

ЛЕКЦІЯ 1

Тема: Екологія в системі природничих наук. Етапи розвитку екологічної науки.

Методи досліджень в екології

План

1. Предмет екології.
2. Історія екології.
3. Об'єкт досліджень, мета та завдання сучасної екології.
4. Структура екології.
5. Методи екологічних досліджень.

1. Предмет екології.

Екологія — це наука про взаємозв'язки живих організмів, їх угруповань між собою і довкіллям.

Вперше термін „*екологія*” (грец. ойкос – місце проживання, логос - учення) увів у науковий обіг видатний німецький біолог, природознавець, послідовник Ч. Дарвіна Е. Геккель (1866).

Його визначення: „*екологія – це пізнання економіки природи, одночасне дослідження всіх взаємовідносин живого з органічними і неорганічними компонентами середовища*”.

З часів Геккеля поняття „екологія” доповнювалося, змінювалося, його значення розширювалося або, навпаки, звужувалося.

До середини ХХ століття екологія здобула статус *науки про організацію і функціонування надорганізмених біологічних систем усіх рівнів*.

В останні десятиріччя, коли під впливом агресивно-технократичної природопідкорювальної діяльності людини почала активно розвиватися *глобальна екологічна криза й існування цивілізації опинилося під загрозою*, екологія значно розширила коло своїх наукових та практичних завдань. Широкого розвитку набуло явище *екологізації*, завданням якого стало відвернення глобальної екологічної кризи завдяки об'єднанню зусиль вчених і практиків усіх галузей діяльності.

У теперішній час *екологія* перетворилася на *комплекс фундаментальних і прикладних дисциплін*, головним завдання яких стало збереження життя і цивілізації на планеті, на систему наук про Землю та її оточення, в центрі якої залишаються живі організми та людина.

Нині існує багато визначень екології. Це пояснюється не лише стадією її активного формування, а й тим, що розв'язанням екологічних проблем в житті людства почали займатися вчені практично всіх наукових напрямів – біології, геології, географії, хімії, математики, соціології, економіки.

Біологічні визначення

Екологія – дисципліна, що вивчає загальні закони функціонування екосистем різного ієрархічного рівня.

Екологія – одна з біологічних наук, що вивчає живі системи у їх взаємозв'язках із довкіллям.

Екологія – це біологія Землі.

Екологія – наука про взаємини біосистем з природним довкіллям - Ю.Одум (1975, 1980,1986).

1. „Экология – биология окружающей среды».

2. «Экология междисциплинарная область знаний об устройстве и функционировании многоуровневых систем в природе и обществе в их взаимосвязи».

3. «Сегодня экология сформировалась в принципиально новую интегральную дисциплину, которая связывает физические и биологические явления и создает мост между естественными и общественными науками».

2. Історія становлення і етапи розвитку екології

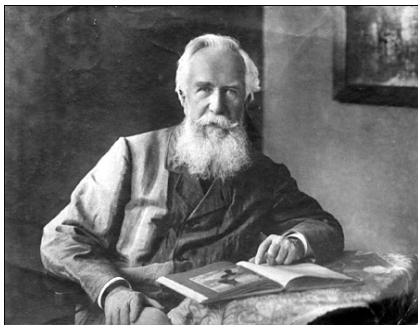
В історії екології як науки можна виділити **3 основних етапи**:

Перший етап (до 60-х років XIX ст.). Зародження і становлення екології як науки. До кінця XVIII ст. йшло накопичення знань про взаємодію рослин і тварин із середовищем існування в рамках ботаніки та зоології.

Кінець XVIII – середина XIX ст. – формування екологічних напрямків в рамках ботанічної географії і зоогеографії.

Середина XIX ст. – 1920 рр. – формування екології рослин і екології тварин як наук про адаптацію до умов навколишнього середовища. 1920–60 рр. – становлення самостійної загально біологічної науки, яка є теоретичною базою охорони природи. Таким чином, у період передісторії екології були закладені основи знань, які отримали розвиток у XX ст.

