

ТЕМА 1. ЗАГАЛЬНІ АСПЕКТИ РОЗВИТКУ ЕКОСИСТЕМ

Основний *об'єкт* досліджень сучасної екології – планетні екосистеми всіх рівнів та їх елементи.

Екосистема – це одне з основних понять сучасної екології. Під *екосистемою* розуміють сукупність живих організмів, що проживають на певній території, та умови їх існування. Тобто екосистема – це сукупність біоценозу і біотопу, поєднаних в єдине функціональне ціле.

Термін «екосистема» вперше запровадив англійський геоботанік А. Тенслі у 1935 р., як ідея єдності організмів і середовища.

Екосистема – основна функціональна одиниця екології, що включає живі організми і абіотичне середовище, при цьому кожна із частин впливає на іншу й обидві необхідні для підтримки життя в тому вигляді, у якому воно існує на Землі.

Агроекологія - це комплексна наукова дисципліна, об'єктом вивчення якої є агросфера планети, а предметом – взаємозв'язки людини з довкіллям у процесі сільськогосподарського виробництва, а також вплив сільського господарства на природні комплекси.

Головна мета агроекології – ефективна екологізація всіх галузей сільського господарства для забезпечення виробництва якісної екологічно чистої продукції в достатній кількості при збереженні і відтворенні природноресурсної бази аграрного сектору.

Техноекологія – найбільший за обсягом блок прикладних екологічних напрямів (і, відповідно, дисциплін), пов'язаних з такими сферами людської діяльності, як енергетика, промисловість, транспорт, військова справа, сільське господарство, космос.

Серед завдань техноекології слід назвати такі:

- вивчення обсягів, механізмів і наслідків впливів на довкілля та здоров'я людини різних галузей і об'єктів діяльності, особливостей використання ними природних ресурсів;
- розробка регламентацій природокористування і технічних засобів охорони природи;
- розв'язання проблеми утилізації відходів виробництва та відтворення зруйнованих екосистем;
- екологізація виробництв.

Урбоекологія, або екологія міських систем, досліджує процеси урбанізованих селітебних і промислових територій, які формують екологічні умови та особливості функціонування екосистем під впливом житлових масивів, енергетики, транспорту, будівництва, різних галузей промисловості. Це території найбільш техногенно навантажені.

Розрізняють *три групи екологічних факторів*:

1. *Абіотичні фактори* – сукупність неорганічних умов середовища перебування.
2. *Біотичні фактори* – форми взаємодії і взаємин живих організмів.
3. *Антропогенні фактори* – форми діяльності людини, які впливають на життєдіяльність організмів або середовище їх перебування.

Діяльність людини пов'язана з істотною зміною первісного довкілля (вирубання лісу, виловлювання риби, знищення тварин тощо).

Надзвичайна екологічна ситуація – це надзвичайна ситуація, при якій на окремих місцевості сталися негативні зміни в навколишньому природному середовищі, що потребують застосування надзвичайних заходів з боку держави.

До негативних змін у навколишньому природному середовищі відносять втрату, виснаження чи знищення окремих природних комплексів та ресурсів внаслідок надмірного забруднення навколишнього природного середовища, руйнівного впливу

стихійних сил природи та інших факторів, які обмежують або виключають можливість життєдіяльності людини та провадження господарської діяльності в цих умовах.

На сьогодні існує багато визначень суті поняття надзвичайні екологічні ситуації, до яких відноситься поняття екологічна криза та екологічна катастрофа.

Екологічна криза – особливий тип екологічної ситуації, коли середовище існування одного з видів або популяції змінюється так, що ставить під сумнів його подальше виживання.

Проявом екологічної кризи є виникнення значних змін ландшафтів, швидке наростання загрози виснаження або втрати природних ресурсів (в тому числі генофонду), унікальних природних об'єктів, погіршення умов проживання населення. При зменшенні або припиненні антропогенних впливів можлива нормалізація екологічної обстановки, часткове відновлення ландшафту.

У широкому розумінні криза, як явище, має не тільки негативні наслідки, а й несе позитивні елементи. Для природи кризові ситуації є природною формою розвитку, однією з рушійних сил еволюції. Найбільш стійкі види організмів зберігаються і дають адаптоване, стійке до впливів потомство, яке займає звільнені екологічні ніші.

