

Міністерство освіти і науки України
Національний університет водного господарства та
природокористування

Кафедра екології, технології захисту навколишнього середовища та
лісового господарства

05-02-454М

Методичні вказівки

до виконання практичних робіт та самостійної роботи
з навчальної дисципліни «Основи екосистемології» для здобувачів
вищої освіти першого (бакалаврського) рівня за освітньо-
професійними програмами: «Екологія» спеціальності
101 «Екологія», «Технології захисту навколишнього
середовища» спеціальності 183 «Технології захисту
навколишнього середовища» усіх форм навчання

Рекомендовано
науково-методичною радою
з якості ННІАЗ
протокол № 10 від 23.01.2024 р.

Рівне – 2024

Методичні вказівки до виконання практичних робіт та самостійної роботи з навчальної дисципліни «Основи екосистемології» для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня за освітньо-професійними програмами: «Екологія» спеціальності 101 «Екологія», «Технології захисту навколишнього середовища» спеціальності 183 «Технології захисту навколишнього середовища» усіх форм навчання. [Електронне видання] / Прищеп А. М., Стецюк Л. М., Брежицька О. А. – Рівне : НУВГП, 2024. – 81 с.

Укладач: Прищеп А. М., д.с.-г.н., професор, професор кафедри екології, технології захисту навколишнього середовища та лісового господарства;

Стецюк Л. М., к.с.-г.н, доцент кафедри екології, технології захисту навколишнього середовища та лісового господарства;

Брежицька О. А., к.с.-г.н, доцент кафедри екології, технології захисту навколишнього середовища та лісового господарства.

Відповідальний за випуск: Клименко М. О., д.с.-г.н., професор, завідувач кафедри екології, технології захисту навколишнього середовища та лісового господарства.

Керівники груп забезпечення:

спеціальності 101 «Екологія» - Буднік З. М., к.с.-г.н., доцент;

спеціальності 183 «Технології захисту навколишнього середовища» -

Статник І. І., к.с.-г.н., доцент.

© А. М. Прищеп, Л. М. Стецюк,
О. А. Брежицька, 2024

© Національний університет
водного господарства та
природокористування, 2024

ЗМІСТ

ПЕРЕДМОВА

**ПРАКТИЧНА РОБОТА № 1. ОСОБЛИВОСТІ
ФУНКЦІОНАЛЬНОГО ОПИСУ ЕКОСИСТЕМ РІЗНИХ
РІВНІВ**

**ПРАКТИЧНА РОБОТА №2. ВИЗНАЧЕННЯ
СТРУКТУРНИХ ЕЛЕМЕНТІВ ПРИРОДНИХ СИСТЕМ**

**ПРАКТИЧНА РОБОТА № 3. ЗАГАЛЬНІ ПОНЯТТЯ ПРО
ЕКОЛОГІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРИРОДНИХ
СИСТЕМ. ХАРАКТЕРИСТИКА ЕЛЕМЕНТІВ
ЕКОЛОГІЧНИХ СИСТЕМ**

**ПРАКТИЧНА РОБОТА № 4. ФУНКЦІЯ ЗВ'ЯЗКУ В
ЕКОЛОГІЧНІ СИСТЕМІ**

**ПРАКТИЧНА РОБОТА № 5. ДОСЛІДЖЕННЯ
СИСТЕМНОЇ СУТНОСТІ ЛЮДИНИ І ФУНКЦІЙ
ПРИРОДИ**

**ПРАКТИЧНА РОБОТА № 6. ВИВЧЕННЯ МЕТОДОЛОГІЇ
СИСТЕМНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ ПРИРОДНИХ
СИСТЕМ**

**ТЕСТОВІ ЗАВДАННЯ
ПИТАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ
РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА
ДОДАТКИ**

ПЕРЕДМОВА

Двадцять перше століття перед людством поставило завдання зберегти навколишнє середовище та природні ресурси для майбутніх поколінь. Сучасні екологічні проблеми біосфери не можливо вирішити без знань про її функціонування, особливості розвитку та еволюції. Як зазначає Кучерявий В.П. біосфера – це глобальна відкрита екологічна система, де саморегуляція підтримується живими організмами і вона складається з екологічних систем нижчих ієрархічних рівнів. Систематизовану, повну і вичерпну інформацію про екологічну систему, про взаємодії між підсистемами, її компонентами, елементами та управління їх стійкістю і продуктивністю в інтересах людини дає новий напрям екології, який М.А. Голубець виділяє у нову дисципліну – екосистемологію. Притримуючись думки А.Тенслі, В.М. Сукачова, О. Одума слід зазначити, що в екології несистемних об'єктів небуває. Дослідження складних відносин, котрі склалися в результаті еволюції біосфери показали, що людина на ґрунті екологічних природних систем створила складні економічні та соціальні системи, які окремо виокремлюються у соціоекосистеми, соціо-економіко-екологічні системи та утворюють у межах біосфери антропосферу, техносферу, агросферу та урбосфери. Таким чином, екосистемологія сьогодні повинна не лише формувати знання про особливості, структуру, склад, енергетику, механізми, закономірності, закони функціонування природних екологічних систем, але й надавати інструменти вивчення трансформованих та значно перетворених екологічних систем сьогодення, які активно взаємодіють з штучно створеними системами, виявляти чинники, які порушують стійкість екологічних систем та розробляти схеми відновлення екосистем.

Саме екосистемологія, яка є вченням про екосистеми, їх генезис, структурно-функціональні особливості, еволюцію та антропогенну динаміку, дозволить сформувати системні знання щодо навколишнього середовища, екологічних систем різних рівнів організації та трансформації.

Навчальна дисципліна «Основи екосистемології» є однією з провідних у системі базової вищої освіти при підготовці фахівців за

напрямом підготовки 6.040601 «Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування». Це дисципліна з вибіркового блоку, але вона є узагальнюючою щодо вимог формування певного об'єму фундаментальних знань майбутнього фахівця, щодо екологічних систем різного рівня від природних до соціо-економіко-екологічних.

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 1

ОСОБЛИВОСТІ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО ОПИСУ ЕКОСИСТЕМ РІЗНИХ РІВНІВ

Мета роботи: сформувати знання про функціональні особливості зв'язків в екологічних системах, використовуючи функціональний опис екологічних систем.

Основні поняття

Уведення понять «екосистема» (А. Тенслі, 1935) та «біогеоценоз» (В.М. Сукачов, 1944) позначило формування нового напрямку досліджень, об'єктом якого є біокосні природні системи. Цей напрям екології М.А. Голубець виділяє у нову дисципліну - екосистемологію.

А. Тенслі розумів екосистему як угруповання, що включає не лише рослини, які його утворюють, але й тварин, існування яких пов'язане з наявністю цих рослин, а також усі фізичні і хімічні компоненти безпосереднього оточення чи проживання, які разом утворюють замкнену (самостійну) цілісність. Таку систему можна назвати екоотопом (місцем) природного середовища. За А. Тенслі, екосистема - це «відносно стійка система динамічної рівноваги, в якій організми і неорганічні фактори є повноправними компонентами» (Tansley, 1935).

За визначенням В.Н. Сукачова, «біогеоценоз - це сукупність на певному протязі земної поверхні однорідних природних явищ (атмосфери, гірської породи, рослинності, тваринного світу і світу мікроорганізмів, ґрунту і гідрологічних умов), що має свою особливу специфіку взаємодій цих складових компонентів і певний тип обміну речовиною й енергією їх між собою та іншими явищами природи і являє собою внутрішньо суперечливу діалектичну єдність, що знаходиться в постійному русі, розвитку». Біогеоценоз є елементарною хорологічною одиницею біогеоценотичної оболонки, площа якої визначається площею фітоценозу.

Три різні підходи до класифікації екосистем розглядають Х. Елленберг і Д. Мюллер-Домбуа: комбінований, незалежний та функціональний. Комбінований підхід в основі має синтез ознак рослинності та середовища. Залежно від вихідних настанов, межі екосистем можуть визначатися межами рослинного угрупування (за

Сукачовим), ґрунтових виділів (Хіллз) або комбінаціями характеристик рослинності і середовища. Цей підхід використовують, зокрема, при оцінці лісорослинних умов, коли компоненти екосистем виступають як індикатори умов середовища. Близьким до нього є розвинений в Україні лісотипологічний напрям.

При незалежному підході, індивідуальні компоненти екосистем розглядають як окремі одиниці та оцінюють незалежно одна від одної. Такі одиниці комбінують, спираючись на карти та профілі. Представниками цього напрямку є Фосберг, Мюллер-Домбуа тощо.

Нарешті, у 1973 р. Х. Елленберг запропонував класифікацію екосистем планети, одиниці якої базуються на функціональних відносинах та різниці між ними. Найбільшою та всеохоплюючою екосистемою є біосфера, екосистеми якої поділяють на дві групи, відповідно до джерел енергії: природні або переважно природні, функціонування яких безпосередньо залежить від притоку сонячної енергії, та урбоіндустріальні, залежні від перетвореної енергії (органічні поклади та атомна енергія). Дана класифікація є ієрархічною. За біосферою йдуть п'ять мегаекосистем:

M - морські,

L - прісноводні,

S - водно-наземні (земноводні),

T - наземні,

U - урбо-індустріальні екосистеми.

Макроекосистеми є досить широкими одиницями, що виділяються за біомасою і продуктивністю, лімітуючими факторами, регуляторними механізмами тощо.

Основними одиницями даної класифікації є мезоекосистеми - екосистеми у «звичайному» розумінні. Мікроекосистеми є складовими мезоекосистем. Наноекосистемами вважають дрібні компоненти мікрорельєфу, наприклад, вимочки у широколистяних листопадних лісах.

У більшості подальших праць, екосистеми розглядають як функціональні системи, що складаються із біоценозу (біотичного угруповання) та екотопу, які постійно взаємодіють. Біогеоценоз - це реальна дискретна біохорологічна одиниця, яку легко виявити, вона ясно відмежована у просторі, має специфічний набір зв'язків і

взаємодій складових компонентів. Зазначається, що оскільки екосистема є безрозмірним родовим поняттям, а біогеоценоз - лише одна з екосистем, один з рівнів організації, то термін «екосистема» припускає можливість побудови ієрархічної системи, а «біогеоценоз» робить можливою таку процедуру лише в межах одного рівня.

Екосистеми світу. Екосистеми, які знаходяться в сучасній біосфері, належать до двох основних категорій. По-перше, це природні екосистеми, які виникають та існують незалежно від людини, по-друге, штучно антропогенні екосистеми, які створюються людиною (наприклад, посіви). Усі природні екосистеми тієї чи іншою мірою, змінені внаслідок господарської діяльності людини.

Природні екосистеми досить різноманітні. Але за спільність основних ознак, особливостями функціонування, характером потоку енергії та кругообігу речовин їх можна об'єднати в декілька основних типів. Практично при виділенні типів екосистем перш за все беруть за основу ознаки біоценозів. У цьому разі все різноманіття екосистем світу можна звести до 15 основних типів (таблиця 1.1).

Таблиця 1.1

Класифікація екологічних систем

А Екосистеми суходолу	
1. Тундра	6. Савана
2. Шпилькові ліси помірної зони	7. Пустеля
3. Листяні ліси помірної зони	8. Вічнозелений тропічний дощовий ліс
4. Степи	9. Болота
5. Тропічна і субтропічна злакова рослинність	10. Луки
Б Екосистеми водойм	
11. Стоячі водойми: озера і ставки	14. Екосистеми континентального шельфу
12. Екосистеми текучої води: річки та ручаї	15. Естуарії
13. Екосистеми відкритого океану	

Ці типи часто називають біомами. Біом – це великі, регіональні одиниці поділу біосфери, які мають специфічну фауну і флору, пристосувалися до певних ґрунтово–кліматичних умов та сумісного

життя. Найбільш важливими для біосфери є біоми лісів та різних типів злакової рослинності. На лісові біоми припадає 27% території суходолу (40.5млн. км²).

Р.Уїттекер (1975), залежно від обсягу біопродукції, що створюється в екосистемах, поділяв їх на чотири основні класи:

1. Екосистеми найвищої продуктивності, в межах 2000 - 3000г/м² на рік. До них належать екосистеми тропічних вологих лісів.

2. Екосистеми високої продуктивності – у межах 1000-200г/м² на рік. До них належать листяні ліси помірної зони та луки.

3. Екосистеми помірної продуктивності – у межах 250-100 г/м² на рік. До них належать пустелі та напівпустелі.

Найбільш загально, екосистема — це відкрита система, множина біотичних складових які пов'язані між собою і з абіотичним середовищем спрямованими енергетичними та матеріальними (речовинними) потоками. Таким чином, екологічна система - це означення, яке стосується цілої групи біологічних систем різного рівня організації і масштабу (від консорції до біосфери). Ми розглядаємо екосистеми як реально існуючі цілісні об'єкти, що займають певну визначену ділянку поверхні планети (тобто є хорові об'єктами).

Для опису системи, необхідно дослідити її функціональний, морфологічний та інформаційний стан. Зупинимося на функціональному описі системи.

Функціональний опис системи.

Будь-який об'єкт є цікавим, перш за все, результатом свого існування, місцем, яке він займає в навколишньому світі.

Стикаючись із необхідністю дослідження такого об'єкту, нас насамперед цікавлять його функції у досліджуваній системі. Отже, першим описом цієї системи (проблеми) має бути її функціональний опис. *Функціональний опис необхідний* для того, аби усвідомити важливість системи, визначити її місце, оцінити відношення до інших систем. Функціональний опис (функціональна модель) має визначити правильну орієнтацію у відношенні зовнішніх в'язей системи, її контактів з оточуючим світом, напрямки можливих змін цієї системи. Функціональний опис передбачає оцінку значущості системи в її конкретній функції.

Функціональний опис виходить з того, що будь-яка система виконує певні функції – просто існує, є областю існування іншої системи, обслуговує систему більш високого порядку, є контролюючою для певної групи систем, є засобом або вихідним матеріалом для створення більш досконалої системи тощо. Система може бути однофункціональною або багатфункціональною. Залежно від ступеня впливу на зовнішнє середовище та характеру взаємодії з іншими системами, функції системи можна розрізнити таким чином:

- 1) пасивне існування, як матеріал для інших систем;
- 2) обслуговування систем більш високого порядку;
- 3) протидія іншим системам або зовнішньому середовищу (виживання);
- 4) поглинання (експансія) інших систем або зовнішнього середовища;
- 5) перетворення інших систем або зовнішнього середовища.