Другий етап – оформлення екології в самостійну галузь знань (з 1960 р. XIX ст. до 50-х років XX ст.).



Ернест Геккель (1834–1919)

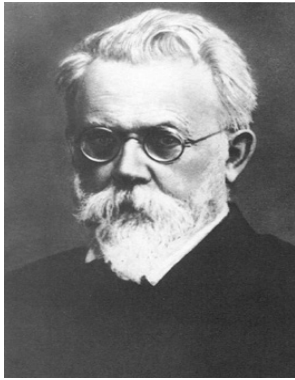
У 1866 році Ернест Геккель вперше вжив термін «екологія» у своїй праці «Общая морфология организмов». У книзі «Натуралистическая теория мироздания» (1868) він надав визначення сутності нової науки:

«Под экологией мы подразумеваем общую науку об отношении организмов к окружающей среде, куда мы относим все «условия существования» в широком смысле этого слова. Они частично органической, частично неорганической природы...»

К неорганическим условиям существования, к которым должны приспособляться все организмы, относятся в первую очередь физические и химические особенности его местообитания, климат (свет, тепло, влажность и электрические свойства атмосферы), неорганическая пища, состав воды, почвы и т. д.

Под органическими условиями существования мы подразумеваем отношение организма к другим организмам, с которыми он вступает в контакт и среди которых большинство способствует его пользе или вредит...».

Володимир Іванович Вернадський, автор праць з філософії природознавства, наукознавства, творець вчення про біосферу та її еволюцію, писав про потужний вплив людини на навколишнє середовище і про перетворення сучасної біосфери в ноосферу – сферу розуму. У 1923–27 рр. створив вчення про Біосферу як глобальну біологічну систему планети Земля.



В.І. Вернадський (1863–1945)

Ідеї В.І. Вернадського можуть бути сформульовані наступним чином:

- 1) спочатку сформувалася літосфера, а потім, після появи життя на суші, – біосфера;
- 2) протягом усієї геологічної історії Землі ніколи не спостерігалися геологічні епохи позбавлені життя; тому сучасна жива речовина генетично пов'язана з живою речовиною минулих геологічних епох;
- 3) живі організми – головний фактор міграції хімічних елементів у земній корі;
- 4) грандіозний геологічний ефект діяльності організмів обумовлений тим, що їх кількість нескінченно велика; і існують вони протягом нескінченно великого проміжку часу;
- 5) основним рушійним фактором розвитку процесів у біосфері є біохімічна енергія живої речовини.

Георгій Францевич Гаузе у 1934 році у своїй праці «Борьба за существование» показав принцип конкурентного виключення у взаємовідносинах «хижак – жертва». У 1940– р. в екології виник новий принцип дослідження природних співтовариств в їх взаємозв'язку з середовищем мешкання.



Артур Тенслі (1871–1955)

У 1935 році англійський ботанік Артур Тенслі – у роботі «Правильное и неправильное использование ботанических терминов» ввів термін «экосистема».



В.М. Сукачов (1880–1967)

Володимир Миколайович Сукачов у 1942 році ввів термін «біогеоценоз».

У період «золотого століття» екології сформувалася сильна група екологів, у складі якої були В.В. Станчинський, Г.А. Кожевников, Д.Н. Кашкаров, С.А. Северцов, Г.Ф. Гаузе та ін.

Третій етап (з 50-х років 20 ст. до теперішнього часу). Перетворення екології на комплексну науку, що включає в себе науку про охорону навколишнього середовища людини.

На сьогодні існують такі напрями у визначенні екології:

1. *класична екологія (біоекологія)*, яка розвивається спеціалістами – біологами, що дотримуються традиційних поглядів на екологію. Біоекологія – основа всієї сучасної екології.

2. *сучасна екологія*. Першим підручником із сучасної екології можна вважати монографію М.Ф. Реймерса «Экология. Теории, законы, правила, принципы и гипотезы». В його працях екологія представлена як вершина природознавства, навколо якого концентруються інші наукові дисципліни.



