




Національний університет
водного господарства
та природокористування

Міністерство освіти і науки,
молоді та спорту України
Національний університет водного
господарства та природокористування

О.А. Ліхо
О.М. Клименко
І.І. Статник



**АНТРОПОГЕННИЙ ВПЛИВ
НА ГЕОСИСТЕМИ
(БАСЕЙНИ РІЧОК)**

Для студентів напрямку підготовки
0708 "Екологія"

Рівне - 2011



*Затверджено вченою радою Національного університету
водного господарства та природокористування
(Протокол №10 від 29 жовтня 2010 р.)*

Рецензенти: **Клименко М.О.**, доктор сільськогосподарських наук, професор, зав. кафедрою екології НУВГП
Ліхо Д.В., доктор сільськогосподарських наук, професор, зав. кафедрою екології РДГУ

Ліхо О.А., Клименко О.М., Статник І.І.

Л55 Антропогенний вплив на геосистеми (басейни річок): Навч. посібник – Рівне: НУВГП, 2011. - 201с.

У навчальному посібнику висвітлено коло питань, пов'язаних з функціонуванням геосистем, в тому числі басейнів річок під впливом антропогенних чинників. Особлива увага приділяється стійкості геосистем до антропогенного навантаження. У навчальному посібнику басейни річок розглядаються як геосистеми з притаманними їм властивостями. Висвітлюються основні питання управління геосистемами та організації геосистемного моніторингу.

Навчальний посібник рекомендовано для студентів вищих навчальних закладів з екологічним та водогосподарським профілем навчання.

УДК 502.7(075)

ББК 20.1я7

© Ліхо О.А., Клименко О.М., Статник І.І.
2011

© Національний університет водного господарства та природокористування,
2011



З М І С Т

Вступ.....	6
1. Загальні аспекти розвитку геосистем.....	7
1.1. Природні системи. Становлення концепції геосистеми.....	7
1.2. Загальні властивості геосистем.....	9
1.3. Класифікація геосистем.....	16
1.4. Загальні закономірності еволюції та розвитку геосистем.....	18
1.5. Природні й антропогенні аспекти розвитку геосистем.....	20
1.5.1. Генетико-еволюційні відношення.....	20
1.5.2. Формування потоків енергії в геосистемах.....	23
1.5.3. Кругообіг води в геосистемах.....	26
1.6. Кругообіг хімічних речовин у геосистемах.....	28
1.7. Геохімічні бар'єри.....	33
2. Суб'єкти та об'єкти антропогенного впливу в геосистемах.....	41
2.1. Об'єкти антропогенного впливу.....	41
2.2. Суб'єкти антропогенного впливу.....	42
2.3. Класифікація антропогенних впливів.....	45
2.4. Параметри та показники антропогенного впливу на геосистеми.....	50
2.5. Рівень антропогенного перетворення геосистем.....	52
2.6. Об'єкти безпосереднього впливу в межах геосистеми.....	52
3. Формування і функціонування геосистем в умовах антропогенного навантаження.....	56
3.1. Соціально-економічні функції і природний потенціал геосистем.....	56
3.1.1. Соціальні функції геосистем.....	56
3.1.2. Природний потенціал геосистем і його оцінювання.....	57



3.2.	Меліоративні природно-технічні системи (МПТС).....	59
3.2.1.	Структура МПТС.....	59
3.2.2.	Особливості функціонування МПТС.....	60
3.2.3.	Види МПТС.....	62
3.3.	Формування геосистем під впливом сільськогосподарського виробництва та водних меліорацій.....	63
3.3.1.	Поняття агроландшафту.....	63
3.3.2.	Агромеліоративний ландшафт.....	65
3.3.3.	Стратегія адаптивного рільництва.....	66
4.	Басейн річки як геосистема.....	68
4.1.	Басейнова ландшафтно-територіальна система.....	68
4.2.	Басейн малої річки як екосистема.....	76
4.3.	Формування річкового стоку в сучасних умовах... ..	79
4.4.	Формування якості поверхневих вод.....	81
4.4.1.	Роль атмосферних опадів, вилуговування порід, підземних вод та місцевого стоку у формуванні якості річкових вод.....	81
4.4.2.	Особливості впливу антропогенних факторів на формування хімічного складу річкових вод.....	84
4.4.3.	Антропогенна складова іонного стоку.....	86
5.	Стійкість геосистем до антропогенних впливів.....	89
5.1.	Форми стійкості геосистем.....	89
5.2.	Кількісні показники стійкості геосистем.....	91
5.3.	Оцінювання стійкості геосистем до антропогенно - техногенного навантаження.....	93
5.4.	Геоecологічний прогноз стійкості і реакції геосистем на антропогенний вплив.....	95
5.4.1.	Геоecологічне оцінювання умов господарської діяльності в геосистемах.....	95
5.4.2.	Геоecологічне прогнозування.....	98
6.	Геосистемний моніторинг як складова моніторингу антропогенних змін.....	100



6.1	Поняття моніторингу антропогенних змін.....	100
6.2	Спостереження за зміною стану біосфери, джерелами й факторами антропогенного впливу в межах геосистем.....	103
6.3	Обґрунтування і класифікація моніторингу антропогенних змін.....	107
6.4	Особливості геосистемного моніторингу.....	108
7.	Управління геосистемами.....	111
7.1.	Теоретичні аспекти управління.....	112
7.2.	Визначення цілей управління геосистемами та шляхів їх досягнення.....	121
7.3.	Планування управління та відновлення елементів геосистем.....	123
7.4.	Прийняття рішення при управлінні геосистемами	127
7.5	Управління геосистемами на прикладі вологих лук.....	128
7.6	Управління соціоприродними геосистемами.....	143
	Тести.....	151
	Глосарій.....	179
	Література.....	198
	Предметний покажчик.....	201



ВСТУП

Пропонований навчальний посібник охоплює коло питань, пов'язаних з функціонуванням геосистем, у тому числі басейнів річок. Господарська діяльність людини викликала суттєві зміни насамперед у стані водних та земельних ресурсів, що у свою чергу призвело до розвитку деградаційних процесів в екологічних системах різного рівня організації. Сьогодні на перші позиції виходить проблема раціонального використання та збереження водності річок України.

У забезпеченні здійснення комплексу наукових, організаційних економічних та інших заходів, спрямованих на охорону та раціональне використання водних об'єктів, належить оцінці рівня антропогенного навантаження на басейни річок.

Одним з пріоритетів екологічної політики України є поетапна гармонізація законодавства у сфері охорони навколишнього середовища з відповідними директивами ЄС, зокрема з Водною Директивою 2000/60/ЄС Європейського парламенту і Ради Європейського Союзу від 23.10. 2000 р. Основною вимогою європейського законодавства вважається виконання положення про організацію басейнового управління водами, де повинні бути враховані економічні та екологічні аспекти.

Необхідність впровадження принципів басейнового управління в Україні визначено Водним кодексом і "Основними напрямками державної політики України в галузі охорони навколишнього природного середовища, використання природних ресурсів і забезпечення екологічної безпеки", затверджених постановою Верховної Ради України від 05.05.1998 р. Довготривалими цілями політики раціонального використання і відтворення водних ресурсів та екосистем є: зменшення антропогенного навантаження на водні об'єкти; забезпечення екологічно стійкого функціонування водного об'єкта як елемента природного середовища зі збереженням здатності водних екосистем до відновлювання.

У навчальному посібнику басейни річок розглядаються як геосистеми з притаманними їм властивостями. Реалізація збалансованого природокористування у контексті сталого розвитку суспільства повинна базуватись на системному та басейновому підходах. Важливого значення при цьому набуває оцінка та управління екологічним станом геосистем.



ТЕМА 1. ЗАГАЛЬНІ АСПЕКТИ РОЗВИТКУ ГЕОСИСТЕМ

1.1. Природні системи. Становлення концепції геосистеми

Під природною системою розуміють певну множину елементів природного походження, наявні зв'язки між якими зумовлюють прояв природи в таких якостях і реалізацію нею таких функцій, які без взаємодії елементів були б неможливими.

Природні системи дуже різноманітні. Серед них є такі, що містять елементи з усіх компонентів природного середовища, а саме: маси земної кори, атмосфери, поверхневих та ґрунтових вод, ґрунту, рослинного, тваринного світів і мікроорганізмів. До цього класу природних систем, які можна назвати полігеокомпонентними, належать геосистеми, екосистеми й біогеоценози. Їх вивчають такі науки, як сучасне ландшафтознавство, екологія та біогеоценологія. На планетарному рівні полігеокомпонентні системи – це предмет загального землезнавства (науки про географічну оболонку) та глобальної екології (науки про біосферу).

Історично склалися два основні наукові підходи до пізнання таких систем – ландшафтний та екологічний. Результатом їх синтезу і став ландшафтно-екологічний підхід.

Для ландшафтного підходу до дослідження природної реальності характерне уявлення простору як сукупності територіальних одиниць, у межах яких компоненти природного середовища (геокомпоненти) протягом тривалого розвитку пристосувались один до одного, тісно взаємопов'язані і являють собою єдине ціле. Як ціле реагують вони і на зовнішні впливи, зокрема антропогенні. Такі територіальні одиниці в класичному ландшафтознавстві називаються природними територіальними комплексами (ПТК), а за термінологією школи В. Б. Сочави – геосистемами.

З 60-х років у природничих науках, у тому числі й екології, великої популярності набув системний підхід. Предмети своїх досліджень (ПТК та екосистеми) географи та екологи почали трактувати як системи, знаходити їх системні властивості й описувати в термінах системного підходу. Щоб підкреслити системний характер предмета досліджень ПТК, В. Б. Сочава в 1963



р. запропонував термін „геосистема”. Він вважав, що геосистема – це „особливий клас керованих систем, земний простір усіх розмірностей, де окремі компоненти природи перебувають у системному зв’язку один з одним і як певна цілісність взаємодіють з космічною сферою та людським суспільством” (В. Б. Сочава, 1978).

Хоч дефініцію геосистеми цей учений сформулював надто загально, з його праць чітко визначаються ключові позиції концепції геосистеми, яку розвивали його численні послідовники. Основні положення цієї концепції:

- геосистема – матеріальний об’єкт; її складають природні елементи, а антропогенні та людина розглядаються як зовнішнє середовище;

- геосистемою вважається як елементарна ландшафтна одиниця (фація), так і геосфера в цілому;

- геосистема виділяється як об’єм простору, в межах якого геокомпоненти мають специфічний характер усіх типів зв’язків;

- є тільки один об’єктивний варіант поділу простору на геосистеми;

- геосистема – категорія динамічна і проявляється за деякий проміжок часу.

Д. Л. Арманд (1975) надавав геосистемам функціонального значення і розумів під ними процеси, які пов’язують між собою окремі регіони або геокомпоненти. Як геосистеми він розглядав атмосферну циркуляцію, кругообіг води, органічної речовини тощо. Геосистеми Арманд належать до систем «процес – відгук» та керованих. Конструктивною рисою його концепції є принцип виділення геосистем за певним процесом.

З кінця 70-х років дедалі більшого поширення набуває трактування геосистеми не як матеріального об’єкта, а як його моделі, абстрагованого відображення, уможливної конструкції. Таке розуміння геосистеми поділяють німецькі геоєкологи, Арманд і багато інших.

Ландшафтна екологія як природнича наука розглядає лише природні геосистеми. Виходячи з домінантного та виправданого з методологічної точки зору трактування геосистеми як загального поняття, можна подати таке її широке визначення:

Геосистема – клас полігеокомпонентних природних систем, що виділяються з реального тривимірного фізичного простору



як його певний об'єм (реальний чи уявний), у межах якого протягом деякого інтервалу часу природні елементи й процеси завдяки наявному між ними та з зовнішнім середовищем відношенню певного типу (генетико-еволюційному, позиційному, речовинно-потоківому та ін.) упорядковуються у відповідні з цим відношенням структури з характерними інваріантними ознаками та динамічними змінами.

Згодом під терміном «геосистема» почали розуміти будь-яку територіальну систему як природного, так і соціального походження. Геосистеми можуть бути неоднакових типів і виділяти їх можна за різними принципами (за різними системотвірними відношеннями). З таким трактуванням геосистеми згодні Д. Л. Арманд, В. О. Боков, В. С. Преображенський, О. Ю. Ретеюм та інші географи; схиляється до такої думки також І. Крхо, поділяючи геосистеми на природні та соціальні.

1.2. Загальні властивості геосистем

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

Територіальність-просторовість – це особливість геосистем, яка відрізняє їх від багатьох систем інших класів, зокрема екосистем. Із зовнішнього середовища геосистеми виділяються як певні ділянки території. Кожну геосистему можна описати метричними показниками (площею, лінійними розмірами) і топологічними (характеризують її розташування щодо інших геосистем або об'єктів іншої природи). Територіальність геосистем дає змогу ефективно використовувати картографічні методи при їх виділенні, зображенні та аналізі.

Фактично геосистеми виділяються не стільки як територіальні (двовимірні), скільки як просторові системи. Проте просторовість властива багатьом класам систем і взагалі не потребує залежності характеристик системи від розміщення та розмірів території. Структурні, динамічні та інші особливості геосистеми дуже залежать від того, яку саме ділянку земної поверхні (території) вона займає. Тому цю її властивість доцільно називати



територіальністю-просторовістю.

До геосистем належать природні системи лише певного просторового інтервалу. Лінійні розміри геосистем найменших рангів – кілька метрів, а географічної оболонки, якщо її вважати за геосистему, – $10^7 - 10^8$ м по горизонталі та $10^3 - 10^4$ м по вертикалі.

Розмір геосистеми визначає особливості факторів її формування та динаміки, багато інших особливостей, а також методи дослідження. На цій підставі розроблено концепцію просторової розмірності геосистем (Haase, 1973). Згідно з нею різні ранги геосистем можна узагальнити до 6 класів розмірностей:

1. субтопічний (просторовий масштаб $10^0 - 10^1$ м²);
2. топічний ($10^2 - 10^4$ м²);
3. хоричний ($10^4 - 10^8$ м²);
4. регіональний ($10^7 - 10^{12}$ м²);
5. субглобальний ($10^{10} - 10^{14}$ м²);
6. глобальний ($10^{14} - 10^{16}$ м²).

Поліструктурність. Під структурою системи здебільшого розуміють характер поєднання її елементів відношеннями певного типу. Оскільки в тій самій системі можуть бути відношення різних типів, то й поєднання ними елементів також буде неоднаковим, тобто в одній системі може бути кілька різних структур. Такі системи називаються поліструктурними.

Поліструктурними є, наприклад, суспільні системи. В них виділяють статево-вікову, професійну, етнічну та інші структури, які не збігаються. Ці відношення визначають спосіб поділу системи на її елементи (декомпозицію системи), їх склад та поєднання у підсистеми. Визначення типу відношень, які вважаються структуроформувальними, тобто відносно яких виділяється структура геосистеми, залежить від аспекту аналізу останньої. Найзагальнішими аспектами аналізу геосистем є:

- вертикальний (синонім – топічний), де елементами виступають різні фізичні тіла геокомпонентів з відношеннями – вертикальні потоки різних речовин та енергії, генетико-еволюційні та інші;
- територіальний (синонім – хоричний), елементами якого є геосистеми нижчого рангу, досліджуються горизонтальні потоки речовини й енергії між ними, позиційні залежності, генетико-еволюційні та ін.;



- часовий (синонім – динамічний), елементи якого поділяють як окремі інтервали часу, а відношення – як послідовність їх змін.

Відповідно поділяються вертикальний, територіальний та часовий класи структур геосистеми.

Аналізуючи вертикальну структуру геосистеми, вважають, що вона однорідна територіально, але по вертикалі розкладається на різні частини (рослинність – ґрунт – гірські породи тощо або різні яруси рослинності – горизонти ґрунту – верстви гірських порід тощо), які пов'язані між собою певними відношеннями. Структури подібного типу називають вертикальними, хоч ця назва не зовсім точно передає їх суть. Під складовими вертикальних структур мають на увазі не так різні за своїм висотним положенням шари геосистеми, як деякі її частини, специфічні в ній за функцією, фізико-хімічними та іншими характеристиками. Такі різні частини можуть займати в геосистемі спільний «висотний поверх» (як, наприклад, трав'янисті рослини та наземні тварини), а деякі – пронизувати весь її вертикальний розріз (гази, волога). Тому термін «вертикальна структура геосистеми» слід вважати дещо умовним.

Аналізуючи вертикальну структуру геосистеми, будь-яку з її складових розглядають як територіально однорідну, тобто припускають, що її характеристики на певній площі залишаються незмінними (з математичного погляду це просторово зосереджені параметри). Увага акцентується на тому, що зміна значень цих параметрів визначається взаємодією між елементами вертикального розрізу геосистеми. Насправді ж припущення щодо несуттєвості внутрішньотериторіальних відмінностей може бути справедливим хіба що для геосистеми елементарного рівня – геотопу (фації).

Кожен із загальних аспектів аналізу геосистем реалізується у більш конкретних формах. Наприклад, у рамках територіального аспекту досліджуються такі різні типи відношень, як зв'язок геосистем потоками води, міграцією тварин, їх позиційні, генетико-еволюційні зв'язки і таке інше. Відповідно до цих типів відношень виділяють різні типи територіальних структур геосистеми. Схему класифікації структур геосистеми показано на рис. 1.1.



Рис. 1.1. Основні типи структур геосистеми за М. Д. Гродзинським, П. Г. Шищенком

Складність. Складними вважаються системи, сформовані багатьма елементами різних типів, між якими є різноманітні зв'язки. Ознакою складності системи вважають також неоднозначність її реакції на зовнішні впливи.

Усі ці ознаки притаманні геосистемам. Наприклад, елементи їх вертикальних структур різні за фазовим станом, хімічним складом, наявністю та формою органічного життя, функцією, розміщенням у геосистемі тощо. Зв'язки між ними також різноманітні й проявляються у таких процесах, як потоки речовин та енергії, у трофічних, конкурентних та інших відношеннях. Аналогічні властивості й у територіальних та часових структур геосистем.

Складність геосистем зумовлює специфічні підходи до їх



аналізу. Річ у тому, що в оцінюванні деяких інтегральних та безпосередньо не вимірюваних показників складної системи постає значна похибка через взаємодію між багатьма різнотипними елементами, навіть за умови точного визначення кожної з їх багатьох характеристик. До таких показників належать, наприклад, ступінь ефективності, стійкість, прогностні оцінки та ін. Л. Заде назвав це принципом несумісності, тобто неможливістю поєднати значну складність системи з високою точністю її опису. Досить точно можна описати лише її окремі елементи і зв'язки, але не всю систему як цілість.

***Цілісність** – властивість системи, яка проявляється в тому, що вилучення з неї певного компонента призводить до її кардинальної перебудови або взагалі загибелі, а сам цей компонент окремо від системи або не може існувати, або якісно змінюється.*

Геосистемам притаманна риса цілісності. Наприклад, позбавлення геосистем ґрунту призводить до їх трансформації в цілому: вони не можуть мати рослинності, фактично зникає трофічна структура, формуються специфічні режими – водний, радіаційний, геохімічний та інші. Такої ж радикальної трансформації зазнає територіальна структура геосистеми. Скажімо, через вилучення з неї елементів локальної ерозійної мережі (геосистем лощин, ярів, балок) настає інтенсивне заболочення вододілів, зміна гідрологічного і ландшафтно-геохімічного режимів геосистеми в цілому. У цьому плані цілісність геосистеми значно нижча, ніж у біосистеми (наприклад, окремого організму), яка після технічного вилучення її певних елементів розпадається (гине або псується). У геосистемах може й не бути деяких геокомпонентів (ґрунтів, рослин), однак системні зв'язки між тими, що є, все одно зберігатимуться.

Яскравим виявом цілісності системи може слугувати її емерджентність (синонім – холістичність), тобто наявність таких властивостей, якостей та функцій, котрих не має жоден із її елементів і котрі можуть виникнути тільки за умови взаємодії цих елементів, але аж ніяк не від самого лише механічного змішування. Як приклад таких холістичних виявів геосистеми можна навести продукційний процес (адже продукування біомаси – це результат складної взаємодії всіх геокомпонентів), кругообіги різних



водного господарства
та природоохоронного будівництва

субстанцій, здатність геосистеми до самоочищення.

Відкритість. *Відкритими є системи, у яких частина елементів має зв'язки з елементами, що не належать до структури цих систем.*

З елементів останнього типу складається зовнішнє середовище геосистеми, а зв'язки, які йдуть від них до системи, називають вхідними, входами, зовнішніми сигналами. Крім вхідних, є й вихідні зовнішні зв'язки (виходи, відгуки). Системи, в яких є лише вхідні зовнішні зв'язки і майже немає вихідних, називаються напівзакритими. Закриті ж – це системи без зовнішніх зв'язків, тобто незалежні від зовнішнього середовища. Геосистеми не можна вважати закритими, бо такі вхідні потоки, як надходження сонячної радіації, атмосферні опади тощо, – неодмінна умова їх існування. Проте як напівзакриті можна розглядати деякі типи геосистем, наприклад, акумулятивного геохімічного режиму. Горизонтальними потоками води, вітру, речовини, біотичними міграціями одні геосистеми пов'язані з іншими. Геосистеми відкриті й перед антропогенними навантаженнями.

Зв'язок геосистем із зовнішнім середовищем такий тісний, що їх доволі непросто виділити із зовнішнього середовища. З цією особливістю пов'язана, зокрема, складність визначення вертикальних і горизонтальних меж геосистеми.

Динамічність. *Динамічними називаються системи, значення характеристик яких змінюються в часі.*

У різні проміжки часу геосистема може перебувати в неоднакових станах, тому її повний опис передбачає виявлення цих станів та послідовності їх змін. Таким чином, геосистеми виділяються не тільки в просторі, але й у часі. З просторово-територіальної точки зору геосистему виділяють як певний територіально локалізований об'єм, а з часової – як певний інтервал часу, протягом якого геосистема проявляє свої головні особливості.

Важливою особливістю динаміки геосистем є те, що різні їх характеристики змінюються в часі з різною частотою. Метеорологічні показники дуже мінливі, тоді як властивості геологічної основи геосистеми змінюються дуже повільно. Тому, як і у випадку просторового аналізу геосистеми, запропоновано класифікацію часових розмірностей геосистеми. Прийнято розрізняти добову, сезонну (річну) та багаторічну динаміку. (В. Б.



Сочава, 1978; Н. Л. Беручашвілі, 1985 та ін.). Зміни геосистем досліджуються в інтервалі від кількох хвилин до кількох десятків тисяч років, тобто в діапазоні $10^2 - 10^{12}$ с (В. О. Боков, 1983).

Стійкість геосистем проявляється в багатьох формах і дає їй змогу протидіяти зовнішнім впливам, зокрема антропогенним, вберігати при взаємодії з зовнішнім середовищем свою цілісність та інші риси. Нестійкі в даних умовах геосистеми змінюються на стійкіші.

У процесі еволюції шляхом пристосування геокомпонентів та геосистем, що контактують одна з одною, формуються їх стійкі ландшафтно-екологічні взаємовідносини й структури. В умовах інтенсивного втручання людської діяльності в природу ця рівновага часто порушується. Розвиток деградаційних процесів у геосистемах (вимирання видів, ерозія та засолення ґрунтів, забруднення тощо) – це не що інше, як результат втрати ними стійкості до антропогенних навантажень. Тому оцінювання стійкості геосистеми до зовнішніх факторів є однією з найважливіших прикладних проблем екології.

Стохастичність. *Стохастичними називаються системи, залежність між характеристиками яких та їх зв'язки із зовнішнім середовищем не жорстко детерміновані (функціональні), а статистичні, імовірнісні.*

Цю властивість систем викликає, перш за все, опосередкованість взаємодій між елементами геосистем: елемент А діє на В, В – на С і т. д. Такі ланцюги зв'язків у геосистемі можуть бути дуже довгими. А чим довший ланцюг, тим менш тісними, менш однозначними стають зв'язки між кінцевими елементами. На геосистему діє багато зовнішніх факторів суто стохастичної, імовірнісної природи (наприклад, випадання опадів), і це зумовлює імовірнісний характер її динаміки та еволюції.

Стохастичність геосистем проявляється у статистичному (корелятивному) характері зв'язків між її окремими ознаками (наприклад, між продуктивністю та вмістом гумусу, сумою опадів тощо), у браку строгої прив'язаності одного типу геокомпонента до іншого (наприклад, певного виду рослинного угруповання до лише одного певного виду ґрунту), в неоднозначності змін геосистем за певних антропогенних навантажень, в імовірнісному характері динаміки, зокрема прогнозної, тощо. Усе це береться до уваги в



дослідженні геосистем методами теорії ймовірності та математичної статистики.

Кожен із цих типів відношень визначає відповідний підхід до виділення вертикальних структур геосистеми (її структуризації). Ці підходи різняться принципом, покладеним в основу виділення структурних частин геосистеми (її елементів, компонентів і такого іншого). Можна розрізнити принаймні три загальні підходи до структуризації геосистеми й відповідно три типи її вертикальних структур:

- **геокомпонентний** – поділ вертикального розрізу геосистеми за компонентами природи і далі за їх генетично однорідними частинами;

- **речовинно-фазовий** – структурні частини виділяються як тіла, однорідні за фазовим станом, фізико-хімічними та іншими властивостями речовини;

- **просторово-об'ємний** – вертикальний профіль геосистеми поділяється на певні однорідні шари, точніше – об'єми.

1.3. Класифікація геосистем

Найважливішою працею з питань розробки класифікації в ландшафтознавстві слід визнати працю Д. Л. Арманда (1964), в якій він звернув увагу на невідповідність наявних класифікацій правилам логіки, подав ці правила та впорядкував термінологію. Надалі, обґрунтовуючи таксономічні схеми класифікації ПТК, ландшафтознавці опиралися переважно на ці правила (В. О. Ніколаєв, 1979; С. Парисек, 1982 та ін.).

З кінця 70-х років у класифікації ПТК почали активно застосовувати математичні методи. Важливі праці в цьому плані виконали географи Казанського університету (Росія) (А. М. Трофимов та ін.) і Польщі (З. Хойніцький, Т. Чиж).

