

### 1.1.2. Екологія як наука

Наукове дослідження взаємовпливу представників неживої та живої природи, тобто екологічні дослідження, велися фахівцями задовго до появи терміну “екологія”. Вчителі і сучасники Е. Геккеля, всесвітньо відомі Ж. Ламарк, О. Гумбольдт, Т. Мальтус, Е. і Ч. Дарвіни, А. Уоллес, Г. Котта, Ю. Лібіх, Л. Шмарда та інші, незалежно від того, ким їх вважали (чи вважають), фактично були екологами, що підтверджується історичними даними:

– 1794 рік. Еразм Дарвін (1731-1802), дід Ч. Дарвіна, в роботі “Зономія, чи Закони органічного життя” висунув теорію поступового виникнення і вдосконалення тварин під зовнішнім впливом;

– 1798 рік. Англійський економіст священик Томас Роберт Мальтус (1766-1834) у книзі “Досвід закону народонаселення” висловив думку, що число людей за певних умов життя може збільшуватися в геометричній прогресії;

– 1802 рік. Французький натураліст Жан Батист Ламарк (1744-1829) використав термін “гідрогеологія” для дисципліни, під якою він розумів науку, що вивчає вплив води на поверхню Землі (включаючи зміни цієї поверхні внаслідок життя на Землі). В 1809 році надруковано “Філософію зоології”, в якій Ж. Ламарк виклав свою теорію розвитку організму на основі пристосування до середовища;

– 1807 рік. Олександр фон Гумбольдт (1769-1859) – німецький натураліст, географ і мандрівник, надрукував книгу “Про географію рослин”, в якій показав залежність розповсюдження рослин від кліматичних умов;

– 1832 рік. Німецький ботанік Генріх Котта виклав результати досліджень лісу як органічно цілого в його історичному розвитку при

взаємозв'язках складових;

– 1840 рік. Юстус фон Лібіх (1803-1873) – німецький хімік-органік, у книзі “Органічна хімія в її додатках до землеробства і фізіології” показав зв'язок між необхідністю повернення в ґрунт хімічних компонентів і поглинанням їх рослинами;

– 1853 рік. Людвіг Карл Шмарда (1819-1908) – чеський зоолог, у тритомнику “Географія розповсюдження тварин” виклав відомості про зв'язки між розповсюдженням тварин і кліматом та зовнішніми умовами;

– 1855 рік. Англійський натураліст Алфред Рассел Уоллес (1821-1913) надрукував відомості про дослідження проблеми виникнення видів відповідно до географії їх розповсюдження;

– 1859 рік. Чарльз Роберт Дарвін (1809-1882) – англійський натураліст, у роботі “Походження видів шляхом природного добору або збереження благоприємних порід у боротьбі за життя” виклав основні положення теорії еволюції;

– 1866 рік. Ернст Генріх Геккель (1834-1919) – німецький натураліст, надрукував роботу “Загальна морфологія організмів”, в якій, керуючись дарвіністською теорією походження видів, пояснював різноманіття органічних форм. Сформулював біогенетичний закон: онтогенез (індивідуальний розвиток, включаючи утробний) є коротким і швидким повторенням філогенезу (розвиток ланцюга предкових форм). Ввів термін “екологія”, яким позначив відношення тварин до середовища і до інших організмів.

У переліку приведені лише головні праці натуралістів XIX століття. Більш ретельний аналіз їх наукової діяльності виявляє універсальність, широту інтересів. Як правило, починали вони з вивчення об'єктів неживої природи як менш складних порівняно з біологічними. Ч. Дарвін після повернення з експедиції надрукував “Подорож натураліста навколо світу на кораблі “Бігль” (1839). У 1842 році виходить його робота “Будова і розподіл коралових рифів”, у 1844 – “Геологічні спостереження над вулканічними островами”, в 1846 – “Геологічні спостереження над Південною Америкою”. І лише через тринадцять років вийдуть “Походження видів...”.

Послідовник Ч. Дарвіна, тридцятирічний професор лондонського гірничого училища Гекслі, писав наприкінці 1855 року: “Наступні

чотири роки повинні бути, як і досі, роками навчання, щоб я зміг повністю оволодіти основами гістології, морфології, фізіології, зоології і геології, написавши по кожній з цих наук монографію. Тоді я зустріню 1860 рік з ґрунтовними знаннями і буду готовий до всяких досліджень у кожній з цих областей”.