М.Ф. Реймерс (1931–1993)

На сьогодні сучасна екологія являє собою синтетичну дисципліну, що розвивається спеціалістами в області техніки, енергетики, економіки.

В. Некос (1998) вважає, що сучасну екологію доцільно називати «**неоекологією**». **Сучасна екологія** ХХІ ст. – комплекс наук про будову, функціонування, взаємовідносини багатокомпонентних та багаторівневих систем у Природі та Суспільстві та засоби кореляції взаємного впливу техносфери і біосфери з метою збереження людства і біосфери.

Таким чином, специфіка сучасної екології полягає у перетворенні її із біологічної науки в науку комплексну.

3. Об'єкт досліджень, мета та завдання сучасної екології.

Основний об'єкт досліджень – екосистеми планети всіх рівнів та їх елементи.

Основний предмет досліджень – взаємозв'язки між живими організмами, їх групами різних рангів, живими та неживими компонентами екосистем, а також особливості впливу природних і антропогенних чинників на функціонування екосистем та біосфери в цілому.

Мета досліджень – визначення оптимальних шляхів координації гармонійного еколого-економічного співіснування техносфери та біосфери, принципів і критеріїв ефективної локальної, регіональної та глобальної екополітики.

Основні завдання сучасної екології:

1. вивчення загального стану сучасної біосфери (біологічних систем усіх рівнів), умов його формування, причин і обсягів змін під впливом різних природних і антропогенних чинників;
2. Прогнозування динаміки стану екосистем і біосфери в цілому в часі і просторі;
3. розроблення шляхів гармонізації взаємовідносин суспільства і природи з урахуванням основних екологічних законів, збереження здатності біосфери до саморегуляції і самовідновлення.

4. Структура сучасної екології.

Спочатку екологія займалася в основному вивченням природної історії організмів, способом життя тварин і рослин: де і коли їх можна зустріти, чим вони харчуються, кому вони самі служать їжею, як реагують на зміни в навколишньому середовищі. Проте до кінця 19 століття цей вузький погляд на екологію поступився місцем ширшим уявленням про взаємини між всіма рослинами і тваринами.

На зміну *аутекології*, що вивчає організм з його оточенням, прийшла *синекологія*, що вивчає характерні особливості структури і функції сукупності тварин і рослин тобто угруповань, що формуються під впливом середовища. Вже в сорокових роках XX сторіччя екологи почали розуміти, що біологічне співтовариство і його оточення можна розглядати разом як єдине ціле. Фізичне середовище і біологічний світ в поєднанні один з одним утворюють крупнішу систему – екосистему, в межах якої необхідні для життя речовини здійснюють безперервний круговорот між ґрунтом, повітрям і водою, з одного боку, і між рослинами і тваринами, – з іншою.

Розроблені *концепції біотичного угруповання, харчових ланцюгів, круговороту речовин* та інші допомогли створити теоретичну основу таких розділів екології як екосистемологія та біосферологія.

З розширенням кола проблем, якими займалася екологія, вона впродовж багатьох років вбирала в себе концепції і методи інших областей науки (фізики, математики, хімії, фізіології, генетики, еволюції, агрохімії, тваринництва). В результаті цього екологія пустила від свого стовбура безліч гілок (біологія популяцій, фізіологічна екологія, вивчення енергетики співтовариств тощо).

З кінця 60-70 років XX сторіччя різко розвернулася загальна заклопотаність проблемами навколишнього середовища, що мало глибокий вплив на академічну екологію. Вона вийшла з рамок біології і оформилася в принципово нову інтегровану дисципліну, що зв'язує фізичні і біологічні явища і створює міст між природними і суспільними науками.

Структура сучасної екології налічує близько 90 напрямів та піднапрямів (розділів або підрозділів) сучасної екології, умовно об'єднані у **чотири блоки – біоекологію, геоекологію, техноекологію, соціоекологію.**

1. Біоекологія – вивчає найбільш загальні закономірності взаємостосунків організмів і їх угруповань із середовищем у природних умовах.