Функціональний опис є її ерархічним, однак, повною мірою залежить від точки зору (рівня кваліфікації, рівня поінформованості) того хто складає цей опис. Функція системи визначається числовим функціоналом, який залежить від функцій, що описують внутрішні процеси системи. Як правило, функція системи виконується, якщо параметри і процеси системи обмежені визначеними границями, за якими система або руйнується, або радикально змінює свої властивості. Функціонал, який кількісно або якісно описує діяльність (дію) системи є *функціоналом ефективності* системи.

Функціональний опис системи $S\phi$ може бути заданий "сімкою":

$$S\phi = \{T, x, C, Q, y, \varphi, \eta\},$$

де T - множина моментів часу;

x - множина миттєвих значень вхідних впливів;

$C = \{c : T - x\}$ - множина допустимих вхідних впливів;

Q - множина станів;

y - множина значень вихідних величин;

$u = \{u : T - y\}$ - множина вихідних величин;

$\varphi = \{T \times T \times T \times C - Q\}$ - перехідна функція стану;

$\eta : T \times Q - y$ - вихідне відображення;

c - приріст вхідного впливу;

u - приріст вихідної величини.

Такий опис системи є досить загальним і охоплює широкий діапазон властивостей. Основним його недоліком є неконструктивність, складність інтерпретації і практичного застосування. Функціональний опис має відображати такі принципові характеристики складних та слабо визначених систем як параметри, процеси та ієрархію.

Зв'язки між системами та між складовими всередині системи – це взаємодії, що характеризують рух енергії, речовини і інформації. Будемо розрізняти джерело дії і об'єкт дії. Зв'язок - це формалізоване до математичного вигляду відображення дії з боку джерела дії на об'єкт. Джерелом дії може бути як складова системи, так і зовнішній вплив. Зв'язок у напрямку дії (підводу) вважається прямим, а реакції відповіді - зворотнім. Реакція відповіді залежить від типу об'єкту дії – якщо об'єкт неживий реагує негативною відповіддю згідно до законів механіки, тобто, протидія за величиною дорівню дії, то реакція живого об'єкту значно складніша.

Залежно від розташування джерела дії зв'язки бувають зовнішні, коли джерело знаходиться поза межами системи, і внутрішні. Напрямок руху дії в системі може бути вертикальним, тобто міжрівневим, і горизонтальним - на будь-якому рівні системи.

Зв'язки в екологічній системі.

Екологічна система - це не закріплене незмінне утворення. У ній постійно відбуваються зміни – щось відмирає, щось народжується, щось росте тощо. Ці зміни відбуваються внаслідок складних взаємодій між складовими екосистемами і всередині складових. Зовнішні дії на біологічні складові системи часто називають *екологічними факторами* (лат. factor - виконуючий, роблячий). В залежності від джерела дії, характеру дії та інших особливостей, фактори можуть бути дуже різноманітними. Реймерс М. Ф. враховує 37 видів факторів.

Дія і взаємодія різних екологічних факторів може проявлятися по-різному. Наприклад, погодні умови, безпосередньо впливаючи на плодючість, швидкість розвитку і виживання будь-якої комахи, одночасно впливають і на стан його харчової рослини, що опосередковано може стати більш важливим для комахи. Намерзання на поверхні снігу твердої плівки не тільки погіршує умови добування оленем корму з-під снігу, а і збільшує вірогідність його загибелі від

вовків. На схемі екологічної системи, дії на будь-яку складову представляють у вигляді зв'язків - векторів, спрямованих від джерел дії до складової екосистеми. Реакцію об'єкту дії на вплив фактору називають зворотнім зв'язком, який може бути позитивним або негативним.

Прикладів різноманітності позитивного зворотного зв'язку живих об'єктів безліч: рефлекторна реакція, міграція, відгородження від дії тощо.

У залежності від місцезнаходження джерела дії зв'язки бувають **зовнішні**, коли джерело знаходиться за межами екосистеми, або **внутрішні**, якщо взаємодіють дві складові екосистеми.

Горизонтальні зв'язки характеризують взаємовплив складових одного ієрархічного рівня, наприклад, зв'язки між організмами однієї популяції. **Вертикальні** зв'язки в такому випадку між окремими організмами і популяцією цих організмів віддзеркалюють вплив організму на властивості популяції (і навпаки).

За характером дії зв'язки можуть бути стаціонарними (постійними) і динамічними, які, в свою чергу, залежать від характеру змін (гармонійні, спонтанні, безперервні, періодичні, знакоперемінні тощо).

За особливостями джерела впливу, зв'язки розподіляють на біотичні, абіотичні, антропогенні, змішані.

Гіляров О. М. вважає будь-яку класифікацію біотичних зв'язків умовною, бо форми, в яких можуть проявлятися взаємовідносини природних популяцій різних видів в екосистемі, дуже різноманітні, навіть унікальні. В основу різних систем типології покладено два підходи - особливості механізму взаємовідносин або результати взаємовідносин. Якщо особини одного виду поїдають представників іншого виду, то це класифікується як відносини типу «хижак - жертва». Коли особини одного виду вживають дефіцитний ресурс, якого не вистачає іншому виду, говорять про міжвидову конкуренцію.

За Беклемишовим В. Н., по значенню для місця, яке займає біологічний вид в екосистемі, біотичні зв'язки можуть бути чотирьох типів: трофічні, топічні, фотичні, фабричні.

Трофічні зв'язки бувають безпосередні і опосередковані. Безпосереднім трофічним зв'язком позначається дія представників одного виду, який живиться особинами іншого виду, або їх мертвими

залишками, чи продуктами їх життєдіяльності. До таких трофічних зв'язків відносяться взаємовідносини між хижаком та жертвою, між паразитом і хазяїном, між траводними і рослинами, між коменсалом і хазяїном тощо. Опосередкований трофічний зв'язок спостерігається в процесі конкуренції, коли наявність корму для певного виду залежить від споживання цього корму іншим видом. До цього типу зв'язків відносять також дію виду, яка змінює умови харчування іншого виду. Наприклад, гусениці, які об'їдають хвою сосен, полегшують короїдам умови харчування на хворих деревах. Конкуренція - це взаємодія організмів (одного чи різних видів), яка проявляється як взаємне пригноблення внаслідок того, що їм потрібен один і той же наявний в недостатній кількості, ресурс, або внаслідок того, що тварини заважають один одному користуватися, наявним у достатній кількості ресурсом існування (зручні для влаштування гнізд, нір, тощо місця). За Гіляровим О. М., об'єктом конкуренції може бути навіть «простір, вільний від, хижаків».

Топічні зв'язки характеризують будь-яку, фізичну чи хімічну, зміну умов проживання одного виду в результаті життєдіяльності іншого виду. Це, перш за все, зміни освітленості, температури, руху повітря, насичення середовища продуктами виділення. Це також паразитизм і житловий коменсалізм, формування субстрату, в якому поселяються представники інших видів тощо. Внаслідок позитивних чи негативних взаємозв'язків, одні види визначають можливість існування в екосистемі інших видів, впливають на умови існування.

Форичні зв'язки визначають участь одного виду в розповсюдженні іншого. В ролі транспорту виступають тварини. Перенесення відбувається внаслідок пасивного або активного захвату. Пасивний захват спостерігається під час випадкового контакту тіла тварини з рослиною, насіння якої має властивість прикріплюватися. Активний спосіб захвату - поїдання плодів і ягід, насіння яких через деякий час виділяється разом з екскрементами. Деякі літаючі комахи переносять на собі кліщів.

Фабричні зв'язки визначають відносини між двома видами, коли один з них використовує для своєї будівлі продукти виділення, чи мертві залишки, або, навіть, живих представників другого виду. Наприклад, птахи для створення гнізд використовують гілки дерев,

шерсть ссавців, траву, листя, пух інших птахів.

Абіотичні зв'язки віддзеркалюють вплив факторів неживих природних складових екологічної системи. Вони бувають: атмосферними, що характеризують вплив стану атмосферного повітря (температура повітря, напрямок і швидкість вітру, вологість повітря, атмосферний тиск, густина повітря, захмареність, радіаційність тощо), гідрологічними, що враховують показники води (солоність, хімічний склад, прозорість, швидкість і напрямок течії, температура тощо), ландшафтними (різновисотність, уклін схилів тощо), едафічними (потужність шару ґрунту, вміст гумусу тощо).

Незважаючи на начебто чітку і зрозумілу класифікацію природних зв'язків в екосистемі, на практиці дуже часто важко встановити дійсну причину змін в екосистемі внаслідок складних опосередкованих взаємодій. З цього приводу відомий біолог Гіляров О. М. писав: «... у переважній кількості випадків ми не знаємо, які фактори дійсно обмежують розповсюдження й динаміку тих чи інших організмів. Треба застерегти від намагання поспішного вирішення таких проблем, шляхом пошуку простих кореляцій з декількома факторами, що легко оцінюються».

Антропогенні зв'язки характеризують вплив людини на складові екологічної системи. Вони можуть бути біоантропогенними і техногенними, безпосередніми і опосередкованими, споживчими і забруднюючими. Біоантропогенні зв'язки визначають вплив людини, як біологічного виду - споживання для задоволення біологічних потреб води, повітря, харчів тощо; викидів та скидів залишків після використання.

Техногенні зв'язки характеризують вплив техніки і технологій. Безпосередніми будуть зв'язки, які враховують пряму дію людини чи техніки на складові екосистеми. Опосередковані зв'язки характеризують вплив через зміни умов середовища. Споживчі зв'язки визначають споживання природних ресурсів, а забруднюючі - забруднення шкідливими речовинами атмосферного повітря внаслідок газоподібних викидів, водного середовища – скидами та ґрунту - твердими відходами.

Хід роботи

1. Ознайомитися з поняттям екологічної системи, класифікаційними підходами та особливостями її функціонального опису.
2. З'ясувати, які зв'язки характерні для екологічних систем різних рівнів.
3. Дослідити взаємодію складових, запропонованої екологічної системи.
4. Встановити біотичні, абіотичні, антропогенні, змішані, зовнішні, внутрішні, вертикальні, горизонтальні зв'язки в екосистемі.
5. Виявити стаціонарні і динамічні зв'язки в екологічній системі.
6. Зробити висновки

Питання для самоперевірки:

1. Дайте визначення екологічній системі.
2. Які типи зв'язків в екологічній системі виділяють?
3. Що таке функціональний опис системи і з якою метою його застосовують?
4. З'ясуйте сутність зв'язку між системами.

ПРАКТИЧНА РОБОТА №2

ВИЗНАЧЕННЯ СТРУКТУРНИХ ЕЛЕМЕНТІВ ПРИРОДНИХ СИСТЕМ

Мета роботи: ознайомитися з структурою екологічної системи та навчитися оцінювати структурні елементи екологічних систем.

Основні поняття

Жива та нежива речовина на Землі становлять гармонійне ціле, що, власне, й називається біосферою.

Живі істоти Землі складають три типи організмів:

1. Продуценти, або автотрофи - організми, що створюють (продукують) органічну речовину з води, вуглекислого газу й мінеральних солей, використовуючи для цього сонячну енергію. У цю групу входять також зелені рослини, яких на Землі налічується близько 350 тис. видів.

2. Консументи, або гетеротрофи - організми, що отримують життєву енергію, харчуючись рослинами чи іншими тваринами. Це травоядні тварини, хижаки, паразити, хижі рослини (такі, як росянка) та гриби. Таких організмів на Землі найбільше - близько 1,5 млн видів.

3. Редуценти - організми, що розкладають органічну речовину продуцентів і консументів до простих сполук - води, вуглекислого газу й мінеральних солей, замикаючи, таким чином кругообіг речовин у біосфері. Їх на Землі близько 75 тис. видів.

Вчені оцінили також кількість усіх живих особин, що населяють Землю - 10^{27} (одиниця з 27 нулями після неї). Вся ця величезна маса живих істот перебуває в надзвичайно складних взаємовідносинах між собою і з неживою речовиною біосфери.

Кількість можливих зв'язків, між членами якої-небудь екологічної системи визначається за формулою:

$$A=N(N-1)/2, (2.1)$$

де: A - число зв'язків,

N - число видів в екосистемі.

Якщо, наприклад, у якійсь екосистемі знаходиться 1 тис видів, то число зв'язків і взаємозалежностей між ними буде обчислюватися як, $1000 \times 999/2$ тобто становитиме приблизно 500 тис. Серед цих численних зв'язків є малосуттєві, а є надзвичайно важливі, незамінні. Втручання людини в біосферні взаємозв'язки, про значення яких вона здебільшого не має правильного уявлення, часто приводить до негативних наслідків.

Наприклад, у 30-ті роки в Норвегії було вирішено відстріляти хижих птахів (полярних сов та яструбів), які, як вважалося, винищували багато цінних промислових птахів - полярних куріпок. Оголошені пільги та премії сприяли повсюдному відстрілу мисливцями хижих птахів. Одразу ж після цієї акції, серед куріпок спалахнула епідемія, що майже повністю знищила їх популяцію. Як з'ясувалося, сови та яструби в природі виконували роль санітарів, що поїдали в першу чергу хворих, ослаблених куріпок (їх легше ловити) і, таким чином запобігали поширенню епідемії.

Складність структури системи визначається числом n її елементів (кількості) та числом m зв'язків між ними. Якщо в будь-якій системі досліджується число дискретних (розділених, перервних, які

протиставляються неперервному) станів, то складність системи C визначається логарифмом числа зв'язків:

$$C = \lg m, \quad (2.2)$$

Системи умовно класифікують за складністю наступним чином:

1. Прості системи, які мають до тисячі станів ($0 < C < 3$);
2. Складні системи, які мають до мільйонна станів ($3 < C < 6$);
3. Дуже складні системи, які мають більше мільйонна станів ($C > 3$).

У цілому біосфера дуже схожа на єдиний гігантський суперорганізм, у якому автоматично підтримується гомеостаз - динамічна сталість фізико-хімічних та біологічних властивостей середовища та стійкість його основних функцій. З точки зору кібернетики (теорії керування), в кожному біоценозі, тобто сукупності організмів, що населяють певну ділянку суші чи водойми, є керуюча й керована підсистеми. Роль керуючої підсистеми виконують консументи. Вони не дають рослинам занадто розростатися, поїдаючи «зайву» біомасу. За трав'яними пильно «стежать» хижаки, запобігаючи їх надмірному розмноженню й знищенню рослинності. Керуючою підсистемою для хижаків є інші хижаки та паразити, якими в свою чергу «керують» надпаразити (хвороботворні мікроорганізми), і т. д. Тому на Землі так багато видів живих організмів.

Особливістю зв'язків у біосфері є й те, що керуюча й керована підсистеми в ній часто міняються місцями. Так, зменшення кількості рослинного корму спричинює зниження чисельності хижаків і паразитів, через механізм зворотного зв'язку.

Біосферні зв'язки формувалися протягом дуже тривалого часу. В екосистемах немає нічого зайвого, непотрібного.