Необхідність комплексного підходу в природничих дослідженнях обґрунтовували й інші вчені. Всесвітньо відомий Сеченов І.М. у 1861 році писав: “...організм без зовнішнього середовища, яке підтримує його існування, неможливий, тому в наукове визначення організму повинно входити і середовище...”

Дослідження екологічного спрямування проводились і в більш ранні періоди. В 1660 році Роберт Бойль (1627-1691), англійський хімік і фізик, встановив, що зниження тиску атмосферного повітря негативно впливає на процеси дихання тварин. Нідерландський дослідник Антоні ван Левенгук (1632-1723) займався вивченням харчових ланцюгів і механізму регулювання чисельності популяцій. Вчений-енциклопедист Ломоносов Михайло Васильович (1711-1765) у праці “О слоях земных” розглядав питання еволюції рослинного і тваринного світу, вказував на необхідність вивчення причин змін у природі.

Це були часи великих географічних подорожей, відкриттів, розвитку природничих наук. Пізніше буде період технічних наук. А перед цим – у середні віки – панування богослов’я та схоластики.

Перші спроби узагальнення людського досвіду пізнання природи були зроблені в стародавні часи. Грецький філософ Аристотель (384-322 роки до н.е.) в роботах “Про вивчення тварин”, “Про частини тварин”, “Про виникнення тварин” описав більше 500 видів відомих йому тварин і розповів про їх поведінку – міграцію, зимову сплячку, самозахист і паразитизм. Описав будівельну діяльність тварин. Його учень Теофраст з Ересу написав трактати “Про вивчення рослин” та “Фізіологія рослин”, в яких привів відомості про залежність особливостей рослин від клімату і ґрунту.

У стародавній Індії в епічних поемах “Махабхарата” і “Рамаяна” (VI-IV століття до н.е.) опис 50 видів тварин виконано одночасно з аналізом середовища їх існування.

У вищевказаних роботах узагальнено не лише дослідження

авторів, а і попередній досвід людства. Тому з повним правом треба вважати, що екологічні спостереження як перший етап наукової діяльності розпочалися одночасно з появою людства. Для свого існування людині треба було враховувати вплив пори року на наявність їжі, залежність кількості злаків від атмосферних опадів чи рівня річкової води, поведінку тварин протягом доби та таке інше. Спостережливість була обов'язковою умовою виживання сім'ї чи племені. Досвід спостережень природних явищ передавався поколінням, накопичувався, перетворювався в знання взаємовпливу окремих факторів.

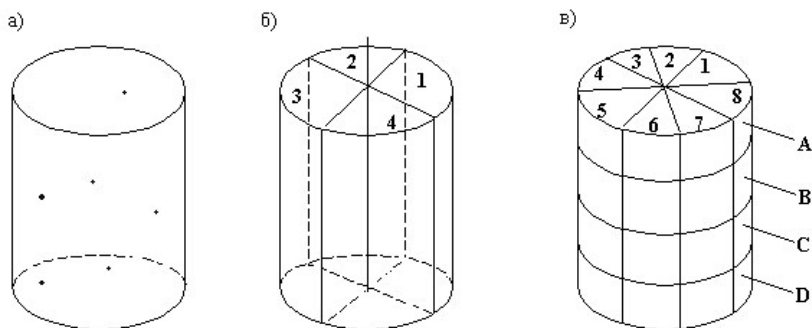
Якщо уявити у вигляді об'єму циліндра (рис. 1.1,а) сукупність явищ, процесів, параметрів, характеристик природи, “таємниць природи”, то на зорі людства їх пізнання можна відобразити у вигляді окремих крапок – малочисельних і розрізнених. З початком розподілу видів людської діяльності процес пізнання природи активізувався – цим ремеслом займалися найбільш талановиті представники суспільства, які увійшли в історію людства, характеризуючись, перш за все, своїм універсалізмом. З часом наукова діяльність починає розділятися за напрямками – математика, астрономія, гідрологія, мінералогія, жива природа (рис. 1.1,б).

Е. Голдсміт – керівник журналу “Еколог” (США – стверджував: *“Біосфера не пристосована до розподілу, але саме так вчинили із знаннями”*).

