

504
3-33

А.К. Запольський, А.І. Салюк

ОСНОВИ ЕКОЛОГІЇ



«ВИЩА ШКОЛА»



ЗАПОЛЬСЬКИЙ
Анатолій Кирилович

Доктор технічних наук,
професор кафедри біохімії
та екології харчових
виробництв, директор
Інституту екологічних
проблем у харчовій
промисловості
Національного університету
харчових технологій.

Учасник ліквідації
наслідків аварії на
Чорнобильській АЕС.
Фахівець у галузі розробки
технологій раціонального
використання мінеральної
сировини і водних ресурсів,
комплексної переробки
мінералізованих стічних
та підготовки питних вод,
утилізації відходів виробництв.

Автор близько 300
наукових і навчально-
методичних праць



САЛЮК
Анатолій Іванович

Кандидат технічних
наук, доцент кафедри
біохімії та екології
харчових виробництв
Національного
університету
харчових технологій.
Фахівець у галузі
екології
та сертифікації
харчових виробництв,
комплексної переробки
й утилізації відходів
харчової і переробної
промисловості.
Автор понад 150
наукових і навчально-
методичних
праць

А. К. Запольський, А. І. Салюк

504
323

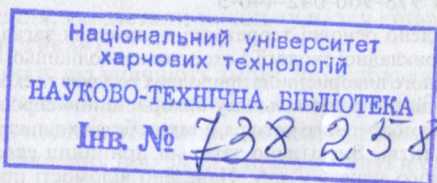
ОСНОВИ ЕКОЛОГІЇ

За редакцією академіка НАН України *К. М. Ситника*

4-те видання, доповнене і перероблене

*Затверджено Міністерством освіти
і науки України*

Підручник для студентів
вищих навчальних закладів



КИЇВ
«ВИЩА ШКОЛА»
2010

УДК 574 (075.8)

ББК 28.081я73

3-33

Гриф надано Міністерством освіти і науки України
(лист від 5 грудня 2007 р. № 1.4/18-Г-2162)

Рецензенти: д-р техн. наук, проф. *І. М. Астрелін* (Національний технічний університет України «КПІ»), д-р техн. наук, проф. *О. Я. Лобойко* (Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»)

Редактори: *Л. С. Канівець, В. С. Зацарний*

Запольський А. К., Салюк А. І.

3-33 Основи екології: Підручник / За ред. К. М. Ситника. — 4-те вид., допов. і переробл. — К.: Вища шк., 2010. — 399 с.: іл.
ISBN 978-966-642-440-5

Викладено основні теоретичні положення загальної екології. Розглянуто аспекти прикладної екології з охорони навколишнього природного середовища, раціонального використання природних ресурсів та екологічної безпеки. Особливу увагу приділено раціональному використанню сировини, тепло- і енергоресурсів, води, атмосферного повітря, а також безвідходних і маловідходних технологій у виробництві. Висвітлено загальні принципи екологізації виробництва та екологічного менеджменту. Наведено відомості про сучасну організацію та правову систему управління екологічною безпекою довкілля, державну програму охорони навколишнього природного середовища, використання природних ресурсів та екологічну безпеку. Окремі розділи присвячено екології міських екосистем, радіаційній екології, екологічним проблемам космосу, військово-промислового комплексу. У 4-му виданні (1-ше вид. — 2001 р.) наведено найновіші дані щодо економічного становища та екологічної ситуації в Україні й у світі загалом.

Для студентів вищих навчальних закладів.

УДК 574 (075.8)

ББК 28.081я73

- © А. К. Запольський, А. І. Салюк, 2001
- © Від наукового редактора,
К. М. Ситник, 2001
- © А. К. Запольський, А. І. Салюк, 2010,
із змінами

ISBN 978-966-642-440-5

Останнім часом екологія, як одна з фундаментальних наук природознавства, привертає меншу увагу дослідників, ніж це було багато років тому. Це пояснюється, з одного боку, завершеністю вивчення більшості природних закономірностей, які характеризують взаємовідносини між біорізноманітністю рослин, мікроорганізмів і тварин та залежність останніх від неживої природи, а з іншого — виникненням нових проблем, породжених антропогенними змінами в біотичному й абіотичному середовищах. Біологи широкого профілю, ботаніки, зоологи, мікробіологи, екологи, медики, технологи, філософи, економісти, інші фахівці почали приділяти велику увагу вивченню навколишнього середовища, виникли нові науки з вивчення довкілля, які дістали загальну назву «інвайронментологія» («інвайронменталістика»).

На жаль, усі дослідники, які вивчають зміни, що відбуваються в довкіллі під впливом діяльності людини, чи створюють безвідходні або маловідходні технології, які сприяють поліпшенню стану довкілля, вважають себе екологами, не маючи навіть уявлення про зміст і предмет науки екології. Я вважаю, що краще дотримуватись міжнародних підходів до наукових визначень та наукової термінології. Тому закликаю колег користуватися при розгляді проблем наук про довкілля термінами й поняттями, прийнятими в усьому науковому світі. Водночас я розумію, що певний час в умовах нашої української дійсності можна користуватись і поняттям «прикладна екологія», як це роблять автори підручника А. Запольський і А. Салюк.

Ці вчені бачать основне завдання прикладної екології у вивченні загальних закономірностей впливу антропогенної діяльності на навколишнє природне середовище. Автори розглядають три основні напрями прикладної екології — раціональне природокористування, захист навколишнього природного середовища від забруднень антропогенного походження та забезпечення екологічної безпеки стабільного функціонування природних екосистем.

Нечувані темпи зростання чисельності населення планети та його потреб призвели до використання надзвичайно великих обсягів різних природних ресурсів і утворення величезної кількості різноманітних відходів. Результатом активної людської діяльності є забруднення води, повітря і ґрунту, глобальне потепління на планеті, руйнування озонового шару атмосфери, випадіння кислотних опадів, вичерпання багатьох природних ресурсів, спустелювання планети тощо. Ці зміни в довкіллі набули загрозливого характеру для подальшого існування людської цивілізації та супроводжуються екологічними кризовими явищами.

У цих умовах узгодження взаємодії людського суспільства з природою потребує певних екологічних знань. Вони необхідні для того, щоб суспільство могло цілеспрямовано поліпшувати навколишнє природне середовище, зберігати єдність із природою. Основи екології вивчають в усіх вищих навчальних закладах України. Актуальним завданням є запровадження екологічної освіти в середній школі. Автори підручника з основ екології добре зробили, що значну увагу приділили висвітленню питань загальної (фундаментальної) екології. Це збагатить теоретичну підготовку майбутніх фахівців.

Сподіваюсь, що підручник А. К. Запольського і А. І. Салюка, написаний на сучасному науковому рівні, буде корисним студентам техніко-технологічних спеціальностей вищої школи, а також усім, хто цікавиться проблемами прикладної екології.