У циклі екологічних наук проблемі класифікації найбільшу увагу приділяє фітоценологія. У її рамках розроблено суттєво різні підходи до класифікації рослинних угруповань (фізіономічні, домінантні, флористичні, екологічні класифікації), широко застосовуються математичні методи (Д. Гудол, 1953; Б. М. Міркін, Г. С. Розенберг, 1978 та ін.). Деякі з цих підходів застосовуються і поза фітоценологією, зокрема в ґрунтознавстві (О. Г. Чертов, 1981).



Цілком ймовірно, що вони можуть стати основою нових підходів до класифікації геосистем топічного та хоричного рівнів.

Логічні правила і критерії природності класифікацій.

Класифікація геосистем полягає в їх упорядкуванні в супідрядну, здебільшого ієрархічну, систему таксонів, кожен із яких виділяється як група геосистем, однакових за певним критерієм (основою ділення). Класифікацію можна виконати дедуктивно (поділити всю множину геосистем на таксони меншого об'єму) та індуктивно (об'єднати індивідуальні геосистеми у більші таксони). На практиці часто обидва ці способи комбінують.

Результат класифікації залежить від логічних правил, за якими геосистеми впорядковуються в групи (таксони). Традиційні класифікації ґрунтуються на трьох правилах логіки (правилах поділу понять):

- об'єм членів класифікації має дорівнювати об'єму поняття, що класифікується;
- один член класифікації може належати тільки до одного таксона певного рівня (тобто жодна з геосистем не може належати водночас до двох різних груп);
- кожний таксон визначається за однією основою поділу (за одним критерієм).

До цих обов'язкових правил як бажане додають четверте: у класифікації небажано пропускати логічні ступені.

У класифікації складних об'єктів, як-от гео-, екосистеми, рослинні угруповання, майже неможливо втулити реальну різноманітність природних систем у жорсткі рамки схеми, невідступно додержуючи доволі суворих умов, яким має відповідати природна класифікація. Є три такі умови:

- об'єктивність – ознака того, що критерії виділення таксонів сформульовано так, щоб різні дослідники, застосувавши ці критерії, одержали один і той самий результат;
- надійність – можливість визначення класифікаційної належності геосистеми, якщо немає деякої частини ознак, які її характеризують;
- прогностична сила – можливість за класифікаційною схемою передбачити геосистеми, які можуть бути в певному регіоні.

Обґрунтована класифікація має відповідати цим умовам, однак не лише до них зводиться весь зміст поняття природності



класифікаційних побудов. Геоботаніки В. Д. Александрова (1966) та В. І. Василевич (1965) вважають, що досягти природності класифікації можна за умови, коли врахувати максимально можливе число ознак рослинних угруповань. Проте ця перспектива для геосистем навряд чи досяжна, оскільки вони описуються надто великою кількістю характеристик, перебувають між собою в різних відношеннях, а врахувати все це в рамках однієї класифікації практично неможливо.

Зважаючи на це, Д. Л. Арманд (1974) ствердив, що класифікацію геосистем доцільно розробляти лише для певної мети дослідження, бо інакше неминуче постає невизначеність і штучність.

Базові та прикладні класифікації. Для геосистем характерна багатовимірність, тому різні їх класифікації слід будувати відповідно до мети дослідження. Чим вужча, конкретніша ця мета, тим природнішою буде класифікація. Однак це не виключає класифікації геосистем, не зорієнтованої на якесь певне завдання. Таку класифікацію геосистем А. Г. Ісаченко (1980) називає базовою, на відміну від прикладних – призначених для вирішення конкретного практичного або наукового завдання. Базова класифікація може бути тільки одна, а прикладних – багато. Але можлива ієрархія базових класифікацій. Відповідно до певного, досить широкого набору завдань, можна створити свою базову класифікацію (для агроландшафтних потреб взагалі, меліоративних, містобудівних тощо). На основі базових класифікацій можна створити прикладні – для вирішення конкретних наукових або практичних завдань.

Скажімо, на основі базової агроекологічної класифікації, яку створено для вирішення комплексу завдань, пов'язаних з ландшафтно-екологічним обґрунтуванням сільського господарства, розробляють відповідні класифікації – наприклад, для обґрунтування контурно-меліоративного землевпорядкування, для добору культур та структури сівозміни, для обґрунтування агротехнічних заходів, зокрема норм внесення добрив тощо.

1.4. Загальні закономірності еволюції та розвитку геосистем

Загальними закономірностями ландшафтно-екологічної еволюції є її універсальні риси, властиві всім еволюційним змінам геосистем



будь-яких типів і рангів. У біології, яка має багаті традиції еволюційного аналізу, встановлено 25 загальних рис еволюції біосистем різного рівня організації (М. Г. Агеев, 1985). Еволюційні зміни ще докладно не досліджені, й поки що можна визначити п'ять їх загальних закономірностей.

Прогресивність – умова, за якої еволюційні зміни спрямовані на формування нових геосистем, а не на повторення тих, що вже були, і збереження наявних.

Прогресивність еволюції геосистем не слід ототожнювати з їх більшою досконалістю. Це лише супутня риса процесу формування нового, яке взагалі з певної точки зору може бути менш досконалим. Скажімо, якщо за критерій досконалості прийняти продуктивність геосистем, то найбільш „прогресивними” виявляться ті, що існували в карбоні, коли продукування біомаси було набагато більшим, ніж тепер.

Незворотність – умова, за якої геосистеми, що існували раніше, не можуть повторитися в ході еволюції.

Якщо є такі повторення, то це свідчить про сукцесійний, але не еволюційний характер змін. Такий принцип відомий під назвою закону Л. Долло. Автор у 1912 р. ствердив: „Організм ніколи не повертається точно до свого минулого стану, навіть у тому разі, якщо опинився в умовах існування, тотожних тим, через які він вже пройшов”. Це твердження цілком справедливе і для геосистем.

Поступовість – умова, за якої зміни геосистем мають еволюційний характер і здійснюються не раптово, стрибкоподібно, а плавно, через ряд ступенів (етапів).

Таким чином, поступовість еволюції передбачає також етапність – властивість історії розчленовуватися на окремі самостійні відрізки часу.

Довготривалість – умова, за якої еволюція формування нових геосистем займає значний проміжок часу.

За М. Ф. Векличем (1990), він становить щонайменше 500 – 600 років, а згідно з панівним у ландшафтознавстві та екології уявленням (В. Б. Сочава, 1978; В. О. Ніколаєв, 1979; Р. Уїттекер, 1980; Е. Піанка, 1981), для геосистем хоричного та регіонального рівнів цей проміжок триває здебільшого кілька тисяч років. Раптова кардинальна перебудова структури геосистеми внаслідок стихійних



процесів (зсуви, виверження вулканів тощо) – це не складова еволюції геосистем, її розглядають як катастрофічну.

Спадкоємність – умова, за якої кожний новий етап еволюції геосистеми нерозривно пов'язаний з попереднім.

При еволюційних змінах новоутворена геосистема не є чимось абсолютно новим. До складу її як вертикальних, так і територіальних структур входять деякі елементи, що фактично не змінилися в еволюції. У вертикальній структурі ними можуть бути реліктові горизонти ґрунту, види рослин, поховані шари гірських порід тощо. У територіальній структурі геосистем трапляються геотопи, що збереглися майже незмінними від минулих еволюційних етапів. Загалом у ландшафтній еволюції старе й нове взаємодіють між собою, і з них утворюється цілісний сплав – нова геосистема.

1.5. Природні й антропічні аспекти розвитку геосистем

1.5.1. Генетико-еволюційні відношення

Аналіз генетико-еволюційних відношень між складовими вертикальної структури геосистеми має на меті визначити закономірності поєднання геокомпонентів один з одним. Він зводиться до вирішення двох основних груп питань. Перше – виявити закономірності формування даного поєднання геокомпонентів і характер зв'язків між ними. Друге – оцінити ступінь генетичної залежності між геокомпонентами та їх елементами.

Загальну схему формування вертикальної структури геосистеми можна представити таким чином. Утворення починається з „нуль-моменту” – появи наземного твердого абіотичного субстрату. Цим моментом може бути вихід території з-під рівня моря, вивільнення її з-під льодовика, перекриття поверхні вулканічною лавою тощо. Геологічні породи, що вийшли на поверхню, ґрунтові води та приземний шар атмосфери вступають у взаємодію між собою, яка виражається у вивітрюванні гірських порід та зміні морфології рельєфу. Такі геосистеми мають примітивну вертикальну структуру, у якій немає біотичних компонентів. Проте вже на абіотичній стадії розвитку геосистеми до неї з атмосфери та з



поверхневими водами надходять мікроорганізми, життєдіяльність яких спричиняє формування та поступове збільшення вмісту органічної речовини у верхньому шарі гірських порід. Внаслідок цього стає можливим поява лишайників, мохів, а згодом - і вищих рослин. Їх спори та насіння заносяться до геосистеми фактично з «нуль-моменту», але на позбавленому органіки субстраті вони не можуть проростати. Популяційна структура первинних рослинних угруповань примітивна і цілком визначається фізико-хімічними особливостями субстрату, а також видовим складом рослинності прилеглих геосистем. Конкурентні й інші біотичні відношення між популяціями та їх окремими особинами виражені слабо.

З моменту виникнення фітоценозу геосистема вступає у біотичну стадію розвитку. Для неї характерні інтенсифікація гумусоутворення, заселення тваринами та формування зооценозу, більша швидкість сукцесійних змін ґрунту, рослинності й мікробіоценозів, стабілізація рельєфоформувальних процесів.

На абіотичній стадії розвитку зміни компонентів та їх зв'язок детерміновані та односторонні. На біотичній стадії відношення між геокомпонентами значно ускладнюються і набувають більшої стохастичності. Формується мережа зворотних міжкомпонентних зв'язків, тобто переважно односторонні зв'язки змінюються двосторонніми. Наприклад, розвиток ґрунту починає залежати не тільки від властивостей гірських порід, атмосфери і ґрунтових вод, а й від популяційного складу та продуктивності рослинних угруповань. У свою чергу, зміни ґрунту зумовлюють і зміни рослинності, тваринного населення (особливо ґрунтової фауни), мікробіоценозів, які знову-таки зумовлюють певні зміни ґрунтових процесів. За таких зв'язків втрачає сенс визначення геокомпонента, провідного у формуванні вертикальної структури геосистеми.

Особливість еволюційних відношень на біотичній стадії формування геосистеми зумовлена дедалі більшою самостійністю розвитку окремих геокомпонентів у процесі їх еволюції. Скажімо, на перших етапах сукцесії рослинних угруповань формування їхньої популяційної структури майже цілком визначається абіотичними факторами – кліматом та субстратом. А далі роль внутрішньогеокомпонентних процесів набуває все більшого значення, і популяційний склад біоценозів усе більше визначається, власне, цими відношеннями. Фітоценоз до певної міри стає менш



залежним від ґрунту, клімату та геологічної будови. Аналогічно і ґрунт у процесі свого розвитку стає все менш залежним від материнської породи та клімату і в рамках деякого заданого ними діапазону змін може розвиватися відносно самостійно. З розвитком ґрунтового профілю геологічні породи також стають менш залежними від атмосфери, рослинності, мікроорганізмів. Це дає змогу в однакових кліматичних умовах на одному типі й навіть виді ґрунту формуватися різними рослинними угрупованнями, різними видами ґрунту на одній геологічній породі тощо.

Таким чином, відповідність геокомпонентів один одному детермінована не жорстко, її характер можна визначити як детерміновано-стохастичний. Він полягає в тому, що вплив певного геокомпонента на інший (наприклад, ґрунту на рослинність) визначає деякий діапазон змін рослинності, за який вони не можуть вийти. Послідовне врахування впливу всіх геокомпонентів на двосторонній зв'язок якихось двох із них приводить до виділення лише тих можливих варіантів поєднання геокомпонентів, яке може скластися в умовах конкретної геосистеми.

Ступінь генетичної залежності одного геокомпонента від іншого можна оцінити кількісно з допомогою поліхоричного показника зв'язку (синонім – коефіцієнт взаємоспряженості). Його значення змінюється від 1 (компоненти однозначно зв'язані між собою – кожному виду ґрунту відповідає лише один певний вид фітоценозу) до 0 (геокомпоненти не зв'язані між собою – на певному виді ґрунту можуть формуватися зовсім різні асоціації).

Антропічні аспекти. Втручання людини в ландшафт призводить до розладу еволюційно зумовлених відношень між його геокомпонентами. Найбільш характерна в цьому плані заміна еволюційних зв'язків між ґрунтом та рослинністю у природних геосистемах на антропічно регульовані відношення між ними в агрогеосистемах. Вирубування лісів та їх заміна трав'яними агроценозами призводить до формування протиприродних, «еволюційно абсурдних» зв'язків між ґрунтом та рослинністю, тваринним населенням, мікробоценозами.

Господарська діяльність людини викликає не тільки видозміну еволюційних відношень між ґрунтом та біокомпонентами, а й глибшу трансформацію внутрішньгеосистемних генетично зумовлених зв'язків, впливаючи на водний режим,



рельєсоформувальні процеси тощо.

Навіть надмірне намагання штучно законсервувати геосистему в її природному стані призводить до руйнування в ній генетико-еволюційних відношень. Наприклад, у лучних та степових геосистемах еволюційно склалися відношення між рослинними угрупованнями та тваринами, коли нормальний розвиток рослинності потребує, щоб деяку частину її щорічної продукції відчувували травоядні тварини. Створення заповідників у степових геосистемах, яке передбачає режим повного виключення стравлення та косіння, призводить до досить швидкої деградації рослинних угруповань, аж до випадання едифікаторних видів. Тому щоб підтримати заповідні степи в станах, близьких до природних, треба запровадити режим стравлення, близький до природно-еволюційного.

1.5.2. Формування потоків енергії в геосистемах

Першою концептуальною моделлю потоків енергії в екосистемі була схема трофічних шляхів для прерій, яку запропонував В. Шелфорд у 1913 р. Через 10 років подібну модель для арктичної тундри розробили Ч. Елтон та В. Саммерхейз. Проте не були враховані всі енергетичні потоки в екосистемі, зроблено акцент переважно на зв'язках між її біотичними елементами. У географії ж перевагу віддавали дослідженню потоків енергії між абіотичними елементами; з'ясовано головні закономірності формування структури радіаційного балансу різних типів ландшафтів (М. І. Будико, Ю. Р. Раунер та ін.).

Синтетичний напрям аналізу енергетичних потоків охоплював як біотичні, так і абіотичні елементи екосистеми й був пов'язаний з моделюванням продукційного процесу, в основі якого лежить потік та трансформація енергії. Першу таку модель запропонували японські вчені М. Монсі та І. Саекі в 1953 р., а впродовж 70 – 80-х років розроблено багато інших, але переважно для агроєкосистем.

Головним джерелом енергії для багатьох процесів у геосистемах є сонячна енергія (від інших джерел енергії надходить дуже мало - тепло з надр землі, тектонічні рухи та ін.). Причому сонячна енергія й використовується в геосистемі найбільш ефективно: вона може трансформуватися в інші види енергії (теплову, хімічну, механічну),



завдяки їй відбувається продукування біомаси, вологообіг, циркуляція повітряних мас тощо.

Ю. Одум (1986) запропонував класифікацію екосистем за головним джерелом надходження енергії:

- природні, що отримують енергію тільки від Сонця;
- природні, що отримують енергію від Сонця та додаткову енергетичну субсидію від інших природних джерел (заплави, схили, прибережні частини естуаріїв, маршів, конуси виносу тощо);
- антропозовані, що отримують енергію від Сонця та додаткову субсидію від людини (найтиповіші – агроекосистеми);
- промислово-міські системи, що отримують енергію палива (урбоекосистеми, індустріальні зони).

Потік сонячної енергії проходить крізь атмосферу, де послаблюється атмосферними газами та пилом. Ступінь послаблення залежить від довжини хвилі (частоти) світла. З екологічної точки зору найважливішими наслідками диференційованого послаблення випромінювання є:

- ультрафіолетове випромінювання (найнебезпечніше для протоплазми) майже не проходить крізь озоновий шар, що й забезпечує можливість життя на планеті;
- менш за все послаблюється видиме світло, необхідне для фотосинтезу, а тому він може відбуватись і в похмурі дні.

Альbedo слід розглядати як інтегральний параметр вертикальної структури геосистеми, який визначає потік відбитої радіації від неї як певного нерозчленованого цілого. Насправді ж потік сонячної радіації, проходячи від верхньої межі геосистеми до поверхні ґрунту, значно змінює свою інтенсивність, спектральний склад та інші характеристики.

Ефективне випромінювання та відбита радіація втрачаються для геосистеми, а та частина сумарної радіації, що безпосередньо йде на різні процеси в геосистемі, називається її радіаційним балансом. Більша його частина витрачається на випаровування, забезпечення вологообігу, прогрівання повітря геосистеми.

У фотосинтезі використовується фотосинтетична активна радіація – ФАР, частка якої становить близько 45% сумарної. Ефективність фотосинтезу визначається гідротермічними умовами геосистем. Найбільша вона за максимальної теплозабезпеченості при оптимальному співвідношенні тепла й вологи. Такі природні



умови характерні для екваторіальних лісів, де ефективність фотосинтезу досягає 4,5% ФАР, або 1,5% сумарної радіації. У штучних умовах можна довести ефективність фотосинтезу до максимальної – 34% ФАР.

Антропогенні аспекти. Фактично будь-який аспект діяльності людини в геосистемі призводить до зміни інтенсивності енергетичних потоків в останній. Причому змінюються величина та співвідношення не тільки внутрішньогеосистемних потоків, а й вхідних та вихідних. Через забруднення атмосфери аерозолями трохи збільшується частка відбитої радіації, тому до геосистем може надходити менше сумарної радіації. Наприклад, смог може зменшити її на 30 – 40%. У потоці сумарної радіації зростає частка розсіяної, що призводить до деякого нівелювання експозиційних відмінностей геосистем схилів.

В агрогеосистемах значне збільшення надходження енергії пов'язане із внесенням органічних добрив. Частина цієї додаткової енергії йде на формування врожаю, невелика частина консервується в гумусі, а значно більша (на схилах – до 60 – 70%) - непродуктивно втрачається геосистемою разом із виносом через поверхневий та ґрунтовий стоки.

Трансформація характеру залученої поверхні геосистеми внаслідок розорювання, вирубування лісів, меліорації тощо призводить до зміни величини альбедо, а через неї – і до зміни структури, радіаційного балансу. Скажімо, альбедо геосистем із степовою рослинністю становить 19 – 23%, а свіжозораних агроугідь на їх місці – 5%. Відповідно змінюється і частка відбитої радіації.

Зміни вертикальної структури геосистеми, пов'язані з винищенням природної рослинності, призводять до трансформації трофічної структури геосистем, а тим самим – і потоків енергії між біотичними елементами. Найсуттєвішими тут є щорічні втрати енергії, накопиченої у фітомасі. Внаслідок цього послаблюється потік енергії до детритного циклу, який є основою процесу продукування гумусу. Загалом трофічна структура агрогеосистем значно спрощується, що зумовлює низьку стійкість агросистем порівняно з природними.



1.5.3. Кругообіг води в геосистемах

Потоки води у вертикальному профілі геосистеми мають величезне значення як для її окремих елементів, так і для забезпечення зв'язків між ними. Цілісність геосистеми багато в чому зумовлена цими потоками, які пронизують її подібно до кровоносної системи. Вони забезпечують міграцію хімічних елементів, транспортування поживних речовин до рослин, продукційні процеси тощо. Вода – один із головних лімітувальних екологічних факторів, і від її кількості в геосистемі, збалансованості потоків залежать численні властивості геосистеми, що визначають її потенціал.

Як відомо, потоки вологи в геосистемі об'єднані в цикл, тобто здійснюється кругообіг води, який може бути: збалансованим (маса води на вході в геосистему дорівнює її масі на виході), і тоді водний та пов'язані з ним режими лишаються незмінними; незбалансованим, при цьому в геосистемі відбувається прогресуюча гідроморфізація (при додатному балансі) або ксерофітизація (при від'ємному).

Волога до геосистеми надходить з атмосферними опадами, за рахунок конденсації водяної пари, а також із підземними водами (якщо вони пов'язані крізь гідравлічні вікна з ґрунтовими), поверхневим стоком (якщо геосистема міститься на схилі), з річковими водами під час повені (якщо геосистема міститься на заплаві).

Крім дощів та снігу, у геосистемах морського узбережжя та пустель істотним джерелом надходження вологи є роса й тумани. Ю. Одум (1986) наводить дані про західне узбережжя США, де туман за рік може давати в 2 – 3 рази більше води, ніж її випадає з дощами, й високі дерева за рахунок цього отримують вологи до 150 см.

Антропогенні аспекти. Потоки вологи в геосистемі відзначаються високою чутливістю до дії антропогенних факторів. З цим пов'язана можливість регулювання їх людиною, що й робиться при здійсненні водних та агролісомеліораціях. Проте через недостатнє врахування складних закономірностей структури водних потоків у геосистемах меліорація часто призводить до небажаних, а то й катастрофічних наслідків.

Надмірне зволоження геосистем при іригації призводить до



посилення низхідних потоків вологи в ґрунті, які можуть досягати засоленних горизонтів порід або мінералізованих ґрунтових вод, де насичуються солями і, піднімаючись у міжполивний період до поверхні, засолюють ґрунтову товщу. При зрошенні водоспоживання рослин поліпшується, але якщо ґрунтово-іригаційні води насичуються солями, споживання вологи з ґрунту зменшується і може бути навіть меншим, ніж у богарних умовах. Так з'являється антропогенна фізіологічна сухість рослин – неможливість споживати воду при її достатній кількості. Крім змін водного режиму, зрошення призводить і до комплексу змін інших процесів у геосистемі – насамперед ґрунтових (розвиваються процеси оглеєння, заболочення, вторинного засолення ґрунтів), геоморфологічних (іригаційна ерозія), енергетичних (внаслідок зміни альбедо та збільшення витрат тепла на випаровування).

Не менш суттєво змінюються водні потоки при осушенні земель. Тут головна небезпека – переосушення, тобто зниження рівня ґрунтових вод нижче за деяку критичну глибину, що може зумовити дефляцію, обміління річок, відмирання їх верхів'їв тощо.

Вплив лісу та лісонасаджень на водний режим досліджено досить ґрунтовно. Вислів Г. М. Висоцького (1932) «Ліс сушить рівнини та зволожує гори» зберіг значення й досі, хоч і деталізований та підправлений новими дослідженнями. Друга його частина («зволожує гори») залишається без змін, якщо під «горами» розуміти будь-який сильно почленований рельєф та схили.

Головною причиною більшої зволоженості лісових схилових геосистем є зменшення лісом такої важливої витратної статті водного балансу, як поверхневий стік води.

Висушувальний вплив лісу на рівнинні геосистеми проявляється насамперед у збільшенні транспірації – вона може бути в 2 – 3 рази більшою, ніж в агросистемах. Важливе значення має також перехоплення листяною поверхнею опадів (до 40%) і їх витрата на фізичне випаровування. Вплив лісу на ґрунтові води залежить від глибини їх залягання: ліс знижує рівень близьких коренедосяжних вод і підвищує рівень тих, що глибоко залягають.

Г. М. Висоцький та А. А. Роде розробили критерії виділення типів водного режиму ґрунту, які мають ландшафтно-екологічний зміст. Базуючись на них, геосистеми за типом водного режиму можуть бути:



- промивного режиму – низхідні потоки вологи переважають над висхідними, і вода, що просочується крізь ґрунт, досягає рівня ґрунтових вод;

- періодично промивного режиму – атмосферна вода досягає рівня ґрунтових вод в окремі багатоводні роки, в середньому один раз на 10 – 15 років;

- не промивного режиму – ґрунтові геогоризонти промочуються, але вода не досягає рівня ґрунтових вод;

- аридного режиму – ґрунтовий профіль сухий протягом цілого року;

- випітного режиму – переважають висхідні потоки вологи з ґрунтових вод, капілярна кайма яких піднімається до поверхні ґрунту, і ґрунтові води випаровуються фізично;

- десуктивно-випітного режиму – на відміну від попереднього типу, капілярна кайма ґрунтових вод не виходить на поверхню, і їх витрата здійснюється не за рахунок фізичного випаровування, а через транспірацію;

- водозастійного режиму – характерний для боліт;

- повеневого режиму – характерний для заплав річок.

За співвідношенням статей водного балансу (річною сумою опадів та сумарним випаровуванням) виділяють такі геосистеми: гіпергумідні, пергумідні, гумідні, субгумідні, субаридні, мезоаридні, аридні, екстрааридні.

За збалансованістю водного балансу виділяють такі геосистеми:

- із збалансованим балансом – у річному циклі водний баланс дорівнює нулю;

- додатньо декомпенсованого балансу – приходні статті водного балансу переважають над витратними, внаслідок чого рівень ґрунтових вод піднімається;

- від'ємно декомпенсованого балансу – витратні статті переважають над приходними, рівень ґрунтових вод знижується.

1.6. Кругообіг хімічних речовин у геосистемах

Хімічні елементи, що складають географічну оболонку, по-різному проявляються в геосистемах. Це стосується як їх мас у геосистемі, так і особливостей поведінки – міграції між елементами вертикальної структури, здатності залучатися у кругообіги,



поглинатися рослинами тощо. За висловом Р. Ріклефса (1979), кожний елемент в екосистемі має власну долю. Проте є деякі загальні закономірності потоків різних речовин у геосистемах.

З атмосферними опадами на поверхню Землі щорічно потрапляє 1800 млн. т розчинених речовин, а на територію України – 7,3 млн. т. Найбільше цим шляхом надходить сірки (до 2,6 т/км² в південних районах України), трохи менше – кальцію та азоту. За рахунок осаду пилу з атмосфери до геосистем щорічно надходить до 10 т/км² речовин, а в промислових регіонах – в десятки разів більше. Надходження розчинених мінеральних речовин з атмосферними опадами за регіонами України представлено в табл. 1.1.