Біоекологія – основа всієї сучасної екології. Її основна частина – екологія природних біологічних систем (**аутекологія, демекологія, синекологія, біогеоценологія, біосферологія**).

Аутекологія (факторіальна екологія) – Вчення про екологічні фактори. Класифікує фактори за походженням, досліджує вплив окремих екологічних факторів, їх комплексну дію на живі системи.

Демекологія – екологія популяцій. Вивчає популяційно-видовий рівень організації живої матерії: стан, структуру, способи саморегуляції.

Синекологія (біоценологія) – екологія угруповань (біоценозів).

Біогеоценологія – це наука про структуру, саморегуляцію, функціонування, саморозвиток екосистем різних ієрархічних рівнів організації.

Біосферологія – вчення про біосферу.

До екологічних наук належать:

- **грунтова біологія** – наука про угруповання організмів ґрунту, їх взаємозв'язки;
- **гідробіологія** – наука про водні організми, екосистеми;
- **фітоценологія** – наука про угруповання рослин;
- **радіоекологія** – наука про вплив радіаційного опромінення на окремі організми та їх угруповання тощо.

2. Геоекологія вивчає специфіку взаємовідносин організмів і середовища їх існування в різних географічних зонах, на суші і в океані, в тундрі, тайзі, тропіках, у горах і пустелях; дає екологічну характеристику різних географічних регіонів, областей, районів, ландшафтів, займається географічним картографуванням.

3. Агроекологія – один з розділів прикладної екології. Вивчає взаємозв'язки між компонентами в агроекосистемах (агроценозах), колообіг речовин, енергії під впливом техногенних навантажень.

4. Техноекологія – блок прикладних дисциплін, пов'язаних з такими об'єктами людської діяльності, як енергетика, промисловість, транспорт, військова справа, сільське господарство, космос.

Техноекологія займається:

- вивченням обсягів, механізмів і наслідків впливу на довкілля та здоров'я людини різних галузей і об'єктів діяльності;
- використанням природних ресурсів;
- розробкою регламентацій природокористування і засобів охорони природи;
- проблемами утилізації відходів виробництва та відтворення зруйнованих екосистем;
- екологізацією виробництва.

5. Соціальна екологія – розділ сучасної екології, де вивчається специфічна роль людини в довкіллі як соціальної істоти; шляхи оптимізації взаємовідносин людського суспільства з природою. Тісно пов'язана з географією та соціологією.

Соціологія займається:

- формуванням екологічної свідомості, екологічної культури;
- формуванням законів про екологічне природокористування;
- визначенням принципів та критеріїв екологічного менеджменту;
- екологічним моніторингом;

- формуванням регіональної та глобальної екологічної політики.

Виникли як самостійні напрямки такі науки, як екологія бактерій, грибів, рослин, тварин.

Для об'єднання спільних зусиль перед загрозою екологічної кризи з 1964 р. була розпочата робота за загальною Міжнародною біологічною програмою (МБП). На охорону довкілля, розв'язання багатьох проблем людства спрямована міжнародна програма «Людина та біосфера».

5.Методи екологічних досліджень

В екології застосовуються різні методи та засоби.

Метод екологічного моніторингу. Це спостереження протягом певного часу за змінами в певній місцевості. У зв'язку з цим розрізняють локальний, регіональний і глобальний методи. Дає можливість складати прогнози. Здійснюють моніторинг за допомогою автоматичних і дистанційних пристроїв, що дають змогу спостерігати за небезпечними зонами (Чорнобильської АЕС).

Метод біологічної індикації. Цей метод дає можливість визначити стан екосистем, їх видовий склад, співвідношення певних груп видів.

Метод математичного моделювання. Дає можливість встановити зв'язки організмів в екосистемі, зміни чисельності популяцій залежно від певних факторів, передбачати спалахи чисельності шкідників сільського господарства тощо.

Модель – це абстрактний опис того або іншого явища реального миру, що дозволяє робити прогнози щодо цього явища. Будь-яке екологічне моделювання починається з побудови блок-схеми з чотирма основними компонентами:

E – джерело енергії;

P – властивості;

F – потоки, що зв'язують властивості між собою;

J – взаємодія.