К. М. Ситник,
академік Національної
академії наук України

ПЕРЕДМОВА

*«Люди загинуть від невміння
користуватися силами природи
та від незнання справжнього світу»*

Напис на піраміді Хеопса

Екологія — це наука, що вивчає взаємозв'язок між організмами та їх угрупованнями із середовищем їх існування. Нині жодне з великих практичних питань не вирішується без урахування зв'язків між живими й неживими компонентами природи. Саме екологія є науковою базою раціонального природокористування.

Екологія як окремий розділ біологічної науки склалася наприкінці XIX ст. і розвивається швидкими темпами. Особливо значний інтерес до екології людське суспільство почало виявляти в середині XX ст. після Другої світової війни, що було зумовлено надзвичайно високими темпами зростання чисельності населення планети та відчутними негативними наслідками антропогенної діяльності — нераціональним надмірним споживанням природних ресурсів та утворенням величезної кількості неутілізованих і розсіюваних відходів, що призводить до забруднення води, повітря й ґрунтів та виснаження всіх природних ресурсів, необхідних для нормального функціонування як окремих природних екосистем, так і біосфери загалом.

Вплив антропогенних факторів на біосферу Землі спричинив виникнення небажаних негативних явищ, таких як кислотні дощі, глобальне потепління на планеті, руйнування озонового шару атмосфери, спустелювання, знеліснення, забруднення природного середовища різними токсикантами, що врешті призвело до деградації екосистем та глобальної екологічної кризи в біосфері Землі. Якщо так триватиме й надалі, це неминуче призведе до переростання кризи в екологічну катастрофу, що в кінцевому підсумку ставить під загрозу в недалекому майбутньому існування сучасної цивілізації.

Кризовий екологічний стан спричинений також надто низьким рівнем екологічної науки, освіти та виховання, які зумовили відповідно низький рівень культури й свідомості в людини у ставленні до природи та неспроможність прогнозувати катастрофічні наслідки такої антропоген-

ної діяльності. Тому, починаючи з 60-х років ХХ ст., спостерігається активний рух людської спільноти за захист довкілля від антропогенних забруднень, за підвищення рівня культури й свідомості у ставленні до природи, інтенсивними темпами розвиваються наукові дослідження з екології. З цією метою в багатьох країнах, у тому числі в Україні, запроваджено вивчення екології на всіх рівнях освіти та загальне екологічне виховання населення. Основи загальної екології викладають і при підготовці всіх фахівців у вищих навчальних закладах.

Вивчення основ екології у вищій школі при підготовці фахівців інженерних спеціальностей має на меті вивчення фундаментальних закономірностей у природі стосовно взаємозв'язків живих організмів з навколишнім природним середовищем та формування екологічного світогляду щодо живої природи. Першочерговими завданнями є подолання екологічних кризових явищ у біосфері Землі; запобігання глобальному забрудненню довкілля; раціональне природокористування та забезпечення екологічної безпеки. Ці завдання мають вирішуватися суспільством на всіх напрямках його діяльності. Тому крім вивчення фундаментальних закономірностей загальної екології потрібно вивчати й прикладні її аспекти, спрямовані на вирішення практичних завдань повсякденного життя суспільства.

Одним з основних завдань прикладної екології є створення таких методів і засобів формування та керування природними й природно-антропогенними екосистемами, які забезпечили б їх функціонування, не порушуючи динамічної рівноваги в природі та механізмів саморегуляції біосфери. Навчальна література з прикладної екології для підготовки фахівців різних спеціальностей має висвітлювати й систематизувати широке коло інженерно-прикладних питань екологізації виробництва, що формують необхідну базу сучасного спеціаліста.

Засвоївши матеріал пропонованого підручника, студенти зможуть компетентно орієнтуватися в екологічних проблемах сучасності та займуть мотивовану громадянську позицію у життєвих і професійних явищах сьогодення.

Підручник призначений для студентів техніко-технологічних спеціальностей вищих навчальних закладів. Він може бути корисним для широкого загалу фахівців у галузі екології взагалі, раціонального природокористування, охорони навколишнього природного середовища та екологічної безпеки зокрема.

Автори висловлюють подяку науковому редактору — академіку НАН України К. М. Ситнику і рецензентам — професору, доктору технічних наук О. Я. Лобойку, професору, доктору технічних наук І. М. Астреліну за слушні зауваження та поради, спрямовані на поліпшення підручника.

ПРИКЛАДНІ АСПЕКТИ ЕКОЛОГІЇ ЯК НАУКИ

1.1. ВИЗНАЧЕННЯ МЕЖІ І МЕТОДИ ЕКОЛОГІЇ

Екологія (від грец. «ойкос» — дім, житло та грец. «логос» — вчення) — наука (галузь знань), що вивчає взаємодію організмів та їх угруповань із середовищем існування. Як самостійна наука вона сформувалася наприкінці XIX ст. Термін «екологія» запровадив німецький біолог Ернст Геккель у 1866 р.

Як і будь-яка інша наука, екологія має науковий та прикладний аспекти. *Науковий аспект* — це прагнення до пізнання заради самого пізнання, і щодо цього на перше місце постає пошук закономірностей розвитку природи та їх пояснення. *Прикладний аспект* — це застосування зібраних знань для вирішення проблем, пов'язаних із навколишнім середовищем. Усезростаюче значення сучасної екології полягає в тому, що жодне з великих практичних питань сьогодення не може вирішуватись без урахування зв'язків між живими і неживими компонентами природи.

Основним завданням прикладної екології є *пізнання законів і закономірностей взаємодії людського суспільства з біосферою* (з розвитком космонавтики межі цієї науки розширюються за межі біосфери, а саме — до межі Всесвіту) з метою запобігання порушенню екологічної рівноваги внаслідок антропогенної дії на навколишнє природне середовище і на основі цього розробка заходів для забезпечення екологічної та техногенної безпеки біосфери (Всесвіту). *Екологічна безпека* — це такий стан навколишнього природного середовища, за якого забезпечується збалансований вплив різних факторів (у разі техногенної безпеки — техногенних факторів), що не погіршують функціонування екосистем, здатності біосфери до саморегулювання та не сприяють виникненню небезпеки для здоров'я людей.

Об'єктом дослідження є природні, природно-антропогенні екосистеми і макроекосистема, якою є біосфера (Всесвіт), тобто зміна її властивостей (рослинного й тваринного світу, ландшафту, клімату, геохімічних процесів та впливу на космічний простір) під впливом антропогенної діяльності. Для цього вивчають техногенні забруднення трьох (чотирьох)

середовищ — атмосфери, гідросфери і літосфери (Космосу) внаслідок антропогенної діяльності людського суспільства, зокрема вплив забрудників на навколишнє природне середовище та на живу природу, і на основі встановлених закономірностей розробляють заходи, необхідні для збереження екологічної рівноваги на планеті Земля та раціонального використання природних ресурсів.

До галузей антропогенної діяльності належать промисловість, сільське господарство, військово-промисловий комплекс, житлово-комунальне господарство, транспорт, рекреаційний комплекс, наука і культура тощо. Так сформувалися окремі напрями прикладної екології: екологія промислових екосистем, екологія сільськогосподарських екосистем, екологічні проблеми транспорту, житлово-комунального господарства, харчових виробництв, соціальна екологія тощо. Всі вони об'єднані спільною метою, методами її досягнення та об'єктом дослідження (навколишнє природне середовище — біосфера, Всесвіт) і становлять спільну підгалузь науки екології — прикладну екологію.