Диференціація процесу пізнання природи йшла в двох напрямках. По-перше, звуження сектора кожної науки і зростання числа наук внаслідок збільшення спеціалізації вчених. По-друге, в кожному секторі збільшення знань відбувалось головним чином за рахунок проникнення в глибини об'єкта досліджень, у мікросвіт, що розділяє масив знань на рівневі стрічки (рис. 1.1,в).

Таким чином, суцільний масив пізнання розділювався як за напрямками наук, так і за розмірами об'єкта пізнання. Вузька спеціалізація вчених дозволила значно збільшити об'єм людських знань, особливо в ХХ столітті, завдяки досягненням науково-технічного прогресу (НТП). Наука поступово перетворилась у безпосередню продуктивну силу – її досягнення дозволяли створювати ефективні технології.

Метою кожної науки є вивчення відповідного сектора людського довкілля, виявлення законів, закономірностей, правил з метою подальшого використання. Досягнення науки різноманітні і відрізняються об'ємом пізнання як за секторами, так і за рівнями. Головним рушійним мотивом напрямку наукових досліджень є



**Рис. 1.1. Циліндр таємниць природи:**

а) період первісних комплексних спостережень; б) період початку спеціалізованих досліджень; в) період спеціалізації вчених; 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 – напрямки наукової діяльності; А, В, С, D – рівні досліджень; (А – мікрорівень – молекула, атом і його складові, клітина, кристал, таке інше; В – рівень цілого – організм, речовина, машина, таке інше; С – рівень спільності – популяція, басейн річковий, завод, таке інше; D – макрорівень – вид, континент, природна сфера, промислова галузь, таке інше)

практичні потреби суспільства.

Необхідність орієнтуватись у морі викликала розвиток астрономії, а вимоги сільського господарства в теплих, але посушливих регіонах зародили гідрологію – теоретичну основу зрошувального землеробства. В XVII-XIX століттях велися переважно природничі дослідження, а кінець XIX і XX століття увійдуть в історію як період технічних наук.

Завдяки техніці фізичні можливості людини збільшилися в тисячі разів. Змінилися природні виміри часу, відстані, кількості. Людина для себе і для багатьох інших представників біосфери змінила природні біоритми на організаційні цикли. Сучасні транспортні засоби та

системи інформації і зв'язку не тільки принципово відрізняються від природних, а і можуть протирічити законам макросвіту (наприклад, можливість потрапити у вчорашній день, рухаючись зі сходу на захід). Штучні моря, велетенські електричні станції та інші гігантські інженерні споруди характеризуються такою концентрацією речовини й енергії, яка в природних умовах вважається екстремальною і часто призводить до катаклізму.

Значний вплив на природу людської діяльності було давно відмічено різними вченими. Так, іще у 1864 році в США вийшла книга Георга (Джорджа) Марша “Людина і природа, або Про вплив людини на зміни фізико-географічних умов природи”, в якій, зокрема, вказано наступне: “Заплановані зміни, які відбуваються внаслідок людської діяльності, мають велике значення, але вони мізерні порівняно з незапланованими наслідками, які витікають з людської діяльності”.

У цілому технічні науки дали можливість людям значно збільшити ефективність праці, полегшити її умови, фантастично покращити побутові умови. Людство в середині ХХ століття на своєму матеріальному добробуті відчуло практичну користь від наукової діяльності. Вчені стали найбільш авторитетною і шанованою частиною людства. Рекомендації вчених без обговорення і сумніву приймалися урядами і політиками, не кажучи вже про широкі верстви населення. А вчені, з свого боку, намагалися віддячити наполегливою працею, для підвищення ефективності якої вимагалася все більш вузька спеціалізація.

Але разом з позитивними наслідками спеціалізації вчених на діяльності у вузькій галузі науки чи на певному рівні досліджень у секторі галузевих знань диференціація процесу пізнання призвела до втрати головного, що характеризує природу, – єдності, нерозривності, взаємовпливу окремих складових і проявів. Фахівці з гносеології вважають це однією з головних причин значного погіршення стану природного середовища. Досягнення окремих галузевих наук сприймалися людьми абсолютно як самостійні, незалежні від інших наук. Впровадження в практику рекомендацій галузевих вчених дуже часто в кінцевому результаті виявлялися малоефективними чи навіть шкідливими внаслідок негативного побічного непередбаченого (часто віддаленого в часі і просторі) наслідку. Так трапилось із використанням ДДТ та інших

штучних хімічних речовин, із сучасними методами використання ядерної енергії, з штучними морями на рівнинних річках та т.ін. Людство відчуло негативний вплив цих рішень на середовище свого існування, стан якого значно погіршився.

