспортна екологія, військова екологія, космічна екологія).

Об'єктів вивчення екології або її галузевих підрозділів безліч, як і в будь-якій іншій науці. Ці об'єкти своєрідні за внутрішньою структурою та функціями. Але в таких наборах об'єктів можна виділити цілісний об'єкт, що лежить в основі утворення інших екологічних об'єктів. В екології таким об'єктом є екосистема. Живі організми представлені в екосистемах особинами.

Екологія вивчає широке коло об'єктів, але дослідження живого — її центральна задача. Пізнання явищ життя дозволяє сформулювати декілька важливих принципів, пов'язаних з існуванням та функціонуванням живої матерії. Отже:

- *Принцип дискретності* стверджує, що жива матерія не існує як континуальна маса, вона завжди розчленована на дискретні одиниці. Ними є особини рослин та тварин.
- *Принцип найпростішої конструкції* свідчить, що з усіх можливих конструкцій біосистем в природі реалізується найпростіший за організацією варіант. Можливо, це є результатом мінімізації витрат речовини та енергії на формування даної біосистеми.
- *Принцип адекватності конструкції* показує, що біологічні системи відповідають за своєю конструкцією та функціями тому абіотичному середовищу, в якому вони мешкають.
- *Принцип структурно-функціональної єдності* свідчить про наявність відповідності структури функціям та навпаки.
- *Принцип біологічної ієрархії* полягає в наявності в природі біосистем різних рангів та можливості їхнього впорядкування у форму структурних ієрархій, коли кожний вищий член ієрархії базується на нижчих членах цієї ж ієрархії.
- *Принцип найменшої взаємодії з середовищем* поки що залишається дискусійним, але здається досить правдоподібним, оскільки живі організми завжди володіють механізмами захисту від флуктуацій навколишнього середовища. Чим краще захищена жива матерія від непередбачених коливань абіотичних факторів, тим вона стійкіша.
- *Принцип якісної неоднорідності* засвідчує те, що будь-яка біосистема складається з компонентів, якісно не схожих між собою.
- *Принцип зворотних зв'язків* стверджує, що біосистеми самопідтримуються та саморегулюються за рахунок наявності в них різноманітних зворотних зв'язків.
- *Принцип еволюції* полягає в незворотних змінах живих організмів.
- *Принцип адаптації* проявляється в наявності сукупності морфологічних, фізіологічних та популяційних особливостей живих організмів, що забезпечує існування того чи іншого виду в певних умовах середовища. Інша форма елементарних об'єктів в екології — це абіотичні компоненти, що входять до складу екосистем та біосфери.

Залежно від підходу до вивчення природи може бути сформовано декілька різних видів ієрархії. Основними ланками екологічної структурної ієрархії є організми, популяції та екосистеми. Аналіз різних видів біологічної ієрархії засвідчує, що рівень організованості біологічних та екологічних систем знижується в міру підвищення їхнього місця в ієрархії. На нижчих ланках ієрархії системи жорстко організовані, на вищих — все більш і більш крихкі.

Головний предмет дослідження - вивчення особливостей та розвитку взаємозв'язків між організмами, їхніми угрупованнями різних рангів, екосистемами й неживою компонентою екосистем, а також дослідження впливу природних і антропогенних факторів на функціонування екосистем і біосфери в цілому. Виходячи з цього, **основними завданнями екології є:**

1. Вивчення з позицій системного підходу загального стану сучасної біосфери планети, причин його формування та особливостей розвитку під впливом природних та антропогенних факторів (тобто вивчення закономірностей формування, існування та функціонування біологічних систем усіх рівнів у взаємозв'язку з атмосферою, літосферою, гідросферою, техносферою);

2. Прогноз динаміки стану біосфери в часі і просторі.

3. Розробка шляхів гармонізації взаємовідносин людського суспільства й природи, збереження здатності біосфери до самовідновлення та саморегулювання з урахуванням основних екологічних законів і загальних законів оптимізації взаємозв'язків суспільства і природи.

Екологія — це комплексна наука. Вона використовує широкий арсенал різноманітних **методів**, які можна поділити на три основні групи:

1. Методи, за допомогою яких збирається інформація про стан екологічних об'єктів: рослин, тварин, мікроорганізмів, екосистем, біосфери.

2. Методи обробки отриманої інформації, згортання, стиснення та узагальнення.

3. Методи інтерпретації отриманих фактичних матеріалів.

Будь-яке екологічне дослідження починається зі спостережень, відмітною рисою яких є невтручання

спостерігача в процесі, що відбуваються. Такі спостереження можуть здійснюватися, так би мовити, неозброєним оком, що було характерним для екології першої половини ХХ століття.