Прикладом екологічної кризи можна назвати **арідне опустелювання** – це комплекс процесів деградації середовища, що включає зникнення природної рослинності, водну і вітрову ерозію ґрунтів, зменшення біологічної продуктивності. Аридне опустелювання відбувається переважно в перехідних зонах від вологих саван і рідколісь до пустель. Найбільш яскраво це виявляється на північному узбережжі Африки, південно-заході Північної Америки, в Середній Азії. Ці зони в результаті набувають риси, властиві природним пустелям. Тим самим пустелі розширюють свій ареал.

Наприклад, на сьогоднішній день пустелі розширюються зі швидкістю 20 га в хвилину і таку ж величину має винищення лісів. Експерти ООН розрахували, що при збереженні нинішніх темпів опустелювання протягом наступних 30 років воно може охопити територію, яка дорівнює половині Західної Європи.

Провідними антропогенними впливами, що приводять до аридного опустелювання, є непомірний випас худоби, часті штучні пали, розорювання земель, вирубування дерев, прокладання доріг. На антропогенні фактори накладаються природні коливання зволоженості. При засухах процеси опустелювання зростають, так як рослинність у цьому випадку піддається подвійному навантаженню.

Термін **екологічна катастрофа** за своєю суттю і змістовному наповненню відрізняється від екологічної кризи. Криза – це зворотній стан, в якому людина виступає як активно діюча сторона.

Екологічна катастрофа – незворотна зміна природних комплексів, пов'язана з масовою загибеллю живих організмів.

Катастрофічні екологічні ситуації характеризуються глибокими і незворотними змінами природи, втратою природних ресурсів і різким погіршенням умов проживання населення. Спостерігається відчутне погіршення здоров'я людей, а також втрата біотичного різноманіття та унікальних природних об'єктів.

Прикладом екологічної катастрофи можна назвати процес зникнення Аральського моря. Аральське море було одним з найбільших водойм світу. Ще в 50-х роках 20 століття його площа становила 66 тис. км², об'єм його вод – 1064 км³, середня солоність близько 10 – 11 г / літр. Випаровування з поверхні моря компенсувалося за рахунок притоку вод Аму-Дар'ї та Сир-Дар'ї. Водоймище володіло високою біологічною продуктивністю, мало важливе рибогосподарське, транспортне та рекреаційне значення.

Катастрофічне зниження рівня моря пов'язано з інтенсивним розвитком зрошувального землеробства в басейні річок Аму-Дар'ї та Сир-Дар'ї для вирощування бавовнику і рису при безконтрольності і безоплатності водокористування. Застосування великої кількості добрив і отрутохімікатів призвело до сильного забруднення ґрунтів і вод. Загальне зниження рівня моря склало – 22 м, площа моря скоротилася на 20 % (з 68,9

тис. км² в 1960 р., до 13,9 тис. км² у 2010 р.), обсяг скоротився з 1 083 км³ в 1960 р., до 27 км³ в 2007 р., а середня солоність досягла 30 г/літр.

Водоймище розділилося на дві частини: Велике і Мале моря. Система взаємозв'язків у морі виявилася порушеною, одним із наслідків цього стало зникнення понад 200 видів флори і фауни. Висохлі окраїнні частини моря стали осередками сольових і пилових бур. Збільшилася глибина залягання підземних вод, зросла континентальність клімату. В результаті сталося опустелювання і впала продуктивність пасовищ. Це повело за собою різке погіршення умов життя мешканців регіону, зниження рівня здоров'я населення. Все це дає підстави позначити ситуацію, яка склалася в Приарал'ї – екологічною катастрофою. Необхідно сказати про те, що між природними та екологічними катастрофами не можна ставити знак рівності. Це різні за суттю події.

Катастрофи природного характеру відбувалися протягом усього періоду існування нашої планети. В результаті природних катаклізмів сформувалися величезні гірські масиви, розломи земної кори, що досягають глибини кількох сотень кілометрів, а також астроблеми – метеоритні кратери діаметром до багатьох десятки кілометрів. Тому природні катастрофи є закономірними етапами формування нашої планети, що сприяють її прогресивному розвитку.

І кризи та катастрофи є складовими частинами формування надзвичайних екологічних ситуацій.