Люди зрозуміли, що нове рішення неможливо базувати лише на досягненні окремої науки. Потрібне всебічне комплексне обґрунтування, яке неможливо отримати на знаннях однієї галузевої науки. Практична необхідність захистити людей і природу від необґрунтованих всебічно рекомендацій галузевих фахівців була офіційно визнана прийняттям в кінці ХХ століття в різних державах, серед яких є і Україна, Закону про екологічну експертизу. Але ця комплексна експертиза проводиться на заключному етапі розробки низки практичних проектних документів і тому не може орієнтувати науковців на найкращий варіант на самому початку процесу створення нового рішення. Це може зробити лише сама наука. Тобто постає питання про організаційне вдосконалення науки як сфери людської діяльності. На це привернув увагу Докучаєв В.В. ще сто років тому: “...вивчаються окремі об’єкти, а не їхні співвідношення, не той генетичний, віковичний і завжди закономірний зв’язок, який існує між силами, тілами і явищами, між мертвою і живою природою... А саме ці співвідношення, ці закономірності взаємодії складають сутність пізнання істини...”

Британський біолог Дж. Вуджер стверджував, що “повинна бути більш загальна наука, яка, не поглиблюючись у деталі, зв’язувала б різні спеціальні науки і намагалася синтезувати найбільш вагомі результати, досягнуті цими науками”.

Вказуючи на необхідність зміни взаємовідносин між традиційними науками з метою отримання комплексних, наукових рекомендацій, М.М. Мойсеев у 1997 році писав: “Забезпечення коєволюції людини і біосфери, тобто надійного розвитку, вимагає створення спеціальної синтетичної наукової дисципліни”.

Багато фахівців вважають цією наукою *ноосферологію*. Ось що з цього приводу писали у 1995 році С.І. Дорогунцов і А.П. Травлеєв “Ноосферологія – наука нова, створена генієм В.І. Вернадського Ця наука загальнопланетарна, міждисциплінарна. Вона залучає для вирішення своїх проблем фахівців з фундаментальної екології,

географії, геології, математики, інших галузей сучасного природознавства та суспільствознавства”. Близьким за змістом є термін “*геосозологія*”, запропонований С.М. Стойко для визначення науки про охорону біосфери як планетарної екологічної системи. М.В. Тимофеев-Ресовський називав цю науку “*вернадськологією*”. Є пропозиція враховувати сучасні наукові досягнення розподілом екології на дві науки – традиційну екологію і *неоекологію*, тобто нову сучасну екологію (В.Ю. Некос). Ю.Ю. Туниця вказує на зародження нової науки – *екологічної економії*, завданням якої є обґрунтування стратегії сталого (надійного) розвитку людства. М.А. Голубець пропонує “*інтелектологію*”.

Незважаючи на різні назви, мова йде про одну науку – науку, яка повинна вказати людству шлях спасіння від самознищення, шлях переходу від сучасного суспільства до принципово відмінного по відношенню до довкілля. Для В.І. Вернадського це означало перехід від біосфери до ноосфери, для М.М. Мойсеєва – це коеволюція людини і біосфери, за документами ООН – це перехід людства на шлях “надійного розвитку”. Характерною вимогою до цієї нової науки є універсалізм, інтегрованість, використання досягнень практично всіх традиційних наук.

Як раніше нова вузько профільована наука виникала на міцному фундаменті попередніх досліджень, відокремлюючись від якоїсь традиційної науки, не зашкоджувала науці-матері, а навпаки, доповнювала і стимулювала її, так нова інтегрована наука повинна знайти свою нішу, не порушуючи традиційних зв’язків у комплексі загальнолюдської науки. Ця наука не може поглинути всі традиційні чи стояти над іншими.

Враховуючи, що наука – це дуже динамічна сфера людської діяльності і знаходиться в постійному розвитку, логічно припустити, що нова інтегрована наука не з’явиться раптом, а виникне на базі існуючої. Ця існуюча наука повинна відрізнитися від інших широтою інтересів. Такою наукою є філософія. Але фахівці твердять, що філософія не може обмежитись пошуком відповіді на нехай життєво важливу, але утилітарну задачу.