Таблиця 1.1

*Надходження розчинених мінеральних речовин**з атмосферними опадами, т/км² за рік**(за Л. М. Горевим, А. М. Никаноровим, В. І. Пелешенком, 1989)*

Регіон	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺ +K ⁺	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁺	Cl ⁻	Усього
Полісся	0,8	0,9	1,4	2,7	6,1	1,2	13,1
Лісостеп	1,1	0,8	1,2	2,9	6,1	1,1	13,2
Степ	0,9	0,6	0,9	1,6	4,3	1,2	9,5
Прикарпаття	1,5	1,5	1,8	2,9	9,7	1,6	19,0
Карпати	2,4	2,2	2,8	4,7	15,0	2,8	29,9
Закарпаття	1,7	1,6	1,9	3,3	10,6	1,9	21,1
Гірський Крим	1,5	1,1	1,3	4,1	4,2	16	13,8
Україна в цілому	0,9	0,8	1,1	2,4	5,6	1,3	12,1

Утворення легкорозчинних солей при вивітрюванні первинних мінералів – процес, що відбувається в усіх геосистемах, але дуже повільно. Надходження ж до геосистем солей внаслідок розчинення солей осадових порід може бути значним у регіонах, де породи галогенної формації залягають близько до поверхні. В Україні такими регіонами є Прикарпаття та Закарпаття, Дніпровсько-Донецька западина, Донбас та інші, де широко залягають соляні відклади. За орієнтовними розрахунками В. А. Ковди (1947), з



водного господарства
та територіального розвитку

подібних структур у Прикаспійській низовині щорічно надходить близько 3,5 млн. т солей.

Мінеральні речовини, що надійшли до геосистеми, можуть відкладатись у вигляді її резервного фонду або здійснювати кругообіг у її вертикальному профілі. Резервний фонд становлять речовини, що перебувають у нерухомих формах, а також легкодоступні речовини, накопичені в геосистемі в надмірних кількостях, через що кругообіг не може охопити всю їхню масу. Речовини резервного фонду частково поповнюються за рахунок речовин-мігрантів і також можуть залучатись у міграційні процеси. Ці процеси зумовлені двома основними факторами: потоками води та її властивостями як хімічної речовини (гідрогенезом), а також синтезом і розкладом органічної речовини (біогенезом).

Роль води як фактора міграції речовин полягає не тільки в її мобільності в геосистемі. У водному середовищі відбувається переважна більшість хімічних реакцій. Потік води у вертикальному профілі геосистеми супроводжується процесами розчинення, іонного обміну, адсорбції, в результаті чого хімічні елементи та сполуки певних геомас переходять до водного розчину й далі переміщуються з ним. Внаслідок випаровування вологи, кристалізації, сорбції та інших гідрогенних процесів з водного розчину випадають мінеральні речовини, акумулюючись у певних геомасах або геогоризонтах. Нарешті, фактично тільки у водному розчині мінеральні речовини з ґрунту можуть потрапити до рослин і далі взяти участь у біогенній міграції по трофічній мережі геосистеми.

Фізико-хімічні, термодинамічні та інші умови геогоризнту, крізь який проходить потік водного розчину, визначають ступінь рухомості кожного з хімічних елементів та їх сполук. Майже в усіх геосистемах у вертикальній структурі є суміжні геогоризнти, які значно відрізняються один від одного цими умовами. Тут різко змінюються умови міграції різних речовин – одні з них випадають з розчину і концентруються, другі мігрують менш інтенсивно і накопичуються частково, треті не реагують на зміну умов міграції. В геохімії ландшафту ті місця, де різка зміна умов міграції призводить до накопичення елементів, називаються ландшафтно-геохімічними бар'єрами (термін ввів О. І. Перельман).

У різних геосистемах кількість та склад ландшафтно-геохімічних



бар'єрів неоднакові. Наприклад, у лісових геосистемах України переважають кислі та глейові бар'єри, у степових – лужні, випаровувальні та ін.

З ландшафтно-екологічної точки зору важливо враховувати, крім типу бар'єру, ще й його розташування у вертикальній структурі геосистеми. Наприклад, бар'єри, розміщені в ґрунті нижче від його кореневмісного шару, в екологічному плані можуть відігравати позитивну роль: токсичні елементи, що тут накопичуються, рослинами споживатися не можуть, і водночас цей бар'єр перешкоджає досягненню токсичними елементами ґрунтових вод, лімітуючи їх забруднення. Він виконує функцію консерватора, так званого кладовища забруднень у геосистемі. Натомість бар'єри, розташовані в межах кореневмісного шару ґрунту, можуть бути вкрай небезпечними для рослин.

Напрямок гідрогенних потоків речовин у геосистемі відповідає напрямку потоку вологи. При переважанні низхідних потоків води речовини можуть виноситися за межі ґрунту і досягати рівня ґрунтових вод. Внаслідок цього розсолюються ґрунти, підвищується мінералізація ґрунтових вод, а при інтенсивних потоках вологи в піщаних ґрунтах зростає дефіцит поживних речовин. Проте частіше хімічні елементи накопичуються на бар'єрах у педогеогоризонтах та в зоні аерації. При висхідних потоках води внаслідок фізичного випаровування ґрунтових вод вміст солей в ґрунті та підґрунті зростає, що призводить до засолення геосистем. Більш детально геохімічні бар'єри будуть розглянуті у п. 1.7.

Важливим фактором міграції речовин у геосистемі є життєдіяльність рослин. Встановлено, що майже всі хімічні елементи, які містяться в географічній оболонці, необхідні рослинам і споживаються ними. З них незамінними є лише деякі: N, P, K, S, Ca, Mg (макроелементи споживаються у великих кількостях) та Fe, Mn, Zn, Cu, Mo, B та Cl (мікроелементи споживаються у менших кількостях).

З атмосфери надземні органи рослин засвоюють мінеральні речовини в дуже незначних кількостях, а переважна їх маса поглинається з ґрунту. Корінь здобуває мінеральні речовини шляхом: поглинання іонів з ґрунтового розчину; обмінного поглинання сорбованих іонів (віддає іони H^+ та HCO_3^- , а замість



них отримуює іони поживних солей); розчинення зв'язаних запасів мінеральних речовин (виділяючи органічні кислоти), корінь вивільняє з хімічно зв'язаного стану елементи, зокрема важкі метали, і тоді легко поглинає їх. Потрапивши до кореня, іони переносяться до інших органів рослин.

Більша частина мінеральних речовин, накопичена фітоценозом протягом року, повертається до ґрунту з річним падолистом. Ця кількість може становити 80 – 90% річної маси накопичених рослинами речовин. Завдяки цьому рослинність виконує в геосистемі важливу роль у замиканні потоків мінеральних речовин (їх організації у кругообіг). Це дає змогу геосистемі неодноразово протягом року використовувати мінеральні речовини в продукційному процесі та утримувати їх від вимивання в корененедосяжні геогоризонти.

Антропогенні аспекти забруднення та самоочищення геосистем. З розрахунків мас хімічних елементів, які щорічно залучаються до техногенних потоків, відомо, що з 60-х років геохімічна діяльність людини своєю потужністю не поступається природним процесам. За рахунок цієї діяльності поверхня суші щорічно збагачується на мільйони тонн P, Ti, Cu, Mn, Zn, Pb та інших елементів, на десятки тисяч тонн - Rb, H, Zr. Головні джерела надходження забруднень до геосистем – атмосфера, внесення добрив, обробка агрогеосистем пестицидами та іншими отрутохімікатами, забруднені підземні води, захороненні в ґрунті й породах зони аерації техногенні речовини, зрошення стічними та забрудненими річковими водами.

Потрапляючи в атмосферу, забруднювальні речовини (це 90% газів і 10% твердих часток) досить швидко розсіюються. Згідно з Ф. Рамад (1981), середня тривалість перебування газів у тропосфері становить 2 – 4 місяці, аерозолів – 4 місяці біля тропосфери, 1 місяць - у верхній та 6 – 10 діб - у нижній тропосфері. Атмосферні забруднення можуть проникати в рослини внаслідок газообміну, осідання на поверхні листя та пагонах. При тривалій дії навіть невисоких концентрацій забруднень у рослин виникають хронічні пошкодження (депресія фотосинтезу, порушення росту, відмирання клітин тощо). Різні рослини неоднаково реагують на атмосферні забруднення. Найбільш чутливі до них лишайники, з дерев – сосна, горіх, береза. Стейкими вважаються туя, деякі види дубів, кленів,



Потрапляючи на поверхню ґрунту, забруднювальні речовини включаються у вертикальні потоки і при цьому можуть значно трансформувати їхній налагоджений механізм. Це пов'язано з тим, що багато забруднювальних речовин здатні руйнувати деякі важливі ландшафтно-геохімічні бар'єри, створювати нові, змінювати тип тих, які були раніше, внаслідок зміни кислотно-лужних або окислювально-відновлювальних властивостей ґрунту впливати на швидкість міграції різних речовин. Проходячи крізь ґрунт, забруднені води можуть частково або й цілковито очищуватись, проте сам ґрунт при цьому забруднюється.

Будь-яку забруднювальну речовину, що потрапила до ґрунту, можуть поглинати живі організми. З рослин-автотрофів, які акумулюють забруднювальні речовини, починається забруднення всієї трофічної мережі геосистеми. Г. Вудвел (1967) встановив, що накопичення токсичних речовин у живих організмах збільшується з кожним наступним трофічним рівнем. Тому навіть незначна концентрація забруднювальних речовин у рослинах може викликати токсикацію тварин вищих трофічних рівнів.

Завдяки живим організмам речовина-забруднення залучається до кругообігу мінеральних речовин, ускладнюється її виведення із геосистеми. Однак геосистеми мають певні механізми, що дозволяють їм або знешкодити забруднення, або вивести його з кругообігу та з геосистеми взагалі. Сукупність цих механізмів називається самоочищення геосистем.

1.7. Геохімічні бар'єри

Поняття про міграцію хімічних елементів. У житті екосистем, ландшафтів і біосфери загалом велику роль відіграє міграція хімічних і біологічних речовин, яка визначає особливості кругообігу речовин, енергії та інформації, специфіку трофічних ланцюгів та ін.

Всі хімічні елементи, що становлять земну кору, атмосферу і гідросферу, перебувають у постійному русі або міграції. Один з показників, що визначає це явище, - інтенсивність міграції. О.І. Перельман запропонував визначати її за формулою:



$$I = \frac{m}{tC_k}$$

де m - маса мігруючого елемента, t - проміжок часу існування міграції, C_k - кларковий, або місцевий, фоновий вміст елемента в геохімічній системі.

Як таку систему, залежно від масштабу досліджень, можна розглядати всю земну кору, верхні частини літосфери окремих районів, біосферу, окремі моря, ґрунти окремих районів та ін.

Характеризуючи міграцію хімічних елементів, зазвичай вирізняють чотири основні види міграції:

- механічний;
- фізико-хімічний;
- біогенний;
- техногенний (такий, що зумовлений антропогенною діяльністю).

Крім того, можна виділити три основні типи міграції.

Перший тип міграції - це зміна форми наявності елементів без їх суттєвого переміщення, наприклад, перехід елементів з мінеральної форми в розчин або з ґрунтів у рослини.

Другий тип характеризує переміщення елементів без зміни форм їх існування. Простими прикладами міграції цього типу може бути переміщення аерозолів в атмосфері або часток чи уламків мінералів у поверхневих водах.

Третій тип міграції об'єднує два попередніх і полягає в переміщенні елементів зі зміною форм їх існування. Так, за техногенного надходження в поверхневі води важких металів велика частина їх може перебувати у формі розчинів. Проте на відстані перших кілометрів вони переходять у мінеральну і колоїдну форми і вже так продовжують міграцію на відстані до сотень кілометрів.

На певні тимчасові проміжки міграція елементів може припинятися, а на окремих ділянках можлива суттєва концентрація частини елементів. Розгляд цих процесів пов'язаний з вченням про геохімічні бар'єри.

Геохімічні бар'єри - це ті ділянки земної кори, де на короткій відстані відбувається різке зменшення інтенсивності міграції хімічних елементів і, як наслідок, їх концентрація (О.І. Перельман).

У межах більшості бар'єрів досить різко змінюється форма



існування елементів у мігруючому потоці (зміна типу міграції), а потім відбуваються пов'язані з нею зміни інтенсивності міграції і осідання (концентрація) певних хімічних елементів або їхніх з'єднань.

Отже, саме на геохімічних бар'єрах відбуваються максимальні еколого-геохімічні зміни, що виділяються в біосфері.

Широко розповсюджене в природі осідання хімічних елементів на геохімічному бар'єрі, яке посилюється під впливом техногенезу, пов'язане зі зміною типу міграції, можна розглянути на наведеному нижче прикладі.

За відсутності вільного кисню (глейовий стан) залізо в підземних водах перебуватиме в двовалентному, добре розчинному стані (Fe^{2+}).

Вихід таких вод на поверхню з вільним киснем призводить до окислення й утворення важкорозчинного гідроксиду заліза — $\text{Fe}[\text{OH}]_3$. При цьому відбувається перехід металу з форми водних розчинів у мінеральну. Зміна типу міграції заліза супроводжується його осадженням і концентрацією. Цей бар'єр належить до так званих кисневих.

Використання вчення про геохімічні бар'єри дає змогу оцінювати геохімічні (еколого-геохімічні) умови концентрації хімічних елементів і їхніх сполук у екосистемах, прогнозувати зміни екологічних ситуацій і приймати правильні рішення щодо регулювання останніх, зменшення техногенного тиску на ландшафти.

Генетична класифікація геохімічних бар'єрів. Мірою того, як людство дедалі більше хвилюють екологічні проблеми, щораз частіше і у великих масштабах використовується вчення про геохімічні бар'єри для прогнозування не планованих концентрацій хімічних елементів (еколого-геохімічних змін), що супроводжують різні антропогенні процеси.

Класифікації будь-яких явищ і процесів можуть будуватися на різних принципах. У наукових дослідженнях досить часто класифікацію проводять за генетичними особливостями явищ, оскільки вони дають змогу краще вирізнити характерні особливості цих явищ, їх виникнення і формування. Враховуючи це, розглянемо генетичну класифікацію геохімічних бар'єрів, згідно з якою бар'єри біосфери поділяються на три основні типи:



- природні;
- техногенні;
- техногенно-природні.

Всі вони розташовуються на ділянках зміни умов (чинників) міграції. У першому випадку зміна чинників, а відповідно і зміна однієї геохімічної обстановки іншою, зумовлюється природними особливостями конкретної ділянки біосфери. У другому випадку така зміна геохімічних умов відбувається в результаті антропогенної діяльності. У третьому - антропогенна зміна геохімічної обстановки і формування техногенних геохімічних бар'єрів є своєрідним поштовхом, після якого відбувається утворення природних геохімічних бар'єрів. Відбувається накладення на техногенні бар'єри природних. Іноді всі вони (у тому числі і техногенні) можуть лише частково перекривати один одного.

Виокремленні типи геохімічних бар'єрів поділяють на чотири основні класи (В.О. Алексеєнко):

- фізико-хімічні;
- механічні;
- біогеохімічні;
- комплексні.

Утворення фізико-хімічних бар'єрів пов'язано зі зміною фізико-хімічного стану. Дотепер детальну класифікацію розроблено тільки для цього класу бар'єрів, а точніше - для випадку осідання хімічних елементів, що мігрують в іонній формі у водах з різними окислювально-відновними і лужно-кислотними умовами.

Механічні бар'єри - це ділянки різкого зменшення інтенсивності механічної міграції. Вони в основному пов'язані з другим типом міграції хімічних елементів, коли їхня форма існування не змінюється, але вони переміщуються в просторі. Переміщення відбувається зазвичай у межах біосфери - найчастіше з перебуванням елементів у мінеральній або колоїдній формі. Переміщення колоїдів разом із сорбованими ними елементами, а також мінералів може відбуватися в повітряному і водному середовищах і, крім того, на межі середовищ.

Біогеохімічні бар'єри, на відміну від багатьох інших, пов'язані головним чином з першим типом міграції хімічних елементів, коли змінюється їхня форма існування без значного переміщення в просторі. За своєю суттю ці бар'єри є накопиченням хімічних



елементів рослинними і тваринними організмами. Ці геохімічні бар'єри належать до найбільш поширених у біосфері і можуть бути і природними, і техногенними. Концентрація хімічних елементів на біогеохімічних бар'єрах є частиною біологічного кругообігу цих елементів.

Накопичення на геохімічних бар'єрах хімічних елементів (сполучень) зазвичай призводить до їх аномальних концентрацій. За певних умов концентрація і загальний вміст елементів на бар'єрі різко зростають. Так утворюються родовища корисних копалин. Донедавна ці процеси були тільки природними. Зараз вони досягли таких масштабів, що і на природних, і на техногенних бар'єрах можливе накопичення певних елементів та їх сполук у промислових концентраціях. Так формуються техногенні родовища різних корисних копалин, передусім - металів.

Комплексний геохімічний бар'єр - це просторове накладення один на одного кількох класів геохімічних бар'єрів. Зазвичай бар'єри, що накладаються один на одного, генетично пов'язані між собою. Серед природних бар'єрів комплексні за поширеністю займають якщо не перше, то одне з перших місць. Так, повсюдно поширені (особливо в гірських районах) згадувані вище кисневі бар'єри, що є джерелами з виходом на поверхню глейових вод. Гідроксиди Fe^{3+} , що осідають з них, є хорошими сорбентами для деяких металів, що містяться у джерельних водах. Процес осідання цих колоїдів є початком формування нового геохімічного бар'єра - сорбційного. Серед техногенних геохімічних бар'єрів комплексні, і за поширеністю, і за еколого-геохімічною значущістю, займають провідне місце.

Серед техногенних геохімічних бар'єрів В.О. Алексеєнко запропонував (1997) вирізняти ще один самостійний клас - клас соціальних бар'єрів. Під цим терміном об'єднуються зони складування та утилізації промислових і побутових відходів.

Принцип класифікації геохімічних бар'єрів представлено на рис 1.2.

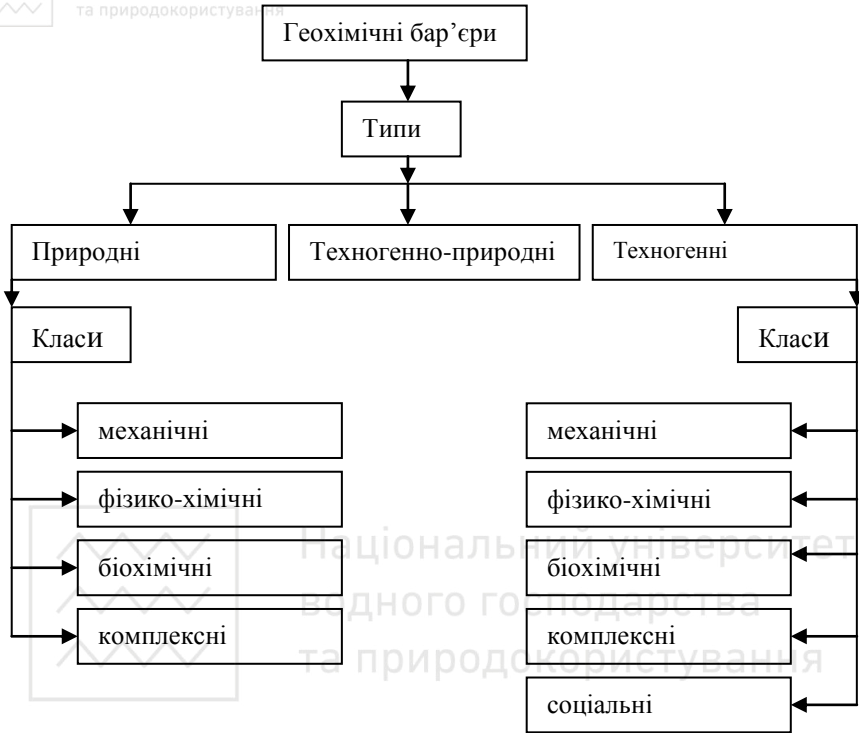


Рис. 1.2. Принцип класифікації геохімічних бар'єрів за В.О. Алексєнком

Можна класифікувати геохімічні бар'єри за цілою низкою ознак, безпосередньо не пов'язаних з їхнім генезисом. Так, залежно від розмірів вирізняють макро-, мезо- і мікробар'єри.

До макрогеохімічних бар'єрів належать зони з різким зменшенням інтенсивності міграції хімічних елементів на відстані в тисячі метрів. Потужності зон можуть досягати кількох сотень метрів. Такими бар'єрами є, наприклад, дельти великих річок, де відбувається змішування прісних річкових вод (їх можна розглядати як своєрідні колоїдні розчини) з морськими, які є слабкими електролітами. У цих умовах відбувається осідання колоїдів, що може навіть бути початком формування осадових родовищ.

Протяжність мезобар'єрів зазвичай коливається від одиниць до тисячі метрів. Прикладом можуть бути краєві зони боліт, де різко



змінюються окислювально-відновні умови і може накопичуватися багато хімічних елементів, заздалегідь вилужених з вододільних і схилових ділянок.

Розміри мікробар'єрів можуть коливатися від частки міліметра до метрів.

За умови руху до одного і того самого бар'єра з різних боків потоків разом з речовинами, що мігрують у них, формуються *двосторонні* геохімічні бар'єри. На них можуть концентруватися хімічні елементи, утворюючи різнорідні асоціації (О.І. Перельман).

Залежно від орієнтації в просторі міграційних потоків вирізняють латеральні і радіальні (вертикальні) бар'єри. Перші утворюються за субгоризонтального, а другі - за субвертикального напрямків потоків з речовинами, що створюють підвищені концентрації на бар'єрах. У разі техногенного забруднення поверхні ґрунтів радіальні бар'єри є зоною накопичення-осідання продуктів техногенезу з мігруючого потоку в ґрунти. Крім того, вони є „основною формою захисту ґрунтових вод від забруднення”.

Радіальні бар'єри формуються не тільки під час руху потоків зверху вниз, а й знизу вверху. Саме на таких бар'єрах дуже часто починається розпад різних комплексних сполучень у гідротермах.

Природні латеральні бар'єри біосфери багато в чому відображають ландшафтно-геохімічну контрастність території, а під час вступання речовин з техногенними потоками - контрастність властивостей об'єктів, що виконують бар'єрні функції.

З урахуванням способу надходження хімічних елементів на бар'єр серед останніх іноді вирізняють дифузійні та інфільтраційні, хоча зазвичай за наявності інфільтраційних бар'єрів виникають і дифузійні. Ця закономірність спостерігається під час формування і мікробар'єрів, і макробар'єрів.

Якщо на природному бар'єрі відбувається концентрація речовин, джерело яких також природне, то можна говорити про виникнення природної геохімічної аномалії на природному бар'єрі. Якщо ж джерело речовин, що концентруються, техногенне, то на природному бар'єрі відбувається формування техногенної аномалії. За високої концентрації, великих розмірів і економічної доцільності вилучення речовин, що відклалися, замість аномалій йтиметься про природні або техногенні родовища, що виникли на природному геохімічному бар'єрі.



Глобальні і локальні еколого-геохімічні зміни в біосфері, пов'язані з початковим періодом формування ноосфери, внесли свої корективи до раніше наявного процесу природної міграції. У цей час міграція хімічних елементів у біосфері (і в її біогенних, а також техногенних ландшафтах) відбувається під впливом і природних, і антропогенних чинників. Роль останніх зростає.

До основних показників, що визначають особливості міграції елементів у період формування ноосфери, належать: співвідношення мас хімічних елементів, що перебувають у біосфері і мігрують у різних формах; інтенсивність міграції; формування нових геохімічних бар'єрів; дальність міграції.

Як видно, до основних показників, що визначають переміщення хімічних елементів у біосфері в початковий період формування ноосфери, входять дані про техногенні геохімічні бар'єри. Це пов'язано з тим, що на бар'єрах накопичуються величезні маси речовин, елементний склад яких визначається особливостями бар'єрів. Концентрація елементів на бар'єрах у багатьох випадках визначає безпеку життєдіяльності людей. Крім того, досить часто саме геохімічні бар'єри визначають переважний розвиток процесів розсіювання або концентрацію (аж до токсичного вмісту) найрізноманітніших хімічних елементів (В.О. Алексєєнко).

Дотепер внаслідок антропогенної діяльності вкрай зрідка ліквідували природні геохімічні бар'єри. Отже, діяльність людей поки що не може серйозно впливати на міграцію елементів у біосфері. Проте щораз більша кількість нових техногенних бар'єрів вже почала вносити зміни в природний перебіг міграції елементів у біосфері, їх вивчення і врахування у виконанні екологічного моніторингу територій і акваторій та формуванні ефективної екологічної політики для еколого-безпечного розвитку - надзвичайно актуальне і важливе завдання.



ТЕМА 2. СУБ'ЄКТИ ТА ОБ'ЄКТИ АНТРОПОГЕННОГО ВПЛИВУ НА ГЕОСИСТЕМИ

2.1. Об'єкти антропогенного впливу – суб'єкти навколишнього середовища, що впливають на людину

В якості загального об'єкта антропогенного впливу (ОАВ) виступає навколишнє середовище (табл. 2.1, блок III). Це поняття охоплює не тільки природу, але й усе те, що в неї привнесене людиною, взаємодіє з природними утвореннями, факторами і процесами, є цілісним оточенням людини й впливає на її здоров'я, умови життя та господарської діяльності.

За рівнем впливу людини на природу розрізняють природні, антропогенно-природні й антропогенні ландшафти (геосистеми). В порядку перерахування зростає інтенсивність антропогенних навантажень, що якісно відрізняються в геосистемах цих трьох категорій. У зворотному напрямку у визначеному відношенні збільшується вплив природних факторів на людину (за винятком забезпеченості мінеральними ресурсами). Категорії ландшафтів (геосистем) виділені відповідно до встановлених видів антропогенних впливів (табл. 2.1).

Природними геосистемами вважають геосистеми в мало- та середньо обжитих людиною регіонах, де відчуються лише відносні антропогенні впливи, в тому числі:

- проникнення в біоту й абіотичні геокомпоненти антропогенних речовин і елементів (наприклад, техногенних радіонуклідів), що не призвело до корінних перетворень у природних системах;
- підвищення концентрації наявних у природі ще до інтенсивної діяльності людини речовин (наприклад, CO₂, вуглеводнів);
- кількісні зміни параметрів тих геокомпонентів, які не зазнали якісної трансформації (температура повітря, бонітет, кількість особин на одиницю площі).