Метою прикладної екології є вивчення загальних закономірностей впливу антропогенної діяльності на навколишнє природне середовище (біосферу, Всесвіт), зокрема промисловості, сільського господарства, транспорту, комунального господарства тощо. Екологія промислових екосистем вивчає вплив усіх галузей промисловості на навколишнє природне середовище разом з рослинним і тваринним світом та забезпечення стійкої динамічної рівноваги в природі. Для цього треба запобігати значним забрудненням довкілля, які призводять до порушення цієї рівноваги.

Таким чином, основним аспектом прикладної екології є забезпечення техногенної безпеки біосфери і раціональне використання природних ресурсів у процесі антропогенної діяльності та вплив її на життєдіяльність природних і штучних екосистем. Метою вирішення цього аспекту є забезпечення стабільності цих екосистем, зокрема біосфери як глобальної екосистеми. Якщо аспектом загальної екології є вивчення закономірностей природних екосистем, то аспектом прикладної екології є вивчення природно-антропогенних та антропогенних екосистем (екосистеми міста, виробничого підприємства, сільськогосподарського лану, тваринницької ферми тощо): принципи їх створення та функціонування, вплив на розвиток природних екосистем, зменшення антропогенного тиску на біосферу, розміщення продуктивних сил, раціональне використання сировини та енергії тощо. Отже, сучасна прикладна екологія охоплює два основних аспекти — охорону довкілля та раціональне природокористування — з метою забезпечення стабільного функціонування як окремих екосистем, так і біосфери загалом.

Охорона довкілля вивчає джерела забруднення і вплив їх на окремі екосистеми та біосферу в цілому з метою запобігання їх шкідливому впливу. Основною метою раціонального природокористування є забезпечення споживання природних ресурсів людською спільнотою в таких межах, аби сприяти екологічній безпеці як окремих екосистем, так і біосфери загалом, не порушуючи при цьому стійкості динамічної рівноваги в природі.

1.2. КОРОТКИЙ ІСТОРИЧНИЙ НАРИС РОЗВИТКУ ЕКОЛОГІЇ

Історія виникнення і розвитку екологічних уявлень має давню передісторію і її витоки сягають глибокої давнини. Знання про навколишнє середовище і характер взаємовідносин з ним набули практичного значення ще на світанку розвитку *Homo sapiens* (людини розумної). Спосіб життя первісної людини надавав їй відомості про плоди, які вона збирала, та про тварин, на яких вона полювала й яких використовувала для харчування. Близько 500 тис. років тому наші далекі предки накопичили вже багато знань про їжу, яку вони добували мисливством та збиральництвом. Тоді ж розпочалося використання природних джерел вогню для приготування їжі.

Приблизно 150 тис. років тому люди навчилися добувати вогонь, облаштовувати примітивні житла, опанували способи захисту від ворогів і негоди. З 8-го тисячоліття до н. е. в Азії починають практикувати різні методи обробітку землі й вирощування сільськогосподарських культур. У результаті люди перейшли до осілого способу життя. Це потребувало більш глибоких спостережень за кліматом, уміння передбачати зміну пір року і стан погоди.

Перші спроби впорядкувати процес пізнання природи на науковій основі з'являються вже в епоху ранніх цивілізацій Межиріччя, Єгипту та Китаю. Вивчення природи на цьому етапі мало чітко виражену утилітарну спрямованість. Найбільшого прогресу розвиток наукових уявлень про дійсність досяг в епоху античності (VIII ст. до н. е. — V ст. н. е.). Її початок ознаменувався відходом у пізнанні природи від утилітаризму. На першому плані було прагнення людей до відтворення правдивої картини світу і усвідомлення свого місця в ньому.

Особливий інтерес мислителі Давньої Греції і Риму виявили до питань виникнення і розвитку життя на Землі, а також до встановлення зв'язків предметів і явищ навколишнього світу. Так, давньогрецький філософ, математик і астроном Анаксагор (близько 500—428 рр. до н. е.) запропонував одну з перших теорій походження світу й живих істот, що його населяють. Згідно з його уявленнями першими на світ з'явилися рослини, а вже слідом за ними прийшли тварини.

Давньогрецький філософ і лікар Емпедокл (близько 487—424 рр. до н. е.) велику увагу приділив опису походження і подальшого розвитку життя на Землі. У працях великого філософа, вченого-енциклопедиста Аристотеля (384—322 рр. до н. е.) та його учня — «батька ботаніки» Теофраста Ерезійського (371—280 рр. до н. е.) описано багато видів тварин та наведено відомості про своєрідність рослин у різних умовах, залежність їхнього росту від типу ґрунтів і клімату. Аристотель створив першу з відомих класифікацій тварин, а також заклав основи описової й порівняльної анатомії. Відстоюючи ідею єдності природи, він висловлював думку про походження більш досконалих видів тварин і рослин від менш доскона-

лих. Останні ведуть свій родовід від найпримітивніших організмів, які виникли шляхом самозародження.

Вивчення середовища проживання і взаємовідносин людини й природи, розпочате давньогрецькими вченими, було продовжене в епоху розквіту Стародавнього Риму. Так, римський поет і філософ Лукрецій Кар (близько 99—55 рр. до н. е.) слідом за своїм духовним учителем, давньогрецьким філософом Епікуром (близько 342—270 рр. до н. е.) стверджував, що природою правлять певні закони, пізнання яких покликане позбавити людей від страху перед смертю, богами й силами природи. Зростання могутності людини він пов'язував з розвитком у неї особливих механізмів пристосування до умов існування, що робить людей більш конкурентоспроможними з іншими різновидами живих істот. Ще раніше подібні думки висловлював Емпедокл.

Давньогрецький географ, геолог і історик Страбон (близько 64—24 рр. до н. е.) написав 17-томну «Географію», яка містила цінні відомості з геології, фізичної географії, етнографії, зоології й ботаніки. Він інтерпретував викопні раковини молюсків як скам'янілі рештки найдавнішої морської фауни, що опинилися на суші в результаті підняття відповідних ділянок морського дна.

Римський природознавець Пліній Старший (23—79 рр. н. е.) склав 37-томний твір «Природна історія», де навів відомості з астрономії, географії, етнографії, метеорології, зоології та ботаніки. Він описав велику кількість рослин і тварин та вказав місця їх зростання і проживання. Певний інтерес становить його спроба порівняння людини й тварин.

В епоху Відродження особливого розвитку набули роботи перших систематиків А. Цезальпіна (1519—1603), Д. Рея (1627—1705), Ж. Турнефора (1656—1708) та інших про залежність рослин від умов проростання, обробітку, про місця їх поширення. У працях А. Реомюра про комах (1734), А. Трамбле — про гідр та моховаток (1744) наведено багато екологічних відомостей. У працях XVIII ст. С. П. Крашенинникова, І. І. Лепьохіна, П. С. Палласа та інших російських географів і натуралістів вивчалися впливи на взаємопов'язані зміни клімату, рослинного й тваринного світу.