Такою наукою може стати екологія, якщо її не обмежувати блоком біологічних наук. З цього приводу у вчених єдності немає. Багато фахівців, у тому числі відомі українські М.А. Голубець,



В.П. Кучерявий та інші вважають екологію розділом біології, посилаючись при цьому на авторитет Е. Геккеля. З цього приводу слід зазначити таке.

По-перше, в доповнення до приведених у розділі 1.1.1 відомостей про вживання з самого початку терміну в більш широкому розумінні, ніж біологічний, наведемо такий факт. У 1899 році була надрукована книга “Світові загадки”, в якій вельмишановний біолог Е. Геккель, на основі механістичних принципів і теорії еволюції зробив спробу дати загальне пояснення природних і суспільних явищ. Тим самим він не лише визнав наявність взаємозв’язків між матеріальними і нематеріальними складовими довкілля, що стверджує сучасна соціальна екологія, а і наявність загальнопланетарних, тобто екологічних, законів.

По-друге, відомі сучасні біологи О.М. Гіляров, М.Ф. Реймерс, Ю. Одум в останніх роботах визнають доцільність розширення екології за межі біології.

По-третє, таке розширення уже відбулося незалежно від наукових дискусій. Сьогодні екологія займається колом питань, які значно перевищують біологічну складову науки.

Вчені не можуть ігнорувати реальне місце екології в сучасній науці. Треба визнати, що на наших очах екологія стає інтегральною наукою майбутнього, або в крайньому випадку – фундаментом тієї майбутньої науки.

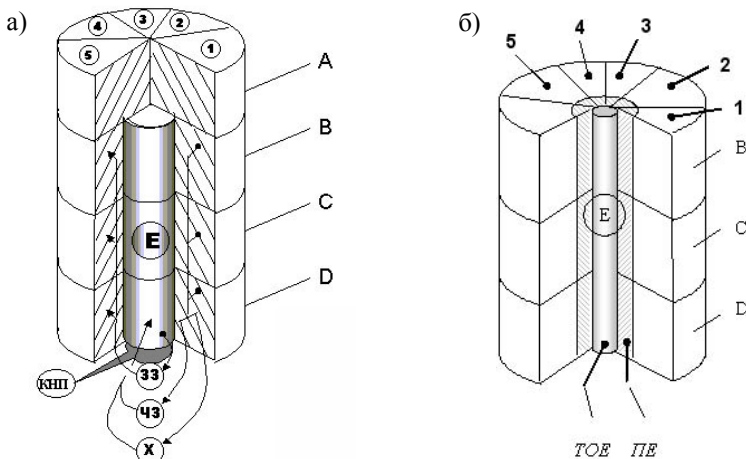
У цих умовах принципово важливим є визначення місця екології в масиві наук, її меж і взаємозв’язків з традиційними науками.

Екологія займає особливе місце серед сучасних наук як за метою, так і за засобами досягнення мети (методологією). Екологія більшою мірою використовує досягнення традиційних наук, ніж займається самостійним вивченням природи з метою отримання даних первинних спостережень. Головне в екології – узагальнення результатів традиційних наук з метою отримання нового наукового продукту комплексного характеру. Практична мета екології значно ширша за мету будь-якої традиційної науки, а саме – вдосконалення взаємовідносин між людьми і природою, обґрунтування шляху стійкого розвитку біосфери Землі і людства як частини біосфери.

Інтегруюча роль екології не означає охоплення нею всього об’єму

циліндра масиву наук. Її місце визначається необхідністю отримання продукту кожної з традиційних наук в узагальненому вигляді та інтегрування цих матеріалів з подальшою обробкою.

Повернемося до рис. 1.1. Екологія на рис. 1.1,в повинна зайняти таке місце, яке дозволить найкращим шляхом спілкуватися з усіма традиційними науками, не затруднюючи їх функціонування. Такою нішею буде вісесиметричний циліндр малого діаметру, розташований всередині (рис. 1.2).



**Рис. 1.2. Місце екології в масиві наук**

1, 2, 3, 4, 5, А, В, С, D – див. рис. 1.1; Е – екологія; Е<sub>1</sub> – екологічні аспекти науки (1); Х – характеристика; ЗЗ – загальний закон; ЧЗ – частковий закон; КНП – комплексний науковий продукт (науковий продукт екології)

Цей циліндр не охоплює мікрорівень А, що відповідає історичному визначенню поняття екології, яке поділяє більшість сучасних екологів. Внаслідок центрального *місцезнаходження* екологія охоплює певну частину всіх традиційних наук, залишаючи недоторканими мікрорівень і більшу частину масиву традиційних наук на інших рівнях. То – зона діяльності представників традиційних наук.