До природних геосистем належать біосферні заповідники або унікальні заповідні екосистеми.

До **антропогенно-природних геосистем** (природно-господарських територіальних комплексів) відносять ті, прямий вплив людини на які призводить до зміни біоти без зміни їх місця розташування і структури. Фізико-географічні й екологічні



властивості геосистем цієї категорії (сільськогосподарські та деякі лісгосподарські угіддя, паркові території) перебувають під впливом як природних, так і антропогенних факторів розподілу речовини й енергії в біотичних геокомпонентах. У цілому ж забезпеченість антропогенно-природних геосистем теплом, вологою, їх розподіл і перерозподіл визначаються природними речовинними й енергетичними потоками, розміщенням та внутрішньою структурою цих ландшафтів.

Антропогенні геосистеми (господарські територіальні комплекси) створені в результаті: цілковитого знищення окремих не тільки біотичних, але й абіогенних геокомпонентів (заміщення останніх рукотворними матеріалами, спорудами і середовищем у цілому); зміни їх розташування і структури. У цю категорію входять території населених пунктів і промислових підприємств, комплекси техногенних форм земної поверхні, зони вздовж транспортних артерій.

Незважаючи на те, що формування цих ландшафтів визначається переважно антропогенними факторами, на них завжди впливають природні умови й процеси.

2.2. Суб'єкти антропогенного впливу

До суб'єктів антропогенного впливу (САВ) належать численні утворення, які являють собою в сукупності все те, що створено й функціонує згідно з розумом і волею людини і що в планетарному масштабі є особливою оболонкою Землі. Поставши в біосфері, вона значною мірою вийшла за її межі й розвивається відносно автономно (за своїми законами) не стільки як „сфера розуму” (В. І. Вернадський), скільки як сфера реалізації вдалих, менш вдалих і шкідливих ідей людини.

Слід зазначити, що навколишнє природне середовище виступає одночасно у двох ролях – як суб'єкт, що впливає на протилежну сторону, і як об'єкт впливу протилежної сторони. Ці взаємовідносини характеризуються значною складністю, що зумовлено складністю як природної, так і антропогенної складової. Загальну характеристику взаємовідносин людини з довкіллям подано у вигляді табл. 2.1.



*Суб'єкти та об'єкти взаємних відносин людини й
навколишнього природного середовища*

І		II						
ЛЮДИНА		АНТРОПОГЕННИЙ ВПЛИВ НА НПС						
Планетний рівень	Геотопологічний рівень	Позитивні	Негативні					
			Заміщення	Зміни	Забруднення			
Ноосфера	Населені пункти з промисловими підприємствами	Транспорт, комунікації				Усіх геокомпонентів ландшафту, в тому числі його літогенної основи та рельєфу земної поверхні	Кліматичних умов	Лігодинамічних процесів
	Гірничодобувна промисловість, виробництво будівельних матеріалів		Архітектурно-ландшафтна організація, захист населених пунктів, споруд, рекультивация					
	Чорна і кольорова металургія		Очищення повітря та води					
	Хімічна і паперово-целюзна промисловість			Підприємства органічного синтезу				
				Паперово-целюльні комбінати				
	Підприємства, які переробляють неорганічну сировину		Машинобудування, металообробка та інші види промисловості.	Дезактивація				
					Теплоенергетика			
	Паливно-енергетичний комплекс		Ядерна енергетика	Меліорація, ґрунтозахисні заходи				
			Гідроенергетика					
	Сільське господарство		Лісорозробка і деревопереробна промисловість	Лісонасадженьня, гасіння пожеж				
Рибальство, полювання		Розширення ареалів проживання						
		ґрунтів і біотичної складової ландшафтів	Поверхневих і підземних вод	Механічне	Радіоактивне			



III				IV				
Геотопологічний рівень			Планетарний рівень	Негативні	Позитивні			
ландшафти	геокомпоненти	геосфери			природні ресурси			
Ландшафтна оболонка	Антропогенні	Антропогенна складова	Ноосфера	Небезпечні санітарно-гігієнічні умови	Просторові	Водні	Енергетичні	Мінеральні
		Літогенна основа	Літосфера	Сейсмічність, вулканізм, схилі процеси				
		Приземні шари повітря	Атмосфера	Урагани, екстремальні температури і вологість, заморозки, рясні снігопади та лавини				
		Поверхневі води	Гідросфера	Зміна рівня річок і водних басейнів				
	Антропогенно-природні	Ґрунти	Педосфера	Ерозія ґрунтів, заболочування, засолювання				
		Рослинний покрив	Біосфера	Паразитарні хвороби, заростання ріллі, лісові пожежі				
		Тваринний світ						

На геотопологічному (місцевому) рівні суб'єктами антропогенного впливу є: промислові підприємства, споруди різного призначення, кар'єри, шахти, рудники, нафто- і газопромисли, населені пункти, сільськогосподарські угіддя тощо.



Ці ареальні одиниці й відповідні територіальні комплекси (геотехносистеми) відрізняються не лише за призначенням і видом продукції, що виробляється, а й за видами впливу на довкілля.

2.3. Класифікація антропогенних впливів

Ю. А. Израель всі антропогенні впливи поділяє на: стихійні, коли природа використовується як своєрідний амортизатор – нейтральний розсіювач відходів; ненавмисні впливи на природу при використанні її можливостей під час будівництва міст, видобутку корисних копалин та ін.; свідомі великомасштабні перетворення (перекидання стоку рік, будівництво водойм і т. ін.); регулювання відносин людини з НС (організація спостережень, регулювання якості НС, прийняття й реалізація стратегічних рішень і управління процесами в господарстві та природі). Найдетальніше цю проблему вивчав І. П. Лаптев. Він класифікує антропогенні фактори, що впливають на природу, як:

- тіла (спорути, будівлі, водойми та ін.);
- речовини (звичайні та радіоактивні, хімічні, штучні сполуки й елементи, аерозолі, суспензії, стічні води та ін.);
- процеси (вплив на ґрунтово-рослинний покрив, тварин, культурні рослини та ін.);
- явища (тепло, світло, радіохвилі, вібрація та ін.).

Ці фактори, критерії класифікації яких не дотримано (речовини можуть бути представлені тілами, під процесами і явищами можна розуміти одне і те ж тощо), у свою чергу групуються за: сутністю або природою, загальними особливостями, тривалістю, здатністю до акумуляції і міграції в природних комплексах, масштабами впливу, стійкістю викликаних ними у природі змін; видами діяльності людини, з якою пов'язано відповідний вплив.

У класифікації антропогенних впливів за Ю. А. Израелем не враховується результат дії, головної характеристики кожного з них, а як критерій використовується ступінь усвідомленості впливу, що важливо лише у вирішенні юридичних питань екології, а саме – в оцінюванні відповідальності за той чи інший наслідок. Близький до цієї класифікації поділ негативних впливів на:

- вчасно не спрогнозовані (не враховані в проектах через неповноту знання);



- технологічно неминучі за даного рівня розвитку продуктивних сил;

- викликані суб'єктивними причинами – невисоким рівнем культури виробництва, недотриманням технологічних вимог, невжиттям природоохоронних заходів.

Антропогенні впливи, залежно від наслідків, які вони викликають, поділяють на позитивні та негативні (табл. 2.1). В основу такого поділу покладено ідеологію і стратегію гармонізації екологічних відносин людини з навколишнім природним середовищем.

Найзагальнішу оцінку антропогенного впливу здійснюють залежно від його спрямованості по відношенню до природного середовища (на його охорону або навпаки – на трансформацію).

Виняток можна допустити тільки для заходів захисту або охорони самої людини і створених нею споруд. Хоча вжиття таких заходів і вносить дисонанс в екологічну ситуацію конкретної території, але воно конче потрібне, щоб запобігати стихійним лихам і значним економічним втратам.

Така постановка питання принципово відрізняється від поширеної думки про те, що позитивні антропогенні впливи спрямовані на поліпшення якості НС. Основу НС у більшості (природних і антропогенно-природних) ландшафтів становить природа – природні умови і процеси, а також їх визначальні фактори. Уявлення ж про можливості поліпшення якості або оптимізації природи (з гарантією від побічного заподіяння їй значного збитку) постають із невиправданої впевненості в повному її пізнанні.

Позитивними антропогенними впливами можна вважати такі, що:

- спрямовані на поліпшення НС у перетворених людиною ландшафтах;

- полягають у виправленні наслідків господарювання людини на основі повнішого обліку всіх природних факторів і оптимізації антропогенних ландшафтів (наприклад, сільськогосподарських угідь) до природної структури;

- виконують природоохоронні функції.

До таких впливів, зокрема, належать:

-архітектурно-ландшафтна організація та реорганізація



водного господарства та природокористування
населених пунктів і рекреаційних зон (наприклад, зміна регулярного принципу створення парків на пейзажний з урахуванням розміщення окремих елементів);

- заходи захисту населених пунктів від повеней, селів та інших катастрофічних природних явищ;

- рекультивация земель, що використовується у гірничодобувній промисловості;

- очищення вод і повітря;

- створення нових і розширення старих заповідників та водоохоронних зон, ареалів проживання окремих видів тварин;

- впровадження ґрунтозахисних технологій, насадження лісосмуг, укріплення берегів, закріплення рухливих пісків. Якщо ці й не названі тут дії не дають небажаних і непередбачуваних наслідків (побічних ефектів), то результатам таких дій можна дати позитивну оцінку.

Критерієм встановлення негативних антропогенних впливів є ступінь викликаних ними порушень у НПС. Є прямі (заміщення, зміни) і непрямі (забруднення) впливи.

Найсерйозніші наслідки прямих впливів полягають у повному заміщенні всіх геокомпонентів, у тому числі літогенної основи ландшафтів.

Такі екстремальні навантаження на природу супроводжуються принциповими змінами мікроклімату (у зв'язку із зміною альbedo, рослинного покриву, тепловим забрудненням і т. ін.); поверхневих і ґрунтових вод (у зв'язку зі зміною характеру інфільтрації атмосферних опадів, стоку землею поверхнею та підземною каналізацією); ґрунтово-рослинного покриву і тваринного світу.

Іншим результатом прямого антропогенного впливу є заміщення біотичних геокомпонентів ландшафту без істотної трансформації його літогенної основи і рельєфу. Негативні впливи цієї категорії як суб'єкта, котрим найчастіше виступає сільськогосподарське виробництво, призводять до зміни флори, фауни і часткових перетворень ґрунтового покриву, але не порушують обумовлену рельєфом земної поверхні структуру геосистем. При цьому, відповідно, не трансформується природний розподіл і перерозподіл між елементарними ландшафтами тепла, вологи і різних (хімічних, радіоактивних і т. ін.) компонентів. Ця структура загалом може залишатися незмінною навіть у великих населених пунктах,



розміщених в областях з контрастним гірським рельєфом.

До наслідків прямого негативного антропогенного впливу належать також якісні зміни: місцевих кліматичних умов (переважно за рахунок функціонування великих підприємств теплової, атомної енергетики, металургійних заводів, за рахунок утворення водойм тощо); місцевих гідрологічних умов (у результаті створення гідротехнічних споруд – ГЕС, каналів, дамб, транспортних споруд, що супроводжується зміною площ дзеркала поверхневих і рівня підземних вод); літодинамічних процесів (ерозійних, термокарстових, дефляційних і т. ін.).

До наслідків непрямих антропогенних впливів належать різні види забруднення ландшафтів усіх категорій, у тому числі геокомплексів, що умовно вважаються природними. Проблема забруднення геосистем буде розглянута у третьому розділі.

Потужність і механізм антропогенного впливу – це характеристики, що визначаються властивостями й особливостями тієї частини НС (геокомпонента), що насамперед зазнає впливу природних і антропогенних потоків речовини та енергії. Природні потоки зазвичай містять антропогенну складову (технічні речовини різної концентрації; викликані діяльністю людини зміни інтенсивності ерозії ґрунтів, дефляції, акумуляції літосферної речовини та ін.), яка змінюється залежно від таких параметрів, як довжина, спрямованість, щільність й інших *кінематичних характеристик*. З огляду на це антропогенні впливи можна характеризувати такими показниками:

- дальність дії (відстань або площа, на яку вони поширюються);
- векторність, або напрямок впливу: моновекторність (поширення відходів з річковим стоком у долині однієї ріки) і полівекторність (поширення рідких стоків підприємства, розміщеного в торцевій частині вододілу, або газоподібних і рідких відходів у відповідності з розою вітрів та напрямками потоків на шельфі);
- ступінь каналізованості, що змінюється від площинного поширення впливу (наприклад, площинний змив пестицидів із полів векторними лініями на земній поверхні, піднімання або опускання дзеркала ґрунтових вод і пов'язані з ними зміни ґрунтотвірних процесів) до вузькоканалізованого (у руслі ріки).

Під механізмом антропогенного впливу на НС слід розуміти спосіб поширення цього впливу від суб'єкта до геокомпонента, що



у першу чергу зазнає даного впливу, а також спосіб поширення на інші частини і геокомпоненти. До головних способів поширення від САВ у НС належать: викиди, які містять шкідливі гази й пилогазові суміші, в атмосферу; скиди рідких відходів у ріки та водойми; підвищення рівня ґрунтових вод через будівництво дамб, залізничних насипів тощо.

Антропогенні впливи можуть мати первинний і вторинний характер. Під первинним непрямым впливом мають на увазі безпосереднє надходження шкідливих речовин від джерела забруднення в ландшафт САВ. Вторинний вплив полягає в надходженні цих речовин при їх перерозподілі між елементарними ландшафтами.

Класифікація антропологічних факторів передбачає такі основні категорії:

1. Матеріально-технічна природа факторів – механічні, фізичні (теплові, електромагнітні, хвильові, радіаційні), хімічні, біологічні фактори та їх поєднання.

2. Кількісні характеристики дії:

- сила та ступінь небезпеки – характеристики типу «доза – ефект», токсичність, допустимість за екологічними та санітарно-гігієнічними нормативами, ступінь небезпеки та ризику;

- просторові характеристики: масштаби поширеності, які можуть бути локальні, регіональні та глобальні.

3. Часові параметри та відмінності впливів за характером ефектів:

- короткострокові та тривалі;

- стійкі та нестійкі;

- прямі та опосередковані;

- зворотні та незворотні;

4. Категорії об'єктів впливу:

- різноманітні живі реципієнти (рослина, тварина, людина), які здатні сприймати навантаження та реагувати на нього;

- компоненти довкілля – природні ландшафти, земна поверхня, ґрунти, водні об'єкти;

- споруди та вироби.

Використання геосистеми більшістю соціальних організацій пов'язано з антропогенним впливом на цю систему.



М. Пшевозняк (1987) вважає, що антропогенні впливи на геосистеми та зміни останніх можна систематизувати за чотирма ознаками:

1. Спектр впливів, характерний певному використанню геосистеми.
2. Оцінка змін геосистем з антропогенної точки зору.
3. Тривалість дії антропогенного фактора.
4. Сила антропогенного впливу.

До цих ознак можна додати характер реакції геосистем при їх антропогенізації.

Н. Л. Чукулько (1981) розробив класифікацію антропогенних впливів залежно від технологічних особливостей різних виробництв. Визначено 40 видів впливів, і для кожної з 32 галузей виробництва вказано відповідно спектр видів антропогенного впливу (зрощувальне рільництво, збагачення металевих руд, атомна енергетика і т. ін.).

Типологію антропологічних впливів за загальним характером зміни структури геосистеми запропонував А. Костровицький (1970). Він подав такі типи впливів:

1. Доповнювальні - спрямовані на підвищення природного потенціалу геосистем.
2. Компенсаційні - полягають у заміні природних елементів продуктивнішими - штучними.
3. Редукційні - обмежують роль окремих компонентів геосистеми до мінімуму (урбанізація).
4. Деструктивні - цілковито руйнують структуру геосистеми (гідробудівництво).

За тривалістю дії антропогенного фактора Ф. М. Мільков (1978) розподіляє впливи на такі:

1. Довготривалі.
2. Багаторічні.
3. Короткочасні.

2.4. Параметри та показники антропогенного впливу на геосистеми

Кожний вид антропогенного впливу на геосистему можна описати рядом параметрів, що безпосередньо характеризують



ступінь антропогенного навантаження. Для геосистем, що виконують різні соціальні функції, є такі параметри:

а) впливу хліборобства – велика кількість добрив та пестицидів на одиницю площі за рік; число проходів сільськогосподарської техніки по полю за рік; питома маса сільськогосподарської техніки на ґрунт; глибина обробітку ґрунту; маса ґрунту, який щорічно втрачається із збиранням врожаю;

б) впливу рекреацій:

- кількість відпочивальників на одиницю площі протягом року;
- максимальне число відпочивальників за 1 день (пікове короткочасне навантаження);

- число наметів, багать на одиницю площі;

- втоптування трав'яного покриву (число проходів рекреантів за одиницю часу на одиницю площі);

в) впливу промисловості:

- число та обсяг викидів забруднювальних речовин у поверхневі води, атмосферне повітря;

- теплове та шумове забруднення;

- об'єм води, яка використовується в технологічному циклі.

Такі безпосередні показники антропогенного впливу на геосистему досить об'єктивні, але не завжди їх вдається визначити. Крім того, взяті кожен зокрібно, вони не дають уявлення про сукупний антропогенний вплив на геосистему.

Оцінку інтегрального антропогенного навантаження можна отримати методом експертного оцінювання та на основі розрахункових формул.

Досить широко застосовують бальний метод оцінки. Він полягає в ранжуванні видів впливів за ступенем трансформації ними природних систем. Наприклад, згідно з методикою, яку розробив Тищенко П. Г. (1988), прийнято такі коефіцієнти ступеня впливу основних типів антропогенних факторів на геосистему:

1. Природні непорушені геосистеми – 1.
2. Лісогосподарські впливи – 1,05 – 1,1.
3. Косіння та випас худоби – 1,15.
4. Садово-плантаційне господарство – 1,2.
5. Орне хліборобство – 1,25.
6. Сільська забудова – 1,3.
7. Міська забудова – 1,35.



8. Гідробудівництво – 1,4.

9. Промисловість – 1,5.

Об'єктивні оцінки можна отримати на підставі розрахунків. Для цього обґрунтовують розрахункові формули, які дозволяють оцінити інтегральний антропологічний вплив на геосистему.

2.5. Рівень антропогенного перетворення геосистем

Під рівнем антропогенного перетворення геосистем розуміють змінність її структурних та динамічних особливостей в результаті функціонального використання. Синонімами цього терміна є ступінь антропогенної трансформації, змінності.

В. Б. Сочава за цією оцінкою поділяв геосистему на корінні (незмінені) та похідні, які змінені господарською діяльністю.

Певний антропогенний фактор безпосередньо спрямовується на окремих елемент геосистеми, а оскільки ці геосистеми тісно пов'язані між собою різними типами відношень, їх зміни поєднані в закономірний причинно-наслідковий ланцюг, то в результаті формується складна цілісна реакція геосистеми на антропогенний вплив, яка у своїй основі має причинно-наслідковий характер.

Важливою рисою цієї реакції є те, що при формуванні ланцюга причинно-наслідкових зв'язків одна причина в різних геосистемах може дати зовсім різні наслідки.

Наприклад, площинний стік із зрошуваних територій на прилеглі може або наливати ґрунти, або посилювати ерозію. Це залежить від ухилу, який має зрошувана територія порівняно з сусідніми.

У цьому випадку одна причина зумовлює протилежні наслідки - змивання або наливання.

2.6. Об'єкти безпосереднього впливу в межах геосистеми

Метою природоохоронних та оптимізаційних заходів, які здійснює людина в межах геосистем, є підтримка і регулювання природних процесів в бажаному напрямі на відповідному рівні. В такому разі утворюється геосистема з антропічними рисами. Якщо ландшафт стихійно порушений, він або незворотно деградує, або (у разі зворотності процесів) вступає у смугу ренатуралізаційних змін. Здійснюючи цілеспрямований меліоративний вплив на геосистему,



важливо домогтися довготривалих позитивних результатів не тільки на відповідному об'єкті, але й на прилеглих територіях.

В якості об'єктів безпосереднього впливу вибирають такі ланки природного механізму функціонування геосистеми, які є своєрідними входами в систему й повинні мати певні характерні риси, в тому числі:

- досить активний характер;
- тісний зв'язок з іншими ланками природного механізму функціонування геосистеми;
- можливість ефективного використання для опосередкованого впливу на інші ланки природного механізму функціонування геосистеми;
- можливість штучного регулювання параметрів.

Ще В. В. Докучаєв назвав два головні важелі впливу на природне середовище з метою його покращання: рослинний покрив та ланка вологообігу. Інші функції геосистеми вважаються менш перспективними. Наприклад, цілеспрямовано формувати рельєф можна в обмежених масштабах, те ж саме можна сказати й щодо клімату. Формування клімату на великих територіях може бути лише опосередкованим через вплив на підстилкову поверхню, тобто через ту ж таки рослинність і поверхневий стік. Схему регулювання функцій геосистеми показано на рисунку 2.1.

Розглянемо рослинний покрив і поверхневий стік у плані можливості регулювання функцій геосистеми.

Рослинний покрив є природним регулятором функцій геосистеми. Крім того, він також виступає в ролі природного регулятора екологічних процесів у руках людини. Найважливішою його властивістю з цієї точки зору є здатність до самовідтворення.

Рослинність – це постійно діючий стабілізуювальний фактор. Особливо важливою є його роль як регулятора міжкомпонентних зв'язків у межах геосистеми.

Інтенсивність вологообігу і ґрунтоутворення перебуває в тісному зв'язку з продукуванням біомаси. Техногенні процеси підсилюють інтенсивність виносу поживних елементів із геосистеми. Рослинність – це єдиний чинник, який запобігає як техногенному, так і природному виносу хімічних елементів.

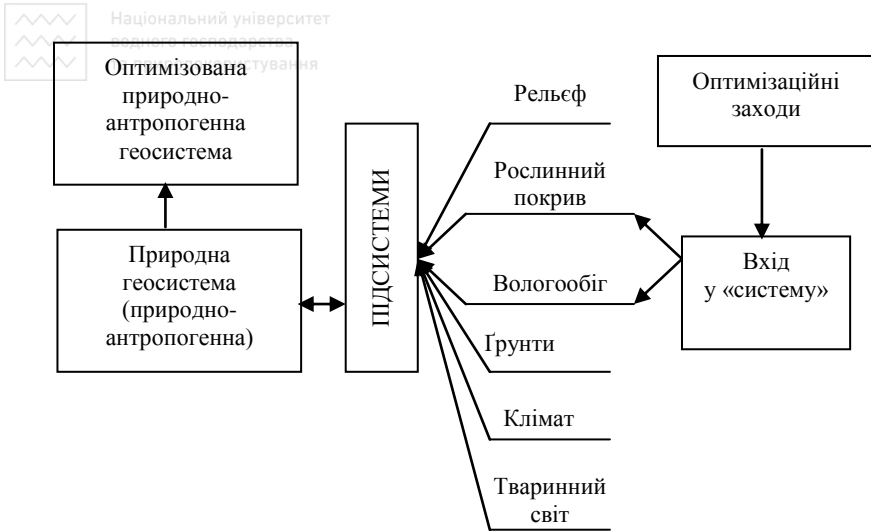


Рис. 2.1. Схема регулювання функцій геосистеми.

Вологообіг – це своєрідна кровоносна мережа геосистеми і важливий канал міжкомпонентних та міжсистемних зв'язків.

Вплив на водний режим викликає зміни в переносі матеріалів, випаровуванні, водній міграції хімічних елементів, процесах ґрунтоутворення та у функціонуванні біоти.

Для оцінки результатів стихійного, опосередкованого або цілеспрямованого впливу розрізняють дві групи компонентів – первинні та вторинні. До первинних належать твердий фундамент і повітряні маси, до вторинних – вся решта.

Найстійкіші зміни у структурі геосистем може викликати перетворення первинних компонентів. Твердий фундамент разом із рельєфом не відновлюється. Це зумовлено тим, що зміни у рельєфі пов'язані з порушенням гравітаційної рівноваги, а всі гравітаційні процеси є незворотними. Тож поява кар'єрів, ярів – це дуже серйозні наслідки діяльності людини, і їх виправлення є складним завданням, яке потребує комплексного підходу.

Біотичні компоненти мають здатність відновлюватися після порушень, і в цьому полягає їх важливе стабілізуюче значення в геосистемах. Інакше кажучи, вони можуть підтримувати стійкість геосистем.



На рівні ландшафту й геосистем зазнають істотних перетворень вторинні компоненти: біота, ґрунтовий покрив, водний режим. Їх перебудова викликає, як правило, лише часткове й зворотне порушення структури ландшафту. Відносно стійкі та незворотні зміни спостерігаються за таких умов:

1. Господарська діяльність сприяє процесам, до яких ландшафт підготований завдяки закладеним у ньому природним тенденціям. Зазвичай так буває в геосистемах з нестійкою рівновагою (наприклад, розміщених на межах природно-кліматичних зон). При цьому можуть розвиватися такі процеси, як заболочування, опустелювання, яроутворення та ін. У природних умовах такі процеси досить часто стримуються стабілізуючими чинниками. Господарська діяльність людини сприяє розвитку прихованих тенденцій і, порушуючи рослинний покрив, зменшує його стабілізуюче значення. Однак завдяки здатності рослинного покриву до відновлення механізм саморегуляції в геосистемі неможливо розладнати остаточно.

2. Є екологічно еквівалентна заміна одних елементів ландшафту іншими, яка ґрунтується на використанні екологічного потенціалу геосистем. Тоді відбувається перебудова рослинного покриву та зооценозів. Наприклад, штучні насадження в місцях, де природні умови сприятливі для лісу, будуть стійкими без додаткового втручання людини. Зміна біоценозів позначається на кругообігу речовин, процесах вологообігу та ґрунтоутворення, але не призводить до кардинального перетворення ландшафту, бо ці процеси визначаються переважно первинними компонентами.