Французький натураліст Ж. Л. Бюффон (1707—1788), автор 36-томної «Природної історії», вивчав вплив зовнішніх умов на будову організму тварин і висловив думки про єдність тваринного й рослинного світу, про їх життєдіяльність, поширення та зв'язки із середовищем проживання, відстоював ідею зміни видів під впливом умов середовища. Він звернув увагу сучасників на надзвичайну подібність у будові тіла людини і мавпи.

Значним внеском у справу формування уявлення про місце людини в природі стало складання шведським природознавцем Карлом Ліннеєм (1707—1778) системи-класифікації рослинного і тваринного світу, згідно з якою людину було включено в систему тваринного царства і віднесено до класу ссавців, ряду приматів, у результаті людський вид дістав назву *Homo sapiens*.

Видатною подією XVIII ст. стала поява еволюційного вчення французького природодослідника Жана Батіста Ламарка (1744—1829), згідно з якою головною причиною розвитку організмів від нижчих форм до вищих є притаманне живій природі прагнення до вдосконалення організації, а також вплив на них різних зовнішніх умов. Зміна зовнішніх умов спричинює зміни потреб організмів.

З появою на початку XIX ст. біогеографії екологічне мислення набуває подальшого розвитку. Цьому сприяють праці О. Гумбольдта з географії рослин (1807), К. Глогера про зміни птахів під впливом клімату (1833), Т. Фабера про особливості біології північних птахів (1826), К. Бергмана про географічні закономірності у зміні розмірів теплокровних тварин (1848). О. Декандоль детально описав вплив окремих факторів середовища на рослини.

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.

У 1866 р. завдяки Е. Геккелю нова галузь знань, що пов'язувала взаємовідносини живих істот та їх зв'язки з неорганічними компонентами середовища («боротьба за існування»), дістала назву «екології». В другій половині XIX ст. змістом екології було в основному вивчення способу життя рослин і тварин та адаптації їх до кліматичних умов. У цій галузі ботанік Й. Вармінг обґрунтував поняття про життєву форму (1895). А. М. Бекетов (1825—1902) виявив зв'язок особливостей аналітичної й морфологічної будови з їх географічним поширенням. У 1877 р. німецький гідробіолог К. Мебіус обґрунтував уявлення про біоценоз як закономірне поєднання організмів у певних умовах середовища. Праці російських учених С. І. Коржинського та Й. К. Пачоського сприяли відособленню вчення про рослинні угруповання в окрему галузь ботанічної екології. Визначальні положення вчення про ліс, як цілісну природну систему, розробили Г. Ф. Морозов і В. М. Сукачов.

На початку XX ст. сформувались екологічні напрями гідробіологів, фітотенологів, ботаніків і зоологів, у кожному з яких розвивались певні напрями екологічної науки. На III Ботанічному конгресі в Брюсселі в 1910 р. екологія рослин розділилась на екологію особин (аутекологію) 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 XX 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. Ра-

менського. О. П. Шенникова, за кордоном — Ф. Клементса у США, К. Раункієра в Данії, Г. Дю Ріє у Швеції, І. Браун-Бланке в Швейцарії. У 30—40-х роках з'явилися зведення з екології тварин, у яких наводилися теоретичні проблеми загальної екології: К. Фрідерікса (1930), Ф. Боденгеймера (1938) та ін. У 1938 р. Д. М. Кашкаров опублікував перший підручник у Радянському Союзі з основ екології тварин. Біоенологічні основи паразитології розробляли В. О. Догель, Є. М. Павловський і В. М. Беклемішев.

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. Северцова, С. С. Шварца, М. О. Наумова, Г. О. Вікторова, Є. Н. Сімської та ін.

У 1935 р. англійський учений А. Тенслі запровадив поняття екосистеми. Американський учений Р. Ліндемман 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, стабільність і функціонування якої ґрунтуються на екологічних законах забезпечення балансу речовини й енергії. Запроваджений ним у вивчення біосфери кількісний підхід дав змогу оцінити масштаби біогеохімічного колообігу речовин. 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 університету. В. В. Стачинський (1933) обґрунтував поняття біогеоценозу, як функціональної єдності біоценозу та абіотичних факторів. У 1940—1980 рр. широке визнання наукової громадськості здобули екологічні дослідження І. Г. Підоплічка, Ф. А. Гриня, С. М. Стойка, П. С. Погребняка, Д. В. Воробйова, О. Л. Бельгардта, А. П. Травлєєва, присвячені раціональному природокористуванню, екології лісу і ландшафтів. Праці академіка М. Г. Холодного є вагомим внеском до розробки концепції про геохімічні цикли. На сучасному етапі досить широко відомі екологічні праці М. Н. Голубця, К. М. Ситника і Ю. Р. Шеляг-Сосонка, в яких розвинено концептуальні та методологічні основи сучасної екології. Аналізу філософських проблем у системі «людина — природне середовище» присвячені праці В. С. Крисаченка. Вагомий внесок у розробку проблем прикладної екології зробили вчені з інститутів Національної академії наук України та Міністерства освіти і науки України, робота яких була спрямована на вивчення загальних закономірностей у природних, природно-антропогенних та антропогенних екосистемах, вплив антропогенної діяльності на навколишнє природне середовище та раціональне природокористування. Останнім часом виконано багато робіт, спрямованих на запобігання негативному впливу антропогенної діяльності на навколишнє природне середовище.

1.3. РОЗДІЛИ І ТЕМАТИКА ЕКОЛОГІЇ ТА ЗВ'ЯЗОК ЇЇ З ІНШИМИ НАУКАМИ

Для того щоб краще зрозуміти предмет і завдання екології як науки, схарактеризуємо взаємозв'язки її з іншими біологічними науками, скориставшись прийомом Ю. Одума (1975). Образно зобразимо структуру біології у вигляді «шарового пирога» (рис. 1.1). Розрізавши його на частини по горизонталі, отримаємо фундаментальні науки — молекулярну біологію, морфологію, фізіологію, генетику, теорію еволюції, біологію розвитку, екологію та ін., що вивчають основні властивості життя і не обмежуються дослідженням окремих груп організмів. Якщо розріжемо цей «пиріг» по вертикалі, то дістанемо «таксономічні» науки, що займаються вивченням природних груп живих організмів, — ботаніку, зоологію, мікробіологію та ін. Кожна з цих наук об'єднує окремі науки, що мають справу з порівняно вузькою групою живих організмів. Відповідно до цього зоологію можна розділити на протозоологію, ентомологію, іхтіологію, орнітологію і т. ін.

Екологія належить до фундаментальних розділів біології і є складовою частиною всього таксономічного підрозділу. Тому можна говорити про екологію рослин, екологію тварин, екологію мікроорганізмів та ін. Розглядаючи більш часткові елементи цих розділів, можна виділити екологію людини, птахів, риб, комах тощо.