Як міждисциплінарна наука екологія широко застосовує методи експерименту. Його суть полягає в тому, що до екосистеми свідомо вноситься звичайно якась одна зміна, і через деякий час зіставляються результати спостережень на контрольній (вона обов'язкова) та експериментальній ділянках екосистеми. Але такі класичні однофакторні експерименти в екології мало реальні. Тут більш придатні багатофакторні експерименти, коли змінюються значення одразу багатьох факторів, а стан екосистеми в кінці експерименту оцінюється за багатьма її параметрами. Екологія широко використовує результати стихійних експериментів, що «ставить» сама природа або ж - вони є наслідком виробничої діяльності людини. Так, відоме виверження вулкану Кракатау, що відбулося наприкінці ХІХ століття, знищило все живе на ряді островів Південно-Східної Азії. Ці острови були використані для вивчення природного ходу заростання та заселення вулканічних покладів.

Чимало корисної інформації додає вивчення масових вирубок лісу, створення великих водосховищ і т. ін. У результаті спостережень та експериментів у розпорядженні еколога накопичується сукупність наукових фактів. Але за науковий факт не можна приймати результати будь-якого спостереження.

Певним джерелом фактів для еколога є літературні дані та службова інформація. У зв'язку зі складністю екологічних систем щодо їх вивчення часто *використовують моделювання*. Як модель може виступати матеріальна копія об'єкта екології, звичайно, до певної міри спрощена. Наприклад, акваріум можна розглядати як модель ставка. На таких моделях отримують немало корисної інформації, але в цілому їх значення в екології порівняно обмежене.

На сучасному етапі розроблено багато методів збору інформації про стан біосфери, що є одним з найголовніших завдань екології. Контроль сучасного стану біосфери в цілому чи в межах її окремих складових, збір екологічних даних у межах окремих континентів, їх частин або акваторій, порівняльний аналіз екологічної інформації з різних регіонів земної кулі метою визначення динаміки екологічних ситуацій і можливих біосферних змін здійснюється за допомогою *екологічного моніторингу* навколишнього середовища - системи режимних довгострокових безперервних спостережень за станом довкілля. Найважливішими засобами його є *дистанційні екологічні дослідження*. Вони дають змогу здійснювати зондування земної поверхні у видимому, інфрачервоному, мікрохвильовому діапазонах або з використанням лазерної техніки.

Комплексний моніторинг довкілля повинен забезпечити і своєчасне передбачення екологічної катастрофи, зменшити її силу або відвернути. Від його якості залежить ефективність рішень, що приймаються урядами усіх країн. Система контролю за навколишнім середовищем включає три основних види діяльності:

- 1) спостереження і контроль - систематичні спостереження за станом навколишнього середовища;
- 2) прогноз - визначення можливих змін у природі під впливом природних і антропогенних чинників;
- 3) керування - заходи щодо регулювання стану навколишнього середовища. Будь-який об'єкт випромінює і відбиває електромагнітну енергію відповідно до особливостей його природи. Розбіжності в довжинах хвиль та інтенсивності випромінювання можуть бути використані для визначення властивостей віддаленого об'єкта без безпосереднього контакту з ним.

В оцінці стану навколишнього середовища поряд із дистанційними важливу роль відіграють *наземні методи дослідження: геофізичні, геохімічні та індикаційні*. *Геофізичний метод* передбачає вивчення процесів надходження і перетворення речовини й енергії в геосистемах і екосистемах. Спостереження проводяться у стаціонарних і в напівстаціонарних умовах, на площадках або профілях із застосуванням різної вимірювальної апаратури згідно зі спеціальною програмою. Визначаються елементи радіаційного, теплового і водного балансів, досліджується тепло- і вологообмін між компонентами природного середовища і їх вплив на продуктивність екосистем. Порівняння структури балансів зміненої і непорушеної території дозволяє виявити напрямок і ступінь змін. *Геохімічний метод* полягає у вивченні функціонування природних систем за допомогою аналізу міграції хімічних елементів. Вивчається надходження елементів природним шляхом і в результаті господарської діяльності людини, виявляється інтенсивність їх водної і повітряної міграції, розглядається біологічний кругообіг елементів і його зміни під впливом техногенезу. Аналіз охоплює усі середовища: повітря, атмосферні опади, поверхневі і ґрунтові води, геологічний субстрат, ґрунти і рослини. Геохімічний метод дає можливість визначити закономірності змін хімічного складу навколишнього середовища, спроможності природних систем до самоочищення, виявити напрямки потоків забруднюючих речовин.

Індикаційний метод ґрунтується на можливості визначення стану одного об'єкта за іншим. Головну роль

тут відіграє біоіндикація, а головним біоіндикатором є рослинний покрив. Останній дозволяє виявляти зміни за чотирма ознаками: фізіологічно, морфологічно, фітоценотично і флористично.