Різноманітність складу або взаємозв'язків в системі оцінюється показником C . Симпсона:

$$D_s = 1 - \sum p_i^2, \quad (2.3)$$

або показником К.Шенона

$$H_s = - \sum p_i \lg p_i, \quad (2.4)$$

де: D_s , H_s – індекси різноманіття, p_i – відносна чисельність (частота зустрічаємості) i -тої різновидності елементів в совокупності p різновидностей.

Ці показники важливі при кількісній оцінці біорізноманіття екосистем і принципово відрізняються від числа представлених видів в екосистемі.

Наприклад, припустимо, що існують два однакових за сумою чисельності (100) набору складу деревостою: А – сосна (35), береза (35), ялина (30); Б – сосна (90), береза (3), ялина (2), осика (2), пихта (1), дуб (1), клен (1). Розраховані, у відповідності з показниками, Сімпсона індекси різноманіття відповідно рівні $D_A = 0,665$, $D_B = 0,188$.

Показники за Шеноном рівні $H_A = 0,548$, $H_B = 0,216$.

Отже, хоча в складі Б в двоє більше видів, розраховане різноманіття в 2,5 – 3,5 рази менше, так як це типова соснина з малою присутністю інших видів.

Оцінка відносної організації системи R залежить від складності і різноманітності складу і розраховується за формулою:

$$R = 1 - H_s / C \quad (2.5)$$

За цим параметром системи, також виділяють три групи:

1. Якщо $0 < R < 0,1$, то систему вважають випадковою, нестійкою, здатною гнучко змінювати свій стан.
2. Якщо $0,1 < R < 0,3$, то систему вважають квазідетармінованою;
3. Якщо $0,3 < R < 1$, то систему вважають детермінованою, стійкою, консервативною.

Більшість природних систем мають імовірнісний або квазідетермінований характер.

Організми наділені ієрархією структур і функцій, в яких з ускладненням організації зростає, різноманіття системних якостей.

Хід роботи

1. Виписати вихідні дані згідно варіанта (табл..2.1).
2. Оцінити кількість можливих зв'язків між членами запропонованої екологічної системи.

3. Визначити різноманітність складу або взаємозв'язків в системі за показниками Є. Симпсона, К.Шенона.
4. Оцінити відносну організацію системи, використовуючи складність системи та її різноманітний склад.
5. Зробити висновки.

Таблиця 2.1

Вихідні дані

Остання цифра залікової книжки										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Угрупування А										
1	20	50	70	55	48	100	40	10	20	30
2	80	45	10	54	47	5	40	50	80	50
3	10	15	30	1	15	5	30	50	20	30
Угрупування Б										
4	20	50	80	90	20	15	100	90	10	15
5	10	10	5	1	20	15	1	2	5	187
6	20	10	5	1	20	15	2	2	2	20
7	50	20	5	1	20	15	2	2	3	20
8	10	10	5	10	10	20	5	4	8	20
9	10	10	5	7	10	30	5	10	7	20

1- сосна; 2 – ялина; 3- береза. 4- сосна; 5- ялина; 6 –осика; 7 – клен; 8 – дуб; 9 – граб.

Питання для самоперевірки

1. Охарактеризуйте структуру екологічної системи.
2. Яким чином можна оцінити складність структури екосистеми?
3. За якими критеріями можна встановити, що система є стійкою?
4. Як можна визначити кількість зв'язків в системі?
5. Що в себе включає оцінка відносної організації системи?

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 3

ЗАГАЛЬНІ ПОНЯТТЯ ПРО ЕКОЛОГІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРИРОДНИХ СИСТЕМ. ХАРАКТЕРИСТИКА ЕЛЕМЕНТІВ ЕКОЛОГІЧНИХ СИСТЕМ

Мета роботи: ознайомитися з поняттям про екологічні характеристики та характеристики елементів екологічних систем.

Основні поняття

Всі складові екологічної системи взаємопов'язані і взаємовпливові. Тому, кожна складова повинна розглядатися в двох аспектах - як об'єкт впливу і як джерело впливу одночасно. Як об'єкт впливу, будь-яка складова екосистеми відчуває дію інших складових, через внутрішні зв'язки, і дію позасистемних компонентів середовища, через зовнішні зв'язки. Джерела впливу дії, по відношенню до об'єкта, постають як фактори по лініях зв'язків.

Об'єкт не залишається байдужим до дії довкілля – показники його властивостей і якості змінюються, відповідно до кількісних змін діючих факторів.

Залежність властивості V чи показника Π об'єкту впливу від величини діючого фактору називається екологічною характеристикою.

$$V = f_1(\Phi); \quad \Pi = f_2(\Phi).$$

Як правило, об'єкт впливу знаходиться під дією декількох факторів, тобто екологічна характеристика описується багато параметричною залежністю:

$$V = f_1(\Phi_1, \Phi_2, \dots, \Phi_n); \quad \Pi = f_2(\Phi_1, \Phi_2, \dots, \Phi_n)$$

Наприклад, продуктивність рослин головним чином залежить від забезпеченості енергією, вологою, поживними речовинами.

Залежно від особливостей об'єкту впливу, екологічні характеристики можуть бути біотичними, абіотичними і штучними.

Хід роботи

1. Виписати вихідні дані (табл.3.1 – 3.4).
2. Дослідити залежність властивості, чи показника від величини діючого фактору.

3. Графічно зобразити одно та багатопараметричну залежність властивості, чи показника від величини дії багатьох факторів.
4. Відслідкувати залежності змін одного параметра від іншого та спрогнозувати зміни показника при зміні діючого фактору.
5. Визначити оптимальні межі показника та встановити оптимальні межі діючих факторів.
6. Зробити висновки.

Таблиця 3.1

Залежність маси жолудів від їхньої вологості

V*	43	46	48	51	54	57	59	62	65	68	71
M*	620	630	640	650	660	670	680	690	700	710	720

V* - вологість (%абсолютної сухої маси)

M* Маса (г)

Таблиця 3.2

Залежність смертності лялечок яблуневої плодожерки від температури та вологості повітря

Температур а (°C)	Відносна вологість									
	20	30	40	50	60	70	80	90	100	
10	100	100	100	100	100	90	80	80	100	
15	100	100	100	75	55	40	30	28	40	
20	100	85	60	40	20	16	13	12	18	
25	95	60	35	20	10	0	10	13	15	
30	85	40	30	20	17	20	30	30	19	
35	100	70	60	70	80	90	95	85	65	
40	100	100	100	100	100	100	100	100	100	

Таблиця 3.3

Залежність температури води від глибини океану (°C)

Район океану	Глибина , м									
	0	100	200	300	400	500	1000	1500	2000	3000
Тропіки	20	20	20	16	13	11,5	7	4	2	2
Високі і помірні широти	11	11	10,5	10	10	9,5	7	4	2	2

Таблиця 3.4

Вміст води (г/м³) у повітрі залежно від його температури й відносної вологості

Температура повітря(°C)	Відносна вологість повітря, %									
	20	30	40	50	60	70	80	90	100	
0	0,5	1,0	1,5	2,0	2,4	2,8	3,2	3,6	1,0	
10	1,9	2,7	3,4	4,0	5,0	5,8	6,5	7,3	8,0	
20	3,2	4,5	6,0	7,5	9,2	10,5	11,6	13,2	15,0	
30	5,8	8,2	10,8	13,5	16,2	19,5	22,3	24,5	27,0	
40	9,6	14,3	19,0	24,3	29,5	34,5	40,0	44,0	50,0	

Питання для самоперевірки

1. Наведіть приклади залежностей певного показника системи від внутрішніх показників системи та зовнішніх показників системи.
2. Сформулюйте та обґрунтуйте залежність функціонування біотичної складової в природній системі.
3. Від яких параметрів довкілля залежить продуктивність природної системи?

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 4

ФУНКЦІЯ ЗВ'ЯЗКУ В ЕКОЛОГІЧНІ СИСТЕМІ

Мета роботи: ознайомитися з функціями зв'язку в екологічних системах.

Основні поняття

Функція (лат. *functio* - звершення, виконання) - 1) діяльність, обов'язок, робота, зовнішній прояв властивостей певного об'єкта в рамках даної системи відносин, до якої він належить (напр., функція органів відчуття, функція грошей); 2) вид зв'язку між об'єктами, коли зміна одного з них призводить до зміни іншого, при цьому другий об'єкт також називається функцією першого.

У різних галузях знань застосовуються, як правило, обидва поняття функції. Так, у соціології можна говорити, з одного боку, про функцію якого-небудь соціального інституту (наприклад, родини, держави) у суспільстві, а з іншого боку - про деяке соціальне явище як функцію іншого явища (наприклад, про злочинність як функцію економічного становища); у біології специфічна діяльність тваринного або рослинного організму.

У математиці поняття функції (належним чином формалізоване) використовується в значенні виду зв'язку між об'єктами і є одним з центральних:

1. Залежна змінна величина.

2. Відповідність $y = f(x)$ між змінними величинами, у силу якої, кожному розглянутому значенню деякої величини x (аргумент, або незалежна змінна), відповідає певне значення іншої величини y (залежна змінна, або функція). Таку відповідність може бути задано різним чином, напр. формулою, графічно або таблицею (типу таблиці логарифмів). За допомогою функції математично виражаються різноманітні кількісні закономірності в природі.

Особливу роль поняття функції відіграє в рамках системного підходу, де воно виступає в тісному зв'язку з поняттям структури; прикладом може служити структурно-функціональний аналіз у соціології.

Функція (відображення, трансформація, оператор) в математиці - це така відповідність між множинами, в якій кожному елементу з першої множини (області визначення) співставляється один і тільки один елемент з другої множини (можливо тої самої). Часто цю другу

множину називають областю значень функції чи відображення (але в загальному випадку область значень є лише підмножиною цієї множини, тому тут слід бути обережним).

Відображення f , яке співставляє кожному елементу множини A єдиний елемент множини B позначається як $f:A \rightarrow B$ (тобто f відображує A в B).

Інтуїтивне визначення

Інтуїтивно, функція - це певне "правило", або "перетворення", яке співставляє унікальне вихідне значення кожному вхідному значенню. Наприклад, в кожній особі є улюблений колір (жовто-блакитний, помаранчевий, біло-синій тощо). Улюблений колір є "функцією особи", наприклад, у Віктора улюбленим є помаранчевий, у Людмили - біло-синій. Тобто, вхідними значеннями тут є особи, вихідними - улюблені кольори. Або, наприклад, час, необхідний камінцю, кинутому з певної висоти, щоб досягнути землі, залежить від цієї висоти, яка тут виступає як вхідне значення, а час, який камінець знаходиться в польоті - в якості вихідного значення.

"Правило", яке визначає функцію, може бути задане формулою, певним співвідношенням, або просто таблицею, в якій перелічені всі можливі комбінації вхідних та вихідних значень. Найважливішою ознакою звичайної функції є те, що вона завжди продукує однаковий результат на подане вхідне значення. Вхідне значення часто називають аргументом функції, вихідне - значенням функції

Зазвичай, у функціях аргументами та значеннями виступають числа, і функціональна залежність задається формулою. Значення функції отримується безпосередньою підстановкою аргумента в формулу. Прикладом такої функції може бути квадратична залежність: $f(x) = x^2$, яка співставляє кожному аргументу його квадрат.

В більш загальному випадку, функція може бути залежною від декількох аргументів.

Втім, у сучасній математиці і природничих науках розглядаються функції, які не можуть бути явно задані формулами, тому сучасна інтерпретація поняття "функція" визначає її як певне відображення, відповідність між деякими множинами A (множиною або областю визначення) та B (яку іноді називають областю значень, хоча це й не зовсім правильно), отже таке відображення, яке співставляє кожному елементу з множини A єдиний елемент з множини B . В теорії множин такі функції зручно визначати за допомогою відповідностей між множинами. В такій узагальненій інтерпретації функція стає

фундаментальним поняттям практично в кожній галузі математичних знань.

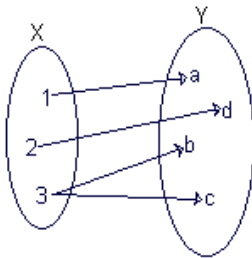
Формальне визначення

Формально, функцією (відображенням, трансформацією) f множини X в множину Y (позначається $f: X \rightarrow Y$) називається така відповідність між множинами X та Y , яка відповідає наступним умовам:

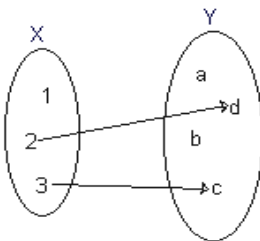
1. Відповідність f всюди визначена, тобто, для будь-якого x з X існує такий y з Y , що $x f y$ (y є образом x для функції f), тобто, для будь-якого x з X існує хоча б один образ y з Y .

2. Відповідність f є відповідністю багато-до-одного, або функціональною, тобто, якщо $x f y$ та $x f z$, то $y = z$, тобто, y може бути образом одразу декількох елементів з X , але один елемент x не може породжувати більше одного образу з Y .

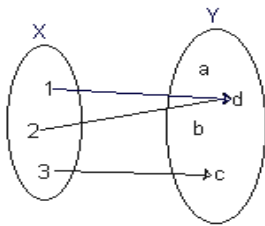
Елемент y з Y , який відповідає елементові x з X позначається як $f(x)$.



Елемент x з X відповідає одночасно двом елементам a та b з Y , тобто, $f(x) = a$, $f(x) = b$ і $a \neq b$. Така відповідність є багатозначною функцією, але не функцією.



Елемент 1 з X не відповідає жодному елементу з Y . Така відповідність є частковою функцією, але не функцією.



Така відповідність є всюди визначеною та функціональною, тобто функцією з X в Y . Безпосередньо цю функцію можна задати множиною: $f = \{(1, d), (2, d), (3, c)\}$ або умовним переліком:

$$f(x) = \begin{cases} d, & \text{if } x = 1 \\ d, & \text{if } x = 2 \\ c, & \text{if } x = 3. \end{cases}$$

Відповідність між X та Y , яка задовольняє тільки умові (1) називається багатозначною функцією. Будь-яка функція є багатозначною функцією, але не кожна багатозначна функція є функцією. Відповідність, яка задовольняє тільки умові (2) є часткова функція. Будь-яка функція є частковою, але не кожна часткова функція є функцією. В цій енциклопедії функцією є така відповідність між множинами, яка задовольняє одночасно умовам (1) та (2), якщо інше не вказується додатково.

Функції багатьох змінних, де $y=f(x_1, \dots, x_n)$, тобто де y одночасно залежить від n змінних, можна визначити як відображення виду $f: X_n \rightarrow Y$, де X_n - n -ступінь множини X .