Управління екологічною безпекою.

Окреслені надзвичайні ситуації, пов'язані з сучасною екологічною кризою, можна подолати, лише реалізувавши комплекс заходів з управління екологічною безпекою на **глобальному, регіональному і локальному рівнях.**

Глобальний рівень управління екологічною безпекою передбачає прогнозування і відстеження процесів в стані біосфери в цілому і складових її сфер. На сьогодні ці процеси виражаються в глобальних змінах клімату, виникнення «парникового ефекту», руйнуванні озонового шару, опустелювання планети і забрудненні Світового океану. Суть глобального контролю та управління – у збереженні та відновленні природного механізму відтворення навколишнього середовища біосферою, який направляє сукупністю живих організмів, які входять до складу біосфери.

Управління глобальної екологічної безпекою є прерогативою міждержавних відносин на рівні ООН, ЮНЕСКО, Програми ООН з навколишнього середовища (ЮНЕП) та інших міжнародних організацій. Методи управління на цьому рівні включають прийняття міжнародних актів із захисту навколишнього середовища в масштабах біосфери, реалізацію міждержавних екологічних програм, створення міжурядових сил з ліквідації екологічних катастроф, що мають природний або антропогенний характер.

На глобальному рівні було вирішено ряд екологічних проблем міжнародного масштабу. Великим успіхом міжнародного співтовариства стала заборона випробувань ядерної зброї у всіх середовищах, крім підземних випробувань.

Силами світового співтовариства проводиться вивчення Арктики і Антарктики як природних біосферних зон, не порушених втручанням людини. Міжнародним співтовариством прийнята Декларація про заборону виробництва хладагент-фреонів, що сприяють руйнуванню озонового шару.

Регіональний рівень включає великі географічні або економічні зони, а іноді території декількох держав. Контроль і керування здійснюються на рівні уряду держави і на рівні міждержавних зв'язків (об'єднана Європа, СНД, Африканський союз та ін.). На цьому рівні система управління екологічною безпекою включає:

- екологізацію економіки;
- нові екологічно безпечні технології;

- підтримання темпів економічного розвитку, не перешкоджають відновленню якості навколишнього середовища і сприяють раціональному використанню природних ресурсів.

Локальний рівень включає міста, райони, підприємства металургії, хімічної, нафтопереробної, гірничодобувної промисловості та оборонного комплексу, а також контроль за викидами, стоками і т. ін.

Управління екологічною безпекою здійснюється на рівні адміністрацій окремих міст, районів, підприємств із залученням відповідних служб, відповідальних за санітарний стан та природоохоронну діяльність.

Рішення конкретних локальних проблем визначає можливість досягнення мети управління екологічною безпекою регіонального та глобального рівнів. Мета управління досягається при дотриманні принципу передачі інформації про стан навколишнього середовища від локального до регіонального та глобального рівнів.