Таким чином, комплексний екологічний моніторинг довкілля є джерелом необхідної інформації для прийняття управлінських рішень щодо природоохоронних заходів і вироблення стратегії гармонізації співіснування природи і суспільства.

2. Дуже широкий є спектр підрозділів екології, в який входять спеціалізовані екологічні науки в залежності від об'єкта та предмета дослідження:

— екологія — частина біології, що вивчає відносини організмів (особин, популяцій, біоценозів тощо) між собою та навколишнім середовищем, називається *біоекологією*. До складу біоекології включається екологія особин (аутоекологія), популяцій (популяційна екологія, демекологія) та спільнот (синекологія).

Аутекологія вивчає взаємозв'язки представників виду з оточуючим його середовищем. Вона, головним чином, вивчає межі стійкості виду і його ставлення до різних екологічних факторів: тепла, світла, вологи, родючості і т. п., а також досліджує дію середовища на морфологію, фізіологію і поведінку організму, розкриває загальні закономірності дії факторів середовища на живі організми.

Синекологія аналізує стосунки між особинами, що належать до різних видів даного угруповання організмів, а також між ними і довкіллям.

У тридцять років сформувалася популяційна екологія — *демекологія*, яка вивчає структуру виду: біологічну, статеву, вікову, етіологічну. Описує коливання чисельності різних видів і встановлює їх причини.

Ще виділяють біогеоценологію та біосферологію.

Техноекологія. Сучасна кризова ситуація вимагає *екологізації всіх форм людської діяльності*, врахування законів та вимог екології. В наш час спостерігається бурхлива *екологізація різних технічних дисциплін*, під котрою слід розуміти процес неухильного та послідовного впровадження систем технологічних, управлінських та інших рішень, котрі дозволяють підвищувати ефективність використання природних ресурсів поряд з поліпшенням або хоча б зі збереженням якості природного середовища (або життєвого середовища взагалі) на локальному, регіональному та глобальному рівнях. Існує і поняття екологізації технологій виробництва, сутність котрого полягає в застосуванні заходів щодо попередження негативного впливу виробничих процесів на природне середовище. *Екологізація технологій досягається шляхом розробки маловідходних технологій з мінімумом шкідливих речовин на виході*. Останнім часом в усьому світі життя примусило започаткувати найрізноманітніші напрямки екологічних досліджень з метою забезпечення фахівців необхідною для прийняття рішень екологічною інформацією з усіх сфер людської діяльності. Нині сформувалося близько ста напрямів екологічних досліджень, які можна об'єднати за принципами галузевої належності, взаємозв'язків, взаємопідпорядкованості, пріоритетності, теоретичного та практичного значення (рис. 1.1).

Соціоекологія — вивчає взаємозв'язки суспільства з природою, формує екологічну свідомість, екологічну культуру.

В зв'язку з цим екологія розпалася на ряд наукових галузей та дисциплін, котрі є досить далекими від початкового визначення екології як науки про відносини живих організмів з оточуючим їх середовищем. Але основною засадою всіх сучасних напрямків екології лежать фундаментальні ідеї біоекології.

Екологію за розмірами об'єктів вивчення поділяють на *географічну або ландшафтну екологію*, об'єктами вивчення котрої є крупні геосистеми, географічні процеси, та на *глобальну екологію* — вчення про біосферу Землі.

Стосовно предметів вивчення екологія поділяється на *екологію: мікроорганізмів, грибів, рослин, тварин, людини, сільськогосподарську, прикладну, інженерну та загальну екологію* — теоретичну і узагальнюючу дисципліни.

За середовищами та компонентами розрізняють екологію: суші, прісних водоймищ, морську, високогірну, хімічну тощо.

За підходами до предмета вивчення виділяють аналітичну та динамічну екологію.

В часовому аспекті *розрізняють історичну та еволюційну екологію*.

В системі екології людини існує соціальна екологія, що вивчає взаємовідносини елементарних соціальних груп суспільства та людства загалом з життєвим середовищем.

Прикладна екологія — дисципліна, що вивчає механізми руйнування біосфери людиною, способи запобігання цим процесам, та розробляє принципи раціонального використання природних ресурсів без

деградації життєвого середовища. Прикладна екологія базується на системі законів, правил та принципів екології та природокористування.

Інженерна екологія вивчає вплив промисловості на природу і природи на промисловість, вплив умов природного середовища на функціонування підприємств та їх комплексів. Іншими словами, об'єктом дослідження інженерної екології є системи, що утворилися та тривалий час функціонують внаслідок взаємодії конкретного виду суспільного виробництва з навколишнім природним середовищем, що його оточує.