Зв'язки між складовими в екологічній системі описуються рівняннями їх характеристик. Тут можливі два варіанти – безпосередній контакт між складовими і опосередкований вплив. Для прикладу, безпосередній контакт - це коли пересувне чи стаціонарне джерело забруднення атмосферного повітря здійснюють викиди хімічних сполук у атмосферне повітря, змінюючи при цьому його якісні показники. Опосередкований вплив це коли через певний період, в результаті сухого чи мокрого очищення атмосфери проходить забруднення ґрунтового покриву.

Ґрунт і сніговий покрив відображають різні часові характеристики забруднення атмосферного повітря. Вміст важких металів в поверхневому шарі ґрунту населених пунктів є результатом багаторічної дії забрудненого атмосферного повітря.

В результаті одночасних досліджень металів в атмосферному повітрі і ґрунті, у великих населених пунктах встановлені кількісні зв'язки між концентраціями деяких металів в їх суміжних

середовищах. В ґрунті визначають валовий вміст металу і по ньому здійснюють наступні розрахунки.

1. Залежність між вмістом свинцю в атмосферному повітрі (x) і ґрунті (y)

$$y=1324x+6,3 \quad (4.1).$$

ГДК свинцю в повітрі (0,3 мкг/м³) відповідає концентрації в ґрунті 400 мг/кг;

2. Залежність між вмістом міді в атмосферному повітрі (x) і ґрунті (y)

$$y=526x+457 \quad (4.2).$$

ГДК міді (оксид) в повітрі (2,0 мкг/м³), відповідає концентрації в ґрунті 1500 мг/кг; 0,002

3. Залежність між вмістом ртуті в атмосферному повітрі (x) і ґрунті (y)

$$y=1,3x+0,01 \quad (4.3).$$

ГДК ртуті в повітрі (0,3 мкг/м³) відповідає концентрації в ґрунті 0,4 мг/кг. 0,0003

Крім цього для свинцю виявлена залежність між його концентрацією в атмосферному повітрі (x) і пилових випадіннях з атмосфери, які осіли і були вловлені сніговим покривом (y)

$$y=5317x+130 \quad (4.5).$$

ГДК свинцю в повітрі відповідає концентрації в сніговому покриві 1465 мг/кг.

Таблиця 4.1

Кларки і можливі допустимі рівні важких металів у ґрунтах

Елемент	Кларк, мг/кг	МДР, мг/кг	Елемент	Кларк, мг/кг	МДР, мг/кг
Ванадій	100	-	Цинк	50	300
Марганець	850	1400	Селен	0,01	10
Хром	75	100	Кадмій	0,5	3
Кобальт	8	50	Ртуть	0,02	2
Нікель	40	50	Свинець	10	32
Мідь	20	100	Стронцій	300	1000

Хід роботи

1. За вихідними даними, використовуючи функції залежності між вмістом свинцю, міді, ртуті в атмосферному повітрі (x) і ґрунті (y) (1,2,3) побудувати графічні моделі.
2. Встановити рівень забруднення атмосферного повітря сполуками свинцю, міді та ртуті при заданих показниках рівня забруднення ґрунту.
3. Зробити висновки.

Таблиця 4.2

Класифікація ґрунтів за вмістом важких металів та наслідками забруднення (за даними В.І.Кисіля, 1997)

Клас оцінки	Кларк	МДР відносно кларку	Урожай, %	Наслідки та рекомендації
I	1-2	<0,5	100	Можливе вирощування продукції для дитячого харчування
II	2-3	0,5-1,0	100-95	Якість урожаю відповідає санітарно-гігієнічним вимогам
III	3-4	1,0 – 1,5	95 – 90	Забороняється вирощування кормових і овочевих (зелених і листових) культур
IV	4-5	1,5 -2,0	90 – 85	Якість урожаю кукурудзи, цукрових буряків, соняшника і картоплі нижче санітарно-гігієнічних вимог
V	5-6	2,0 – 2,5	85 - 70	Допускається вирощування окремих культур для використання продукції в технічних цілях
VI	>6	>2,5	<70	Забороняється вирощування сільськогосподарських культур

Питання для самоперевірки

1. Дайте визначення поняття функції, часткової, багатозначної функцій.
2. За допомогою чого описують зв'язки між складовими в екологічній системі?

3. З якою метою встановлюють функціональні залежності між параметрами екологічних систем, яким чином їх можна використати на практиці? Наведіть приклади.

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 5

ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМНОЇ СУТНОСТІ ЛЮДИНИ І ФУНКЦІЙ ПРИРОДИ

Мета роботи: дослідити системну сутність людини і функції природи.

Основні поняття

Природні фактори стосовно до людини виконують функції, які умовно можуть бути поєднані в чотири основні групи:

1. Фізіологічні функції підтримують життя людини як біологічного організму («біолоїдини»)

2. Соціальні функції забезпечують формування людини як особистості («соціо-людини»).

3. Економічні функції визначають діяльність економічної системи, у т.ч. відтворення людини як трудового ресурсу («трудо-людини»).

4. Екологічні функції формують, регулюють і підтримують стан екосистеми, у якій живе людина.

Існують й інші підходи до класифікації функцій природи. Наприклад, Rudolf S. De Groot (De Groot, 1992) поєднує їх у чотири групи: функції регулювання (16 одиниць), у тому числі регулювання хімічного складу атмосфери, енергобалансу, клімату, підтримання рівноваги тощо; функції підтримування (5-забезпечують середовище людини - це житлові, сільськогосподарські умови, енергоперетворення, реакція людини, природоохоронні властивості); продуктивні функції (11 - виробництво кисню, води, палива, сировини та матеріалів, генетичної інформації, орнаментних ресурсів тощо); інформаційні функції (5 - джерело естетичної, духовної, історичної, культурної та культурно-освітньої інформації).

Фізіологічні функції. Людина - це складна біологічна система, яка функціонує в дуже вузькому інтервалі фізико-хімічних параметрів. Це

стосується елементів системи Менделєєва, а також фізичних параметрів: температури, тиску, шуму тощо.

Значну роль, у регулюванні енергозабезпечення, відіграють фізичні властивості середовища, зокрема, електромагнітні параметри.

Чутливість організму людини до зміни фізичних параметрів середовища часто значно перевищує вразливість від зміни хімічних властивостей.

Соціальні функції. На відміну від фізіологічних функцій соціальні функції природи, головним чином, обумовлені інформаційним контактом людини з природними комплексами.

Формування повноцінної особистості можливе тільки за умови *інформаційного контакту* не просто з елементами живої природи - рослинами, тваринами, але також із *цілісними екосистемами*. Без цього відбувається духовне спустошення людини.

Екологічні функції є основою трьох інших. Будь-яка екосистема є системою життєзабезпечення людини, суспільства та економіки. Це диктує певні умови функціонування економічної системи:

- діяльність людини не повинна переходити порогів само відновлення природних екосистем;
- у випадках перевищення природних можливостей самовідновлення, виробництво повинне нести витрати на відтворення порушених властивостей;
- у тому разі, коли територіальна система чи економічний суб'єкт використовують екологічний потенціал сусідньої території чи суміжного суб'єкта (тропічні ліси, що продукують кисень; ріки, що живлять озера, тощо) і зацікавлені в його збереженні, суб'єкти діяльності повинні відшкодовувати витрати на підтримання екосистеми, включаючи втрачену вигоду від стримування економічного зростання;
- у разі необхідності кардинальної зміни екосистеми, суспільство має виділяти кошти на збереження природних еталонів (заповідників, заказників) заради збереження можливості за потреби повернути втрачені властивості.

Економічні функції природи є тією єдиною основою, що дозволяє дати економічну оцінку факторам природного середовища. Серед економічних функцій природи, найбільш очевидними є ті, що забезпечують потреби виробничого середовища. Їх умовно можна

поєднати в три основні підгрупи:

- задоволення потреб у ресурсах;
- формування умов для відтворення фізіологічних кондицій людини як трудового ресурсу;
- формування умов для відтворення особистісних властивостей людини як трудового ресурсу.

Зазначені три підгрупи не вичерпують економічних функцій природи.

Об'єктивна природа фізіологічних, соціальних та економічних потреб лежить в основі бажань людини платити за відповідні властивості компонентів природного середовища (зокрема) і природні блага (в цілому). Саме на основі цих потреб формується ринок екологічно обумовлених товарів і послуг.

Вартісну оцінку можуть отримати тільки економічні функції природи. Економічна оцінка фізіологічних, соціальних та економічних функцій - це лише оцінка їх відбитка на площині економічних функцій. В економічному плані фізіологічні, соціальні та екологічні функції природи БЕЗЦІННІ.

Можна сформулювати основні економічні властивості природних факторів.

Природний капітал. Природні фактори можуть виконувати функції капіталу. Природа - капітал, бо вона здатна приносити дохід тим, хто її використовує.

Засіб вироництва, предмет праці. Природні фактори можуть виступати у формі ресурсів, створених людьми для виробництва товарів і послуг.

І нарешті, немає сумніву, що природні фактори (наприклад, ліс, земля, надра) можуть виступати засобами виробництва чи джерелами засобів виробництва.

Споживча вартість природних факторів визначається їх здатністю задовольняти будь-які потреби людини, виконувати певні функції. З цією здатністю поєднується поняття «природних благ». Під природними благами ми розуміємо фактори природного середовища, які здатні задовольняти фізіологічні, соціальні та економічні потреби людини, а також виконувати екологічні функції. Споживна вартість природних благ лежить в основі бажання (у багатьох випадках воно

обумовлене необхідністю) платити за природні фактори.

Властивості товару. Як відомо, товар - це об'єкт купівлі продажу, а отже, предмет реалізації ринкових відносин між продавцями і покупцями. Факторам природного середовища притаманна здатність задовольняти потреби людини. Завдяки цьому, вони можуть ініціювати бажання людини платити за це, отже, ставати об'єктом купівлі-продажу.

Значний вплив на ціну попиту такого специфічного товару, яким є природні фактори, справляє форма і ступінь мотивації потреби в даних природних благах. Саме вони визначають еластичність попиту і, відповідно, впливають на його ціну.

Аналіз факторів еластичності, стосовно природних благ дозволяє, зробити кілька висновків.

Перше. Більшість природних благ, які забезпечують підтримання життєво важливих фізіологічних функцій (наприклад, питна вода, повітря для дихання, необхідні продукти харчування, ін.), практично не мають благ заміників. Саме вони в обсягах, необхідних для виконання зазначених функцій, становлять (чи мають становити) предмети нееластичного попиту. Не можна заощаджувати на цьому виді природних благ. Там, де через низьку платоспроможність населення, не в змозі забезпечити себе зазначеними благами, про це повинні потурбуватися держава чи органи місцевої адміністрації.

Друге. Попит на більшість природних благ, які використовуються у виробництві і побуті, є значною мірою еластичним. Це може бути використане з метою зниження природоємності економічних систем через застосування цінового інструментарію.

Третє. Для природних благ, які виконують соціальні функції (тобто формують особисті сні якості людини), ступінь нееластичності попиту буде тим вищим, чим глибше усвідомить людина значення цих функцій у її житті чи в розвитку її дітей. У даному випадку йдеться про предмети і послуги, що забезпечують інформаційний контакт людини із цілісними природними системами.

Ведучи мову про врахування еколого-економічних оцінок у системі товарно-грошових відносин, ще раз нагадаємо про ті властивості природних благ, що обмежують сферу використання економічних показників для вирішення екологічних проблем:

1. Фізіологічні, соціальні та екологічні функції природи безцінні в економічному значенні, тобто не можуть мати вартісної оцінки. Це виключає можливість регулювання їх використання за допомогою економічних показників. Економічно оцінювати, а отже і регулювати, можна лише незначну частку економічних функцій природи, яка непрямо пов'язана з трьома згаданими групами функцій.
2. Природні фактори, що забезпечують зазначені функції, в умовах планети не можуть бути штучно відтворені шляхом діяльності економічної системи. Відповідно, економічна система не може повною мірою взяти відповідальність за регулювання їх використання.
3. Більшість зазначених функцій не можуть бути заміщені, тобто компенсовані залученням інших форм капіталу (зокрема, використанням будь-яких матеріальних ресурсів чи додаткової драці).
4. Значна частина природних факторів *дозволяє їх відчуження* (встановлення форм власності). Такі природні блага, як клімат планети, її захисні (буферні) системи, атмосферне повітря, водна система, біосферні компоненти, електромагнітне поле Землі та інші, - є надбанням світового співтовариства і не можуть бути предметом купівлі-продажу.

Неможливість всеохопного застосування ринкових інструментів до регулювання споживання вищезгаданих природних благ не виключає, що подібні важелі не можуть частково використовуватися в тих сферах господарювання, де це можливо і доцільво. Зокрема, вони успішно вирішують проблеми зниження матеріаломісткості та енергоємності (а отже, значною мірою і природоємності) продукції. У деяких країнах ефективно застосовується система продажу «прав на забруднення». Використовуються також інші механізми.

Хід роботи

1. Виконати наступні завдання.
2. Зробити висновки.

Завдання 1.

Розкрийте на прикладах сутність різних груп функцій, що виконуються певним природним фактором, заповнивши таблицю 5.1.

Завдання 2

Яким чином неможливість виконання природних факторів певної групи функцій внаслідок дій людини, може відбитися на інших функціях, виконуваних даним природним фактором? Наведіть конкретні приклади, обґрунтуйте взаємозв'язок різних груп функцій природних факторів.

Таблиця 5.1

Функції природного фактора

Природний фактор	Функції природного фактора			
	Фізіологічні	соціальні	екологічні	економічні
Клімат				
Атмосферне повітря				
Вода				
Корисні копалини				
Лісові ресурси				

Завдання 3.

Змоделуйте ситуації, за яких природні фактори проявляють свої основні економічні властивості, і заповніть таблицю 5.2

Таблиця 5.2

Основні економічні властивості природного фактора

Природний фактор	Основні економічні властивості природного фактора		
Корисні копалини			
Атмосферне повітря			
Рекреаційні ресурси			
Біомаса			
Інформаційні ресурси			

Завдання 4.

Поміркуйте, яким чином зазначені ситуації вплинуть на зміну різних груп функцій, які виконують відповідні природні фактори, заповніть таблицю 5.3.

Таблиця 5.3

Вплив ситуації на зміну функцій, які виконує природний фактор

Ситуація	Природний фактор	Вплив ситуації на зміну функцій, які виконує природний фактор			
		фізіологічних	соціальних	екологічних	економічних
Глобальне потепління	клімат				
Зміна електромагнітного поля Землі	Електромагнітне поле Землі				
Вирубка лісів	Лісові ресурси				
Видобування корисних копалин	Корисні копалини				
Використання атмосфер.повітря у виробничих процесах					

Питання для самоперевірки

1. Охарактеризуйте функції природи стосовно людини.
2. Розкрийте економічні властивості природних факторів.
3. Особливості формування ціни на природні блага.