У свою чергу, екологія поділяється ще на чотири горизонтальні рівні (рис. 1.2), що відповідають різним рівням біологічної організації: від особини (аутекологія) через популяцію (демекоелогія) і співтовариство (син-

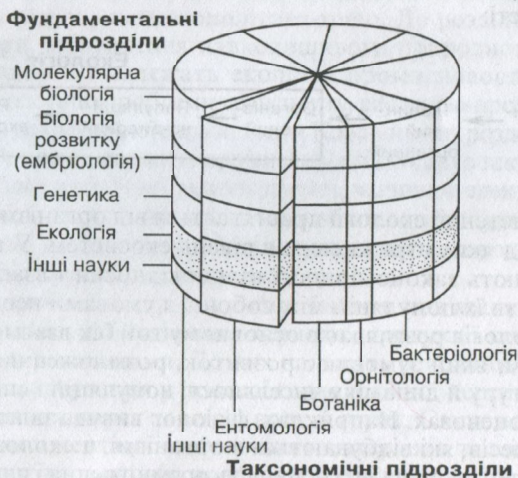


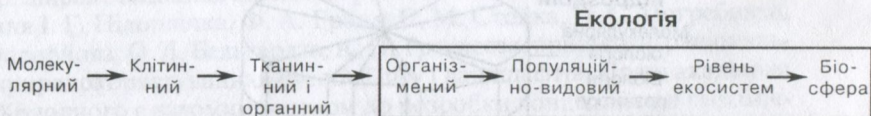
Рис. 1.1. «Шаровий пиріг» біології (за Ю. Одумом)



Рис. 1.2. «Шаровий пиріг» екології

екологія) до екосистеми (екологія екосистем) і біосфери (екологія біосфери).

З метою точнішого визначення сфери компетенції екології розглянемо спектр рівнів організації живої матерії. Його можна подати у вигляді такої послідовності:



Сфера компетенції екології простягається від організменого рівня до біосфери, серед яких стрижневим є рівень екосистем. У поле зору екології потрапляють закономірності взаємовідносин і взаємозв'язків окремих особин та їх популяцій між собою і з умовами неорганічного середовища. Екологія розглядає в основному той бік взаємодії організмів із середовищем, який зумовлює розвиток, розмноження та виживання особин, структуру й динаміку чисельності популяцій і співтовариств та їхню роль у біоценозах. Наприклад, фізіолог вивчає залежність від температури процесів, які відбуваються в організмі, а еколог — як впливають зміни температури на інтенсивність розмноження і плодючість організмів, тривалість їх онтогенезу, на характер трофічних зв'язків, швид-

кість і напрям біологічних процесів, що беруть участь у колообігу речовин в екосистемах.

Взаємовідносини особин або груп особин того чи іншого виду з умовами середовища є предметом одного з основних розділів загальної екології — *аутекології*. Для еколога важливі ті взаємовідносини, які дають змогу з'ясувати місце і роль досліджуваного виду та зумовлюють найголовніші його зв'язки з іншими належними до екосистеми видами.

Як окремий підрозділ аутекології можна розглядати популяційну екологію (демекологію), завданням якої є вивчення структури й динаміки чисельності популяції окремих видів. Демекологія пов'язана з вирішенням таких проблем, як механізми регуляції чисельності організмів, оптимальна густина і допустимі норми їх відбору з популяції використовуваних видів, наприклад у разі промислового лову, знищення або ослаблення популяцій у випадку боротьби з шкідниками сільського господарства. До аутекології дуже близька *етологія* — наука про поведінку тварин.

Вивченням живої природи на рівні екологічних систем займається *син-екологія*, або *біоценологія*, тобто вчення про співтовариство рослин, тварин і мікроорганізмів, їх взаємодії один з одним і з неорганічним середовищем проживання. Нині біоценологія переросла в науку про екосистеми, яку стосовно до біоценозів суші називають *біогеоценологією*.

Прикладна екологія охоплює такі підрозділи, як раціональне використання природних ресурсів, охорону навколишнього природного середовища, науки про соціально-економічні фактори впливу на довкілля та науки про техногенні фактори його забруднення. До розділу наук про соціально-економічні фактори впливу на довкілля (*соціоекологія*) належать такі підрозділи, як екологічна освіта, екологічне право, екологія народонаселення, урбоекологія, екологічний менеджмент, екологічний аудит, міжнародна та національна екополітика тощо. До розділу наук про техногенні фактори забруднення навколишнього природного середовища (*техногенна екологія*) належать екологія промисловості, енергетики, агроєкологія, екологічні проблеми транспорту, військово-промислового комплексу, космосу, рекреаційної справи тощо. Кожний з цих розділів поділяється на підрозділи. Зокрема, екологія промисловості об'єднує такі підрозділи, як екологічні проблеми хімічної, металургійної, паливної, електричної, машинобудівної, легкої, лісгосподарської промисловості та будматеріалів, харчових виробництв тощо. Агроєкологія поділяється на агрохімічну й меліоративну екологію та екологію тваринництва.

Екологічні проблеми харчових виробництв пов'язані з вирішенням завдань запобігання забрудненню харчової продукції шкідливими для здоров'я людини речовинами. До них належать речовини, що потрапляють у продукти харчування у процесі технологічної переробки та транспортування, а також через повітря, воду й ґрунт. Сюди належать також забруднення компонентами пакувальних матеріалів та мікроорганізмами. Для виробництва харчових продуктів треба використовувати такі технології, які завдають мінімальної шкоди довкіллю або не завдають її

мінімальної шкоди довкіллю
харчових технологій

НАУКОВО-ТЕХНІЧНА БІБЛІОТЕКА

Інв. №

738258

зовсім. Однак чи можна розглядати екологічні проблеми транспорту, харчових виробництв та інші розділи як складові прикладної екології? Так, у цьому випадку йдеться не про одне окреме виробництво, а про всі виробництва харчової галузі, які вирішують спільну проблему разом з іншими галузями промисловості зокрема і антропогенної діяльності загалом. Підсумовуючи, можна сказати, що прикладна екологія має на меті забезпечення стійкої динамічної природної рівноваги в біосфері (космосі), здатної до самовідновлення та саморегулювання.

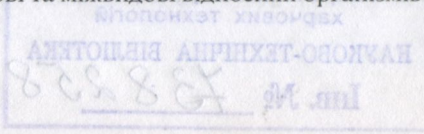
Тематика екології часто перетинається з тематикою інших галузей біології: фізіології, генетики, біофізики, теорії еволюції тощо. Це визначає формування багатьох проміжних і синтетичних напрямів, таких як цито-екологія, екологічна фізіологія, продукційно-енергетична екологія, еволюційна екологія та ін.

Екологія тісно переплітається з небіологічними науками — фізикою, хімією, геологією, географією та ін. Екологічний підхід до вирішення географічних і фізико-географічних проблем наочно виявляється в гідробіології: вивчення сукупності організмів, які населяють товщу води і дно, проводять разом з дослідженнями різних факторів води, припливно-відпливних явищ, циркуляції водяних течій тощо.