У межах центрального циліндра розміщено масив інтересів

вчених-екологів, які співпрацюють з представниками відповідних галузевих наук. Необхідна інформація надходить із секторів традиційних наук в зону Е у вигляді часткових законів та біологічних характеристик об'єктів живої природи й екологічних характеристик – для абіотичних об'єктів. Характеристикою є графічне чи аналітичне представлення залежності показника чи властивості об'єкта від показників зовнішнього впливу.

Використання поняття “характеристика” дозволяє чітко провести межу між традиційною наукою і екологією. Якщо вивченням внутрішніх особливостей об'єкта займається відповідна традиційна наука, то для екологів цей об'єкт – “чорний ящик”, властивості якого відображені у вигляді характеристик. Що відбувається в “чорному ящику”, еколога не цікавить. Характеристика дає повну інформацію про реакцію об'єкта на зміну зовнішнього впливу за схемою: дія (прямий зв'язок) → реакція (зворотний зв'язок).

Як відомо, чіткого розмежування між класичними (традиційними) науками немає. Між ними існують зони перехідних знань, наприклад, для хімії – фізична хімія, біохімія, геохімія. Екологія не є винятком – між нею та існуючими напрямками наук розміщується перехідна зона. Тому циліндр Е складається з двох частин – центральної, яка являє собою теоретичні основи екології (ТОЕ) (або загальну екологію), та зовнішнього кільця прикладної екології (ПЕ), утвореного секторами, в кожному з яких сконцентровано екологічні аспекти знань відповідного традиційного наукового напрямку (рис 1.2,б).

Предметом ТОЕ є теорія екологічних систем, загальні закони, питання методології, теорія екологічного моніторингу, обґрунтування шляху сталого розвитку, теорія екологічної експертизи, нормування антропогенного навантаження на екосистеми, екологічні ризик і безпека тощо. Між ТОЕ та секторами галузевої екології відбувається взаємний обмін інформацією – ТОЕ забезпечує наукове обґрунтування практичних рішень, які виробляються в галузі, а в зворотному напрямку до ТОЕ надходить фактичний матеріал екологічного характеру, напрацьований відповідною наукою і оброблений до вигляду характеристик.

Сучасний стан екології характеризується тим, що основна робота виконується в перехідних секторах, тобто в області прикладної екології фахівцями відповідного наукового напрямку. Пояснюється це

декількома причинами. По-перше, традиційним наукам, які мають історичний досвід, перевірену методологію, наукові кадри, теоретичну й експериментальну базу, неважко розширити сферу діяльності і розробити нові екологічні аспекти. По-друге, стрімке погіршення якості оточуючого людину середовища вимагає прийняття швидких практичних заходів. По-третє, відсутність офіційного визнання екології як самостійної науки, про що, зокрема, свідчить відсутність вчених ступенів кандидата та доктора екології. Аспіранти, які навчаються за напрямом “Екологія”, розробляють кандидатські дисертації, які повинні відповідати вимогам Вчених рад з медицини, аграрних чи технічних наук, тобто вимогам прикладної, а не фундаментальної теоретичної екології.

*Роль екології не обмежується одностороннім споживанням продукту традиційних наук. Існує і зворотний зв'язок у вигляді наукового замовлення на поглиблення чи розширення досліджень у певній галузі чи з певного питання, відставання в якому не дають змоги виконати повноцінне узагальнення. Інтегруюча і провідна роль екології визначається також її науковим узагальнюючим значенням – співставляючи й аналізуючи досягнення традиційних наук, вона поповнює загальнолюдські знання про загальнопланетарні закономірності і закони.*

На закінчення приведемо визначення, що ж таке екологія як наука. **Екологія – це наука, яка, інтегруючи та доповнюючи досягнення традиційних наук, поглиблюючи знання про взаємодію косної і живої матерії, обґрунтовує рекомендації по прийняттю комплексних рішень різного рівня з метою забезпечення сталого розвитку біосфери.**

На рис. 1.3 приведено схематичне зображення складових і зв'язків між ними в екології та традиційних науках, які на схемі не позначені, але легко знаходяться в відповідних природних сферах, наприклад, метеорологія – в атмосфері. Поле діяльності екології в залежності від рівня вивчення проблеми поділено на глобальний, регіональний і локальний. Вертикальними пунктирними лініями (їх приведено лише дві) на полі можливе виділення галузевих розділів – техноекології, соціоекології та таке інше.