ТЕМА 3. ФОРМУВАННЯ І ФУНКЦІОНУВАННЯ ГЕОСИСТЕМ В УМОВАХ АНТРОПОГЕННОГО НАВАНТАЖЕННЯ

3.1. Соціально-економічні функції і природний потенціал геосистем

3.1.1. Соціальні функції геосистем

Суспільство й окрема людина ставлять природним геосистемам бажані вимоги, а ті передбачають функції, які належить виконувати геосистемам. З розвитком суспільства ці вимоги розширюються, і відповідно зростає число функцій геосистеми. У такому розумінні функція геосистеми – поняття більш антропічне, ніж природне, на відміну від її потенціалу, який визначається природними особливостями геосистеми.

Запропоновано кілька варіантів типології функцій природних систем. Е. Німанн (1977) розрізняє чотири групи функцій:

- виробничі (задовольняють промислове та сільськогосподарське виробництва енергетичними й речовинними ресурсами);
- антропоекологічні (зумовлюють здоров'я людини);
- етичні та естетичні;
- „ландескультурні” (не досить чітко визначено групу функцій, що включає вилучення відходів, самоочищення геосистем і т. ін.).

Ван-дер-Маарель (1977) також запропонував чотири типи функцій:

- постачання речовиною та енергією;
- просторова (як арена для різних видів суспільної діяльності);
- інформаційна;
- регуляторна.

Від функції, яку виконує геосистема, суттєво залежать її структурні особливості та динамічні тенденції. Наприклад, генетично далекі геосистеми, що виконують однакову функцію (скажімо, аграрну), за набутими при цьому властивостями стають значно більш подібними, ніж геосистеми одного виду, але різного функціонального використання. Виконання геосистемами деяких функцій, як-от урбаністичної, фактично цілком нівелює їх первинні природні відмінності. Звідси зрозуміла увага, яку ландшафтознавці



та геоєкологі приділяють класифікації геосистем за виконуваними функціями. Вона може ґрунтуватися на типології угідь, як це прийнято в США, де визначено 1200 категорій використання земель (Р. Андерсон, 1977).

Однак більш виправданий підхід до класифікації, зорієнтований, власне, на функції геосистеми. Базуючись на цьому, В. І. Тимчинський та П. Г. Шищенко (1981) запропонували функціональну типологію ландшафтів (геосистем), у якій за основними функціями геосистем визначено 12 їх функціональних типів: заповідні, мисливсько-промислові, лісгосподарські, рекреаційні, лучно-пасовищні, рільничі, водогосподарські, селітебні (населених пунктів), шляхово-транспортні, промислові, гірсько-промислові, невикористовувані.

Геосистеми можуть виконувати кілька функцій. У цьому разі виділяються проміжні типи, наприклад, заповідно-рекреаційні (геосистеми національних парків). Функціональні типи геосистем поділяються на підтипи. Скажімо, лісгосподарські мають експлуатаційні, захисні, резервні підтипи тощо.

Для деяких підтипів виділяються функціональні види геосистем. Наприклад, для захисного лісгосподарського – ґрунтозахисні, водозахисні, санітарні види і т. ін.

3.1.2. Природний потенціал геосистем та його оцінювання

Функції, які у структурі усталеного природокористування має виконувати геосистема, можуть вступати в суперечність з її природними властивостями. Це пов'язано з тим, що стосовно до кожної функції геосистема характеризується певним природним потенціалом – здатністю виконувати цю функцію, зберігаючи при цьому свою структуру та природні особливості.

На відміну від функції, яка задається геосистемі ззовні, нав'язується суспільством, потенціал – її внутрішня, природна властивість, яку геосистема має стосовно будь-якої функції незалежно від того, виконує вона її в даний час чи ні.

Щодо потенціалу геосистеми важливе місце належить його оцінюванню. Є три підходи до цього: оцінювання потенціалу в балах, у вартісних (грошових) показниках і в натуральних одиницях.



Бальне оцінювання потенціалу складається з таких етапів:

1. Для певної соціальної функції встановлюють характеристики геосистеми, які визначають її здатність виконувати цю функцію. Наприклад, для функції літнього короткочасного відпочинку такими характеристиками є: близькість до водойми, температура повітря влітку, повторюваність гроз, похмурих днів та інших несприятливих атмосферних явищ, тип сучасної рослинності, характер рельєфу, механічний склад ґрунту тощо.

2. Для кожної характеристики розробляють шкалу, яка переводить реальні значення цієї характеристики в бали сприятливості її значень для даної функції. Наприклад, від нульового бала, якому відповідають значення характеристики, за яких геосистема абсолютно непридатна для виконання даної функції, до 10 – максимально сприятливого значення даної функції.

3. Для кожної з цих характеристик експертним шляхом визначають ступінь її суттєвості з погляду забезпечення даної функції. Наприклад, для функції літнього відпочинку ступінь суттєвості такої характеристики геосистеми, як близькість її до водойми, оцінюється коефіцієнтом 0,8, середня температура липня – 0,5, тип рослинності – 0,9, механічний склад ґрунту – 0,3 і т. д.

4. Для геосистеми виводять значення характеристик і за розробленими для них шкалами ці значення переводять в оцінювальні бали.

5. Обчислюють значення природного потенціалу як середнє зважене арифметичне балів або як їх середнє зважене геометричне. Останній спосіб визначення середньої величини більш виправданий, оскільки наявність нульового бала хоча б однієї з характеристик геосистеми визначає її абсолютну непридатність для виконання даної функції.

6. За визначеними для кожної геосистеми оцінками складається карта природного потенціалу досліджуваного регіону.

Вадою такого підходу є його певна суб'єктивність (її зумовлюють другий і третій етапи наведеної методики оцінювання). Але в багатьох випадках він єдино можливий, і тому ним найбільше користуються.

Оцінювання природного потенціалу в грошових одиницях ґрунтується на визначенні вартості продукції, яку можна отримати за рахунок використання ресурсу геосистеми протягом певного

проміжку часу (наприклад, вартості врожаю, зібраного в геосистемі за один рік, вартості деревини, яку можна отримати з геосистеми при вирубуванні в певному режимі тощо), або загальну вартість ресурсу (економічне оцінювання землі). Користуються також іншими вартісними показниками – диференційною рентою, витратами на отримання одиниці продукції тощо. Такий підхід до оцінки потенціалу геосистем часто називають еколого-економічним. Його хиби випливають з невідповідності наявних цін справжній вартості ресурсів, а також із неможливості безпосередньо оцінити в грошових одиницях середовище відновлювального, естетичного та інших потенціалів нересурсного характеру.

В оцінюванні природного потенціалу геосистеми можна використовувати окремі показники – складні функції її окремих характеристик. Наприклад, бонітет ґрунту (для агропотенціалу), рекреаційна місткість ландшафту (для рекреаційного потенціалу). Але такі натурні показники є не для всіх видів її функцій.

3.2. Меліоративні природно-технічні системи (МПТС)

3.2.1. Структура МПТС

З початком експлуатації меліоративної системи її технічні компоненти вступають у складний взаємозв'язок зі складовими природного комплексу. В результаті цього постає і функціонує цілісна природна технічна система, в якій пов'язано природні і технічні компоненти. Така система називається меліоративною природно-технічною системою (МПТС).

При створенні МПТС за мету ставлять забезпечення оптимальних – у соціально-економічному та еколого-природоохоронному плані – структурної територіальної взаємодії, технічних меліоративних об'єктів і природних геосистем.

МПТС складається з таких підсистем:

1. Природна.
2. Інженерно-технічна.
3. Соціальна.
4. Управлінська.
5. Моніторингова.



Природна ландшафтно-екологічна підсистема – природна геосистема або елементи природних компонентів ландшафту.

Інженерно-технічна – це всі гідротехнічні споруди на системах (канали, дренаж, насосні станції).

Соціальна (виробнича) підсистема – її елементами є трудові колективи, які будують та експлуатують меліоративну систему, вирощують сільськогосподарські культури, розводять рибу тощо.

Управлінська підсистема забезпечує керування меліоративною системою на всіх ієрархічних рівнях.

Моніторингова підсистема – елементи цієї підсистеми контролюють та інформують підсистему управління про стан природних і технічних елементів МПТС.

Отже, МПТС – це територіально цілісний регіон, меліорацію якого організовано на взаємодії вищезгаданих підсистем.

Території, меліорація яких можлива без участі цих підсистем, – це не МПТС, а природні антропологічні підсистеми, які оптимізуються певним видом меліорацій.

У гідромеліоративних МПТС переважним видом меліоративного впливу є водні меліорації, але одночасно здійснюється комплекс меліорацій різних видів (лісомеліорації, біологічні меліорації, хімічні, агротехнічні заходи, протиерозійні та ін.). Всі вони, маючи самостійне значення, заодно підсилюють ефект водних меліорацій.

3.2.2. Особливості функціонування МПТС

Взаємозв'язки елементів МПТС мають свої специфічні особливості на етапі будівництва технічної підсистеми МПТС і на різних стадіях її експлуатації. Є дві стадії:

1. Будівництво МПТС.
2. Функціонування МПТС.

Будівництво МПТС. При спорудженні меліоративних систем спостерігаються значні зміни у природних геосистемах. Вони мають, як правило, локальний характер і досить часто є незворотними.

Найбільших змін зазнають геосистеми локального рангу (урочища, фації) вздовж каналів, колекторів, водосховищ, насосних станцій.



У цьому випадку відбувається заміщення природних геосистем антропогенними елементами ландшафту. Ще перед початком вводу в експлуатацію згаданих об'єктів вони можуть викликати підпір ґрунтових вод, що веде до підтоплення прилеглих територій, тому обов'язково водночас із будівництвом таких технічних елементів МПТС вживати належних природоохоронних заходів (вздовж каналів влаштовувати канали, резерви), щоб запобігти підтопленню.

Вплив здійснюють не тільки об'єкти, які забезпечують здійснення водних меліорацій. Наприклад, мережа доріг, каналів розбиває рослинний покрив на окремі ділянки, і це значною мірою змінює сукцесійну динаміку природних рослинних угруповань, які збереглися у межах МПТС. Ця мережа також порушує сформовану систему міграції тварин.

У зв'язку з цим під час будівництва меліораційної системи треба врахувати можливість міграції тварин, яка сформувалась у природних умовах.

Стадія функціонування МПТС. З початком експлуатації МПТС склад, інтенсивність та інші особливості взаємозв'язків між її елементами змінюються з певною закономірністю. Щоб врахувати ці особливості, час функціонування МПТС умовно поділяється на три стадії.

1. Юність.
2. Зрілість.
3. Старість.

На стадії юності формується система функціональних зв'язків між її елементами. Тоді дуже ймовірна відмова технічних елементів системи, тому конче треба здійснювати моніторинг. Зміни природних систем у цей час можуть бути двох типів:

1. Зміни або процеси, які різко проявляються в перші роки функціонування МПТС і стабілізуються на стадії зрілості.
2. Інерційні процеси, які повільно проявляються в перші роки й підсилюються до кінця зрілості.

Прикладом процесу першого типу є підвищення рівня ґрунтових вод, а процесу другого типу – осолонцювання ґрунтів.

Тривалість стадії юності може бути 10 – 15 років, що визначається природними особливостями геосистем та конструктивно-технологічними параметрами меліоративних систем.



На цій стадії налагоджуються основні взаємозв'язки між елементами МПТС.

Стадія зрілості характеризується:

- переходом природної геосистеми у стійкіші динамічні стани, які змінилися під впливом меліорацій;
- відсутністю або меншою ймовірністю появи активних і катастрофічних змін геосистем порівняно з тим, що було на стадії юності;
- надійністю технічних елементів меліоративної системи.

Слід відзначити, що завдяки правильно організованому догляду МПТС, її моніторингу, ландшафтної-екологічного прогнозуванню і вживанню ефективних природоохоронних заходів можна підтримувати МПТС у найбільш активному – зрілому стані й не допускати наближення наступної стадії – старості.

Ознакою наближення старості МПТС є спрацювання її технічних елементів, зниження ефективності й збільшення ймовірності їх відмов.

На цьому етапі в природних геосистемах розвиваються небажані процеси – наприклад підтоплення, вторинне засолення. Якщо МПТС тривалий період функціонуватиме на стадії старості, то можливі незворотні зміни природних геосистем. Тому з першими ознаками старості МПТС треба передбачити належну реконструкцію.

3.2.3. Види МПТС

МПТС можна класифікувати за різними ознаками.

За територіальною розмірністю:

1. Регіональні МПТС – охоплюють територію фізично-географічних областей, басейнів річок, кількох адміністративних районів (Каховська, Північно-Кримська зрошувальні системи).
2. Субрегіональні МПТС – охоплюють 1 – 2 адміністративні райони, великі масиви (Бортницька зрошувальна система).
3. Локальні – розміщені в межах одного адміністративного району, одного-двох господарств, окремого господарства.

За основними видами меліорацій:

1. Осушувальні.
2. Зрошувальні.



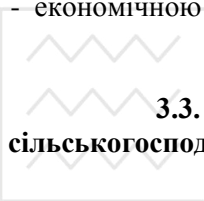
3. Осушувально-зволожувальні.
4. Фітомеліоративні.

За зональними властивостями ландшафтів, які підлягають меліорації:

1. Болотні.
2. Лучно-болотні.
3. Лучно-лісові.
4. Лісові.
5. Степові.
6. Пустельні.

Крім того, можливі класифікації за:

- морфологією рельєфу і домінантним геохімічним режимом;
- тривалістю функціонування;
- стійкістю природних систем і ступенем прояву деградаційних процесів;
- економічною ефективністю.



3.3. Формування геосистем під впливом сільськогосподарського виробництва та водних меліорацій

3.3.1. *Поняття агроландшафту*

Кожне поле з притаманними йому особливостями ґрунтового покриву, зволоженням, складом сільськогосподарських культур – це агроекосистема, а сукупність полів – агроландшафт.

Агроландшафти – це складні природно-територіальні системи з рядом специфічних особливостей, які сформувалися внаслідок господарської діяльності людини.

Агроландшафти – найбільш давні й поширені з антропогенних ландшафтів. Для них притаманна трансформація окремих елементів, виникнення порушень екологічної рівноваги ландшафту, зокрема таких елементів, як ґрунти, гідрологічний режим, рельєф.

В умовах відносно малого заліснення України надмірна розораність є одним із найважливіших чинників, який негативно впливає на стан екосистем. Наприклад, у багатьох районах Тернопільської області (10 з 17) розораність сільськогосподарських



волого господарств
сільськогосподарських культур

угідь критична, понад 90%: Гусятинський – 94%, Козівський – 94,2%, Чортківський – 93,8%.

Сформована структура сільськогосподарських угідь сприяє інтенсивному розвитку ерозійних процесів. За останні 25 років площа еродованих земель у Волинській, Кіровоградській, Донецькій та Черкаській областях зросла на 35 – 55%, у Житомирській – на 94%, у Львівській і Закарпатській – більш ніж на 50%.

Щорічно в Україні площа еродованих земель зростає в середньому на 70 – 100 тис. га.

Агроландшафтам властиві такі загальні риси і тенденції розвитку:

1. Заміна малопродуктивних диких рослин високопродуктивними культурними, виведення багато сортів сільськогосподарських культур, але в цілому агроландшафти відзначаються одноманітністю рослинності.

2. Особливістю агробіоценозів, які займають переважну частину агроландшафтів, є домінування небагатьох видів тварин.

Брак механізму саморегуляції – це передумова масового систематичного розмноження окремих видів. Вирощування монокультур на великій території створює невичерпні запаси поживи, а брак природних ворогів зумовлює перетворення багатьох видів на сільськогосподарських шкідників (гризуни, комахи).

3. Щоб підтримувати популяцію культурофітоценозів, треба здійснювати систему агротехнічних і меліоративних заходів, які спричиняють значну трансформацію компонентів ландшафту.

4. Значно порушується природно-біологічний кругообіг – в ґрунт повертається лише незначна частина продукованої біомаси, більшість її виноситься разом з урожаєм.

5. Механічний вплив ходових частин с/г техніки спричиняє ущільнення ґрунту, зменшення пористості, руйнування ґрунтової структури, погіршення водопроникності, посилення поверхневого стоку та змиву.

6. Під час роботи с/г техніки забруднюється атмосферне повітря та ґрунтовий покрив, у який потрапляють свинець, альдегіди та інші шкідливі речовини.

Участь елементів і сполук техногенного походження внаслідок потрапляння у біологічний кругообіг викликає погіршення фізико-



хімічних та біологічних властивостей ґрунтів, зниження їх родючості.

7. Прагнення максимально спростувати конфігурацію полів та розташування площ орних земель за рахунок стабільних елементів ландшафту викликає деструктивні процеси на с/г землях.

Таким чином, динамічна стійкість агроландшафтів, на відміну від саморегульованих природних, істотно послаблена. Це зумовлено частковою або цілковитою зміною біоти, порушенням водного й термічного режимів, процесів ґрунтоутворення та біогеохімічного кругообігу.

3.3.2. Агромеліоративний ландшафт

Одним із найважливіших чинників перетворення ландшафтів окремих регіонів України є водні меліорації, які активно впливають на водний режим території, а через нього на всю решту компонентів природного середовища.

Водні меліорації формують нові агроландшафти зі штучним забезпеченням їх стійкості. При цьому стійкість підтримується на тому рівні, який забезпечує найефективніше використання меліорованих земель.

У даному випадку давно розорані землі, які тривалий час використовувалися, або стало сформовані агроландшафти можна зарахувати до природного фону і вважати збалансованою органічною частиною природно-антропогенного середовища.

Сучасні вимоги до агроландшафтів у межах меліоративних водозборів великою мірою визначаються збереженням їх стійкості, тобто здатністю активно втримувати свою структуру і характер функціонування в просторі й часі в умовах середовища, що змінюється.

Зміни в середовищі при сучасній технології експлуатації меліоративних систем і агротехнічної оснащеності господарств, які засвоюють меліоровані землі, можуть призвести до деструктивних незворотних процесів, порушення наявної агроекологічної системи, руйнування ландшафту.

Ситуація може погіршитися через недотримання проектних режимів експлуатації систем і освоєння земель, що може



спричинити зниження родючості, фізичну деградацію, забруднення водних об'єктів, дистрофію ландшафтів та геосистем у цілому.

3.3.3. Стратегія адаптивного рільництва

Визначення збалансованого навантаження на будь-яку частину агроландшафту, в тому числі меліорованого, є одним з найважливіших завдань при організації сільськогосподарського виробництва. Належить здійснювати спостереження екосистем різного рівня: локального, регіонального.

Локальні екосистеми доцільно виділяти в межах агромеліорованих ландшафтів, локалізація ж має бути пов'язана з басейнами річок залежно від фізико-географічних, ґрунтових, гідрогеологічних, господарських та інших умов.

Басейновий підхід у даному питанні обумовлюється наявністю чітких екологічних меж, які охоплюють території, де формуються подібні або відмінні ландшафтні комплекси, пов'язані з історичними умовами формування річкових водозборів, гідрологічними, гідрогеологічними та іншими проблемами.

Нині, враховуючи економічну ситуацію на меліорованих землях, є потреба розробляти і реалізовувати зональні системи меліоративного рільництва, яке максимально враховує і використовує природний потенціал територій. На думку Жученка А. А., найважливішою методологічною особливістю стратегії адаптивного рільництва є орієнтація на екологізацію в поєднанні з економічною та соціальною обґрунтованістю розвитку суспільства, диференційоване використання біологічних, технічних і трудових ресурсів. Таким вимогам найповніше відповідають екологічно досконалі меліоративні системи.

Успішному вирішенню проблеми збереження меліорованих ґрунтів від деградаційних процесів сприяє ґрунтозахисна система рільництва з контурно-меліоративною організацією територій.

Таким чином, при плануванні сучасного використання агроландшафтів, у тому числі меліорованих, треба опиратися на такі наукові підходи:

1. Басейновий.



2. Контурно-меліоративної організації територій у загальному рільництві.

3. Системний.

У проектуванні протиерозійних заходів належить виконувати такі вимоги:

- у зонах розвитку водної ерозії регулювати стік талих і дощових вод, створювати водостійку поверхню ґрунту;
- у зонах вітрової ерозії створювати вітростійку поверхню ґрунту, зменшувати швидкість вітру в приземному шарі повітря, скорочувати розміри пилозбірних площ;

Головні принципи розробки комплексу протиерозійних заходів:

1. Взаємозв'язаність заходів, що проектуються.
2. У зонах розвитку водної ерозії заходи захисту ґрунтів проектуються і здійснюються в межах водозбірних басейнів.
3. У зонах розвитку вітрової ерозії протиерозійні заходи мають охоплювати всю територію ерозії.
4. Зональність заходів, призначених покращити використання земель з урахуванням особливостей природних умов територій.

Особливу увагу в будь-якій природно-кліматичній зоні слід приділяти контурно-меліоративній організації територій.



4.1. Басейнова ландшафтно-територіальна структура

Підходи до аналізу річкового басейну з комплексних географічних позицій започаткували В. В. Докучаєв та О. І. Воейков, які вбачали в ньому цілісні природні територіальні одиниці й навіть пропонували адміністративні межі проводити по басейнах річок. Як екологічно своєрідні та цілісні системи, річкові басейни розглядали В. В. Альохін (1921) і М. А. Мензбір (1926). Однак у рамках класичного ландшафтознавства та екології річкові басейни як територіальні об'єкти цих наук не розглядалися. Відкриття ряду важливих топологічних закономірностей річкових систем (праці 30 – 60-х років Р. Хортон, С. Шумма, А. Шайдеггера, Р. Шрива, А. Стралера, М. О. Ржаніцина та ін.), а також дослідження річкових систем на широкій географічній основі (В. Г. Глушков, П. С. Кузін, Р. А. Нежиховський та ін.) дали можливість ландшафтознавцям та екологам з нових позицій розглянути басейн та його структуру. У працях Р. Чорлі – Б. Кеннеді (1971), Я. Демека (1974), Л. М. Коритного (1974), К. М. Дьяконова (1976), О. Ю. Ретеюма (1975), Ф. М. Мількова (1981) стверджувалося, що річковий басейн – не тільки гідрологічна, а й географічна система (геосистема) і об'єкт ландшафтних досліджень. Ю. Одум (1975) запропонував вважати річковий басейн за «мінімальну територіальну одиницю» екосистеми. Й. В. Гриб, М. О. Клименко (1999) вважають, що термін «екосистема малої річки» відповідає визначенням і поняттям екології, а річкова мережа – це сполучна ланка ландшафту і його біоценозів.

Басейни річок можна розглядати як геосистеми різних ієрархічних рівнів. За останні десятиріччя інтенсивно ведуться ландшафтно-екологічні дослідження річкових басейнів. Цьому сприяють чітко визначена функціональна єдність басейну, його територіальна визначеність, сприятливі умови для організації експериментальних досліджень геосистем та інтерпретації їх результатів.

Нині досить актуальний басейновий підхід до вивчення процесів, які відбуваються в природному середовищі. Наприклад, у Постанові Верховної Ради України «Про концепцію розвитку



водного господарства України» відзначено потребу управління водним господарством за басейновим принципом, щоб забезпечувати збалансованість використання, охорони і відтворення водних ресурсів, запобігати порушенню умов формування поверхневого стоку, що значною мірою зумовлюється станом поверхні водозбору.

Структуроформувальні відношення. Концентрований поверхневий стік води з розчиненими та завислими в ній речовинами є структуроформувальним для басейнової ЛТС (ландшафтної територіальної структури). Концентрація площинного стоку в лінійний можлива за певної мінімальної площі, з якої поверхневі води збираються до лінійної ерозійної форми. Це призводить до формування басейнів – територій, поверхневі води з яких стікають лише до одного водотоку. Останній можна вважати індикатором багатьох динамічних процесів у межах усього басейну. На думку М. О. Ржаніцина (1960), річкову мережу можна розглядати як кінцеву ланку процесу взаємодії кліматичних, гідрологічних та геоморфологічних факторів, як своєрідний інтегральний показник цього процесу. Структурно формують басейнову ЛТС не всі водотоки, а лише ті, що мають фіксоване в просторі положення, яке, у свою чергу, визначається глибиною врізу ерозійної форми. З цієї точки зору ерозійні борозни, в яких безпосередньо концентрується площинний стік і які існують короткий час (до чергової обробки ґрунту), не можна вважати структуроформувальними. За цей період вони не встигають сформувати ЛТС хоричного рівня, і лише при їх переході до наступної фази розвитку ерозійної форми вимоїни формуються невеликі елементарні водозбори. Таким чином, водотоками, що визначають басейнову ЛТС, є річки, сухоріччя, балки, лощини та яри. Важливими елементами гідрографічної сітки є точки злиття двох водотоків. Тут відбувається стрибкоподібна зміна руху потоку й розвитку руслового процесу, хімічного складу води тощо.

Територіальні одиниці та їх типи. Територіальними одиницями басейнової ЛТС є басейни, порядок яких визначає чітку ієрархічну організацію структури в цілому. На рисунку 4.1 представлено гідрографічну сітку басейну річки.