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 6

ВИВЧЕННЯ МЕТОДОЛОГІЇ СИСТЕМНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ ПРИРОДНИХ СИСТЕМ

Мета роботи: ознайомитися та вивчити методології системного дослідження природної системи.

Основні поняття

Методологія є абстрактною схемою, що визначає послідовність орієнтуючих дій, тобто дослідження конкретної системи.

Методологія системного дослідження, орієнтована насамперед на дослідження існуючих систем з метою виявлення проблем, включає до свого складу наступні кроки.

I. Формування загальних уявлень про систему

1. Виявлення призначення, мети, головних цілей, функцій, властивостей системи. Формування (вибір) основних предметних понять, що використовуються в системі.

Необхідно виявити основні результати діяльності (виходи) системи, визначити їх тип: інформаційні, матеріальні, енергетичні; поставити їм у відповідність певні поняття (вихід підприємства - продукція; яка?), вихід системи проектування - документація (що саме? які описання, креслення?), вихід системи управління - сигнали (для чого? в якому вигляді?).

2. Виявлення основних складових (модулів) системи та їх функцій; розуміння єдності цих складових в межах системи.

Попереднє ознайомлення з внутрішнім змістом системи, виявлення агрегованих (узагальнених) складових системи, їх значення в системі. Отримання первинної інформації про структуру та характер основних зв'язків та системотворчих відношень у системі. Таку інформацію зручно представляти у вигляді різноманітних структурних схем системи, на яких виявляється характер руху потоків у системі (паралельний, послідовний), взаємодія між складовими. Результатом цього етапу є структурна схема системи в тому чи іншому представленні, залежно від мети дослідження та домовленостей, що вживаються в досліджуваній предметній області. Особливу увагу слід

звернути на виявлення системотворчих відношень та факторів, тобто того, що в першу чергу робить систему системою.

3. Виявлення основних процесів у системі, їх значення, умов перебігу, етапності, стрибків, змін стану та інших особливостей в функціонуванні системи, виокремлення основних керуючих факторів.

Вивчається динаміка найважливіших змін в системі, перебіг подій, вводяться параметри стану, аналізуються фактори, що змінюють ці параметри та забезпечують перебіг процесів, умови початку та завершення процесів. Вивчається керованість процесів та їх вплив на здійснення системою своїх основних функцій, класифікуються основні керуючі дії, їх тип, джерела та ступінь впливу на систему.

4. Виявлення основних елементів оточення системи (несистеми), з якими пов'язана система, що вивчається, характеру зв'язків системи з елементами оточення.

Досліджуються зовнішні дії на систему (входи системи), їх тип (інформаційні, матеріальні, енергетичні), ступінь впливу на систему, основні характеристики. Фіксуються межі того, що вважається системою, виявляються елементи оточення, на які спрямовані вихідні дії системи («несистеми»). Досліджується еволюція системи, шлях її формування, що в багатьох випадках полегшує розуміння структури та особливостей функціонування системи. У результаті, отримується більш чітке уявлення про основні функції системи, її залежність, вразливість чи невразливість від зовнішнього середовища.

5. Виявлення невизначеностей та випадковостей у ситуаціях визначального впливу їх на систему.

Цей крок виконується у випадку, коли дія невизначеностей та випадковостей у процесі функціонування є значною. Після виконання п. 5 загальні уявлення про систему будуть сформованими. Якщо ж систему необхідно глибоко вивчати, покращувати, керувати нею, то необхідним є поглиблене її вивчення.

II. Формування поглиблених уявлень про систему

6. Виявлення розгалуженої структури, ієрархії, формування уявлень про систему як про сукупність модулів, що пов'язані входами-виходами.

7. Виявлення всіх елементів та зв'язків, важливих для цілей розгляду, їх співвіднесення до ієрархії системи, ранжування елементів та

зв'язків за важливістю. Кроки 6 та 7 тісно пов'язані один з одним. Крок 6 - це межа пізнання «всередині» достатньо складної системи для особи, що оперує системою загалом. Глибші знання про систему будуть мати лише фахівці, що відповідають за окремі її частини. Для не дуже складних систем рівень кроку 7 може досягнути і одна людина. Пізнання системи - це не просто відділення суттєвого від несуттєвого, але й більша увага до суттєвішого. Деталізація стосується і зовнішніх зв'язків системи з «несистемою», оточуючим середовищем. Кроки 6 та 7 - це завершальні кроки цілісного вивчення системи. Подальші кроки розглядають вже окремі сторони, а тому важливо ще раз повернутися до розгляду системотворчих відношень та факторів, на роль кожного елементу та відношення для системи загалом, на розуміння того, чому вони повинні бути такими чи є такими, з точки зору єдності системи.

8. Врахування змін та невизначеностей у системі.

Досліджується повільна, зазвичай небажана зміна властивостей системи, її «старіння», можливість заміни окремих складових, які не лише сповільнюють старіння, але й дозволяють покращити якість системи порівняно з початковим рівнем. Це можливості вдосконалення штучної системи, покращення характеристик її складових та додавання нових компонентів, накопичення інформації з метою кращого її використання, перебудова структури системи, її розвиток.

Основні невизначеності в системі досліджені на кроці 5. Однак недетермінованість присутня і в системі, що не призначена до функціонування в умовах випадкового характеру входів та зв'язків. Врахування невизначеностей у системі реалізується декількома шляхами.

По-перше, можна оцінювати «найгірші», в певному сенсі «граничні» можливі ситуації і на цьому ґрунті робити висновки про поведінку системи взагалі - цей спосіб ґрунтується на використанні принципу гарантованого результату, тобто забезпечення потрібного рівня функціонування системи за найгірших умов.

По-друге, на основі інформації про стохастичні характеристики системи (математичне сподівання, дисперсія, моменти вищих порядків та ін.) визначаються ймовірнісні характеристики виходів

системи. У цьому випадку отримуються певним чином «усереднені» або інтервальні характеристики системи.

По-третє, достатньо надійну систему можна побудувати й з ненадійних елементів, шляхом дублювання та інших прийомів - математично оцінити такий підхід можливо шляхом застосування результатів теорії надійності.

Дослідження невизначеностей трансформується в дослідження чутливості найважливіших властивостей системи, тобто ступеня впливу зміни потоків на входах системи на зміну її виходів, структури системи та властивостей її елементів.

9. Дослідження функцій та процесів у системі з метою управління ними. Формування управлінь та процедур прийняття рішень. Формування системи управління на основі окремих керуючих дій.

Для цілеспрямованих систем цей крок має важливе значення. Основні керуючі фактори вже розглянуті у кроці 3. Для ефективного управління та вивчення його впливу на функції та властивості системи, необхідне глибоке знання системи. Тому аналіз управлінь реалізується лише на цьому кроці, після всебічного розгляду системи. Єдиний розгляд всіх цілеспрямованих втручань у поведінку системи є, по суті, аналізом системи керування, яка переплетена з основною системою, але чітко вирізняється з точки зору основної функції - керування.

Виявляється де, коли і як (в яких елементах системи, в яких час, в яких процесах, стрибках, виборах, логічних переходах) система керування діє на основну систему, наскільки це ефективно, прийнятне та якісно реалізоване. При розгляді управлінь у системі повинні бути досліджені можливості переведення входів та деяких параметрів в керовані, визначені припустимі межі значень управлінь та способи їх реалізації. Шляхом виконання кроків 6-9 реалізується поглиблене дослідження системи. Далі згідно цієї методології надходить моделювання системи. Деякі з властивостей системи доцільно вивчати на моделях й на кроках 6-9, однак про створення моделі системи можна вести мову лише тоді, коли система повністю вивчена.

III. Моделювання системи як етап її дослідження

10. Побудова сукупності моделей для описання системи.

На цьому кроці система розглядається з точки зору зручного відображення її властивостей для створення описання системи, придатного для передбачення її поведінки та виведення неочевидних властивостей. Точність моделювання повинна бути мінімальною, яка ще забезпечує відображення всіх важливих особливостей системи. Відсутність надлишкової деталізації - це зменшення об'єму вхідних даних, вимог до ресурсів моделюючого комп'ютера, але з іншого боку занадто проста модель не описує суттєві якісні особливості системи (є неадекватною системою) і приведе до формування неправильних висновків про поведінку системи. Знаходження межі розумної складності моделі є далеко не тривіальним завданням, і практично вона остаточно визначається в процесі моделювання на конкретних прикладах.

Отже, ставиться мета - створити таке описання системи, яке б дозволяло передбачати її поведінку та виявляти неочевидні властивості. Якщо на попередніх етапах можливим був розгляд моделей та системи без відділення одного від іншого, то тут їх необхідно розрізнити, а також чітко уявляти ступінь огрублення та наближеності моделі.

IV. Супровід системи

11. Накопичення досвіду роботи з системою та її моделлю, уточнення інформації про систему, вдосконалення моделей.

Перевірка та дослідна експлуатація наших знань про систему, їх достатності та відповідності в процесі роботи з системою та її моделлю. При виявленні невідповідностей між передбачуваною та дійсною поведінкою системи можливо потрібен буде перегляд аналізу структури та ієрархії для знаходження неправильно визначених елементів та відношень і доповнення новими. Ще раз перевіряється ступінь адекватності моделі системі. Накопичення досвіду має ще й значний психологічний ефект для користувачів.

12. Оцінка граничних можливостей системи, дослідження відмов, виходів зладу, відхилень від норми.

Працездатність системи перевіряється її періодичним або постійним тестуванням. Набір таких тестів може бути достатньо складним і сам утворювати систему, що включатиме опрацювання та розшифровування результатів тестування, їх комплексний аналіз.

Відмови та інші незаплановані явища вивчаються з точки зору ймовірності їх виникнення, попереджуючих заходів, варіантів реагування на них.

13. Розширення функцій (властивостей) системи, зміна вимог до неї, нове коло задач, нові умови роботи, включення системи елементом в систему вищого рівня. Реалізується часткова зміна призначення системи та пов'язана з цим перебудова її функціонування. Необхідно визначити всі відмінності нової ситуації, її вплив на наявну структуру та властивості елементів, систему керування, наскільки і яким чином можна їх модифікувати. Включення системи в якості елемента до певної макросистеми вимагатиме перегляду основних зв'язків з «несистемою» (макросистемою та оточенням). Формулювання вимог з боку макросистеми може викликати необхідність перегляду всіх основних системних понять та зачепити всі етапи дослідження.

Особливості створення нової системи.

Ця ж методологія може застосовуватися і у процесі створення нової системи. Послідовність етапів залишається такою ж, але змінюється їх спрямованість - по суті вони будуть етапами «попереднього проектування», після чого, власне, виконується етап створення нової системи. Отже, оскільки системний аналіз застосовується для розв'язування найрізноманітніших задач із застосуванням найрізноманітнішого інструментарію, послідовність загальних етапів системного аналізу фіксується у вигляді методології. Однак, аналізуючи роботи різних авторів, виявляється, що й на рівні методології пропонуються різноманітні послідовності дій, хоча слід відзначити спільність поглядів та принципову єдність підходів до поділу процесу системного аналізу на етапи.

Хід роботи

1. Ознайомитися з методологією системного дослідження природної системи.
2. Сформувані загальні та поглиблені уявлення для запропонованої природної, природно-зміненої системи.
3. Зробити висновки, щодо стану системи.

Питання для самоперевірки

1. З'ясуйте суть методології системного дослідження.
2. Що необхідно враховувати при формуванні загальних уявлень про природну систему?
3. Розкрийте роль моделювання системи в підходах до її дослідження.

ТЕСТОВІ ЗАВДАННЯ

1. Екосистемологія це:

2. вчення про екосистеми, їх генезис, структурно-функціональні особливості, еволюцію та антропогенну динаміку;
3. спеціально-наукова та логіко-методологічна концепція дослідження об'єктів, що представляють собою;
4. область науково-практичної діяльності, що вивчає і використовує системність, організацію і самоорганізацію об'єктів, процесів і явищ в природі, науці, техніці, суспільстві та психології особистості, включаючи нову для біофізики;
5. сукупність наук про живу природу, про живих істот, що населяють Землю чи вже вимерли, їх будову, функції, розвиток особин і родів, спадковість, мінливість, взаємні стосунки, систематику, поширення на Землі; про зв'язки між живими істотами і живих істот з неживою природою;
6. наука, яка досліджує взаємоз'язки живої природи з неживою.

2. Впорядковані взаємодіючі і взаємопов'язані компоненти, що утворюють єдине ціле це:

1. екосистема;
2. соціоекосистема;
3. система;
4. техносистема;
5. системні дослідження.

3. Екологічна система це:

складна ієрархічна структура організованої матерії, в якій при об'єднанні компонентів в більші функціональні одиниці виникають нові якості, що відсутні на попередньому рівні; є єдиним стійким природним комплексом живих організмів і природного середовища, в якому вони існують; відкритою термодинамічною системою, що існує за рахунок надходження з навколишнього середовища енергії та речовини і має здатність до саморозвитку та саморегуляції;

1. це територіальна соціоприродна саморегульована система, динамічна рівновага якої повинна забезпечуватись людським суспільством;

2. історично складена сукупність рослин і тварин, що населяють територію з більш-менш однаковими умовами існування (біотоп);
3. сукупність особин одного виду, що заселяють один ареал протягом тривалого часу і відносно відокремлені від інших популяцій цього ж виду;
4. частина біосфери (за деякими уявленнями, - з часом вся біосфера), перетворена людьми за допомогою опосередкованого впливу технічних засобів в цілях якнайкращої відповідності соціально-економічним потребам людства.

4. Соціоекосистема це:

відкритою термодинамічною системою, що існує за рахунок надходження з навколишнього середовища енергії та речовини і має здатність до саморозвитку та саморегуляції;

1. це територіальна соціоприродна саморегульована система, динамічна рівновага якої повинна забезпечуватись людським суспільством.
2. область існування всіх живих організмів і людини в тому числі;
3. частина біосфери (за деякими уявленнями, - з часом вся біосфера), перетворена людьми за допомогою опосередкованого впливу технічних засобів в цілях якнайкращої відповідності соціально-економічним потребам людства;
4. частина біосфери, корінним чином перетворена людиною в технічні і техногенні об'єкти (будівлі, дороги, механізми тощо).

5. Область науково-практичної діяльності, що вивчає і використовує системність, організацію і самоорганізацію об'єктів, процесів і явищ в природі, науці, техніці, суспільстві та психології особистості, включаючи нову для біофізики сінергологію – це:

1. системологія;
2. екосистемологія;
3. теорія систем;
4. соціоекологія;
5. кібернетика.