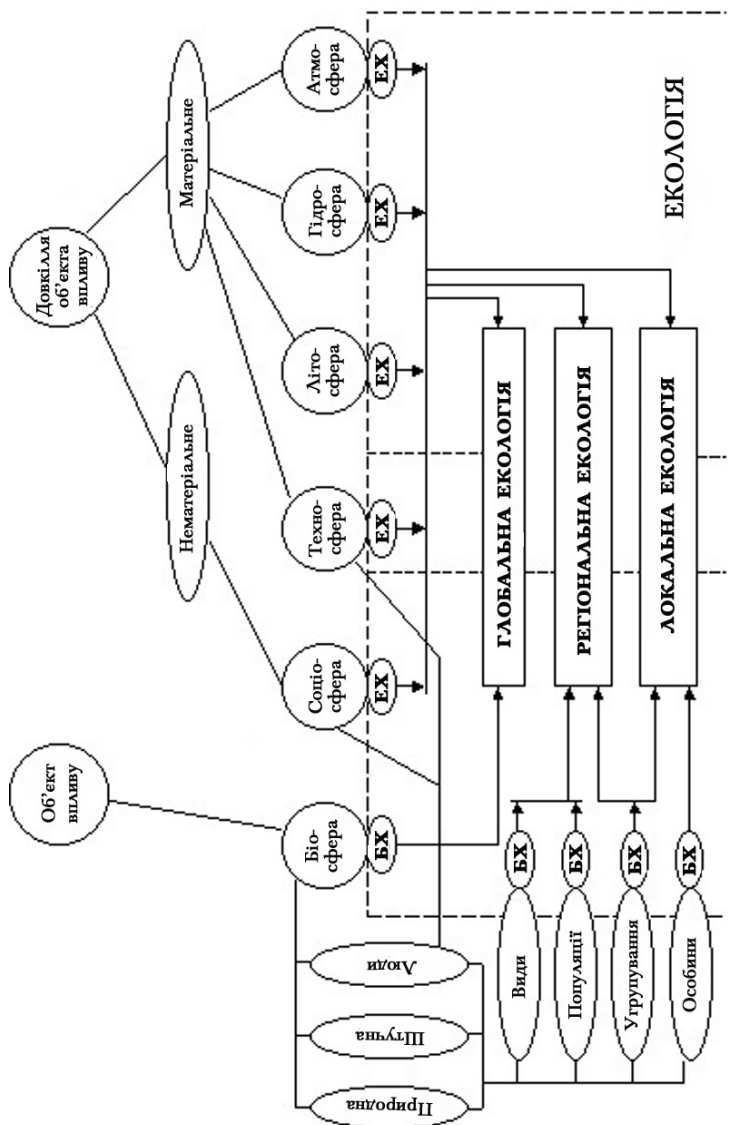


Рис. 1.3. Схеми міжнародних зв'язків:

БХ – біологічна характеристика, ЕХ – екологічна характеристика

***Контрольні запитання та завдання***

1. Назвіть виховні дати в історії екології, якщо її розділити на п'ять етапів.
2. Чим принципово відрізнялося пізнання довкілля за стародавніх часів від сучасного?
3. В чому недолік спеціалізації вчених?
4. В чому перевага спеціалізації вчених?
5. Що позитивного отримало людство від НТП?
6. В чому негативний вплив НТП на природу?
7. В чому мета екологічної експертизи?
8. Яку проблему сучасної науки Ви вважаєте найактуальнішою?
9. Обґрунтуйте доцільність використання терміну “екологія” для назви нової науки інтегрального призначення.
10. Обґрунтуйте доцільність використання понять “екологічна” та “біологічна характеристики”.
11. Назвіть декілька біологічних об'єктів, які в екології розглядаються як “чорні ящики”.
12. Чим відрізняється біологічна характеристика від екологічної?
13. Поясніть каталізує значення екології для розвитку традиційних наук.
14. Використовуючи рис. 1.3, розробіть фрагмент для:
  - агроекології;
  - соціоекології;
  - урбоекології.