На стику з геологією і палеонтологією виникла *палеоекологія*, яка відтворює екологічні зв'язки вимерлих видів рослин і тварин на основі будови викопних форм та умов їх захоронення. В результаті поєднання екологічного підходу з принципами ландшафтознавства з'явилась *екологія ландшафту* — напрям, який тісно пов'язаний з проблемами раціонального використання, відтворення та охорони природних ресурсів. Впровадження в екологію принципів термодинаміки створило *продукційно-енергетичну екологію*, яка досліджує закономірності розсіювання потоку енергії в трофічних ланцюгах. Залучення даних про вплив живих організмів на кору вивітрювання сприяло створенню В. В. Докучаєвим сучасного ґрунтознавства.

1.4. ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА ЯК РОЗДІЛ ЕКОЛОГІЇ

Охорону навколишнього середовища розглядають зазвичай як комплекс міжнародних, державних, регіональних, локальних, адміністративно-господарських, технологічних і громадських заходів, спрямованих на збереження та забезпечення раціонального природокористування, відновлення, охорону та примноження природних ресурсів для блага людського суспільства і підтримання біологічної та екологічної рівноваги біосфери. Вчені західних країн розрізняють, як правило, науку екологію і науки про навколишнє середовище. Екологія вивчає групи факторів середовища, які впливають на організми: абіотичні (неживої природи — температура, вологість повітря й ґрунту, світло, хімічний склад атмосфери, води, ґрунту та ін.), біотичні (різні внутрішньовидові та міжвидові відносини організмів у природному угрупованні).



ванні) і антропогенні (вплив діяльності людини на живу природу). Охорона природи розглядає тільки третій фактор — вплив людини на середовище, який, проте, не в усьому збігається із загальноекологічним підходом.

Охорона природи — і ширша, і вужча від розділу екології, що досліджує вплив антропогенного фактора на природу: вужча — тому що аналізується не будь-яка дія, а лише та, наслідок якої може мати значення для життя людського суспільства; ширша — оскільки розглядається вплив антропогенного фактора не лише на органічний світ, а й на неживу природу. Відмінність між екологією і охороною природного середовища полягає ще й у масштабах досліджуваних об'єктів. Якщо охорона навколишнього середовища розглядає вплив факторів на рівні мікро- та мезоекосистем, то екологія — на рівні біосфери. Однак це збільшення масштабу не призводить до зміни мети, об'єкта, предмета й методу дослідження, воно лише розширює його межі.

Спочатку сформувалася загальна екологія як розділ загальної біології. Далі сформувалася охорона навколишнього природного середовища в результаті технічного розвитку антропогенезу. Проте між ними існував розрив, і лише екологія поєднала ці два розділи науки і стала їх спільною теоретичною базою. Нині формується новий напрям — екологія техногенних екосистем. Його правильніше було б назвати «Техногенна безпека біосфери». Метою останнього є дослідження генезису забруднень біосфери внаслідок розвитку техногенних процесів різних виробництв та запобігання цим забрудненням.

1.5. ЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН В УКРАЇНІ

До недавнього часу розвиток людського суспільства і самоочищення навколишнього природного середовища від техногенних забруднень перебували в динамічній екологічній рівновазі. Проте останніми роками інтенсивне зростання населення планети, надзвичайно інтенсивний розвиток промисловості, сільського й комунального господарства та інші чинники антропогенної дії на навколишнє природне середовище, незважаючи на колосальні екологічні резерви біосфери, призвели до різних негативних наслідків, з якими біосфера впоратися не здатна. Насамперед це стосується забруднення біосфери хімічними речовинами — ксенобіотиками (не властивими природі), порушення природних геохімічних циклів, а також інтенсивного, нерационального використання природних ресурсів, що перешкоджає природі самовідтворювати відновні ресурси. Невідновні ресурси вичерпуються швидше, ніж людське суспільство здатне перебудувати власну економіку, власну господарську діяльність. Екологічна ситуація в Україні характеризується як кризова. Цьому сприяють структурні деформації господарства, за яких перевага віддавалась сировинно-видобувним галузям промисловості, використання значною мірою енерго- та ресурсомістких технологій без будівництва ефективних очисних споруд.

Серед головних причин, що призвели до незадовільного стану довкілля, можна назвати такі:

- застарілі технології виробництва з високою енерго- та матеріаломісткістю, що перевищують у два-три рази відповідні показники в розвинутих країнах;
- високий рівень концентрації промислових об'єктів у деяких регіонах;
- відсутність ефективних природоохоронних технологій (зворотних систем водозабезпечення, очисних споруд тощо), незадовільний рівень експлуатації існуючих природоохоронних споруд;
- відсутність ефективного правового й економічного механізмів, які сприяли б використанню екологічно безпечних технологічних процесів.

Карту еколого-економічної збалансованості території України (А. А. Барановський, П. Г. Шищенко, 2005) у спрощеному вигляді подано на вклейці. Вона характеризує техногенне навантаження на природне середовище, що складається з показників соціально-економічної освоєності території і забрудненості природного середовища (атмосферного повітря, природних вод і ґрунтів); стійкості природного середовища та його складових до техногенного навантаження; природно-екологічного та природно-ресурсного потенціалів території; інтегральної оцінки еколого-економічного потенціалу території України.

Аналіз і оцінювання інтегрального еколого-економічного потенціалу території виконане в межах природно-сільськогосподарських районів за формулою $K_{36} = E + P + C - T$, де K_{36} — еколого-економічний потенціал території; E — природно-екологічний потенціал; P — природно-ресурсний потенціал; C — потенціал стійкості природних ландшафтів; T — величина техногенного навантаження на природне середовище (див. кольор. вклейку). На основі оцінки еколого-економічного потенціалу авторами карти проведено еколого-економічне зонування території України. Серед групи областей з нижчим від середнього рівнем збалансованості розвитку є поліські області, Вінницька, Кіровоградська, Полтавська, Сумська, Харківська, Черкаська області, з низьким — Донецька, окремі райони Дніпропетровської і Запорізької, південні райони Луганської областей. Вищим від середнього та високим рівнем збалансованості характеризуються Закарпатська, Івано-Франківська, Львівська, Одеська області та південна частина Автономної Республіки Крим.

Найбільшими забрудниками атмосферного повітря є підприємства теплоенергетики, які викидають близько 29 % усіх шкідливих забруднень. Теплова енергетика сприяє також значному забрудненню земель унаслідок накопичення великої кількості таких відходів, як золи, шлаки та пил. Металургійна промисловість разом із суміжними та допоміжними виробництвами є однією з найбільш «забруднювальних» галузей промисловості. Її викиди становлять 38 % загальної кількості забруднювальних речовин. Підприємства нафтохімічного комплексу у великій кількості викидають у довкілля вуглеводні, сірководень, сульфатну кислоту, ртуть, сполуки Флуору та ін.

Висока концентрація в окремих регіонах хімічних та нафтохімічних підприємств призвела до значного забруднення джерел водопостачання. Хімічні підприємства викидають у відкриті водойми близько 70 млн м³ неочищених або недостатньо очищених стоків, утворюють великі обсяги відходів, серед яких значна кількість — токсичні.