6. Суть системних досліджень полягає:

1. у використанні фундаментального методологічного поняття системи як єдиного абстрактного зображення об'єктів, що досліджуються, будь-якої природи і ступеня складності, у виділенні провідних, визначаючих сторін; тенденцій розвитку системи, в представленні проблеми як своєрідної концептуальної системи;
2. у теоретичній формі світогляду; особливому виді мислення, на якому думка усвідомлює себе саму у своєму ставленні до дійсності та шукає остаточних, абсолютних засад для власних актів і людського самоствердження у світі;
3. у розвитку екологічного мислення, тобто підпорядкування практичної діяльності людини законам природи та перебудовування економіки відповідно до вимог збереження стану довкілля;
4. у висуненні і розвитку наукових гіпотез і теорій, формулювання законів та виведення з них логічних наслідків, зіставлення різних гіпотез і теорій;
5. у вивченні окремих складових системи, до найдрібніших.

7. Системний підхід:

1. це метод, при якому всі і зв'язки, елементи, функції та проблеми розглядаються у вигляді взаємозв'язаного цілого;
2. це спосіб вивчення складних об'єктів з метою вивчення впливу зв'язку елементів і підсистем на властивості об'єкту в цілому;
3. це область науково-практичної діяльності, що вивчає і використовує системність, організацію і самоорганізацію об'єктів, процесів і явищ в природі, науці, техніці, суспільстві та психології особистості, включаючи нову для біофізики сінергологію;
4. це загальні принципи управління в різних системах: технічних, біологічних, соціальних та ін.;
5. це процес творчої діяльності по отриманню нового знання, і результат цієї діяльності у вигляді цілісної системи знань, сформульованих на основі певних принципів.

8. Спосіб вивчення складних об'єктів з метою вивчення впливу зв'язку елементів і підсистем на властивості об'єкту в цілому це:

1. системний підхід;
2. системний аналіз;

3. наука;
4. системологія;
5. екосистемологія.

9. Хто запропонував поняття «екосистеми»:

1. В.Сукачов;
2. В. Вернадський;
3. Е.Гекель;
4. А.Тенслі;
5. І. Новиков.

10. Термін «системологія» ввів у 1965 році:

1. Новиков І.Б;
2. Л. фон Берталанфі;
3. О.О. Богданов;
4. А.Тенслі;
5. О.Одум.

11. Структура ситеми це:

1. побудова і внутрішня форма організації системи, що виступає як єдність сталих взаємозв'язків між її складовими, а також законів цих взаємозв'язків;
2. категорія, що характеризує фізичну, хімічну, біологічну чи комплексну відмінність від іншого;
3. здатність системи до цілеспрямованого пристосування;
4. здатність системи повертатись до попереднього стану, після того як вона була з нього виведена;
5. сукупність елементів системи.

12. Сторона предмету, яка обумовлює його відмінну схожість з іншими предметами і проявляється під час взаємодії з ним це:

1. комунікативність;
2. властивість;
3. адаптивність;
4. стан ситеми;
5. сукцесійність.

13. Адаптація системи це:

здатність системи повертатись до попереднього стану, після того як вона була з нього виведена;

1. це здатність зберігати деякий стан при відсутності збурень;
2. здатність системи до цілеспрямованого пристосування;
3. ступінь зв'язку з зовнішнім середовищем;
4. визначає фактори, які утворюють і зберігають систему.

14. Стан системи – це:

зафіксовані значення характеристик системи, важливі для цілей дослідження. Зміна довільної з числа цих характеристик означатиме перехід системи до іншого стану;

1. категорія, що характеризує фізичну, хімічну, біологічну чи комплексну відмінність від іншого;
2. здатність зберігати деякий стан при відсутності збурень;
3. здатність системи до випадкових змін;
4. здатність системи до цілеспрямованого пристосування.

15. Набір станів системи, що відповідає впорядкованій неперервній або дискретній зміні деякого параметра, що визначає характеристики чи властивості системи це:

процес системи;

1. стан системи;
2. параметри системи;
3. властивості системи;
4. компоненти системи.

16. Функція системи – це:

дії, які виконує система система або може виконувати для досягнення мети і реалізації свого призначення;

1. поділ системи на частини з метою зробити зручнішими певні операції з цією системою. Найважливішим стимулом і суттю декомпозиції є спрощення системи, надміру складної для розгляду цілком;
2. сукупність всіх об'єктів, які впливають на систему, а також об'єктів, що змінюються під впливом системи, але не входять до її;

3. набір станів системи, що відповідає впорядкованій неперервній або дискретній зміні деякого параметра, що визначає характеристики чи властивості системи;
4. сторона предмету, яка обумовлює його відмінну схожість з іншими предметами і проявляється під час взаємодії з ним.

17. Яка із загальних характеристик системи відмічає, про неможливість існування системи у разі вилучення з неї будь-якої складової та недоцільність і приєднання до системи сусідніх фрагментів, або їх частин, бо це не покращить функціонування системи, але порушить якість цього фрагменту:

- ієрархічність (багаторівневність) системи;
1. цілісність;
 2. функціональність (цілеспрямованість) системи;
 3. відкритість системи.

18. Ієрархічність (багаторівневність) системи характеризує:

1. окремі рівні, які обумовлюють певні аспекти поведінки системи, а цілісне функціонування є результатом взаємодій всіх рівнів. Кожна система, яка є сукупністю складових нижчого рівня – підсистем, у свою чергу є однією з частин системи наступного вищого рівня – над системи, а та теж є лише частиною вище розташованого;
2. певну відокремленість їх від інших, замкненість сукупності складових, що тісно взаємопов'язані між собою і кожна з яких функціонально необхідна;
3. ступінь її залежності від навколишнього середовища і впливу на нього. Не буває закритих, тобто, абсолютно ізольованих від довкілля систем. В залежності від особливостей системи зв'язок її з довкіллям може бути більшим чи меншим. Для технічних штучних систем більша відкритість означає більше споживання природних ресурсів і більшу кількість промислових відходів;
4. здатність отримувати (формувати) нові властивості, яких не було у складових підсистем. Тобто, будь-яка система має дві групи властивостей - спадкові, які перейшли від складових підсистем і емерджентні (власні);

5. бажані результати, досягнення яких відбувається за визначений і порівняно короткий період часу.

19. Властивість протистояти зовнішньому впливу, який намагається вивести систему із стану динамічної рівноваги називається:

1. цілісністю;
2. само організованістю;
3. продуктивністю;
4. ієрархічністю;
5. оптимізацією.

20. Емерджентність системи вказує на:

взаємозв'язок з навколишнім середовищем;

1. здатність отримувати (формувати) нові властивості, яких не було у складових підсистем;
2. ступінь її залежності від навколишнього середовища і впливу на нього;
3. кількість певної продукції яку виробляє система;
4. визначає мету (ціль функцію) існування системи.

21. Зв'язки між системами та між складовими всередині екосистеми:

1. це взаємодії, що характеризують рух енергії, речовини і інформації;
2. це зовнішній вигляд об'єкта безвідносно до його суті;
3. це множина частин або форм (елементів), які знаходяться у взаємодії та специфічному порядку у просторі і в часі елементів і зв'язків системи, необхідному для реалізації функцій;
4. ступінь залежності від навколишнього середовища;
5. ступінь присутності абіотичного фактора.

22. Найпростішими зв'язками в системі є:

1. паралельне, послідовне з'єднання та обернений зв'язок;
2. лише обернений зв'язок;
3. лише послідовний однонаправлений зв'язок;

4. з'єднання або набір в одну множину безвідносно до форми чи порядку;
5. лише паралельний зв'язок.

23. За ступіню впливу на систему зовнішніх факторі виділяють відповідно до цього виділяють такі стани:

- стаціонарний; коливний; хаотичний;
1. динамічний, стійкий, розвиваючих;
 2. стабільний, кризовий, катастрофічний;
 3. синергетичний, ендоекогенетичний, екзоєкогенетичний;
 4. відкритий закритий, простий.

24. Складними природними називаються:

1. закриті системи які постійно перебувають у стані рівноваги, з мінімальним впливом зовнішніх факторів;
2. відкриті системи, які постійно перебувають у стані внутрішньої зміни, відчуваючи при цьому вплив зовнішнього середовища і трансформуючись в результаті впливу як внутрішніх (системних), так і зовнішніх (позасистемних) факторів;
3. системи, які мають багато складових;
4. системи, що характеризується відсутністю будь-яких ознак або рис внутрішньої організації.

25. Стаціонарний стан:

в системі чітко простежується дія причинно-наслідкових зв'язків, дія зовнішнього середовища практично відсутня;

1. функціональні зв'язки майже не простежуються, система, в загальному, визначається випадковим фактором;
2. це наявність у певного об'єкта (точки, системи) фізико-хімічних властивостей (рівня висот, тиску, температурних характеристик, електромагнітної зарядженості, ін.), що створюють можливість виконати роботу;
3. послідовна необоротна й закономірна зміна одного біоценозу (фітоценозу, мікробного угруповання, біогеоценозу й т.д.) іншим на певній ділянці середовища;
4. системи, що характеризується відсутністю будь-яких ознак або рис внутрішньої організації.

26. Коливний стан:

1. відзначається тим, що починають наростати деструктивні тенденції у системі, які зумовлюють певні порушення функціональних причинно-наслідкових зв'язків між елементами;
2. Зовнішнє середовище починає настільки сильно діяти на елементи системи, що вони втрачають єдність між собою, діють як відокремлені об'єкти, а отже не контролюються системою в цілому;
3. це наявність у певного об'єкта (точки, системи) фізико-хімічних властивостей (рівня висот, тиску, температурних характеристик, електромагнітної зарядженості, ін.), що створюють можливість виконати роботу;
4. системи, що характеризується відсутністю будь-яких ознак або рис внутрішньої організації; це обмін речовиною, енергією та інформацією системи з зовнішнім середовищем, а також окремих частин системи між собою;
5. динамічна відносна сталість складу і властивостей системи. це обмін речовиною, енергією та інформацією системи з зовнішнім середовищем, а також окремих частин системи між собою.

27. Хаотичний стан:

1. повна руйнація всіх внутрішньосистемних взаємовідношень і закономірностей протікання процесів на основі притаманних даній системі законів та перехід під повний вплив зовнішніх факторів;
2. це наявність у певного об'єкта (точки, системи) фізико-хімічних властивостей (рівня висот, тиску, температурних характеристик, електромагнітної зарядженості, ін.), що створюють можливість виконати роботу;
3. послідовна необоротна й закономірна зміна одного біоценозу (фітоценозу, мікробного угруповання, біогеоценозу й т.д.) іншим на певній ділянці середовища;
4. динамічна відносна сталість складу і властивостей системи. це обмін речовиною, енергією та інформацією системи з зовнішнім середовищем, а також окремих частин системи між собою.

28. Здатність здійснювати обмін (метаболізм) системою із зовнішнім середовищем це:

1. відкритість систем;
2. закритість систем;
3. гомеостаз систем;
4. структура систем;
5. хаотичність систем.

29. Метаболізм (від грец. *metabole* – зміна, перетворення) – це:

обмін речовиною, енергією та інформацією системи з зовнішнім середовищем, а також окремих частин системи між собою;

1. динамічна відносна сталість складу і властивостей системи;
2. незворотна, спрямована, закономірна зміна матеріальних (організм, екосистема, підприємство) та ідеальних (мова, культура, релігія) об'єктів;
3. це внутрішньо необхідна довільна зміна (трансформація) системи, обумовлена її суперечностями складу і властивостей системи;
4. це наявність у певного об'єкта (точки, системи) фізико-хімічних властивостей (рівня висот, тиску, температурних характеристик, електромагнітної зарядженості, ін.), що створюють можливість виконати роботу.

30. Першим етапом методології системного аналізу є:

1. ідентифікація призначення, мети, головних цілей системи;
2. виявлення проблеми;
3. декомпозиція мети, визначення потреб у ресурсах, композиція цілей;
4. знаходження альтернатив;
5. моделювання системи.

31. Модель структури:

1. головні складові системи;
2. відображає зв'язки елементів між собою;
3. відображає структуру елементів системи;
4. встановлює параметри;
5. характеризує параметри.

32. Ієрархія - це:

1. структура з підпорядкованістю, тобто з нерівноправними зв'язками - дії в одному напрямку виявляють набагато більший вплив, аніж в оберненому;
2. деревовидна структура, в якій відношення підпорядкування служать для забезпечення інформованості верхніх рівнів ієрархії;
3. мережа, в якій завдяки наявності великої кількості зв'язків з елементами забезпечується стійкість системи;
4. система, в якій діють негативні зворотні зв'язки, що сприяють досягненню системою глобальної мети;
5. структура з жорстким підпорядкуванням та централізацією і наявністю асиметричних зв'язків, внаслідок чого завжди забезпечується досягнення генеральної мети.

33. Гомеостаз – це:

1. стан внутрішньої динамічної рівноваги природної системи, який підтримується регулярним відновленням основних її структур і енергетично-речовинного складу, а також постійною функціональною саморегуляцією у всіх її ланках;
2. просторова система, що охоплює історично сформований комплекс живих істот, пов'язаних між собою трофічними зв'язками, та неживих компонентів середовища існування, які залучаються ними в процесі обміну речовин та енергії;
3. фізичний простір з властивими йому екологічними умовами, що визначають існування будь-якого організму, місце виду в природі, що включає не лише становище його в просторі, а й функціональну роль у біоценозі та ставлення до абіотичних факторів середовища існування;
4. обмін речовиною, енергією та інформацією системи з зовнішнім середовищем, а також окремих частин системи між собою;
5. це наявність у певного об'єкта (точки, системи) фізико-хімічних властивостей (рівня висот, тиску, температурних характеристик, електромагнітної зарядженості, ін.), що створюють можливість виконати роботу.

34. Назвіть найпростіші зв'язки в системі:

паралельне, послідовне з'єднання та обернений зв'язок;

1. лише обернений зв'язок;
2. лише послідовний однонаправлений зв'язок;

3. з'єднання або набір в одну множину безвідносно до форми чи порядку;
4. лише паралельний зв'язок.

35. Що таке структура системи?

1. побудова і внутрішня форма організації системи, що виступає як єдність сталих взаємозв'язків між її складовими, а також законів цих взаємозв'язків;
2. категорія, що характеризує фізичну, хімічну, біологічну чи комплексну відмінність від іншого;
3. здатність системи до цілеспрямованого пристосування;
4. здатність системи повертатись до попереднього стану, після того як вона була з нього виведена;
5. сукупність елементів системи.

36. Об'єктом її вивчення є екосистеми усіх розмірів і ступенів складності - від консортивної до біосферної, тобто живі системи, в котрих сукупність живих істот й абіотичне середовище їх існування творять функціональну єдність:

1. так;
2. ні;
3. всі відповіді вірні.