Природні системи. Становлення концепції геосистеми

Під природною системою розуміють певну множину елементів природного походження, наявні зв'язки між якими зумовлюють прояв природи в таких якостях і реалізацію нею таких функцій, які без взаємодії елементів були б неможливими. Природні системи дуже різноманітні. Серед них є такі, що містять елементи з усіх компонентів природного середовища, а саме: маси земної кори, атмосфери, поверхневих та ґрунтових вод, ґрунту, рослинного, тваринного світів і мікроорганізмів. До цього класу природних систем, які можна назвати полігеокомпонентними, належать геосистеми, екосистеми й біогеоценози. Їх вивчають такі науки, як сучасне ландшафтознавство, екологія та біогеоценологія. На планетарному рівні полігеокомпонентні системи - це предмет загального землезнавства (науки про географічну оболонку) та глобальної екології (науки про біосферу). Історично склалися два основні наукові підходи до пізнання таких систем - ландшафтний та екологічний. Результатом їх синтезу і став ландшафтно-екологічний підхід. Для ландшафтного підходу до дослідження природної реальності характерне уявлення простору як сукупності територіальних одиниць, у межах яких компоненти природного середовища (геокомпоненти) протягом тривалого розвитку пристосувалися один до одного, тісно взаємопов'язані і являють собою єдине ціле. Як ціле реагують вони і на зовнішні впливи, зокрема антропогенні. Такі територіальні одиниці в класичному ландшафтознавстві називаються природними територіальними комплексами (ПТК), а за термінологією школи В. Б. Сочава - геосистемами. З 60-х років у природничих науках, у тому числі й екології, великої популярності набув системний підхід. Предмети своїх досліджень (ПТК та екосистеми) географи та екологи почали трактувати як системи, знаходити їх системні властивості й описувати в термінах системного підходу. Щоб підкреслити системний характер предмета досліджень ПТК, В.Б. Сочава в 1963 р. запропонував термін „геосистема”. Він вважав, що геосистема - це „особливий клас керованих систем, земний простір усіх розмірностей, де окремі компоненти природи перебувають у системному зв'язку один з одним і як певна цілісність взаємодіють з космічною сферою та людським суспільством” (В. Б. Сочава, 1978). Хоч дефініцію геосистеми цей учений сформулював надто загально, з його праць чітко визначаються ключові позиції концепції геосистеми, яку розвивали його численні послідовники. Основні положення цієї концепції: - геосистема - матеріальний об'єкт; її складають природні елементи, а антропогенні та людина розглядаються як зовнішнє середовище; - геосистемою вважається як елементарна ландшафтна одиниця (фація), так і геосфера в цілому; - геосистема виділяється як об'єм простору, в межах якого геокомпоненти мають специфічний характер усіх типів зв'язків; - є тільки один об'єктивний варіант поділу простору на геосистеми; - геосистема — категорія динамічна і проявляється за деякий проміжок часу. Д.Л. Арманд (1975) надавав геосистемам функціонального значення і розумів під ними процеси, які пов'язують між собою окремі регіони або геокомпоненти. Як геосистеми він розглядав атмосферну циркуляцію, колообіг води, органічної речовини тощо. Геосистеми Арманд належать до систем «процес - відгук» та керованих. Конструктивною рисою його концепції є принцип виділення геосистем за певним процесом. З кінця 70-х років дедалі більшого поширення набуває трактування геосистеми не як матеріального об'єкта, а як його моделі, абстрагованого відображення, уможливної конструкції. Таке розуміння геосистеми поділяють німецькі геоєкологи, Арманд і багато інших. Ландшафтна екологія як природнича наука розглядає лише природні геосистеми. Виходячи з домінантного та виправданого з методологічної точки зору трактування геосистеми як загального поняття, можна подати таке її широке визначення: Геосистема — клас полігеокомпонентних природних систем, що виділяються з реального тривимірного фізичного простору як його певний об'єм (реальний чи уявний), у межах якого протягом деякого інтервалу часу природні елементи й процеси завдяки наявному між ними та з зовнішнім середовищем відношенню певного типу (генетико-

еволюційному, позиційному, речовинно-потоківому та ін.) упорядковуються у відповідні з цим відношенням структури з характерними інваріантними ознаками та динамічними змінами. Згодом під терміном «геосистема» почали розуміти будь-яку територіальну систему як природного,

Загальні властивості геосистем

До основних загальних властивостей геосистем належать: територіальність - просторовість, поліструктурність, складність, цілісність, відкритість, динамічність, стійкість, стохастичність.

Територіальність-просторовість - це особливість геосистем, яка відрізняє їх від багатьох систем інших класів, зокрема екосистем. Із зовнішнього середовища геосистеми виділяються як певні ділянки території. Кожну геосистему можна описати метричними показниками (площею, лінійними розмірами) і топологічними (характеризують її розташування щодо інших геосистем або об'єктів іншої природи). Територіальність геосистем дає змогу ефективно використовувати картографічні методи при їх виділенні, зображенні та аналізі. Фактично геосистеми виділяються не стільки як територіальні (двовимірні), скільки як просторові системи. Проте просторовість властива багатьом класам систем і взагалі не потребує залежності характеристик системи від розміщення та розмірів території. Структурні, динамічні та інші особливості геосистеми дуже залежать від того, яку саме ділянку земної поверхні (території) вона займає. Тому цю її властивість доцільно називати територіальністю-просторовістю. До геосистем належать природні системи лише певного просторового інтервалу. Лінійні розміри геосистем найменших рангів - кілька метрів, а географічної оболонки, якщо її вважати за геосистему, -107-108 м по горизонталі та 103-104 м по вертикалі. Розмір геосистеми визначає особливості факторів її формування та динаміки, багато інших особливостей, а також методи дослідження. На цій підставі розроблено концепцію просторової розмірності геосистем (Haase, 1973). Згідно з нею, різні ранги геосистем можна узагальнити до 6 класів розмірностей:

1. субтопічний (просторовий масштаб 100 - 101 м²);
2. топічний (102 -104 м²);
3. хоричний(104 -108м²);
4. регіональний 107 - 1012 м²);
5. субглобальний (1010 - 1014 м²);
6. глобальний (1014 - 1016 м²).

Поліструктурність. Під структурою системи здебільшого розуміють характер поєднання її елементів відношеннями певного типу. Оскільки в тій самій системі можуть бути відношення різних типів, то й поєднання ними елементів також: буде неоднаковим, тобто в одній системі може бути кілька різних структур. Такі системи називаються поліструктурними. Поліструктурними є, наприклад, суспільні системи. В них виділяють статево- вікову, професійну, етнічну та інші структури, які не збігаються. Ці відношення визначають спосіб поділу системи на її елементи (декомпозицію системи), їх склад та поєднання у підсистеми. Визначення типу відношень, які вважаються структуроформувальними, тобто відносно яких виділяється структура геосистеми, залежить від аспекту аналізу останньої. Найзагальнішими аспектами аналізу геосистем є: - вертикальний (синонім - топічний), де елементами виступають різні фізичні тіла геокомпонентів з відношеннями - вертикальні потоки різних речовин та енергії, генетико-еволюційні та інші; - територіальний (синонім - хоричний), елементами якого є геосистеми нижчого рангу, досліджуються горизонтальні потоки речовини й енергії між ними, позиційні залежності, генетико-еволюційні та ін. - часовий (синонім - динамічний), елементи якого поділяють як окремі інтервали часу, а відношення -як послідовність їх змін. Відповідно поділяються вертикальний, територіальний та часовий класи структур геосистеми. Аналізуючи вертикальну структуру геосистеми, вважають, що вона однорідна

територіальне, але по вертикалі розкладається на різнорідні частини (рослинність - ґрунт - гірські породи тощо або різні яруси рослинності - горизонти ґрунту - верстви гірських порід тощо), які пов'язані між собою певними відношеннями. Структури подібного типу називають вертикальними, хоч ця назва не зовсім точно передає їх суть. Під складовими вертикальних структур мають на увазі не так різні за своїм висотним положенням шари геосистеми, як деякі її частини, специфічні в ній за функцією, фізико-хімічними та іншими характеристиками. Такі різні частини можуть займати в геосистемі спільний «висотний поверх» (як, наприклад, трав'янисті рослини та наземні тварини), а деякі - пронизувати весь її вертикальний розріз (гази, волога). Тому термін «вертикальна структура геосистеми» слід вважати дещо умовним. Аналізуючи вертикальну структуру геосистеми, будь-яку з її складових розглядають як територіальне однорідну, тобто припускають, що її характеристики на певній площі залишаються незмінними (з математичного погляду це просторово зосереджені параметри). Увага акцентується на тому, що зміна значень цих параметрів визначається взаємодією між елементами вертикального розрізу геосистеми. Насправді ж припущення щодо несуттєвості внутрішньотериторіальних відмінностей може бути справедливим хіба що для геосистеми елементарного рівня - геотопу (фації). Кожен із загальних аспектів аналізу геосистем реалізується у більш конкретних формах. Наприклад, у рамках територіального аспекту досліджуються такі різні типи відношень, як зв'язок геосистем потоками води, води, міграцією тварин, їх позиційні, генетико- еволюційні зв'язки і таке інше. Відповідно до цих типів відношень виділяють різні типи територіальних структур геосистеми. Основні типи структур геосистем за М.Д. Гродзинським, П.Г. Шищенко

Структура геосистем

Просторові

Часові

Вертикальні (топічні)

Горизонтальні (хоричні):

Процесні Зміна станів

Геокомпонентна

Генетико- морфологічна

Гідроморфізації Добової динаміки

Речовинно-фазова (геомасова)

Позиційно- динамічна

Галоморфізації

Внутрішньорічної (сезонної) динаміки

Просторово-об'ємна (геогоризонтна)

Парагенетична Інших процесів Багаторічної (сукцесійної) динаміки Басейнова ландшафтна

Біоцентрична сітьова

Складність.