Підприємства нафтогазового комплексу за рівнем шкідливого впливу на довкілля вважають об'єктами підвищеного екологічного ризику. Вони є потенційними джерелами забруднення, що може статися в разі порушення технологічних режимів роботи устаткування або аварій.

Україна з її багаторічною енергетично-сировинною спеціалізацією та низьким технологічним рівнем промисловості належить до числа країн з найвищими абсолютними обсягами утворення та накопичення відходів. Щороку в поверхневих сховищах складається понад 1,5 млрд т твердих відходів. У різних звалищах, шламосховищах, відвалах і териконах нагромаджено понад 20 млрд т відходів, які займають близько 130 тис. га земель. Значна кількість відходів (до 90 %) утворюється на підприємствах гірничодобувної промисловості під час розробки родовищ та збагачення корисних копалин. На сьогодні утилізують лише третину загальної кількості відходів. При цьому частка вторинної сировини в загальному споживанні ресурсів не перевищує 15 %.

До категорій високотоксичних належать до 2 % усіх промислових відходів. Однак до цього часу в Україні не збудовано жодного спеціалізованого підприємства з переробки таких відходів. Ця проблема ускладнюється ще й тим, що не існує організованої належним чином системи збирання та зберігання токсичних відходів, немає техніки й обладнання, бракує моніторингового контролю якості стічних вод та заохочення підприємств самостійно вирішувати власні екологічні проблеми. Тому часто токсичні відходи, наприклад гальванічні шлами та промивні води, в значних обсягах потрапляють у каналізаційні стоки.

Порушення норм якості води досягло рівнів, що призводять до деградації водних екосистем, зниження продуктивності водойм. Значна частина населення країни вживає неякісну воду, що загрожує здоров'ю нації. Втрати свіжої води на одиницю виробленої продукції перевищують показники розвинених країн Європи в 2,5—4,5 рази.

Поверхневі води України належать здебільшого до дуже забруднених. Найбільш забруднені ріки — Дніпро, Сіверський Донець і ріки Приазов'я. Чорне море, відоме своїми рибними багатствами, за останні тридцять років перетворюється на стічну яму для половини Європи. До основних забруднювальних речовин належать нафтопродукти, феноли, сполуки Фосфору, Нітрогену, Меркурію, важких металів тощо. Безкиснева зона, яка у 1973 р. займала площу 3,5 тис. км², нині розширилась до 50 тис. км², що становить понад 10 % усієї акваторії Чорного моря. З 26 видів риб, які виловлювали рибалки в 60-ті роки, залишилось лише п'ять. Комерційний вилов скумбрії проводився востаннє в 1965 р. Загальні втрати риби становлять близько 5 млн тонн. Поки що виживає риба, яка тримається

біля поверхні (анчоуси й кілька). Чорне море перебуває на межі загибелі.

Основними джерелами забруднення поверхневих вод є скидання неочищених чи недостатньо очищених комунально-побутових і промислових стічних вод, поверхневий стік води з сільськогосподарських угідь та забудованих територій, а також ерозія ґрунтів на водозабірній площі. Це зумовило трансформацію поверхневого природного ландшафту на 80 % поверхні басейну. Негативно позначається на Дніпровській екосистемі розорювання заплав, що позбавляє водостоки і водойми їх природного захисту.

В Україні здійснюється нераціональне використання природних ресурсів. Розорюваність є найвищою в світі й досягла 56 % території країни і 80 % сільськогосподарських угідь. Це призводить до зниження родючості ґрунтів через їх переуцільнення. Значної шкоди завдають земельним ресурсам забруднення ґрунтів викидами промисловості та використання засобів хімізації в аграрному секторі. Понад 40 % органіки, що утворюється в результаті діяльності великих тваринницьких комплексів та птахофабрик, з потенційних виробників органічних добрив перетворюється на джерела забруднення довкілля.

Значного забруднення зазнала велика територія країни після аварії на Чорнобильській АЕС. Радіоактивного забруднення зазнали понад 9 млн га території дванадцяти областей України. З господарського використання вилучено 180 тис. га сільськогосподарських угідь, 150 тис. га лісу, обмежено агропромислове і лісогосподарське виробництво на 256 тис. га. В ході аварійних і дезактиваційних робіт у зоні відчуження створено понад 800 тимчасових могильників радіоактивних відходів. В об'єкті «Укриття» сконцентровано близько 180 т паливовмісної маси сумарною радіоактивністю $7,4 \cdot 10^{17}$ Бк.

Значною проблемою є використання відвалів видобутку корисних копалин та відходів збагачення й переробки мінеральної сировини. Щороку викидається в атмосферу близько 12 млн т забруднювальних речовин. Лише за останнє десятиріччя від промислових викидів загинуло 2,5 тис. га лісових насаджень. Радіаційного забруднення через аварію на Чорнобильській АЕС зазнали 3,3 млн га лісів. Значної шкоди останнім завдають пожежі, тисячі яких щороку виникають на великих лісових площах.

Площа природно-заповідного фонду становить близько 4 % території країни і є недостатнім гарантом збереження й відтворення генофонду рослин і тварин та різноманіття природних екосистем. Під дією антропогенного чинника кількість видів рослин і тварин, що перебувають під загрозою зникнення і занесені до Червоної книги, значно зросла. До неї внесено 151 вид вищих рослин і 85 видів та підвидів тварин (ссавців — 29, птахів — 28, плазунів — 6, земноводних — 4, комах — 18). Забруднення внутрішніх природних водойм, порушення природного гідрологічного режиму, відсутність ефективних рибозахисних пристроїв на водозабірних спорудах негативно позначаються на відтворенні запасів цінних видів риби.

1.6. ЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ СУЧАСНОСТІ

Увага вчених-екологів на сучасному етапі зосереджена на вирішенні кількох кардинальних проблем, у яких фокусуються основні напрями і розділи сучасної екології. Успіхи в їх вирішенні значною мірою визначають прогрес усєї екології. Серед цих проблем можна виокремити такі.

1. *Керування продукційними процесами.* Вирішення цієї проблеми спрямоване на розробку заходів раціонального використання природних ресурсів.

2. *Стійкість природних і антропогенних ценозів.* Ця проблема пов'язана з теорією сукцесій, питаннями видового різноманіття та специфіки ценотичних зв'язків. Дослідження цієї проблеми дають змогу в майбутньому створити принципово нові природно-господарські екосистеми, в яких мають превалювати ознаки стабільності, стійкості та максимальної ефективності продукційного процесу.

3. *Регуляція чисельності популяцій.* Ця проблема лежить в основі розробки комплексу заходів, спрямованих на керування динамікою чисельності шкідників лісового і сільського господарства, носіїв хвороб сільськогосподарських тварин і людини, а також чисельності промислових видів та видів, які розводять. На результатах цих досліджень ґрунтується планування масштабів промислу, прогнозування результатів відбору особин з популяцій у різних умовах. Ці питання мають першочергове значення для рибного господарства.