37. Система - це впорядковано взаємодіючі і взаємопов'язані компоненти, що утворюють єдине ціле:

1. так;
2. ні;
3. всі відповіді вірні.

38. Соціоекосистема - складна ієрархічна структура організованої матерії, в якій при об'єднанні компонентів в більші функціональні одиниці виникають нові якості, що відсутні на попередньому рівні; є єдиним стійким природним комплексом живих організмів і природного середовища, в якому вони існують; відкритою термодинамічною системою, що існує за рахунок надходження з навколишнього середовища енергії та речовини і має здатність до саморозвитку та саморегуляції:

1. так;
2. ні;
3. всі відповіді вірні.

39. Системою можна назвати будь-який об'єкт, цілісні властивості якого є результатом взаємодії його складових:

1. так;
2. ні;
3. всі відповіді вірні.

40. Рівновага системи – це здатність зберігати деякий стан при відсутності збурень:

1. так;
2. ні;
3. всі відповіді вірні.

41. Адаптація – здатність системи повертатись до попереднього стану, після того як вона була з нього виведена:

1. так;
2. ні;
3. всі відповіді вірні.

42. Стійкість – здатність системи до цілеспрямованого пристосування:

1. так;
2. ні;
3. всі відповіді вірні.

43. Функція системи – це дії, які виконує система або може виконувати для досягненняі реалізації свого призначення:

1. мети;
2. роботи;
3. функції;
4. системи;
5. стану.

44. До загальних характеристик системи відносять цілісність (1), структурність (2), функціональність (3), взаємозв'язок з зовнішнім середовищем (4), ієрархічність (5), цілеспрямованість (6), самоорганізацію (7). Дайте повну відповідь.

1. 1,2,3,4,5,6,7;
2. 1,2,3,4;
3. 4,5,6,7;
4. 1,2, 5,6,7;
5. 13,4,5,6.

45. Функціональність (цілеспрямованість) системи визначає (ціль функцію) існування системи:

мету;

1. структуру;
2. ознаку;
3. стан;
4. роль.

46. Самоорганізованість системи - це властивість протистоятивпливу, який намагається вивести систему із стану динамічної рівноваги.

1. зовнішньому;
2. внутрішньому;
3. антропогенному;
4. природному;
5. штучному.

47. Емерджентність системи вказує на здатність нові властивості, яких не було у складових підсистем.

1. отримувати (формувати) ;
2. втрачати;
3. прогнозувати;
4. моделювати;
5. зменшувати.

48. За походженням системи можуть бути природними (1), штучними (2), змішаними(3), культурними (4), полікультурними (5).

1. 1,2,3;
2. 1,4,5;
3. 1,2,3,4,5;
4. 1,5;
5. 5,3.

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ

1. Сутність, об'єкт, предмет і методи екосистематології
2. Основи системного підходу в екології.

3. Поняття системи і розвитку.
4. Екологічні системи, їх характеристика.
5. Соціоекосистеми їх характеристика.
6. Класифікація екологічних систем. Основні типи екологічних систем.
7. Системна сутність людини і функції природи
8. Історія пізнання загально природних законів розвитку біосфери.
9. Основні біосферні закони.
10. Синергетика та системні дослідження. Принципи синергетики.
11. Зміст і функції системи. Механізми негативного і позитивного зворотніх зв'язків.
12. Механізм стійкості систем. Характеристика стійкості систем
13. Фактори і механізми змінюваності систем
14. Біфуркація. Еволюційно-біфуркаційні закономірності.
15. Закономірності еволюції екосистем, еволюційні процеси в біосфері
16. Характеристика процесів порушення природних екологічних систем
17. Сутність природних факторів. Класифікація природних факторів та процесів впливу на природу.
18. Особливості екологічних систем. Структура екологічних систем.
19. Гомеостаз, біологічна продуктивність, енергія екосистем.
20. Зв'язки в екологічній системі. Класифікація екологічних систем.
21. Основні природні екосистеми світу та їх характеристика.
22. Властивості елементів екологічних систем. Абіотичні та біотичні елементи природних екологічних систем їх властивості.
23. Властивості елементів екологічних систем. Штучні елементи екологічних систем.
24. Властивості підсистемних угруповань екологічних систем. Абіотичні природні підсистеми. Біотичні угруповання. Штучні утворення.
25. Цілісність і функціональність екологічних систем.
26. Динамізм екологічних природних систем.
27. Продуктивність, енергоспроможність, емерджентність, сомоорганізованість природних екологічних систем.
28. Місце людини в соціоекотичній системі. Характеристика процесів порушення природи. Антропогенні проблеми довкілля.

- Деформація локальних, регіональних, глобальних природних екосистем.
29. Поняття про стійкий розвиток природних, соціоекологічних систем.
 30. Зміст поняття стійкий розвиток, цілі, завдання проблеми стійкого розвитку складних соціо-економіко екологічних систем.
 31. Охарактеризуйте властивості підсистемних угруповань (абіотичні, біотичні, штучні) екологічної системи тундри.
 32. Охарактеризуйте властивості підсистемних угруповань (абіотичні, біотичні, штучні) екологічної системи тайги.
 33. Охарактеризуйте властивості підсистемних угруповань (абіотичні, біотичні, штучні) екологічної системи змішаних та листяних лісів помірної зони.
 34. Охарактеризуйте властивості підсистемних угруповань (абіотичні, біотичні, штучні) екологічної системи вічнозеленого тропічного дощового лісу.
 35. Охарактеризуйте властивості підсистемних угруповань (абіотичні, біотичні, штучні) екологічної системи степу.
 36. Охарактеризуйте властивості підсистемних угруповань (абіотичні, біотичні, штучні) екологічної системи пустелі.
 37. Охарактеризуйте властивості підсистемних угруповань (абіотичні, біотичні, штучні) екологічної системи луків.
 38. Охарактеризуйте властивості підсистемних угруповань (абіотичні, біотичні, штучні) екологічної системи болота.
 39. Охарактеризуйте властивості підсистемних угруповань (абіотичні, біотичні, штучні) екологічної системи прісноводної водойми.
 40. Охарактеризуйте властивості підсистемних угруповань (абіотичні, біотичні, штучні) екологічної системи морів.

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Дивак М. П. «Системний аналіз», метод. посібник, Тернопіль, 2004.
2. Добровольський В. В. Основи теорії екологічних систем :

- навчальний посібник. К. : Видавничий дім «Професіонал», 2006. 271 с.
3. Голубець М. А. Екосистематологія. Львів : ПОЛЛІ, 2000. 316 с.
 4. Основи стійкого розвитку : навчальний посібник / За заг. ред. д.е.н., проф. Л. Г.Мельника. Суми : ВТД «Університетська книга», 2005. 654 с.
 5. Кучерявий В. П. Екологія. Львів : Світ, 2000. 500 с.
 6. Злобін Ю. А. Основи екології : підручник. К. : Видавництво “Лібра”, 1998. 248 с.
 7. Основи загальної екології : підручник / Білявський Г. О. та ін. К. : “Либідь”, 1995. 368 с.
 8. Джигерей В. С. Екологія та охорона навколишнього природного середовища : навчальний посібник. К. : “Знання”, 2000. 203 с.
 9. Черевко Г. В., Яцків М. І. Економіка природокористування. Львів : Світ, 1995. 208 с.
 10. Качинський А. Б., Хміль Г. К. Екологічна безпека України: системний аналіз, оцінка та державна політика. К. : НІСД, 1997. 127 с.
 11. Качинський А. Б., Екологічна безпека України: системний аналіз перспектив покращення. К. : НІСД, 2001. 312 с.

Інформаційні ресурси

1. Законодавство України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws>.
2. Державний комітет статистики України. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua/>.
3. Національна бібліотека ім. В. І. Вернадського. URL: <http://www.nbuv.gov.ua/>.
4. Рівненська обласна універсальна наукова бібліотека (м. Рівне, майдан Короленка, 6). URL: <http://www.lib.rv.ua/>.
5. Рівненська централізована бібліотечна система (м. Рівне, вул. Київська, 44). URL: <https://rivnecbs.com.ua/>.
6. Наукова бібліотека НУВГП (м. Рівне, вул. Олекси Новака, 75). URL: <https://lib.nuwm.edu.ua/>.
7. Цифровий репозиторій НУВГП. URL: <http://ep3.nuwm.edu.ua/>.

ДОДАТКИ

ТУНДРА

Тундра – природна зона, розташована широкою смугою (від декількох десятків до 1000 км) північніше від зони лісів на територіях з вічною мерзлотою, не затоплених морськими та річковими водами. Тундра розташована на північ від зони тайги у субарктичному поясі. Розташована уздовж узбережжя Євразії та Північної Америки, включно з Гренландією; зустрічається в горах тайги. Вона вкриває північ Росії, виходячи з Європи до узбережжя Північного Льодовитого океану, а в Азії - до Берингового моря Тихого океану, крайній північний схід Фінляндії, Швеції, всю Ісландію, південний захід Гренландії, північ Канади й основну частину Аляски в субарктичній зоні Північної півкулі.

Головна риса тундри - заболочені низовини в умовах суворого клімату, високої відносної вологості, сильних вітрів і багаторічної мерзлоти. Рослини в тундрі притискаються до поверхні ґрунту, утворюючи пагони, що переплітаються у вигляді подушки.

За характером поверхні тундри поділяються на:

- болотисті (вкриті осокою),
- торф'яністі (вкриті ягельми),
- кам'яністі (вкриті лишайниками).

Повсюдно тундри поділяються на три підзони, хоча і з різними ландшафтами якщо розглядати в довготного напрямку.

Рослинність арктичної тундри переважно трав'яниста, осоково-пушицева з подушкоподібними формами напівчагарничків і мохами в сирих западинках. Рослинний покрив не зімкнутий, чагарників немає, широко розвинені глинисті голі «медальйони» з мікроскопічними водоростями і горбами мерзлотного спучування.

Рослинність середньої, або типовою тундри переважно мохова. Навколо озер осоково-пушицева з невеликою домішкою різнотрав'я і злаків. З'являються повзучі полярні верби і карликові берези, приховані мохами і лишайниками.

Південна - чагарникова тундра особливо різко різна в довготного напрямку.



Шпилькові ліси помірної зони



ЛИСТЯНИЙ ЛІС

Листяний ліс – ліс, що складається з листяних порід дерев і чагарників. Також називають листопадним щорічним скидом листя перед настанням холодів.

Зона листяних лісів краще розвинена в Північній півкулі і розташована південніше зони бореальних хвойних лісів помірно холодного клімату, південна межа яких проходить між 50 і 60 північної широти, але не охоплює всю територію власне помірної зони. Вона включає Західну Європу (на північ від 43-44 північної широти), Центральну Європу, Південну Скандинавію, вузькою смугою проходить в широтному напрямку по півдню Західного Сибіру і після перерви - широкої (до 1000 км) меридіональної смугою вздовж узбережжя Східної Азії; ізольовані ділянки цієї зони є на Кавказі і Південної Камчатці.



СТЕПИ

Степ - біом помірною поясу, для якого характерне майже повсюдне поширення трав'янистої, в основному злакової рослинності на чорноземних і каштанових ґрунтах.

Розрізняють два види степів:

- Помірний степ, або так званий «справжній» степ, що розташований в континентальних районах світу.
- Субтропічний степ - маючи засушливішу рослинність, розташований у найпосушливіших районах середземноморського типу клімату. Зазвичай короткий дощовий період.



САВАНА

Савана (ісп. *sabana* «простирадло» або від *саван*, або з карибських мов) - тип тропічної, субтропічної і субекваторіальної рослинності, що характеризується поєднанням трав'яного покриву з окремими деревами, групами дерев або чагарниками.

Савани формуються на червоних і червоно-бурих ґрунтах в умовах тропічного клімату з різко виявленим сухим та вологим періодами. У трав'яному покриві савани переважають злаки (заввишки до 3-5 метрів). Деревна рослинність саван представлена баобаби, евкаліптами, акаціями, пальмами тощо. Савани поширені в Африці, особливо на сході, Південній (ल्याноси, кампоси) і Центральній Америці, Південно-Східній Азії, Австралії, Індії.

Трав'янистий покрив не суцільний, частіше між дернинами рослин видно червоний латеритний ґрунт. Переважають злаки висотою до 1 метра, іноді навіть до 3, з вузьким і жорстким листям. Якщо не було пожежі, їх залишки зберігаються до майбутнього року, тому ярус трав має в цілому бурий колір. Для саван характерні дерева, що ростуть поодиночці або групами, які мають ряд пристосувань для існування в посушливий період. Багато дерев листопадні, листя вічнозелених дерев дуже жорстке і сильно опушене. Часто листя перисте і рухоме, що дозволяє їм приймати положення, що краще всього захищає від сонячного проміння. Характерні зонтиковидна форма крони і дуже товста кора. Деякі дерева досягають гігантських розмірів і запасують в стовбурах велику кількість води. Для саван Африки типові зонтиковидні акації і баобаби – гігантські дерева з дуже товстим стовбуром (до 9 м в поперечнику), які доживають до 5 000 років. В Австралії переважають евкаліпти і деревовидні лілейні. Залежно від тривалості сухого періоду і кількості випадючих опадів розрізняють вологі, сухі і колючі савани.

Тварини пристосовані до засухи, характерні міграції птахів і кочівлі крупних трав'яних тварин: антилоп, зебр. За стадами кочують хижакі: леви, гепарди, шакалі, гієни. В Австралії екологічну роль копитних виконують крупні кенгуру. Дуже поширені терміти чиї житла місцями займають часом до 30 % території.



ПУСТЕЛІ

Пустелі – тип ландшафту, що характеризується рівнинною поверхнею, розрідженістю або абсолютною відсутністю флори, а з фауни присутні лише специфічні та притаманні лише їй види.

Розрізняють піщані, кам'янисті, глинисті та солончакові пустелі. Окремо виділяють снігові пустелі у Антарктиді та Арктиці. Найвідоміша кам'яниста пустеля світу - Сахара, що займає всю північну частину африканського континенту. Близькі до пустель так звані напівпустелі, які є перехідним типом ландшафту від пустелі до степів чи савани.

Пустелі поширені в помірному поясі Північної півкулі, субтропічних і тропічних поясах Північної та Південної півкуль. Характеризуються посушливими (аридними) умовами зволоження (річна сума опадів менше 200 мм, а в екстрааридних районах — менше 50 мм; коефіцієнт зволоження, що відображає співвідношення опадів і випаровування, становить 0 - 0,15). У рельєфі переважає складне поєднання нагір'їв, дрібносопковика та острівних гір із структурними рівнинами пластів, стародавніми річковими долинами і замкненими озерними западинами.