Ієрархічність проявляється не тільки в територіальному підпорядкуванні (включенні) басейну меншого порядку до басейну



більшого порядку, але й у залежності особливостей руслових та схилових процесів у басейні порядку k від змін базису ерозії в басейні $k+1$. Тобто є підстави зважати на наявність елементів управління басейнів вищих порядків басейнами нижчих порядків. Зрештою, це управління не наскрізне: вплив змін базису ерозії в річці високого порядку істотний лише для її нижніх приток. У басейнах 1 – 3-го порядків її верхніх ланок цей імпульс згасає, і тут

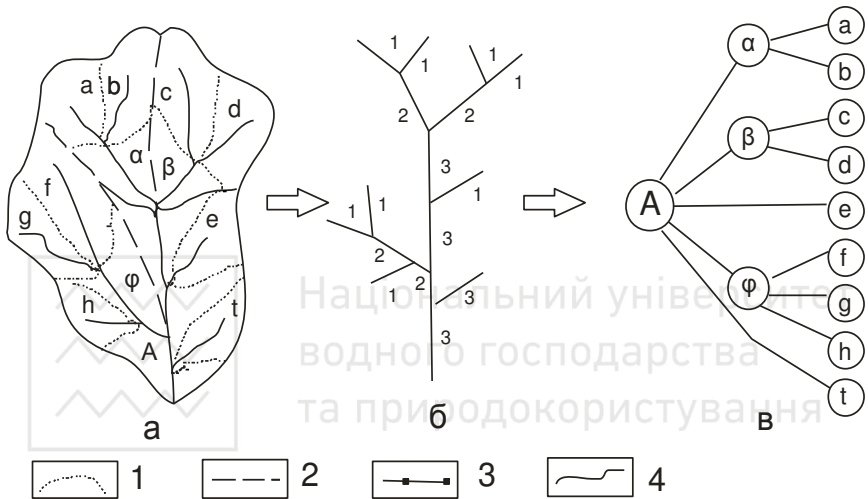


Рис. 4.1. Гідрографічна сітка та басейни (а), її граф (б) з визначенням порядку водотоку за Р. Хортоном – А. Стралером (цифри) та граф басейнової ЛТС (в). Літерами позначені басейнові ЛТС різних порядків: 1, 2, 3 – границі басейнів: 1 – 1-го порядку; 2 – 2-го порядку; 3 – 3-го порядку.

немає суттєвої трансформації стоку та інтенсивності схилових процесів. Дослідивши річкові системи Далекого Сходу Росії, М. С. Карасьов та Г. І. Худяков з'ясували, що базис денудації впливає лише на нижню частину басейну, а вища є автономною щодо нього. Межа між цими частинами басейну проходить по його найширшому поперечнику. Порядок басейну – його формальна, але дуже важлива характеристика, що визначає деякі загальні властивості басейнової ЛТС. Наприклад, у басейнах невисоких порядків (1 – 3-го) на величину стоку впливають морфометричні показники басейну, його залісненість, ґрунтовий покрив, сума



опадів водного тощо. Чим більший порядок басейну, тим ця залежність слабша, що є наслідком нівелювання топічних ландшафтних особливостей у басейнах високих порядків. Аналогічний зв'язок гідрохімічних показників річок із ландшафтно-геохімічними характеристиками їх басейнів. Лише за даними гідрохімічних створів на річках 1 – 3-го порядків можна судити про екологічний стан підпорядкованих ними басейнів. Басейни 3-го та 4-го порядків якісно відрізняються між собою. Визначальними факторами формування басейнів 1 – 3-го порядків є місцеві (хоричні) особливості ландшафту, а стік та структура басейнів 4-го і вищих порядків залежать від тектонічних та макрокліматичних факторів регіонального порядку.

Крім поділу басейну на його частини за критерієм порядку, в будь-якому басейні можна виділити три підсистеми: долинну, схилу та вододільну. Першу становлять днища (для нерушлових водотоків), русло, заплава та тераси (для руслових); другу – прирічкові схили; у третій виділяють центральну зону (за Р. Хортоном – „пояс відсутності ерозії”) та бокову зону межиріч.

Заплавні геосистеми відзначаються багатьма специфічними рисами. Ф. М. Мільков (1981), наприклад, вказує на висотну диференціацію (низька, середня, висока заплави); поперечну зональність (прируслова, центральна, притерасова частини); часову контрастність (різкі зміни водного, ландшафтно-геохімічного та інших режимів); значну біологічну продуктивність; активність формо- та видоутворення рослин і тварин.

Надзаплавні тераси в басейновій ЛТС відіграють роль своєрідного гальма (бар'єру) у масоенергообміні між вододільною та долинною підсистемами. Інтенсивні горизонтальні потоки на схилах терас при виході на площадку тераси різко гальмуються, і вздовж тилового шва тераси активно акумулюється матеріал, виклинюються ґрунтові води тощо. До русла цей матеріал не доходить. У свою чергу, і потоки, спрямовані з долини до вододілу (міграції багатьох видів рослин та тварин, вітрові потоки), можуть не виходити з тераси, блокуючись її схилом. Через нестабільність тераси може порушуватися стійкість басейнової ЛТС в цілому.

Схилова підсистема відіграє в басейновій ЛТС не меншу роль, ніж її ядро - водотік. Від набору та інтенсивності схилових процесів залежить багато параметрів стоку (об'єм, мутність, хімічний склад



річкових вод, їх забрудненість тощо). Важливе біоекологічне значення схилів річкових долин. Внаслідок контрастності едафічних умов геотопів схилів та меншою розораністю останні виступають рефугіумом (притулком) для багатьох видів тварин і рослин. Тут збереглося багато реліктових видів, як, наприклад, у Канівському заповіднику на схилах Дніпра. Схилами річок південні елементи флори просуваються далеко на північ. Експозиційний фактор зумовлює й просування лісів схилами річок у межі степової зони.

Серед *вододільно-рівнинних підсистем* за специфікою їх зв'язку з річковою долиною виділено такі типи (Ф. М. Мільков, 1986): слабо диференційовані вододіли приморських рівнин з майже не вираженими зв'язками з річковою долиною; плоскі межиріччя низовин з послабленими зв'язками з річковою долиною; хвилясті асиметричні підвищені рівнини з чіткими зв'язками з долиною; горбисті рівнини з накладеними льодовиково-акумулятивними формами. Типи, які визначив Ф. М. Мільков, можна доповнити, особливо якщо взяти до уваги гірські басейнові ЛТС.

Ступінь зв'язку водотоку БЛТС з її вододільно-рівнинною та схиловою підсистемами визначає залежність хімічного складу річкової води, ступінь її забрудненості, мутності, величини стоку від ландшафтної структури та екологічного стану басейну. Зв'язок також визначає індикаторне значення гідрохімічних показників річкових вод. Наприклад, при тісному зв'язку вододілів та схилів з водотоком, коли поверхневі води з розчиненими в них речовинами, стікаючи по схилу, досягають русла, показники концентрації різних речовин у річковій воді можуть слугувати індикатором екологічного стану всього басейну. Якщо такого зв'язку немає, показники якості вод будуть радше характеризувати екологічний стан верхніх ланок басейну або взагалі давати хибне уявлення про екологічну ситуацію в ньому. Наприклад, малий вміст у річковій воді пестицидів може бути результатом того, що забруднювальні речовини, мігруючи вздовж схилу, не досягають русла й акумулюються на терасах, увігнутих частинах схилів, де можуть набагато перевищувати токсичні межі.

Типологія басейнів майже не розглядалася з ландшафтно-екологічних позицій. Лише Ф. М. Мількову належить певний досвід



типології, але не річкових долин в цілому, а їх окремих частин (долинно-річкової та вододільно-рівнинної). Насамперед басейни розрізняються за *порядком*, значення якого розглянуто вище. За *типом водотоку*, який утворює басейн, доцільно розрізняти річкові, сухорічні, балкові, яружні, лощинні басейни. Докладніший поділ

Таблиця 4.1

Типи басейнових ЛТС за ступенем зв'язку водотоку із схиловою та рівнинною підсистемами

№ з/п	Тип басейнової ЛТС	Критерії виділення
1.	Басейн фактично незалежного водотоку	Широкі тераси по обидва боки річки, ґрунтового живлення річка в межах басейну не має
2.	Басейн слабкої залежності водотоку	Широкі тераси, що прорізаються окремими балками, вода з яких може досягати русла; частка ґрунтового живлення незначна
3.	Басейн середньої залежності водотоку	Широка заплава, можуть бути вузькі незаболочені тераси, стрімкі та пологі схили. Балки з широким днищем залісненими або залуженими пологими схилами. Лощини із залуженими схилами
4.	Басейн сильної залежності водотоку	Вузька заплава, прямі або увігнуті схили, вузькі вододільні рівнини; U- та коритоподібні балки, яри, лощини з розораними пологими (до 5°) схилами
5.	Басейн повної залежності водотоку	Заплава вузька або її немає, схили прямі або опуклої форми, розорані, вододільні рівнини вузькі і не мають замкнених акумулювальних форм рельєфу, водоохоронних смуг немає; V-подібні балки, яри з вузькою розораною приводільною смугою
6.	Басейн односторонньої залежності	Річкова долина асиметрична, один із її берегів не має тераси



можна застосувати при врахуванні форми долин, серед яких виділяються молоді V-подібні, коритоподібні, зрілі терасові тощо.

За часткою площі вододільно-рівнинної підсистеми в басейні можна виділити вузькоплакорні та широкоплакорні басейнові ЛТС, хоч можливий і детальніший їх поділ. Чим більша в басейновій ЛТС плакорна поверхня, тим менший у ньому поверхневий і більший стік. У вузькоплакорних басейнових ЛТС більша інтенсивність ерозії і горизонтальної геохімічної міграції елементів.

На величину стоку, мутність води, її хімічний склад, крім морфографічних особливостей басейнової ЛТС, впливає рослинність, особливо залісненість. Залісненість басейну зменшує поверхневий стік, поліпшує якість води в річках. Проте цей вплив опосередковується багатьма іншими властивостями басейнової ЛТС, які в басейнах високих порядків можуть бути дуже контрастними. Чітка залежність стоку від залісненості характерна для басейнів 1 – 3-го порядків (коефіцієнт кореляції тут становить 0,6 – 0,8). Із збільшенням порядку басейну ця залежність слабшає і, за дослідженнями М. О. Ржаніцина (1960), в басейнах 6 – 7-го і вищих порядків зникає. За часткою лісовкритої поверхні виділяють високозаліснені (75 – 100% площі вкрито лісом), відносно заліснені (50 – 75%), середньозаліснені (25 – 50%), малозаліснені (5 – 25%), практично безлісні (менш ніж 5 %) басейни.

Роль лісу в регулюванні водності річок. Водоохоронна роль лісу проявляється у його впливі на водні ресурси *безвідносно* до розподілу стоку в часі (на підземний стік, річний об'єм стоку та ін.). Водорегульовальне значення лісу полягає у його впливі на рівномірність стоку, збільшення тривалості повені, підвищення водності річок в меженний період, в оптимізації підземного живлення.

Значну роль при цьому відіграє рівномірність змін заліснених і відкритих територій. Додержуючи певного співвідношення між ними, можна досягти максимального ефекту, коли басейн річки характеризується середнім рівнем лісистості. Це досягається за рахунок нерівномірності в часі танення снігу в лісі та на відкритих ділянках. Для цього бажано зберігати масиви лісу у верхів'ях річок, що дає можливість розділити повінь на дві частини – спочатку за рахунок надходження талих і дощових вод із полів, розміщених у середній та нижній частинах річки, а потім із верхів'я.



Оптимальний розподіл стоку досягається за умови, якщо загальна лісистість басейну становить близько 50% і лісові масиви рівномірно розміщені на території басейну річки.

Гідрологічна роль лісу значною мірою зумовлена специфікою ґрунтово-геологічних і фізико-географічних умов. Не викликають сумніву позитивні тенденції впливу лісу на ресурси річкового стоку та природні ресурси підземних вод. Наприклад, у Поліській зоні України річний стік річок, басейни яких характеризуються відносно низьким рівнем лісистості, в середньому на 13% нижчий, ніж річний стік річок з високим рівнем лісистості їх басейнів. У степовій зоні ця різниця становить відповідно 3%.

Як вже зазначалося вище, ліси сприяють накопичуванню підземних вод і зменшенню стоку поверхневих. Наприклад, у басейнах річок з високим рівнем лісистості підземна складова стоку на 15% більша, а поверхневого – на 6% менша.

Позитивною є також роль лісу у запобіганні випаровуванню літніх опадів. Літні повені доповнюють підземне живлення, причому не викликають на рівнинних річках руйнівних повеней та ерозійних процесів у їх басейнах.

Лісова рослинність сприяє збільшенню кількості опадів над лісом на 10 – 14% порівняно з їх кількістю над полем. Впливає на цей процес і склад деревних лісових порід. Природно, що немає безпосереднього впливу механічного складу ґрунтів на кількість опадів, але на суглинкових ґрунтах ростуть переважно ялинові, листяні й широколистяні ліси, а на легких піщаних та супіщаних – соснові й листяні. У хвойних лісах південних районів різних географічних зон відмічено збільшення кількості снігових запасів на 4 – 14%, в мішаних лісах - на 19 – 30%, в листяних у зоні Полісся – на 27% і в лісостеповій зоні - до 80% порівняно зі степовою зоною.

Лісові насадження в басейнах річок виконують дуже важливу водоохоронну та водорегулювальну функції. Ефективна інфільтрація, яка є основою підземного стоку, посилюється із збільшенням лісистості басейнів річок у всіх природно-кліматичних зонах України в середньому на 21 – 25%, а відповідно і норми підземного живлення у цих річках вищі на 20 – 24%. Значне перевищення величини показників інфільтрації над середніми значеннями спостерігається у Прикарпатті.



На думку фахівців, для забезпечення водорегулювальної функції лісу конче треба довести показник залісненості Полісся як мінімум до 30 – 35%. При збільшенні загальної лісистості до 40% ефективна інфільтрація, що забезпечує підземне живлення річок, зростає на 10 – 12%, а підземний стік ще на 4 – 10%. Позитивний вплив лісу на підземний стік має дуже важливе значення для збереження та відродження малих річок.

Одним із чинників, що впливає на водний баланс річок, є вік лісу. Залежно від природних умов і характеру лісовідновлення підземний стік з таких територій може відрізнятись в 1,5 – 3 рази. При цьому показник стоку з водозборів, на яких ростуть старіші насадження, більший, ніж із басейнів, у яких відновлено молоді ліси, що займають значну площу.

4.2. Басейн малої річки як екосистема

Науковці по-різному трактують поняття „екосистема”. Сам автор терміна А. Тенслі під екосистемою розумів „будь-яку єдність (дуже різного обсягу і рангу), що включає всі організми (біоценоз) на даній ділянці (біотопі), причому вказана єдність взаємодіє з фізичним середовищем таким чином, що потік енергії створює певну трофічну структуру, видову різноманітність і кругообіг речовин в середині системи”. На думку Ю. Одума, сукупність організмів та навколишнє середовище створюють екосистему тільки тоді, якщо їм притаманні стабільність і внутрішній кругообіг речовин. Він ототожнює її з біогеоценозом. Проте таке ототожнення не загальноприйняте, бо під біогеоценозом розуміють певну територію, окреслену межами фітоценозу як середовище утворювального фактора. Ряд авторів цілком слушно вважає, що екосистема може охоплювати простір будь-яких розмірів – від краплини води до океану за умови, що їм властивий кругообіг речовин. Причому мала річка значно більшою мірою залежить від природних та антропогенних процесів, ніж велика. Така тісна залежність від факторів, що мають специфіку в межах лісу, поля або луки, зумовлює цілісність системи, яку утворює річка та її басейн. Ліс, поле і луки в такому разі являють собою її підсистеми, які відособлені лише візуально, структурно, а функціонально найтіснішим чином взаємозалежні.



Структура і функціонування екосистеми басейну малої річки.

Екосистеми басейнів малих річок пройшли дуже довгий шлях еволюції, в результаті якої досягли певної структурно-функціональної стійкості, належного рівня біопродуктивності та узгодженості обміну речовин і енергії між окремими компонентами. Цим забезпечується цілісність екосистеми, її функціональна єдність. Розчленовують екосистему на окремі підсистеми тільки задля зручності її вивчення.

Компоненти екосистем басейнів малих річок (підсистеми лісу, поля, луки, річки) за характером функціонування – це відкриті біологічні системи. Тому обмін речовин та енергії відбувається як між компонентами однієї екосистеми, так і між компонентами сусідніх і навіть віддалених екосистем. Такому обміну сприяють рухливість повітря і води, дифузія, фільтрація через ґрунти і материнські породи, життєдіяльність організмів, господарська діяльність людини.

Підсистема лісу. Рух речовин поза межі лісу відбувається переважно за рахунок рослинного матеріалу. Їх кількість становить близько 4 – 5 % маси річного опалого листя. Ця органічна речовина надходить в інші підсистеми, у тому числі в підсистему річки, збільшуючи в ній вміст біогенних елементів.

Після вирубування лісів поряд із порушенням водного балансу екосистеми річкового басейну настає порушення кругообігу біогенних елементів. Переривається річний цикл міграції поживних речовин у лісі та суміжних підсистемах. Органічна речовина більшою мірою може розкладатись у теплій та вологій лісовій підстилці. Коренева система відмирає, і вона не здатна в такому разі утримувати і поглинати органічні та мінеральні речовини, які інтенсивно вимиваються в ріку. Рух органічних і мінеральних речовин до інших підсистем, у тому числі й до річки, внаслідок вітрової ерозії значно посилюється у вирубаному лісі.

Швидке заростання площі вирубки і поглинання поживних речовин новою рослинністю зводить до мінімуму їх вимивання й поновлює трофічні ланцюги. Інтенсивність розкладу органічних решток послаблюється, в той час як ступінь перехоплення опадів збільшується. Внаслідок цього кількість розчинених у річковій воді речовин помітно зменшується.

Особливо багато речовин надходить зі схилів. Заліснення схилів



перешкоджає вимиванню речовин у річку, зменшуючи її замулення та надходження біогенних елементів, органічних речовин тощо.

Підсистема поля. Надходження речовин у підсистему поля здійснюється двома шляхами: з підсистеми лісу і внаслідок господарської діяльності людини. Винос речовин за межі підсистеми поля відбувається за рахунок вітрової та водної ерозії, а також під час вивезення врожаю з поля. Особливо важливий для підсистеми річки рух органічних речовин разом із поверхневим та підземним стоком. Для ілюстрації можна згадати сфагнові болота в річкових долинах, куди потрапляє стільки азоту та інших біогенів, що можливість збіднення їхніх запасів виключається на багато років. Особливо інтенсивний перенос речовин характерний для системи зрошуваного рільництва.

Підсистема луки. Підсистема луки виконує бар'єрну функцію між річковою та іншими підсистемами екосистеми басейну малої річки. Її обмінні процеси з іншими підсистемами значно різноманітніші. Вона виступає як акумулятор біогенних елементів і трансформатор їх сполук, що переміщуються з водозбору до річки. Ритм первинного продукування органічної речовини в ній відображений у структурі рослинного ценозу і є індикатором не умов існування (екотопу), а взаємовідносин між компонентами біоценозу. Від цього ритму залежать функціонування біоценозу і пов'язана з ним трансформація речовин в системі лука – ріка.

Підсистема річки. Найбільш складною, багатогранною і вразливою підсистемою є, власне, річка. Її складність зумовлена багатокомпонентністю та ярусністю розподілу біоти: зона повітряно-водних, занурених та рослин із листям, що плаває. Крім того, в підсистемі функціонують планктон, бентос, перифітон. Багатогранна взаємодія між берегом, водним середовищем та мулистими відкладами значно ускладнює кругообіг речовин та енергії у межах підсистеми. Вразливість її обумовлена тим, що у вузькому просторі, зайнятому руслом річки, концентрується поверхневий стік водозбірної площі. Підсистема річки є інтегральним показником кількості та якості стоку в даному басейні. За її станом можна судити про функціональну активність інших підсистем і характер людської діяльності в басейні річки.

Обмін речовин і енергії в річці тісно пов'язаний з іншими підсистемами, внаслідок чого створюється цілісна екосистема



басейну. Разом з тим, у річці є свій специфічний обмін речовин, зі своїм набором та співвідношенням гідробіонтів, своїм трофічним ланцюгом, трофічними рівнями та пов'язаними з ними процесами самоочищення води.

4.3. Формування річкового стоку в сучасних умовах

Сучасний стан річкових екосистем визначається питомою вагою поверхневого стоку у витратах річкової води. Враховуючи значну освоєність поверхні водозбору – розораність, урбанізованість, розвиток інфраструктури, видобуток корисних копалин відкритим способом тощо, можна стверджувати, що цей стан визначається рівнем антропогенного навантаження (A), рівнем природного буферного захисту – природної ємності (E_0), а також рівнем самоочисної здатності водотоку (P), тобто $S_e = f(A, E_0, P)$.

Основні гідрологічні параметри річкової екосистеми – це швидкість (V) та витрата води (Q), рівень водного дзеркала (h), циклічність фаз гідрологічного режиму (n), а також часові характеристики (T). Максимальні та мінімальні значення цих параметрів й обумовлюють межі функціонування екосистеми водного середовища.

Швидкість води у річці визначає інтенсивність окислювальних процесів, насичення розчиненим киснем, видовий склад біоти та її біопродуктивність, інтенсивність водообміну. Зменшення швидкості води призводить до явищ стагнації, старіння системи, зміни складу біоти на всіх рівнях – від мікрводоростей до макрофітів, до деградації, випадання з трофічного ланцюга реофільних риб, чутливих до насичення води розчиненим киснем. Швидкість води тісно пов'язана з рельєфом і механічним складом руслоформувальних та підстилкових порід.

Встановлено три принципи існування річки, пов'язаних із швидкістю води:

- швидкість потоку має забезпечувати винесення з основного русла матеріалів, що потрапляють до нього внаслідок обвалів і зсувів, а також поглиблення русла та його очищення від залишків вищої водної рослинності та осаду;
- поверхня водозбору має забезпечувати, при наявних рівнях



ухилу поверхні, достатню водність та глибину русла і, відповідно, швидкість течії, що відповідає першій вимозі;

- добуток гідравлічного нахилу в середній та нижній течіях на коефіцієнт звивистості має бути меншим за значення середнього нахилу місцевості.

Господарська діяльність (влаштування гребель, шлюзів-регуляторів, перетворення русел річок у меліоративні канали, вирубування лісів в межах водозбірної площі) спричинює посилення руслових явищ, мандрування русел або явищ стагнації та заболочування, призводить до порушення умов руслоутворення. Прикладом може бути розмивання лівого берега річки Горинь нижче від Хмельницької АЕС (створ с. Оженин).

Витрати води – це також визначальний чинник у формуванні екосистеми річки. Від них залежать процеси самоочищення та біопродуктивності, рівень захисту водного середовища від антропогенних навантажень.

У зв'язку з регулюванням річкового стоку та дедалі значнішим водоспоживанням запроваджено поняття «екологічно допустимі витрати води» (ЕДВ). Правильніше було б поняття «екологічно необхідні витрати води» (ЕНВ), що забезпечують збереження та функціонування екосистеми при наявних антропогенних навантаженнях. Це особливо важливо при зарегулюванні стоку та екологічних попусках. У гідрологічному плані ЕНВ – це витрати води, що обумовлюють промивний режим та винесення завислих речовин і донних відкладів у період повноводдя на заплаву чи у гирло (руслоформуюча функція).

В екологічному плані – це витрати, які в системі русло-заплава під час повноводдя забезпечують обмін речовиною та енергією, а в літній період – оптимальні умови функціонування біоти, належні умови процесів самоочищення водного середовища та сполучення русел із заплавами ектопами. Рівневий режим річок тісно пов'язаний із циклічністю фаз гідрологічного режиму, витратами води та температурним режимом. Підняття рівня дзеркала в повноводдя та вихід річки на заплаву забезпечує розчищення русла, прогрівання води на мілководді, розвиток фіто- та зоопланктону, створює умови для нересту риби, розвитку малька та скочування його в русло.

Циклічність фаз гідрологічного режиму пов'язана з



фізіологічними ритмами та життєвими циклами водної біоти в системі річка-заплава. Аналізуючи хід гідрографів протягом року річок різних фізико-географічних регіонів та їх часові характеристики, можна зробити висновки:

- річки Полісся характеризуються підняттям рівня води тривалістю до двох місяців у період весняного повноводдя, що зумовлює належне промивання русел та їх очищення, а затоплені заплави створюють належні умови для нересту риб. Такі ж самі умови забезпечує літнє підняття рівнів води під час весняно-літніх злив. У цьому плані гідрографічну мережу Полісся належить розглядати як головний риборозплідник аборигенної іхтіофауни чорноморського басейну;

- для річок Лісостепу притаманні високий рівень зарегульованості, що порушує 30-денний цикл підняття рівнів та затоплення заплави; порушення природної промивної системи русел, що призводить до накопичення токсичних компонентів – важких металів, біоцидів, до явищ замору риби, стагнації та самозабруднення. Осушені й розорані заплави у межах водозбору не забезпечують належних умов формування поверхневого стоку;

- річки Степу характеризуються тим, що на незарегульованих ділянках забезпечується весняне підняття рівнів, однак це відбувається за рахунок танення снігу, що нагромаджується на непорушених степових ділянках та в лісосмугах, і характеризується як доволі короткочасне;

- в умовах Криму надходження прісних вод забезпечує функціонування естуарних екосистем та літоралі Чорного моря.

4.4. Формування якості поверхневих вод

4.4.1. Роль атмосферних опадів, вилуговування порід, підземних вод та місцевого стоку у формуванні якості річкових вод

Питома вага атмосферних опадів у формуванні маси розчинених мінеральних речовин у річкових водах визначається як відношення величин середньорічних багаторічних концентрацій тих іонів, які надходять із атмосферними опадами, до відповідних величин,



сформованих за рахунок усіх генетичних складових.

Мінералізація атмосферної складової розчинених у річкових водах речовин коливається від 29 мг/л у межах Гірського Криму до 59 мг/л в зоні Степу. Для території України в цілому ця величина становить 46 мг/л. Сульфатний натрієво-магнієвий склад води сформовано за рахунок надходження іонів з опадами.

Внесок мінеральної маси, що надходить з опадами, коливається від 3% у степовій зоні до 23% - на території Гірського Криму.

На всій території України хімічний склад розчинених у річкових водах мінеральних речовин, що формуються за рахунок вилугування порід, має яскраво виражений гідрокарбонатний кальцієвий характер.

Вміст мінеральних речовин у річковій воді, що надходять за рахунок цієї складової, змінюється від 85 мг/л – в межах Гірського Криму до 933 мг/л – в межах степової зони.

Внесок вилугування порід у формування мінералізації річкових вод коливається від 83% в лісостеповій зоні до 54% – у степовій.

Закономірність розподілу іонів, що надходять у річкові води з атмосферними опадами і за рахунок вилугування порід, а також їх вміст відносно до всієї маси іонів показано в таблиці 4.2.