4. *Екологічні механізми адаптації до середовища.* Результати таких досліджень зумовлюють успіхи освоєння людиною екстремальних ландшафтів — високогірних, пустельних, арктичних тощо.

5. *Екологічна індикація.* Вирішення цієї проблеми пов'язане з потребами різних галузей промисловості, сільського господарства, морського промислу, а також з необхідністю збереження середовища проживання людини. Завдання екологічної індикації — визначення властивостей тих чи інших компонентів і елементів ландшафту та встановлення напрямів їх змін за видовим складом організмів, що проживають у цих умовах. Екологічну індикацію використовують для діагностики типів ґрунтів і напряму змін ґрунтоутворювального процесу, для визначення якості води й повітря, пошуку корисних копалин, особливо розсіяних, які не можна визначити за допомогою геологічних і геофізичних методів.

6. *Екологізація виробництва.* Вирішення цієї проблеми пов'язане з виробництвом екологічно безпечної продукції при мінімальних витратах природних ресурсів (сировини, енергії, палива та інших матеріалів) з утворенням мінімальної кількості неутилізованих та розсіяваних відходів, які не порушують функціонування природних екосистем та біосфери загалом.

Крім наведених вище кардинальних проблем, можна виокремити низку конкретних практичних завдань, які слід вирішувати за участю екологів. Серед них варто насамперед назвати такі.

1. *Відновлення порушених екосистем.*
2. *Оздоровлення ландшафту*, тобто розробка заходів з метою запобігання загрози захворювань людей унаслідок поширення збудників різних хвороб у природному ландшафті.
3. *Збереження еталонних ділянок біосфери.*
4. *Утилізація комунально-господарських відходів міст.*
5. *Перехід від промислу до господарства*, тобто розроблення принципів і стратегії переходу від «збору» до високопродуктивного землеробства, від «мисливства» до культурного господарювання, якими, наприклад, є напіввільне і вільне розведення промислових тварин та їх повне приручення; створення аквакультур риб і промислових безхребетних тварин, потужних риборозвідних комплексів тощо.
6. *Забезпечення ефективності техногенної безпеки біосфери* від забруднень унаслідок господарської діяльності людей.

Згідно з програмою Організації Об'єднаних Націй з проблем навколишнього природного середовища (ЮНЕП), усю різноманітність глобальних екологічних проблем можна розподілити за такими напрямками:

- зміна атмосфери й клімату;
- зміна гідросфери;
- зміна літосфери; проблеми, пов'язані з використанням земної поверхні, а також з видобутком і використанням корисних копалин;
- зміна біоти;
- зміни в сільському й лісовому господарстві;
- демографічні проблеми, в тому числі проблеми виробництва продуктів харчування;
- урбанізація, проблеми населених пунктів;
- вплив навколишнього середовища та його змін на здоров'я людей;
- проблеми розвитку промислового виробництва;
- проблеми, пов'язані з виробництвом і споживанням енергії;
- проблеми, пов'язані з розвитком транспорту;
- проблеми розвитку природоохоронної освіти й розуміння громадськістю проблем навколишнього середовища;
- проблеми, пов'язані з впливом на навколишнє середовище воєн та їх можливими екологічними наслідками.

Отже, досягнення екології пов'язані з вирішенням низки найактуальніших завдань сучасності. Екологічні принципи поступово проникають у більшість проблем діяльності людини. Зокрема, досягнення сучасної екологічної науки треба враховувати при створенні штучних екосистем, оволодінні глибинами Світового океану й Космічного простору, розвитку будівництва міст майбутнього, створенні автоматичних виробничих комплексів зі штучним мікрокліматом, розробці планів господарювання із забезпеченням раціонального природокористування.

Перед загрозою всесвітньої екологічної катастрофи людство врешті-решт збагнуло, що воно існує й розвивається завдяки природі. Тому від природи потрібно не безмежно брати, а тісно з нею співіснувати, постійно дбаючи про її відновлення та самовідтворення з метою забезпечення існуючої стійкої динамічної біологічної та екологічної рівноваги. Вся діяльність людства має бути спрямована на розвиток гармонійного співіснування з Матір'ю-Природою. Для всіх інженерів, зайнятих професійною діяльністю, Всесвітня федерація інженерних організацій розробила Кодекс екологічної етики. Сім заповідей, що входять до цього кодексу, мають стати своєрідною «клятвою Гіппократа» для інженерів, які беруться за активне опанування рідного Дому — планети Земля.

- Повною мірою використовуючи свої здібності, виявляйте сміливість духу, ентузіазм і самовідданість у досягненні найвищих технічних результатів, які сприятимуть розвитку людства.
- Досягайте кінцевої мети вашої роботи за якомога меншого споживання сировини й енергії з мінімумом відходів і будь-яких забруднень.
- Особливу увагу приділяйте осмисленню наслідків ваших пропозицій і дій: умисних і випадкових, поточних і довгострокових, враховуючи при цьому їхній вплив на здоров'я людей, додержання соціальної справедливості та прийнятої системи цінностей.
- Ретельно вивчайте навколишнє середовище, на яке буде спрямовано вплив; аналізуйте всі зміни, що можуть виникнути в екосистемах, вибирайте оптимальне з еколого-економічного погляду вирішення.
- Сприяйте вжиттю заходів для відновлення і, якщо можливо, поліпшення стану навколишнього середовища. Включайте ці заходи до ваших розробок.
- Відхиляйте будь-які пропозиції, що завдають шкоди природі, приймайте найкраще соціальне й політичне рішення.
- Пам'ятайте, що принципи взаємозалежності екосистем, збереження ресурсів та взаємної гармонії є основою нашого подальшого існування, вони — межа, яку переступати не можна.



Опрацювавши цей розділ, ви повинні вміти:

- 1) пояснити зміст і значення курсу загальної екології загалом і прикладної зокрема;
- 2) знати історію розвитку екології;
- 3) перелічити завдання та проблеми сучасної екології;
- 4) пояснити зв'язок екології з охороною навколишнього природного середовища та іншими науками;
- 5) характеризувати екологічний стан в Україні;
- 6) керуватися в повсякденній роботі Кодексом екологічної етики спеціаліста.



Запитання і завдання для самостійної роботи

1. У чому полягають завдання загальної теоретичної (біоекології) і прикладної екології? Наведіть приклади.
2. Які основні етапи можна виділити у формуванні науки «екологія»? Який внесок українських учених у становлення цієї науки?
3. Як пов'язана екологія з біологічними та іншими науками?
4. На які рівні організації живої матерії поширюється компетенція екології?
5. Який структурний склад екології і які питання вивчає кожний із структурних підрозділів?
6. Що є спільного і в чому полягає відмінність між загальною екологією та її підрозділом «Охорона навколишнього природного середовища»? Відповідь поясніть на прикладах.
7. Схарактеризуйте екологічний стан в Україні та сформулюйте основні завдання щодо поліпшення екологічної ситуації в країні.
8. Що призвело до екологічної кризи в Україні?
9. Сформулюйте екологічні проблеми сучасності. Вирішення яких завдань вони потребують?