3. Античний етап розвитку первісних екологічних уявлень найбільш тривалий - понад 10 тис. років. Людина в своїх стосунках з природою робила спроби зрозуміти причини тих чи інших явищ для запобігання їх негативного впливу: вирубка лісів, оранка земель під сільськогосподарські угіддя, захист від повені. Великі паводки привели до уявлення про «Всесвітній потоп». Виверження вулканів наводили на думки про внутрішній вогонь Землі, отже, на її будову і походження. В Давній Греції Анаксагер писав про «панспермію» - невидимі світові зародки життя. Аристотель сформулював уявлення про періодичність палеогеографічних процесів - затоплення і осушення Землі, про залежність землетрусів від космічних причин. До IV ст. до н.е. підноситься початок біологічних досліджень (Аристотель, Теофраст). Тоді з'явилися терміни «хімія» і «алхімія», а в III ст. до н.е. - «географія». В цілому антична доба - це пошуки взаємних зв'язків і взаємної обумовленості процесів у природі.

Лише експериментальні природознавчі дослідження (хімія та ін.) продовжувались в другому етапі розвитку екології (*період Середньовіччя*). Теоретичні ж надбання наук блокувались християнською церквою. Це - етап мракобісся, темряви, інквізиції, боротьби з ідеями, що суперечили релігійним догмам. Розвиток природознавства було призупинено. Палеонтологічні рештки вважались фігурними каменями, грою природи, Божою карою. Лише на Близькому Сході ще продовжувались традиції класичної античної науки про природу і людину. У 1473 р. в Німеччині вперше з'явився термін «геологія» (А. де Бюра), однак в зовсім іншому, ніж сьогодні, значенні - як комплекс «правил і законів земного буття» на відміну від «теології».

Великі географічні відкриття кінця XV-XVIII ст. (Х. Колумб, 1492 р. відкрив Америку, р.; Васко да Гама, 1498 р. - обігнув Африку; Ф. Магеллан, 1521 р. - перше кругосвітнє плавання) разом з і гуманістичними ідеями *Відродження* (Леонардо да Вінчі та ін.) стали могутнім зрушенням у пізнанні природи.

У кінці XVIII-XIX ст. відбулась диференціація природознавства на окремі класичні науки: геологія (геогнозія) біологія, гідрогеологія, палеонтологія, стратиграфія. Починається формування наукових напрямків на стику наук: біогеографії агрохімії, ґрунтознавства, палеогеографії. На цьому етапі з'явився термін «екологія». Екологічні ідеї найбільш розвинулися завдяки відкриттю ботанічних садів, великим дослідницьким експедиціям, появи численних натуралістичних товариств, оформленню теорії еволюційного розвитку, вченим про мікроорганізми, боротьбу видів, фації і формації. Все це привело Е. Геккеля (1866 р.) до терміна «екологія», а К-Ф. Рулье і І-І р.) - до порівняльно-історичного методу. В.О. Ковалевський і І-І р.) - палеоекологія, а за ним О.П. Карпінський, Л. Долло, Е. Зюсс, В.В. Докучаєв, М.О. Головінський широко розвинули вчення про організми і довкілля як у світлі ідей Ч. Дарвіна, так і за самостійними напрямками. Якщо на початку XIX ст. переважали ідеї залежності організмів від довкілля, то наприкінці його вже багато говорили про перетворення природи для людини (конструктивна географія).

В першій половині XX ст. поряд з подальшою диференціацією наук на їх рубежах виникали все нові і нові напрямки. Оформилось вчення про біосферу (В.І. Вернадський, 1926 р. та ін.), про ноосферу як арену активних взаємодій людини і природи, поглиблюються знання про екологічні зони Землі з появою уявлень про сукцесії, екологічні ніші, екосистеми, біогеоценози. Активізуються природоохоронні дії, утворюються нові резервати природи. Великий поштовх розвитку екології спричинили космічні, атомно-ядерні, кібернетичні, біохімічні та інші дослідження. І все ж на цьому етапі стратегія ЛЮДСТВИ продовжувала діяти у відповідності з гаслом: «Ми не можемо чекати милостей від природи, взяти їх у неї - наша задача!».

Сучасний період розвитку екології характеризується переходом від споживацького до бережливого ставлення до довкілля. Нова стратегія: треба зберігати природу, не тільки Червоні книги, а й зберігати людину як біологічний вид. Екологічні дослідження виходять на перший план у всіх науках. Екологія оформляється як крупний самостійний науковий напрямок, що було обумовлено науково-технічною революцією.

Вплив людини на довкілля досяг таких масштабів, які можна назвати критичними, і виникла

необхідність термінової розробки та вжиття заходів, щоб не допустити катастрофічних незворотних наслідків. Ці заходи повинні здійснюватися в державних масштабах при активному міждержавному співробітництві. Екологія при цьому повинна грати роль такої науки, яка б здійснювала функції контролю допустимих змін, розробляла заходи раціонального природокористування, пов'язувала висновки і зусилля різних наук з вивчення взаємодії людини і органічного світу в цілому з навколишнім середовищем.