Внесок підземних вод у формування мінералізації річкових вод коливається від 16% у степовій зоні до 74% - у межах Закарпатської рівнини. Найвищі значення цієї величини спостерігаються в гірських районах, особливо в Карпатах (63%), низькі – в рівнинній частині України (26% на Поліссі, 37% в зоні Лісостепу).

В межах Закарпаття за рахунок підземних вод формується 93% іонів хлору, до 90% усіх катіонів, а на Поліссі ці величини становлять відповідно 16% і 25%.

Найважливіші кількісні характеристики і закономірності впливу підземних вод на річковий стік представлено в таблиці 4.3.

Результати оцінки хімічного складу поверхнево-схилових, ґрунтово-поверхневих вод свідчать про те, що на рівнинних територіях внесок поверхневого стоку у формування мінералізації річкових вод становить 74% в зоні Полісся, 63% - в лісостеповій зоні. Для гірських районів ця величина знижується до 26 – 42% у Карпатах і до 62% - в Криму.



Таблиця 4.2

Формування середньорічного багаторічного складу розчинених у річкових водах України мінеральних речовин під впливом різних чинників (в чисельнику – вміст речовин, мг/л; у знаменнику – внесок чинника у формування складу річкових вод, %) (за даними Л. М. Горева, А. М. Никанорова, В. І. Пелешенка)

Фізико-географічна зона	Чинник формування	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺ + K ⁺	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	Σ _i
Полісся	Атмосферні опади	$\frac{3}{5}$	$\frac{4}{50}$	$\frac{5}{56}$	$\frac{9}{5}$	$\frac{21}{100}$	$\frac{4}{40}$	$\frac{46}{17}$
	Вилуговування порід	$\frac{52}{95}$	$\frac{4}{50}$	$\frac{2}{22}$	$\frac{156}{95}$	0	$\frac{4}{40}$	$\frac{218}{81}$
Лісостеп	Атмосферні опади	$\frac{4}{5}$	$\frac{3}{16}$	$\frac{4}{10}$	$\frac{11}{4}$	$\frac{23}{33}$	$\frac{5}{7}$	$\frac{50}{9}$
	Вилуговування порід	$\frac{79}{95}$	$\frac{11}{58}$	$\frac{29}{70}$	$\frac{275}{96}$	$\frac{32}{46}$	$\frac{20}{53}$	$\frac{446}{83}$
Степ	Атмосферні опади	$\frac{5}{3}$	$\frac{4}{6}$	$\frac{5}{2}$	$\frac{10}{3}$	$\frac{28}{5}$	$\frac{7}{2}$	$\frac{59}{3}$
	Вилуговування порід	$\frac{187}{97}$	$\frac{34}{49}$	$\frac{87}{33}$	$\frac{356}{97}$	$\frac{181}{34}$	$\frac{88}{28}$	$\frac{933}{54}$

Таблиця 4.3

Середньорічний багаторічний хімічний склад підземних вод, що формують річковий стік на території України (в чисельнику – вміст, мг/л; у знаменнику – внесок у формування складу річкових вод, %) (за даними Л. М. Горева, А. М. Никанорова, В. І. Пелешенка)

Фізико-географічні зони	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺ + K ⁺	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	Σ _i
Полісся	$\frac{61}{21}$	$\frac{12}{29}$	$\frac{15}{31}$	$\frac{250}{29}$	$\frac{11}{10}$	$\frac{8}{16}$	$\frac{357}{26}$
Лісостеп	$\frac{96}{39}$	$\frac{20}{35}$	$\frac{34}{27}$	$\frac{379}{44}$	$\frac{45}{22}$	$\frac{19}{15}$	$\frac{593}{37}$
Степ	$\frac{136}{14}$	$\frac{52}{15}$	$\frac{264}{20}$	$\frac{319}{17}$	$\frac{299}{11}$	$\frac{206}{13}$	$\frac{1400}{16}$

Характеристика середньорічного багаторічного хімічного складу вод місцевого стоку території України та їх внесок у формування складу річкових вод представлена в таблиці 4.4.

Таблиця 4.4

Середньорічний багаторічний хімічний склад вод місцевого стоку (поверхневих вод) на території України (в чисельнику – вміст, мг/л; у знаменнику – внесок у формування складу річкових вод, %)
(за даними Л. М. Горєва, А. М. Никанорова, В. І. Пелешенка)

Фізико-географічні зони	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺ + K ⁺	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	Σ _i
Полісся	$\frac{54}{79}$	$\frac{7}{71}$	$\frac{8}{69}$	$\frac{144}{71}$	$\frac{24}{90}$	$\frac{10}{84}$	$\frac{247}{74}$
Лісостеп	$\frac{75}{61}$	$\frac{19}{65}$	$\frac{45}{73}$	$\frac{240}{56}$	$\frac{83}{78}$	$\frac{53}{85}$	$\frac{515}{63}$
Степ	$\frac{206}{86}$	$\frac{73}{85}$	$\frac{261}{80}$	$\frac{378}{83}$	$\frac{598}{89}$	$\frac{347}{87}$	$\frac{1833}{84}$

4.4.2. Особливості впливу антропогенних факторів на формування хімічного складу річкових вод

Антропогенну складову розчинених у річкових водах мінеральних речовин розраховано шляхом порівняння стоку іонів Mg²⁺, Na⁺, K⁺, SO₄²⁻ і Cl⁻ у сучасних природних умовах за відповідною методикою (Л. М. Горєв, В. І. Пелешенко // Методика гидрохимических исследований, 1985).

Іони кальцію і гідрокарбонати, що формуються за рахунок впливу господарської діяльності, випадають в осад, а їх концентрація у воді регулюється станом карбонатно-кальцієвої системи.

У цілому на території України за рахунок антропогенних факторів формується 6087 тис. т, або 10,1 т/км² щорічно. Найменші значення показників антропогенного стоку спостерігаються в межах Полісся (0,4 т/км²), Гірських Карпат (0,7 т/км²); максимальні

значення – в річкових водах Степу (28,4 т/км²). Абсолютний мінімум – на півночі Житомирського Полісся (0,2 т/км²), максимум – у північно-східній частині Приазов'я (147 т/км²).

Кількісні характеристики іонного антропогенного стоку в межах окремих фізико-географічних зон України представлено у таблиці 4.5.

Таблиця 4.5

Антропогенний іонний стік із територій окремих фізико-географічних зон України (в чисельнику – тис. т/рік, у знаменнику – т/км²) (за даними Л. М. Горева, В. І. Пелешенка, В. В. Курничного)

Фізико-географічні зони	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺ + K ⁺	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	Σ _i
Полісся	0,0	0,0	$\frac{20,9}{0,2}$	0,0	$\frac{0,9}{0,0}$	$\frac{20,5}{0,2}$	$\frac{42,3}{0,4}$
Лісостеп	0,0	$\frac{95,5}{0,4}$	$\frac{143}{0,7}$	0,0	$\frac{283}{1,2}$	$\frac{32,1}{1,4}$	$\frac{243}{3,7}$
Степ	0,0	$\frac{211}{1,3}$	$\frac{1144}{6,4}$	0,0	$\frac{2214}{12,3}$	$\frac{1512}{8,4}$	$\frac{5081}{28,4}$

В межах України усереднений хімічний склад розчинених у воді мінеральних речовин, що формується за рахунок антропогенних факторів, має характерний хлоридно-сульфатний натрієво-магнієвий склад з мінералізацією 105 мг/л. Є закономірність збільшення мінералізації в південно-східному напрямку – з 4 мг/л в Поліссі до 755 мг/л у зоні Степу. В межах гірських районів вплив антропогенних факторів різко зменшується: до 1 мг/л в Гірських Карпатах, 3 мг/л – в Гірському Криму. Абсолютний мінімум мінералізації антропогенної складової спостерігається на півночі Житомирського Полісся (2 мг/л), а максимум – у річках північно-східної частини Приазов'я (2453 мг/л).

Загалом у річках України за рахунок господарської діяльності формується 21% розчинених мінеральних речовин, у тому числі 58% іонів хлору і 47% іонів натрію.

Питома вага антропогенної складової у формуванні мінеральної частини речовин, розчинених у річкових водах, збільшується з північного заходу до південного сходу (з 2% у Поліссі до 43% - у



зони Степу). Найменший внесок антропогенних факторів є в гірських районах (1 – 8 %). Слід зазначити, що в річках Степу за рахунок господарської діяльності формується 70% іонів хлору, 61% сульфатів і 65% іонів натрію. В річках Північно-Східного Приазов'я ці величини становлять відповідно 74%, 80% і 82%, а сума мінеральних речовин сягає 61%. Найважливіші закономірності розподілу іонів антропогенного походження в річкових водах і їх внесок у формуванні хімічного складу цих вод показано у таблиці 4.6.

4.4.3 Антропогенна складова іонного стоку

Антропогенна складова розчинених мінеральних речовин обумовлена господарською діяльністю. Збільшення стоку іонів кальцію, карбонатів і гідрокарбонатів за рахунок господарської діяльності лімітується слабкою розчинністю CaCO_3 і карбонатно-кальцієвою рівновагою. Тому така складова формується переважно за рахунок сульфатів, хлоридів, натрію, калію і меншою мірою - магнію.

Таблиця 4.6

*Середньорічний багаторічний хімічний склад розчинених у річкових водах України мінеральних речовин антропогенного походження (в чисельнику – вміст, мг/л; у знаменнику – внесок у формування складу річкових вод, %)
(за даними Л. М. Горева, В. І. Пелешенка, В. В. Кирничного)*

Фізико-географічні зони	Ca^{2+}	Mg^{2+}	$\text{Na}^+ + \text{K}^+$	HCO_3^-	SO_4^{2-}	Cl^-	Σ
Полісся	0,0	0,0	$\frac{2}{22}$	0,0	0,0	$\frac{2}{20}$	$\frac{4}{2}$
Лісостеп	0,0	$\frac{5}{26}$	$\frac{8}{20}$	0,0	$\frac{15}{21}$	$\frac{17}{40}$	$\frac{45}{8}$
Степ	0,0	$\frac{31}{45}$	$\frac{170}{65}$	0,0	$\frac{329}{61}$	$\frac{225}{70}$	$\frac{755}{43}$

Надійний спосіб оцінити забруднення природних вод значних



територій – це виділення антропогенної складової іонного стоку за розрахунковий проміжок часу. Але таке оцінювання можливе тільки тоді, коли встановлено гідрохімічний фон, що дозволяє розрахувати величину обумовленого лише природними факторами іонного стоку в межах певної території.

Коли встановити природний гідрохімічний фон не можливо, оцінюють відносне забруднення природних вод за розрахунковий проміжок часу. В такому разі вихідні величини іонного стану розраховуються за даними відносного гідрохімічного фону. Порівнюючи величини іонного стоку, розраховані за даними природного або відносного гідрохімічного фону, можна оцінити абсолютну і відносну величини антропогенної складової для Mg^{2+} , Na^+ , K^+ , SO_4^{2-} , Cl^- . Антропогенну складову стоку кожного з цих іонів пропонується визначати за різницею:

$$R_{i \text{ антр. абс. (відн.)}} = R_i - \alpha R_{i \text{ прир. (відн.)}}, \quad (4.1)$$

де $R_{i \text{ антр. абс. (відн.)}}$ – абсолютна або відносна величина антропогенної складової іонного стоку;

R_i – величина іонного стоку, яка визначається за даними природного або відносного гідрохімічного фону;

α – поправка на різницю у водному стоці за обидва розрахункові періоди (визначається емпіричним способом).

Для поправки α будують графік залежності мінералізації від витрати за даними природного (відносного) гідрохімічного фону. Поправку α визначають за формулою на підставі даних, взятих із графіка:

$$\alpha = \frac{Q_2 C_2}{Q_1 C_1}, \quad (4.2)$$

де Q_1 – середньорічна витрата за перший розрахунковий період;
 C_1 – мінералізація, що на графіку відповідає витраті Q_1 ;
 Q_2 – середньорічна витрата за другий розрахунковий період;
 C_2 – мінералізація, що відповідає витраті Q_2 .

Загальну антропогенну складову іонного стоку малої річки визначають за рівнянням 4.1.

Антропогенна складову іонного стоку ряду малих річок України, охарактеризована згідно з середньорічними величинами за 1971 – 1980 роки, формується іонами SO_4^{2-} , Cl^- , Mg^{2+} , Na^+ , K^+ . Іони HCO_3^- ,



Ca^{2+} , за незначним винятком, у її формуванні участі не беруть, оскільки їх концентрацію у воді регулює стан карбонатно-кальцієвої системи, і тому ці іони випадають в осад.

Антропогенна складова біогенного стоку малої річки визначається за формулою

$$A = B \left(\frac{Si_{\text{мін. розч.}} \cdot \text{дієзн.}}{\hat{E}} \right), \quad (4.3)$$

де A – антропогенна складова досліджуваного компонента (загального азоту, загального фосфору чи однієї із форм цих елементів);

B – стік компонента;

$Si_{\text{мін. розч.}}$ – стік мінерального розчиненого кремнію;

K – фоновий емпіричний коефіцієнт досліджуваного компонента, в основу розрахунку якого покладено стабільність відношень компонентів Si/N та Si/P в річковому стоці, не забрудненому антропогенними надходженнями (Максимова М.П. Методика расчета антропогенной составляющей биогенного стока рек, 1979).

Вплив осушення визначають за статистично суттєвими кореляційними зв'язками між стоком хімічних компонентів та площами осушуваних земель і шляхом розрахунків антропогенної складової стоку хімічних компонентів за періоди до і після початку на водозборі осушувальних меліорацій (Д.В. Закревський, 1988).

Визначення за кореляційними зв'язками здійснюють шляхом оцінки зв'язку:

$$R_i = f (F_{\text{ос}}), \quad (4.4)$$

де R_i – стік хімічного компонента, т/рік;

$F_{\text{ос}}$ – площа осушуваних земель на водозборі, %.

Вважають, що осушувальні меліорації впливають на формування тих хімічних компонентів, для стоку (або концентрації) яких доведено статистично суттєву (з імовірністю 95%) залежність від площі осушуваних земель. Наприклад, для р. Стир біля Луцька такими компонентами є SO_4^{2-} , Cl^- , Mg^{2+} .



ТЕМА 5. СТІЙКІСТЬ ГЕОСИСТЕМ ДО АНТРОПОГЕННИХ ВПЛИВІВ

5.1. Форми стійкості геосистем

Більшість сучасних трактувань поняття „стійкості в екології та ландшафтознавстві” зводиться до розуміння цієї властивості як такої, що реалізується в гео- та екосистемах у різних формах (К. Холлінг, 1973; Г. Оріанс, 1975; О. Арманд, 1988; Я. Зонефельд, 1989 та ін.). Багато цих концепцій хибує на те, що форми стійкості, визначені ними, нечітко окреслені, мають різний ступінь загальності, частково дублюють одна одну або навпаки – при поділі стійкості на складові (форми) деякі її суттєві особливості не враховуються.

Поняття „стійкість геосистеми” набуває конкретності, якщо задані:

- змінні, що описують геосистему і простір її станів;
- області простору, у межах якого зміни станів вважаються несуттєвими;
- інтервал часу, для якого оцінюється стійкість;
- зовнішній фактор або група факторів, до впливу яких аналізується стійкість.

Якщо ці умови визначено, то можна виділити три загальні форми стійкості геосистеми (М. Д. Гродзинський, 1983):

Інертність – здатність геосистеми під дією фактора не виходити із заданої області станів протягом певного інтервалу часу;

Відновлюваність – здатність геосистеми повертатися за певний час до області станів після виходу з неї під впливом фактора;

Пластичність – здатність геосистеми, за наявності в неї кількох областей станів у рамках інваріанта, переходити під дією фактора з однієї такої області до інших і завдяки цьому протягом певного часу не залишати інваріантної області.

Таким чином, стійкість геосистеми полягає в її здатності під дією зовнішнього фактора перебувати в одній із областей станів та повертатися до неї за рахунок інертності та відновлюваності, а також переходити завдяки пластичності з однієї області станів до



інших, не виходячи при цьому за рамки інваріантних змін протягом заданого інтервалу часу. Ці визначення, як і три можливі форми стійкості геосистеми, загальні в тому розумінні, що вони придатні для будь-якого антропогенного фактора, інтервалу часу, виду та рангу геосистеми, критеріїв визначення областей станів та інваріанта, а також складу та числа змінних геосистеми.

Щодо критеріїв стійкості *інертність* – найжорсткіша її форма і найбільш бажана при господарському використанні геосистем. Особливе значення вона має в тих випадках, коли навіть одноразовий та швидко відновлюваний вихід геосистеми із заданої області станів неприпустимий (наприклад, з погляду радіаційної безпеки, санітарно-гігієнічних норм та ін.).

Відновлюваність – важлива форма, що забезпечує стійкість насамперед особливостей біоти та ґрунту геосистем.

Морфолітогенні властивості можуть відновлюватися лише протягом дуже значних інтервалів часу. Напевно, внаслідок цього в екології саме відновлюваність здебільшого ототожнюється зі стійкістю екосистем, тоді як в інженерній геології та геоморфології під стійкістю зазвичай розуміють інертність.

Добре відновлюваною вважається геосистема, якщо вона може швидко повертатися до початкової області станів і здатна повертатися до цієї області після значного за амплітудою відхилення від неї. Ці дві форми відновлюваності, що можуть в одній геосистемі проявлятися сумісно (швидке відновлення суттєвих порушень), Г. Оріанс (1975) називає еластичністю та амплітудністю.

Пластичність – досить складна й маловивчена форма стійкості.

Вперше положення про те, що стійкість екосистеми може забезпечуватися за рахунок наявності в просторі її станів кількох локально стійких областей (тобто таких, де вона високоінертна та відновлювана) сформулював Р. Левонтін (1969). Однак термін „пластичність” краще відповідає суті цієї властивості природних систем.

Щоб вирішувати конкретні завдання аналізу стійкості геосистем, належить визначити області станів, в межах яких вважаються несуттєвими зміни. Саме поняття суттєвості орієнтоване на певний об'єкт. Можна вести мову про суттєвість змін самої геосистеми як



природного утворення, а можна оцінювати суттєвість змін геосистеми з точки зору виконання нею заданих соціальних функцій. З природно-ландшафтного погляду весь простір станів геосистеми можна поділити на дві області – нормальних та аномальних станів. Нормальними є стани геосистеми, які формуються та змінюються за відсутності збурювальних впливів.

За соціофункціональними критеріями стани геосистеми поділяються на допустимі та недопустимі. *Допустимими є стани*, перебуваючи в яких, геосистема здатна виконувати функцію не нижче від певного рівня (наприклад, забезпечувати проектну врожайність), *а недопустимими такі*, коли природний потенціал геосистеми недостатній для забезпечення мінімально необхідного рівня реалізації функції.

5.2. Кількісні показники стійкості геосистем

Оскільки стійкість у геосистемах реалізується в різних формах, то хоч і можна запропонувати один показник, який характеризує її всебічно, проте він виявиться малоінформативним. Щодо практичного та теоретичного значення, то більший ефект буде, якщо розробити комплекс кількісних показників стійкості, кожен із яких характеризував би окремі її форми та їх тонкі особливості.

Розробка такого комплексу показників стійкості ґрунтується на *понятті відмови геосистеми*. Під нею розуміють подію, що полягає у виході геосистеми із заданої області станів. Відповідно до змінної, що вийшла за межі діапазону своїх нормальних або допустимих значень, є різні види відмов, наприклад, „галоморфізація геосистеми” (якщо вміст солей перевищить токсичні межі), „гідроморфізація геосистем” (якщо рівень ґрунтових вод піднявся вище за критичну глибину його залягання), „дегуміфікація ґрунту” (якщо вміст гумусу стане меншим від певного встановленого значення) тощо. Поняття відмови ввів у ландшафтну екологію з математичної теорії надійності М. Д. Гродзинський (1983), методи якої можна залучити до оцінки стійкості геосистем. Інертність та відновлюваність характеризують стійкість геосистеми відносно якоїсь конкретної області станів. Таку стійкість називають локальною.

Показники інертності. Важливим показником цієї форми



стійкості є ймовірність виникнення відмови. Зручно також характеризувати інертність імовірністю невиникнення відмови виду протягом певного проміжку часу (тобто ймовірністю того, що за певний час геосистема не вийде із заданої області нормальних чи допустимих станів).

Важливими показниками *відновлюваності* геосистеми є ймовірність відновлення геосистеми за певний час після відповідної відмови; інтенсивність відновлення за певний час; середній час відновлення геосистеми.

Показники пластичності. Пластичність можна оцінити ймовірністю того, що протягом певного часу геосистема здійснюватиме переходи лише між областями станів, що належать до одного інваріанта. Емпіричних даних щодо цього може забракнути. Тому реально пластичність можна оцінити лише орієнтовно за посередніми ознаками. Однією з таких ознак є *різноманітність геосистеми*.

Основні показники інертності та відновлюваності геосистем можна розраховувати з допомогою класичних методів математичної статистики за частотою виникнення відмов та відновлювань або за часом виникнення відмов, визначеним законом розподілу.

Дослідження в загальній теорії систем у галузі кібернетики показали, що стійкість виражає емерджентну властивість системи. Тобто стійкість визначає систему в цілому і не може бути співвіднесена з якоюсь її окремою частиною (Ешбі, 1959). Як відомо, для геосистем притаманна наявність вертикальної та просторової структур, тому в аналізі стійкості геосистем потрібен диференційований підхід до поняття стійкості. З врахуванням всього цього виділяють три *види стійкості*:

- позиційну – це відносно статичне поняття, воно відображає фіксованість елементів геосистеми на відповідній території або в геопросторі;

- структурну – поняття, яке відображає наявність зв'язків (реальних або потенційних) між елементами даної системи;

- функціональну – визначає динаміку систем, реальне існування, реальне здійснення просторових взаємодій між елементами даної та інших систем.



5.3. Оцінювання стійкості геосистем до антропогенно-техногенного навантаження

Поняття стійкості геосистеми до антропогенно-техногенного навантаження в межах того чи іншого виду господарської діяльності стикається з визначенням *межі екологічного ризику геосистеми*. Є мінімальна величина зовнішнього впливу, що спричиняє відмову екосистеми, – це потенціал саморегуляції природно-територіального комплексу або геосистеми.

Стійкість геосистеми до антропогенних змін залежить від часу та масштабу природокористування та їхніх змін, а також від сучасних природних екзогенних, геохімічних, гравітаційних та інших процесів. Схему оцінки стійкості геосистеми, яка враховує зміни параметрів у часі, представлено на рис. 5.1.

Є багато підходів до визначення граничного рівня можливостей геосистеми самоочищатися та зберігати всі компоненти. Приклад таких оцінок – гранично допустимі концентрації хімічних елементів та групування їх за класами небезпечності згідно з Держстандартом 17.4.1.02-83 «Охорона природи. Ґрунти. Класифікація хімічних речовин для контролю забруднення».

Загальнотеоретична неінформативність цих характеристик полягає в «ландшафтному» підході до їх визначення. ГДК не враховують головного принципу техногенної міграції – когерентності, тому цілком слушно більшість дослідників вважає їх недостовірними.

Визначення *меж техногенного екологічного ризику* – найважливішого компонента визначення межі деградації геосистеми – пов'язане передусім з кількісними параметрами хімічного складу його компонентів (в ідеальному варіанті) або таксономічними угрупованнями ландшафтів природного ряду міграції (не порушених техногенними процесами), які прийнято називати *фоновими*.

Визначення *фонових характеристик компонентів* геосистем – одне з актуальних питань усіх напрямів екології, і вирішити його можливо лише в межах екологічної геохімії.

Розраховані на окремих територіях фонові характеристики геосистем за методом аналогії переносять на досліджувані ділянки геосистем. Виникнення похибки у розрахунках найчастіше

пов'язано, по-перше, з неврахуванням атмосферних викидів, по-друге – з недостатньою деталізацією ландшафтної та ландшафтно-геохімічної структури, що може зумовити некоректне використання методу аналогій і незадовільну достовірність кінцевих результатів ландшафтно-екологічних досліджень.

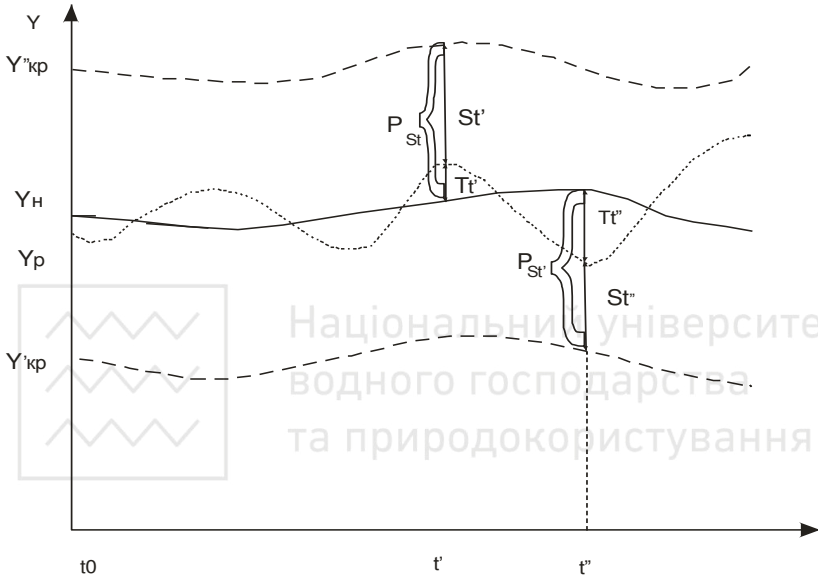


Рис. 5.1. Графічне визначення стійкості геосистем до чинника антропогенно-техногенного тиску (за П. Г. Шищенком, М. Д. Гродзинським).

Умовні позначення: t – час розвитку геосистеми; $Y'_{кр}$, $Y''_{кр}$ – критичні значення досліджуваного параметра Y у часі; Y_H , Y_P – нормальне та реальне значення параметра Y у часі; S_t' , S_t'' – потенційна саморегуляція геосистеми на моменти часу t' , t'' ; P_{st}' та P_{st}'' – стійкість геосистеми до фактора антропогенно-техногенного тиску в моменти часу t' і t'' ; T_t' і T_t'' – енергія потенціалу саморегуляції P_s , що витрачається в моменти часу t' і t'' на стабілізацію геосистеми.