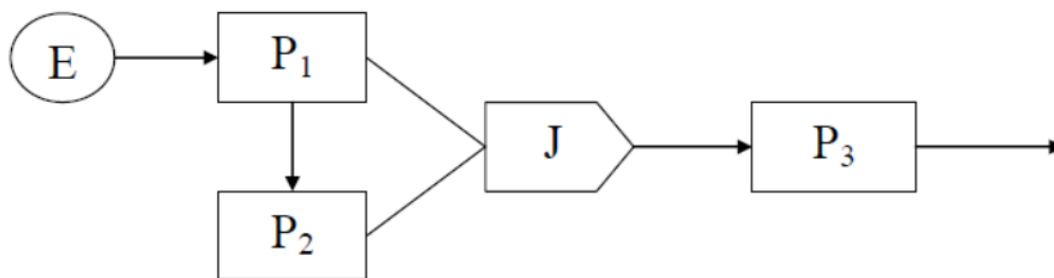


Рис. 1 Загальна схема моделі в екології (за Ю.Одумом).

Наприклад: модель утворення смогу: E = $h\nu$; P₁, P₂ – вуглеводні і оксиди азоту; J – в результаті їх взаємодії утворюється смог P₃, що має синергетичний, такий, що підсилюється, ефект, більш небезпечний для здоров'я ніж вплив окремих газів.

Або модель луко-пасовищних екосистем: E = $h\nu$; P₁ – зелені рослини; P₂ – рослиноїдні тварини; P₃ – всеїдні тварини; J – грає роль перемикача (частка P₁ і P₂ в раціоні P₃ може залежати від сезону, рівня доступності або бути постійною).

За іншою класифікацією, виділяють наступні методи екологічних досліджень:

- загальні методи: системний аналіз; методи формалізації, постановки гіпотез;

- емпіричний, порівняльний, історичний, метод експертних оцінок і т.д.;
- *картографічний та інші графічні методи*: найважливіші для визначення ступенів антропогенного впливу на навколишнє середовище у просторовому вимірі та для наочного його відображення;
 - *нормативні методи*: найбільше значення має розробка нормативів і стандартів якості навколишнього середовища, викидів та інших негативних впливів;
 - *математичні методи*: *методи обробки статистичних даних* (особливе значення мають в біоекології; (окремий науковий напрямок – *біометрія*); *методи математичного моделювання* (найчастіше використовуються в моделюванні процесів забруднення повітря, ґрунтів, гідросфери, ерозійних процесів; у глобальному моделюванні природних процесів та ін.);
 - *інформаційні методи*: найпоширеніші в дослідженнях геоінформаційних систем (ГІС–технології), у формуванні систем моніторингу, управління тощо;
 - *економічні методи*: використовуються в економіці природокористування, екологічній експертизі;
 - *методи прогнозування*: є головнішими в розробці територіальних комплексних програм охорони природи, в цільових комплексних програмах екологічного напрямку, в глобальних прогнозах розвитку людства з урахуванням екологічного аспекту та ін.;
 - *соціологічні методи*: використовуються в соціоекології.

Один аспект екології - прагнення до пізнання ради самого пізнання. Інший - застосування зібраних знань і пояснень для вирішення проблем, пов'язаних з навколишнім середовищем. Ці два аспекти розвиваються одночасно, тому що основні принципи, що виявляються при вивченні природних угруповань, повинні відноситися так само до порушених угруповань. *Наприклад*, знання законів фізики і хімії може передбачити перетворення ірригованих (таких що зрошуються) рівнин на засолену пустелю.

Ще у 1971 році американський біолог та еколог Баррі Коммонер (1917- 2012) сформулював основні екологічні закони, розуміння яких з часом лише набуває актуальності:

1. *Everything is connected to everything else* (Усе пов'язане з усім).
2. *Everything must go somewhere* (Усе мусить кудись діватися).
3. *Nature knows best* (Природа знає краще).
4. *There is no such thing as a free lunch* (За все треба платити).