Складними вважаються системи, сформовані багатьма елементами різних типів, між якими є різнорідні зв'язки. Ознакою складності системи вважають також неоднозначність її реакції на зовнішні впливи. Усі ці ознаки притаманні геосистемам. Наприклад, елементи їх вертикальних структур різні за фазовим станом, хімічним складом, наявністю та формою органічного життя, функцією, розміщенням у геосистемі, тощо. Зв'язки між ними також різноманітні й проявляються у таких процесах, як потоки речовин та енергії, у трофічних, конкурентних та інших відношеннях. Аналогічні властивості й у територіальних та часових структур геосистем. Складність геосистем зумовлює специфічні підходи до їх аналізу. Річ у тому, що в оцінюванні деяких інтегральних та безпосередньо не вимірюваних показників складної системи постає значна похибка через взаємодію між багатьма різнотипними елементами, навіть за умови точного визначення кожної з їх багатьох характеристик. До таких показників належать, наприклад, ступінь

ефективності, стійкість, прогнози оцінки та ін. Л. Заде назвав це принципом несумісності, тобто неможливості поєднати значну складність системи з високою точністю її опису. Досить точно можна описати лише її окремі елементи і зв'язки, але не всю систему як цілість. Цілісність — властивість системи, яка проявляється в тому, що вилучення з неї певного компонента призводить до її кардинальної перебудови або взагалі загибелі, а сам цей компонент окремо від системи або не може існувати, або якісно змінюється. Геосистемам притаманна риса цілісності. Наприклад, позбавлення геосистем ґрунту призводить до їх трансформації в цілому: вони не можуть мати рослинності, фактично зникає трофічна структура, формуються специфічні режими - водний, радіаційний, геохімічний та інші. Такої ж радикальної трансформації зазнає територіальна структура геосистеми. Скажімо, через вилучення з неї елементів локальної ерозійної мережі (геосистем лощин, ярів, балок) постає інтенсивне заболочення вододілів, зміна гідрологічного і ландшафтно-геохімічного режимів геосистеми в цілому. У цьому плані цілісність геосистеми значно нижча, ніж у біосистеми (наприклад, окремого організму), яка після технічного вилучення її певних елементів розпадається (гине або псується). У геосистемах може й не бути деяких геокомпонентів (ґрунтів, рослин), однак системні зв'язки між тими, що є, все одно зберігатимуться. Яскравим виявом цілісності системи може слугувати її емерджентність (синонім - холістичність), тобто наявність таких властивостей, якостей та функцій, котрих не має жоден із її елементів і котрі можуть виникнути тільки за умови взаємодії цих елементів, але аж ніяк не від самого лише механічного змішування. Як приклад таких холістичних виявів геосистеми можна навести продукційний процес (адже продукування біомаси - це результат складної взаємодії всіх геокомпонентів), колообіги різних субстанцій, здатність геосистеми до самоочищення. Відкритість. Відкритими є системи, у яких частина елементів має зв'язки з елементами, що не належать до структури цих систем. З елементів останнього типу складається зовнішнє середовище геосистеми, а зв'язки, які йдуть від них до системи, називають вхідними, входами, зовнішніми сигналами. Крім вхідних, є й вихідні зовнішні зв'язки (виходи, відгуки). Системи, в яких є лише вхідні зовнішні зв'язки і майже немає вихідних, називаються напівзакритими. Закриті ж - це системи без зовнішніх зв'язків, тобто незалежні від зовнішнього середовища. Геосистеми не можна вважати закритими, бо такі вхідні потоки, як надходження сонячної радіації, атмосферні опади тощо, - неодмінна умова їх існування. Проте як напівзакриті можна розглядати деякі типи геосистем, наприклад, акумулятивного геохімічного режиму. Горизонтальними потоками води, вітру, речовини, біотичними міграціями одні геосистеми пов'язані з іншими. Геосистеми відкриті й перед антропогенними навантаженнями. Зв'язок геосистем із зовнішнім середовищем такий тісний, що їх доволі непросто виділити із зовнішнього середовища. З цією особливістю пов'язана, зокрема, складність визначення вертикальних і горизонтальних меж геосистеми.