Залежно від характеру ґрунтів розрізняють декілька типів пустель:

- піщані - на рихлих відкладеннях древньоалювіальних рівнин;
- лесові - на лесових відкладеннях підгірних рівнин;
- суглинні - на слабокарбонатних покривних суглинках рівнин;
- глинисті - на низькогір'ях, складених соленосними мергелями і глинами;
- глинисті такирові на підгірних рівнинах і в стародавніх дельтах річок;
- галечні та піщано-галечні - на гіпсованих плато і підгірних рівнинах;
- щебнисті гіпсовані - на плато і молодих підгірних рівнинах;
- кам'янисті - на низькогір'ях та дрібносопковиках;
- солончакові - в засолених пониженнях рельєфу і вздовж морського узбережжя.



Пустеля Сахара



ВІЧНОЗЕЛЕНИЙ ТРОПІЧНИЙ ДОЩОВИЙ ЛІС

Тропічні і субтропічні вологі широколисті ліси, також відомі як Тропічні (і субтропічні) дощові ліс - тропічний і субтропічний лісовий біом, тип дощового лісу. Цей біом включає декілька видів лісів, зокрема низовинні тропічні дощові ліси, які отримують високу кількість опадів протягом всього року; вологі листопадні і напів-вічнозелені ліси, з високою повною кількістю опадів, але з сильними сезонними варіаціями; гірські дощові ліси що зустрічаються в дещо холодніших гірських областях, та прісноводні болотні ліси і торф'яні болотні ліси. Географічно, тропічні дощові ліси знаходяться в екваторіальному поясі та у вологих субтропіках, вони характеризуються теплим, вологим кліматом з високою кількістю опадів протягом всього року. Тропічні і субтропічні лісові регіони з нижчою кількістю опадів називаються тропічними і субтропічними сухими широколистяними лісами і тропічними і субтропічними хвойними лісами.

Крім значної кількості опадів тропічні дощові ліси характеризуються великою кількістю постійних (в протилежність мігруючим) видів тварин і величезною біорізноманітністю флори і фауни. За оцінками вчених більш ніж половина всіх видів рослин і тварин світу живуть в цих лісах.

Для вологих тропічних лісів характерні:

- наявність 4-5 ярусів дерев, відсутність чагарників, велика кількість епіфітів, епіфілів і ліан;
- переважання вічнозелених дерев з крупним вічнозеленим листям, слабо розвиненою корою, бруньками, не захищеними бруньковими нирковими чешуйками, в мусонних лісах - листопадні дерева;
- утворення квіток, а потім плодів безпосередньо на стовбурах і товстих гілках (кауліфлорія).



БОЛОТА

Болото - біотоп, надмірно зволожена ділянка земної поверхні, вкрита вологолюбними рослинами, наприклад, мохом, з залишків яких звичайно утворюється торф. Болота розвиваються у місцях, де характер рельєфу зумовлює надмірне зволоження, в країнах з вологим кліматом вони можуть утворюватися і на вододілах.

У болоті, зазвичай, відбувається процес накопичення нерозкладених рослинних залишків та утворення торфу. Переважання процесів акумуляції над розкладанням - головна відмінність болотяних екосистем від інших. Болота вважають торфовим, коли внаслідок процесу торфонакопичення коренева система основної маси рослин розташовується в шарі торфу, що відклався і не досягає підстилаючого мінерального ґрунту. У середньому мінімальна товщина шару торфу в цьому випадку становить 30 см.

Не всі зволожені ділянки суходолу є болотами. Болотами вважаються лише ті з них, які мають шар торфу товщиною понад 0,3 м.

Болота розділяють на 3 основних типи:

- **Низинні болота** утворюються в низинах, де збираються ґрунтові води. Завдяки багатому мінеральному складу ґрунтових вод низинні болота мають рясну рослинність і, зазвичай, вкриті зеленими мохами, хвощем, високою густою осокою, очеретом, заростями верби, вільхи та берези.

- **Верхові болота** живляться лише за рахунок опадів. Ґрунтових вод в таких болотах або дуже мало, або ж вони розташовані занадто глибоко. Оскільки дощова вода майже не містить мінеральних речовин, на верхових болотах розвиваються лише рослини, пристосовані до дуже бідного харчування. Головним чином це мох сфагнум (*Sphagnidae*).

- **Перехідні болота** мають добре виражені ознаки як низинного, так і верхового боліт. На перехідних болотах росте велика кількість сфагнума, можна зустріти журавлину та росичку.

За типом водопостачання розрізняють болота:

- джерельного,
- річкового,
- атмосферного живлення.

За хімічним складом води, що надходить, болота поділяються на:

- **оліготрофні**, вода яких, а в зв'язку з цим і торф, що на них утворюється, характеризуються малим вмістом мінеральних солей (зольність торфу звичайно менша як 5%);
- **мезотрофні** - перехідні між оліготрофними і евтрофними (зольність торфу 4-8%);
- **евтрофні** - із значним вмістом мінеральних солей (зольність торфу 8-17%);
- **алкалітрофні** - з надмірним вмістом мінеральних солей, зокрема карбонатів (зольність торфу 18-40% і більше).

Існують ще так звані приморські болота. Вони розташовуються на морських узбережжях з вологим кліматом.

На болотах ростуть вологолюбні рослини, з яких найпоширенішими є мохи, осокові (різні види осоки, пухівки, ринхоспора), деякі злаки (очерет, кунічник), рогіз, шейхцерія, бобівник, журавлина, буяхи, багульник, верби, вільха, береза. Залежно від водного режиму та характеру мінерального живлення ці рослини утворюють різні угруповання з переважанням мохів і трав'янистих рослин або кущів і дерев. Трав'янисті рослини утворюють на болотах сплавіну, в якій зрідка зустрічаються прогалини - болотні вікна.

Болота переважно зосереджені в Північній півкулі Землі. Загальна площа боліт у світі приблизно становить 3,5 млн км², з них близько 50% - торфові з глибиною торфу більше ніж 0,5 м. Найбільші території, зайняті болотами, зосереджені в Білорусі, Канаді, Фінляндії, США, Росії.

В Україні болота займають понад 1 200 тис. га з запасами повітряно-сухого торфу більш як 3 млрд. тон. Найбільше боліт в Україні на Поліссі (900 тис. га), менше - в Лісостепу (близько 300 тис. га), ще менше - в Степу і гірських районах. В Україні проводилась велика робота з осушення боліт, внаслідок чого багато видів рослин, в тому числі й цінних лікарських (Вовче тіло болотне, Латаття біле, Лепеха звичайна) та інші, були занесені до Червоної книги України.



ЛУКИ

Лука, луг - ділянка ґрунту в умовах достатнього або надмірного зволоження, вкрита переважно багаторічними трав'янистими рослинами, в основному злаками та осоковими. Зазвичай використовується як пасовисько для домашньої худоби. Всі луки характеризуються наявністю травостою та дернини.

Луки класифікуються за місцевістю розташування на материкові, гірські та заплавні.

Найкращі і найпродуктивніші луки у долинах річок, де дерева не можуть рости через поверхневі води.



Прикарпатська лука



Гірська лука

ОЗЕРА

Озеро - природна водойма повільного водообміну, розташована в заглибинах суходолу і не пов'язана протоками з морями та океанами.

Озера - природні водоймища у заглибинах суші (котловинах), заповнені в межах озерної чаші (озерного ложа) різнорідними водними масами. Котловини за походженням поділяються на тектонічні, льодовикові, річкові (стариці), приморські (лагуни та лимани), провальні (карстові, термокарстові), вулканічні (в кратерах згаслих вулканів), завально-загатні (запрудні), штучні (водосховища, ставки). В залежності від умов утворення озерного ложа виділяють такі основні типи : дамбові (річкові, долинні та прибережні, а також штучні - водосховища), котловинні (моренні, карові, карстові, термокарстові, дефляційні, вулканічні та тектонічні), змішаного походження. За водним балансом поділяються на стічні, безстічні та зі змінним стоком. За хім. складом води - на прісні та мінеральні (солонуваті та солоні). Мінеральні озера складають особливу групу. Загальна площа озер земної кулі становить близько 2,1 млн км² (бл. 1,4% площі суші). Найбільше за площею світу - Каспійське море, найглибше - о. Байкал. В Україні нараховується понад 7 тисяч озер площею кожне від 0,1 км² і більше. На території озер видобувають різноманітні корисні копалини - нафту, солі, руди тощо.

В озерах Землі міститься вчетверо більше води, ніж у річках, проте їх життя менш тривале. Якщо озеро не поповнюється водами, воно висихає, міліє або перетворюється на болото.

Типи озер

Озера поділяють за способом їх утворення, способом живлення, за термічним режимом, вмістом солей (хімічним складом) та наявністю в них життя.

Лише в найсолоніших озерах немає життя. Більшість з них сформувалось внаслідок рухів земної кори чи вивержень вулканів. Деякі були залишені льодовиками, що відступили, а деякі утворились внаслідок відділення від моря. Багато озер також створені людьми та називаються водосховищами, оскільки містять резерв води для гідроелектростанцій та інших господарських потреб.

За типом утворення

- **Дамбові:** Озера утворені шляхом перегороження річної долини, яру, балки природною (обвал, льодовик, річкові наноси і т. д.) або штучною дамбою.
- **річні:**
 - озеро, що утворилося в результаті ерозійної або акумулятивної діяльності річки — стариця;
 - тимчасове водоймище в плесі пересихаючої річки;
 - долинні.
- **лиманні:** водоймище з солоною або солонуватою водою, відокремлений від моря низькими наносними піщаними косами - лагуна, або що утворився в результаті занесення гирлової частини естуарію наносами - лиман;
- при дельтові;
- штучні озера.
- **Улоговинні:** Утворені внаслідок відходу льодовиків. Потоки льодовиків, що тануть, залишають на своєму шляху пісок та гравій. Відклади просідають, формуючи западину, в якій поступово збирається вода.
- **Загатне озеро- озеро,** що утворилось внаслідок гірських обвалів і тектоничних процесів.
- **моренні:** розташовуються в районах розповсюдження морен, в областях стародавнього обмерзання і сучасних гірських льодовиків. Моренні озера можуть утворитися в результаті підпруження річок моренними відкладеннями.
- **карові:** утворюються в горах на дні кару. Зазвичай круглої форми. Чітко вираженого притоку та стоку вод, як правило не існує.
- **карстові:** виникають в результаті заповнення водою від'ємних форм карстового рельєфу (карстових ям, улоговин, печер і ін.). Звичайні в районах розповсюдження карсту.
- **термокарстові:** озера, що виникли при усадці ґрунту в областях розвитку багаторічної мерзлоти в наслідок таяння підземних пластів або лінз льоду. Найпоширеніші в Якутії.
- дефляційні;
- вулканічні.
- **тектонічні:** сформовані внаслідок руху земної кори. До них належать:
 - Каспійське море, Байкал в Євразії,
 - Алберт, Едвард, Танганьїка, Ньяса в Африці

- Мертве море на території Ізраїлю.
- Змішаного походження.

За способом живлення:

За водним балансом озера діляться на:

- стічні (стічно-припливні), такі, що живляться притокою вод з водозбору і що віддають стік в річку,
- безстічні (випарно-припливні), такі, що втрачають воду шляхом випаровування.

За термічним режимом

За термічним режимом виділяють:

- помірні - з чергуванням в році прямої термічної стратифікації, зворотної термічної стратифікації і гомотермії;
- тропічні - з переважанням прямої термічної стратифікації;
- полярні - з пануванням зворотної термічної стратифікації.

За хімічним складом виділяють:

Прісні озера:

- озеро, що має воду з кількістю розчинних мінеральних речовин менш 1 г/л. Більшість прісних озер стічні, в їх водному балансі переважає притока з водозборів і стік в річки.

Мінеральні озера:

- Мінеральне озеро - вода якого містить велику кількість мінеральних солей (звичайно понад 1 промілле).

Мінеральні озера - характерний компонент аридних ландшафтів. Накопичення солей звичайно відбувається за рахунок внесення в безстічні улоговини розчинених мінеральних і біогенних елементів, солей і газів річками, підземними водами і атмосферними опадами і інтенсивного випаровування з водної поверхні озер.

Поділяються на:

- солонуваті озера: озеро, вода якого має помітний смак солі (мінералізація від 1 до 24,7 г/л, за іншою класифікацією від 1 до 35 промілле).
- солоні озера (понад 35 промілле).

За хімічним складом виділяють три основні типи мінеральних озер:

- карбонатні (содові). З них добувають соду.
- сульфатні (гірко-солоні). Джерело гіркої солі (мірабіліту).
- хлоридні (солоні). Джерело куховарської солі.

За наявністю життя

- **оліготрофні** - бідні фітопланктоном та поживними речовинами для нього. Характеризується великою прозорістю, кольором води від синього до зеленого, неоднорідністю розподілу температури по вертикалі, поступовим зниженням вмісту кисню до дна і рівномірним розподілом його протягом року.

Евтрофні озера з великим вмістом в воді поживних речовин, зазвичай не глибокі (10—15 м), добре прогріваються. Колір води від зеленого до бурого, вміст кисню різко знижується до дна, взимку інколи буває замороженим. Дно торфянисте або покрите органічним мулом. Влітку спостерігається «цвітіння» води за рахунок сильно розвинутого фітопланктону. Мають сприятливі умови для розвитку рослинності та тваринного світу.

Дистрофні (від гр. *dys* - порушення, *і trophy* - їжа, живлення) зазвичай неглибока водойма, бідна на кисень та поживні речовини для організмів. Вода слабомінералізована, відрізняється підвищеною кислотністю, малою прозорістю, жовтим або бурим кольором унаслідок великої кількості в ній гумінових речовин. Часто майже відсутній фітопланктон та донні тварини на покритому торфом мулистому дні. Дистрофні озера розповсюджені в сильно заболочених районах.





СТАВКИ

Став, ставок - штучна водойма для зберігання води з метою водопостачання, зрошення, розведення риби (ставкове рибне господарство) і водоплавної птиці, а також для санітарних і спортивних потреб. Стави викопують або створюють, будуючи на невеличких річках і в природних улоговинах (балках тощо) греблі. **Відповідно до 1 статті Водного кодексу України** ставком вважається штучно створена водойма місткістю не більше 1 млн м³. Ставки наповнюються водою за рахунок поверхневого і підземного стоку. В Україні є понад 22 000 ставків загальною площею понад 140 тис. га. Для порівняння, кількість озер в Україні понад 3 000 із загальною площею 200 тис. га. Ставки розміщені нерівномірно; найбільше їх на Східному Поділлі (зокрема у Вінницькій області) і на Придніпровській височині.