Динамічність.

Динамічними називаються системи, значення характеристик яких змінюються в часі. У різні проміжки часу геосистема може перебувати в неоднакових станах, тому її повний опис передбачає виявлення цих станів та послідовності їх змін. Таким чином, геосистеми виділяються не тільки в просторі, але й у часі. З просторово-територіальної точки зору геосистему виділяють як певний територіальне локалізований об'єм, а з часової - як певний інтервал часу, протягом якого геосистема проявляє свої головні особливості. Важливою особливістю динаміки геосистем є те, що різні їх характеристики змінюються в часі з різною частотою. Метеорологічні показники дуже мінливі, тоді як властивості геологічної основи геосистеми змінюються дуже повільно. Тому, як і у випадку просторового аналізу геосистеми, запропоновано класифікацію часових розмірностей геосистеми. Прийнято розрізняти добову, сезонну (річну) та багаторічну динаміку. (В. Б. Сочава, 1978; Н. Л. Беручашвілі, 1985; та ін.). Зміни геосистем досліджуються в інтервалі від кількох хвилин до кількох десятків тисяч років, тобто в діапазоні 10² - 10¹² с (В. О.

Боков, 1983). Стійкість геосистем проявляється в багатьох формах і дає їй змогу протидіяти зовнішнім впливам, зокрема антропогенним, вберегти при взаємодії з зовнішнім середовищем свою цілісність та інші риси. Нестійкі в даних умовах геосистеми змінюються на стійкіші. У процесі еволюції шляхом пристосування геокомпонентів та геосистем, що контактують одна з одною, формуються їх стійкі ландшафтно- екологічні взаємовідносини й структури. В умовах інтенсивного втручання людської діяльності в природу ця рівновага часто порушується. Розвиток деградаційних процесів у геосистемах (вимирання видів, ерозія та засолення ґрунтів, забруднення тощо) - це не що інше, як результатом втрати ними стійкості до антропогенних навантажень. Тому оцінювання стійкості геосистеми до зовнішніх факторів є однією з найважливіших прикладних проблем екології.

Стохастичність.

Стохастичними називаються системи, залежність між характеристиками яких та їх зв'язки із зовнішнім середовищем не жорстко детерміновані (функціональні), а статистичні, імовірнісні. Цю властивість систем викликає, перш за все, опосередкованість взаємодій між елементами геосистем: елемент А діє на В, В - на С і т. д. Такі ланцюги зв'язків у геосистемі можуть бути дуже довгими. А чим довший ланцюг, тим менш тісними, менш однозначними стають зв'язки між кінцевими елементами. На геосистему діє багато зовнішніх факторів суто стохастичної, імовірнісної природи (наприклад, випадання опадів), і це зумовлює імовірнісний характер її динаміки та еволюції. Стохастичність геосистем проявляється у статистичному (корелятивному) характері зв'язків між її окремими ознаками (наприклад, між продуктивністю та вмістом гумусу, сумою опадів тощо), у браку жорсткої прив'язаності одного типу геокомпонента до іншого (наприклад, певного виду рослинного угруповання до лише одного певного виду ґрунту), в неоднозначності змін геосистем за певних антропогенних навантажень, в імовірнісному характері динаміки, зокрема прогнозованої, тощо. Усе це береться до уваги в дослідженні геосистем методами теорії ймовірності та математичної статистики. Кожен із цих типів відношень визначає відповідний підхід до виділення вертикальних структур геосистеми (її структуризації). Ці підходи різняться принципом, покладеним в основу виділення структурних частин геосистеми (її елементів, компонентів і такого іншого). Можна розрізняти принаймні три загальні підходи до структуризації геосистеми й відповідно три типи її вертикальних структур: - геокомпонентний - поділ вертикального розрізу геосистеми за компонентами природи і далі за їх генетичне однорідними частинами; - речовинно-фазовий - структурні частини виділяються як тіла, однорідні за фазовим станом, фізико-хімічними та іншими властивостями речовини; - просторово-об'ємний — вертикальний профіль геосистеми поділяється на певні однорідні шари, точніше - об'єми.