5.4. Геоекологічний прогноз стійкості і реакції геосистем на антропогенний вплив

5.4.1. Геоекологічне оцінювання умов господарської діяльності в геосистемах

Спеціальні геоекологічні дослідження включають роботи, спрямовані на екологічне оцінювання умов життєдіяльності людини в геосистемах, а також на прогноз стійкості геосистем та їх реакції на антропогенний вплив. Геоекологічне оцінювання і прогноз здійснюються, залежно від поставленої мети, диференційовано і комплексно.

Диференційоване оцінювання передбачає визначення умов стосовно однієї зі сфер життя або одного з напрямів господарської діяльності людини як безпосередньо в кожному елементарному ландшафті, так і в пов'язаному з ним оточенні – геосистемі, яка впливає на нього через потоки речовини та енергії.

Найважливіше – це *оцінювання ландшафтів для потреб сільського господарства*. Ф. Н. Мільков поділяє оцінювання земель на порівняльне якісне оцінювання природного потенціалу ландшафтів з погляду їхнього господарського використання і кількісне економічне оцінювання, яке передбачає і потенціал, і економічні фактори – врожайність, вихід натуральної і сільськогосподарської продукції, доход на одиницю площі та ін. Дослідження в цьому напрямі показали, що найефективнішим є бонітування: порівняльне оцінювання якості земель у балах або спеціальних індексах, при якому поряд із родючістю ґрунтів враховують рельєф, водний режим, умови виконання меліоративних і агротехнічних робіт та інші характеристики.

Досвід свідчить, що оцінка якості земель може значно відрізнятись від бонітетного балу ґрунтів, це найяскравіше виявляється в районах зі складним рельєфом, підвищеною вологістю і роздрібненістю угідь. В Англії у системі оцінювання земель (з розподілом їх на 10 класів за продуктивністю) як перший критерій розподілу враховують рельєф, а вже тоді – потужність і склад ґрунтових горизонтів, умови дренажу, місцевий клімат. Провідне значення має рельєф у класифікації земель для складання кадастру й оцінки на північному заході Росії. Оцінку лук і пасовищ



у класах кадастру дається за умовами розміщення (наприклад, низинні, заплавні луки, пологі схили і рівнини тощо).

Практика бонітування досить часто зводиться до порівняльного оцінювання земель з їх ранжуванням стосовно до тих чи інших елементів земної поверхні. Цей підхід цілком відповідає геоекологічному оцінюванню елементарних геосистем на основі геотопологічного принципу. Він передбачає не абсолютне, а саме порівняльне оцінювання якості геосистем для сільськогосподарського виробництва – щодо вихідних у кожній геосистемі (сукупності геосистем) характеристик природно-ресурсного потенціалу в цілому і родючості зокрема, а також інших показників. Таке оцінювання можливе в результаті:

- простежування даного потенціалу (родючості) як результату мінливості тих чи інших геолого-географічних властивостей при переході через межі від однієї елементарної геосистеми до іншої (метод «простежування потоків»);

- визначення характеристик, що відображаються у репрезентативних точках, які являють собою геосистеми визначених геотопологічних категорій;

- використання геотопологічної інтерпретації і екстраполяції.

Перехід бонітування на геотопологічний принцип дозволяє значно вдосконалити оцінювання земель, оскільки замість запровадження численних поправкових коефіцієнтів на окремі властивості земель і умов застосування засобів механізації він передбачає облік цих властивостей і умов у комплексі, через геотопологічну характеристику ландшафтів і геосистем. Така оцінка ґрунтується на відображенні в даній характеристиці літогенної основи місця розташування та умов обробітку сільськогосподарських угідь.

Геотопологічне оцінювання земель або елементарних ландшафтів полягає у визначенні й передбаченні показників, які характеризують їх якість, врожайність і продуктивність за місцями їх розташування.

Оцінювання умов життя людини при плануванні і створенні нових населених пунктів (біля рудників, на родовищах нафти і газу, вздовж споруджуваних залізничних магістралей і т. ін.), зон відпочинку, курортів і багатьох інших об'єктів життєзабезпечення треба давати відносно їх розміщення, залежно від регіональної чи



місцевої фоновій геолого-географічній обстановки і її найважливіших властивостей – забезпеченості теплом і вологою.

В оцінюванні умов життя людини у високих широтах головним є аналіз геотопологічних параметрів, що визначають розподіл і перерозподіл тепла. Вони характеризують інсоляційну, циркуляційну, а також гравітаційну експозиції.

В аридних або, навпаки, дуже зволжених областях домінує аналіз тих геотопологічних характеристик, що обумовлюють розподіл вологи. В такому разі слід орієнтуватися на загальні уявлення про зміну зволоженості в геосистемі при переході від одного елементарного ландшафту до іншого.

Перехід від загальних уявлень до конкретного оцінювання зволоження належить здійснювати в результаті «простежування потоків», геотопологічної інтерполяції й екстраполяції, базуючись на результатах вимірів (модуля поверхневого стоку, рівня ґрунтових вод, вологості ґрунтів, потужності снігового покриву тощо) у репрезентативних точках.

Найбільш контрастно геотопологічні оцінювання розрізняються для гірських ландшафтів. Стосовно останніх вони мають проводитися з врахуванням можливого впливу на людину катастрофічних гідро- і літодинамічних процесів – сходу лавин, селевих потоків, зсувів, осипів і т. ін. Загальні уявлення про небезпеку проживання людини в гірських ландшафтах зводяться до оцінки геотопологічного ризику.

Конкретизація уявлень про ризик, їх корекція й чітко адресоване оцінювання вимагають, природно, не тільки прямого вимірювання в репрезентативних точках і непрямих визначень динамічних параметрів через геотопологічні показники, які характеризують гравітаційну експозицію в кожному елементарному ландшафті, але й ретельного вивчення зв'язків між останніми і відбитими в них показниками його літогенної основи.

Комплексне геоecологічне оцінювання елементарних геосистем особливо актуальне під час продажу або передачі земель у багаторічну оренду і постійне користування. Воно має зводитися до бонітування, складання кадастрів, екологічної паспортизації, щоб планувати далі раціональне природокористування.



5.4.2. Геоекологічне прогнозування

Прогнози, що їх складають у ході спеціальних ландшафтно-геоекологічних досліджень, своїм змістом, обґрунтованістю і технологією значно відрізняються від прогнозування, здійснюваного в результаті ландшафтного моніторингу з його ретроспективними, інвентаризаційними і режимними багаторазовими спостереженнями.

Прогнози, складені за результатами моніторингу, мають тільки хронологічний характер. Переважно вони засновані на часовій екстраполяції – умовному продовженні в майбутньому тенденцій розвитку тих чи інших явищ (забруднення, солонцювання, водної ерозії або дефляції ґрунтів та ін.), встановлених на початку і в кінці спостережень. Прикладом може слугувати прогнозування часу, за який концентрація певного шкідливого компонента досягне або перевищить гранично допустимі норми. Обмеженість таких прогнозів полягає в недостатності даних про мінливість природних процесів і, крім того, вона пов'язана з фізичною неможливістю здійснювати моніторинг протягом тривалого часу в усіх репрезентативних ландшафтах досліджуваної території. Це вимагає великої приладної бази, величезних трудових затрат і досить часто вступає в протиріччя з потребою термінового представлення прогнозів замовникам. Крім того, викликає сумніви правомірність часової екстраполяції на значні терміни випередження при малій тривалості спостережень. Не менш важливою є відповідь на запитання: на яку частину ландшафту можна поширити закономірності, виявлені в ході моніторингу на окремих точках спостереження, і сформульовані прогнозні висновки? Оскільки кожна з цих точок має визначену геолого-географічну унікальність, треба виробити чіткі критерії поширення отриманих висновків і виявлених закономірностей у просторі та з'ясувати межі, за якими таке поширення буде неправомірним.

Проблема просторової екстраполяції встановлених тенденцій мінливості екологічної ситуації, а також пов'язаного з нею розміщення репрезентативних точок або станцій спостереження може бути вирішена тільки при поєднанні моніторингу з ландшафтно-геоекологічними дослідженнями. Досліджуючи, можна застосовувати різні за тривалістю спостереження динаміки тих чи



інших природних і антропогенних процесів, а тим самим підвищувати точність та обґрунтованість екологічних прогнозів. Це можна робити й автономно, без елементів моніторингу (у тому числі літомоніторингу), складаючи прогнози хроно-хорологічного характеру. Ландшафтно-геоекологічні прогнози цієї категорії ґрунтуються на одноразових спостереженнях у репрезентативних точках і полягають у визначенні реакції, яку різні антропогенні впливи викликають в елементарних ландшафтах, однорідних за екологічними властивостями.

У результаті такого прогнозу кожному елементарному ландшафту надається чітко визначене місце в прогнозному ряді стійкості або вразливості щодо відповідного антропогенного впливу – наприклад, щодо швидкості нагромадження шкідливих компонентів.

У зв'язку з цим прогнозується вразливість конкретних елементарних ландшафтів стосовно природного і антропогенно-природного процесів.

Таким чином, хорологічне прогнозування поєднується з геоекологічним оцінюванням, що здійснюється в результаті екстраполяції даних, отриманих у репрезентативних точках, на представлені ними, але безпосередньо не вивчені ландшафти визначених геотопологічних категорій.

Отже, геотопологічна концепція ландшафтно-геоекологічних досліджень передбачає виконувати прогнозування в такій послідовності: хорологічні → хроно-хорологічні → хронологічні прогнози. Прогнози першого виду – це фактично оцінювання сучасних геолого-географічних і екологічних властивостей, притаманних всім – у тому числі конкретно не дослідженим, але зарахованим до тієї чи іншої геотопологічної категорії – елементарним ландшафтам. Цю роботу виконують у рамках вирішення зворотного завдання – геотопологічної екстраполяції.

Ландшафтно-геоекологічні прогнози другого виду полягають у прогнозуванні відносної мінливості екологічної ситуації вже не тільки в просторі, але й у часі під впливом антропогенних, природних і антропогенно-природних факторів та процесів. Ці прогнозування здійснюються для геокомплексів кожного конкретного різновиду в порівнянні з ландшафтами інших геотопологічних категорій, без визначення швидкості і часу

досягнення можливого екологічного стану.

Хронологічні прогнози з різними термінами випередження – це висунувані в результаті ландшафтного моніторингу в репрезентативних точках ґрунтовні судження про «абсолютну» мінливість ландшафтів, доповнені кількісною оцінкою швидкості змін у визначеному несприятливому чи сприятливому напрямках.

Усі три види прогнозування базуються на виявленні місць розташування (інваріантів) елементарних ландшафтів, стійкість яких визначає успадкована ними динаміка. Встановлені геотопологічні показники та їх кореляція з геолого-географічними й екологічними параметрами забезпечують передбачуваність мінливості екологічної ситуації в ландшафтах, дозволяють визначити мінливі в просторі тенденції і швидкості їх розвитку.

Разом з тим слід зазначити, що без вирішення питань, що стосуються просторового аспекту відносин людини з довкіллям, не можна розраховувати на високу ефективність спостереження за динамікою екологічної обстановки і на обґрунтованість хронологічних і хроно-хорологічних прогнозів її мінливості.

ТЕМА 6. ГЕОСИСТЕМНИЙ МОНІТОРИНГ ЯК СКЛАДОВА МОНІТОРИНГУ АНТРОПОГЕННИХ ЗМІН

6.1 Поняття моніторингу антропогенних змін

Відомо, що стан біосфери та екологічних систем різного рівня змінюється під впливом природних і антропогенних чинників. Однак є істотна різниця у наслідках цих впливів: стан біосфери, що змінюється під впливом природних факторів, як правило, повертається до первісного. Зміни температури, тиску, вологості повітря, коливання яких в основному відбуваються в межах постійних середніх значень, сезонні зміни біомаси рослинності й тварин є прикладами природних змін. Середні величини, що характеризують стан біосфери - її кліматичні характеристики, природний склад різних середовищ, кругообіги води, вуглецю й інших речовин, глобальна біологічна продуктивність істотно змінюються протягом дуже тривалого часу (тисяч, іноді навіть сотні тисяч і мільйонів років). Великі рівноважні екологічні системи,



геосистеми під впливом природних процесів міняються також надзвичайно повільно. Ці поступові еволюційні зміни відбуваються тільки за проміжки часу, вимірювані історичними епохами.

На відміну від змін стану біосфери, які викликані природними причинами, її зміни під впливом антропогенних факторів можуть відбуватися досить швидко. Так, зміни, що під впливом господарської діяльності людини у природних екосистемах за останні десятиріччя можуть бути порівняні з деякими природними змінами, що відбуваються протягом тисяч і навіть мільйонів років.

Для того щоб виділити антропогенні зміни на тлі природних, виникла необхідність в організації спеціальних спостережень за зміною стану біосфери під впливом антропогенної діяльності.

Систему повторних спостережень одного й більше елементів навколишнього природного середовища в просторі і в часі, з певною метою, у відповідності із заздалегідь підготовленою програмою, було запропоновано називати *моніторингом* (Munn R.E., 1973).

Термін „моніторинг” було запропоновано перед проведенням Стокгольмської конференції ООН з питань охорони навколишнього природного середовища (Стокгольм, 5-16 червня 1972 р.). Перші пропозиції з приводу такої системи були розроблені експертами спеціальної комісії Наукового комітету із проблем навколишнього середовища в 1971 р. Згадування про цю систему можна знайти в рекомендаціях Стокгольмської конференції; основні елементи моніторингу описані в роботі Р. Манном (1973). Сам термін „моніторинг”, вочевидь, з’явився на противагу (або у розвиток) терміну „контроль”, у трактування якого включалося не тільки спостереження й отримання інформації, але й елементи активних дій - елементи керування.

Ю.А. Израель (1974) конкретизував зміст запропонованого терміна „моніторинг” так: „Моніторингом правильніше називати систему спостережень, що дозволяє виділити зміни стану біосфери під впливом людської діяльності”. Таке визначення моніторингу підтримав академік І.П. Герасимов (1975).

Висловлюючись більш точно, таку систему варто називати *моніторингом антропогенних змін навколишнього природного середовища*. У спільній роботі Ю.А. Израеля та Р. Манна (1984) викладені погоджені погляди на моніторинг антропогенних змін



стану природного середовища й відновлюваних ресурсів. Треба відмітити, що система моніторингу антропогенних змін природного середовища - не якась принципово нова система, що вимагає організації мережі нових пунктів спостережень, комунікацій, центрів обробки інформації та ін. Вона входить як складова до універсальної системи спостережень і контролю стану навколишнього середовища.

Для забезпечення функціонування системи спостережень і контролю стану навколишнього природного середовища, що дозволяє виділити зміни, викликані антропогенними причинами, необхідна детальна інформація про природні коливання й зміни стану середовища. Реалізація моніторингу передбачає одержання (або наявність) такої інформації.

Моніторинг антропогенних змін включає такі основні напрями діяльності:

- спостереження за факторами, що впливають на навколишнє природне середовище, і за станом середовища;
- оцінку фактичного стану природного середовища;
- прогноз стану навколишнього природного середовища й оцінку цього стану.

Таким чином, моніторинг - це система *спостережень, оцінки й прогнозу* стану природного середовища, що не включає керування якістю навколишнього середовища. Однак очевидно, що для правильної організації керування якістю навколишнього природного середовища необхідною умовою є організація системи моніторингу.

Отже, моніторинг є багатоцільовою інформаційною системою. Його основні завдання: спостереження за станом екосистем різного рівня, оцінка й прогноз їх стану; визначення ступеня антропогенного впливу на навколишнє середовище; виявлення факторів, джерел, а також ступеня їхнього впливу.

Таким чином, спостереження за станом навколишнього природного середовища повинні включати спостереження за джерелами й факторами антропогенного впливу (в тому числі джерелами забруднень, випромінювань і т. ін.), за станом елементів геосистем, в тому числі за реакціями живих організмів на вплив та за зміною їх структурних і функціональних показників. При цьому дуже важливим є отримання даних про первісний (або фоновий)



стан компонентів геосистем. Зазначений підхід охоплює спостереження за всім циклом антропогенних впливів - від джерел впливу до впливу та реакції окремих природних середовищ і складних екологічних систем.

Оцінка стану природного середовища має на увазі всебічний аналіз стану, викликаного впливом різних факторів у різних середовищах, які можуть діяти одночасно і посилювати ефект впливу. Так, якщо розглядати вплив на біотичну складову геосистеми, то, напевне, екологічний збиток залежить від того, якого впливу, з якою інтенсивністю, яка кількість організмів (і яких) буде зазнавати даного впливу. Для комплексної оцінки стану природного середовища й виявлення динаміки цього стану одночасно повинні вестися метеорологічні, гідрологічні й біологічні спостереження, що дозволяють правильно інтерпретувати й виділяти антропогенні зміни на тлі природних процесів.

6.2. Спостереження за зміною стану біосфери, джерелами й факторами антропогенного впливу в межах геосистем

Комплекс антропогенних факторів, що впливають на стан геосистем, на здоров'я населення, відрізняється різноманітністю - сюди відносяться забруднення природних середовищ хімічними речовинами та сполуками; викиди інертного матеріалу; біологічний, фізичний, у тому числі механічний впливи; вилучення відтворюваних і невідтворюваних ресурсів і т. ін. (Izrael Yu. F., Munn R.E., 1984).

Ще більш різноманітні ефекти (результати) антропогенних впливів, які ведуть до зміни основних елементів геосистем, до геофізичних й екологічних змін значного масштабу. Антропогенні впливи безпосередньо або шляхом зазначених змін впливають на здоров'я й добробут населення, приводять до різних соціально-економічних змін. Внаслідок цього вони потребують ретельного спостереження й послідовного дослідження в рамках системи моніторингу. У табл. 6.1 наведено класифікацію факторів, станів і процесів, за якими повинні здійснюватися спостереження.

Спостереження за локальними джерелами впливів і забруднень, а також за факторами впливів виділені у спеціальний розділ спостережень (розділ А). Такі джерела можуть бути природними



(виверження вулканів, мимовільний вихід газів, нафти та ін.) і антропогенними (викиди від стаціонарних та пересувних джерел, внесення добрив, отрутохімікатів, скиди стічних вод, складування господарсько-побутових та промислових відходів).

Таблиця 6.1

Класифікація факторів, станів і процесів, за якими повинно бути встановлене спостереження в рамках системи моніторингу (за Ю.А. Израелем, 1984)

Розділ спостережень		Класифікація	
А	Джерела та фактори впливу	А.1.	Джерела забруднень та впливів.
		А.2.	Фактори впливу (забруднюючі речовини, випромінювання та ін.)
Б	Стан навколишнього природного середовища	Б.1.	Стан середовища, що характеризується фізичними та фізико-географічними даними.
		Б.2.	Стан середовища, що характеризується геохімічними даними про склад та характер забруднень.
В	Стан біотичної складової біосфери	В.1.	Реакція біоти – відгуки та наслідки: а) в окремому організмі; б) в популяції; в) у спільноті та екосистемі.
Г	Реакція крупних систем та біосфери в цілому	Г.1.	Реакція крупних систем (погода, клімат).
		Г.2.	Реакція біосфери в цілому.
Д	Стан здоров'я та добробут населення	Складає спеціальний розділ моніторингових досліджень.	

Спостереженням за факторами впливів (головним чином антропогенних) повинна бути приділена найбільша увага. Важко



проаналізувати стан середовища, виявити причини змін у ньому без ретельного вивчення факторів впливів - різних забруднюючих речовин, випромінювань і т.д. Спостереження за факторами впливів включені також у розділ спостережень за станом середовища (розділ Б). Це пов'язано з тим, що в деяких випадках вони характеризують стан середовища (наприклад, за геохімічними даними).

Розділ Б включає спостереження за станом і змінами середовища за геофізичними даними, які отримують в результаті систематичних вимірів відповідних параметрів, що характеризують поточний стан середовища. Такі спостереження проводяться рядом геофізичних служб.

Спостереження за стихійними природними явищами катастрофічного характеру (вулканізм, землетруси, цунамі, посухи, урагани, повені, селі, снігові лавини, ерозія ґрунтів і ін.) в основному перебувають у компетенції зазначених служб.

Фізико-географічні дані, включаючи дані про розподіл суходолу й водних об'єктів, рельєф земної поверхні, природні ресурси (мінеральні, земельні, рослинні, водні, фауністичні), народонаселення, урбанізацію та ін., також є важливою інформацією про стан природного навколишнього середовища.

У цей же розділ включені спостереження за станом середовища (і змінами цього стану), які характеризуються геохімічними даними, що охоплюють спостереження за кругообігом речовин у природі, за складом сторонніх домішок в екосистемах (у тому числі радіоактивних речовин), за різними специфічними фізичними характеристиками середовища, включаючи спостереження за шумовим, тепловим, хвильовим забрудненнями та іонізуючим випромінюванням.

До розділу Б відносяться також спостереження за хімічним складом атмосфери, опадів, поверхневих, підземних, морських, океанічних вод, ґрунтів, донних відкладів; рослинністю; тваринним світом. До особливо важливих у системі моніторингу слід віднести спостереження за основними шляхами поширення забруднень.

Розділ В включає спостереження за реакцією біоти на різні фактори впливів і змінами стану навколишнього середовища. До них відносяться спостереження за реакцією і змінами у стані окремих організмів, популяцій, екосистем різного рівня та ін.

Можливі також спостереження за функціональними і структурними біологічними ознаками. До числа функціональних ознак можна віднести, наприклад, приріст біомаси за одиницю часу, швидкість поглинання різних речовин рослинами й тваринами; до числа структурних - чисельність видів рослин і тварин, загальну біомасу. Ці спостереження повинні бути організовані на рівнях окремого організму, популяції, спільноти й екосистеми.

Особливе значення мають спостереження за реакцією людського організму на різні впливи. Моніторинг факторів, пов'язаних зі здоров'ям людини, включає також спостереження й оцінку умов середовища, що впливають на здоров'я людини, поширення різних захворювань і та ін.

Розділ Г включає спостереження за реакцією великих систем (погоди, клімату) і біосфери в цілому. Він включає всю систему спостережень, перерахованих у розділах Б и В (спостережень за станом кліматичної системи вимагають спеціальних узагальнень і оцінок).

Спостереження, побудовані за певною системою для виконання завдань, викладених вище, можуть здійснюватися за фізичними, хімічними й біологічними показниками. Для встановлення динаміки стану біосфери виміри повинні повторюватися через певні інтервали часу, а за найважливішими показниками мають бути безперервними. Система спостережень може бути побудована на основі вимірів на окремих пунктах (наприклад на станціях), включаючи дистанційні спостереження, або на мережі пунктів для отримання інтегральних показників. Саме вони відіграють дуже важливу роль у системі моніторингу. В зв'язку з цим особливого значення набуває використання авіаційних і супутникових засобів і методів.

При розгляді й аналізі результатів моніторингових спостережень важливо виділити зміни стану середовища, реакцію живих організмів на зміни, що відбуваються внаслідок антропогенного впливу. Для цього важливо знати фоновий стан середовища, тобто стан, який було зафіксовано до втручання людини. Цей стан можна частково відновити за результатами спостережень, що здійснювалися тривалий час, а також за даними аналізів складу донних відкладів, льодовикових шарів, що сформувалися до періоду помітного впливу людини на навколишнє середовище.



6.3. Обґрунтування і класифікація моніторингу антропогенних змін

При здійсненні моніторингу стану геосистем необхідна організація мережі спостережень за найбільш важливими факторами впливу та показниками стану середовища. Залежно від конкретного завдання моніторингу ці фактори й показники можуть змінюватися.

На підставі даного раніше визначення основні завдання моніторингу стану геосистем можна сформулювати в такий спосіб: з одного боку, це спостереження за станом геосистеми, оцінка й прогноз змін її стану, викликаних антропогенним впливом; з іншого боку, це визначення ступеня такого впливу (з виявленням антропогенних ефектів) і виявлення джерел та факторів впливу.

Для вирішення цих завдань необхідно насамперед визначити фактори, що викликають найбільш серйозні, довгострокові зміни у навколишньому природному середовищі (і джерела таких впливів), а також виявити елементи геосистеми, що зазнають найбільшого впливу (найбільш чутливі), а також ключові елементи, ушкодження яких може призвести до руйнування геосистеми.

Найвищий пріоритет при організації моніторингу мають спостереження за впливом природних та антропогенних чинників на людину.

Підходи щодо встановлення пріоритетів при організації моніторингу було запропоновано Ю.А. Израелем (1976). Так, якщо йдеться про території, то вищий пріоритет надається містам, зонам, в межах яких розташовані джерела питних вод, і місцям нерестилищ риби; серед середовищ - атмосферному повітрю й прісноводним водоймам. Серед інгредієнтів найвищий пріоритет надано: для атмосферного повітря - пилу, двоокису сірки, важким металам (ртуть), окису вуглецю, окислам азоту, бенз(а)пирену й пестицидами; для водного середовища – біогенним речовинам, нафтопродуктам, фенолам; серед джерел забруднення у містах - автомобільному транспорту, тепловим електростанціям, підприємствам кольорової металургії й та ін.

Згідно з методом, за допомогою якого визначалася пріоритетність для моніторингу забруднень спочатку були обрані деякі критерії для визначення пріоритетності, основані на властивостях забруднювачів і можливості організації вимірів. У



скороченому вигляді критерії мають такий вигляд:

1. Розмір фактичного або потенційно можливого ефекту впливу на здоров'я й благополуччя людини, на клімат або екосистеми (суходільні й водні).
2. Схильність до деградації в навколишньому природному середовищі й нагромадження в організмі людини та харчових ланцюгах.
3. Можливість хімічної трансформації у фізичних і біологічних системах, у результаті чого похідні речовини можуть виявитися більш токсичними та шкідливими, ніж початкові.
4. Мобільність, рухливість.
5. Фактичні або можливі тренди (тенденції) концентрацій у навколишньому середовищі й (або) організмі людини.
6. Частота й (або) величина впливу.
7. Можливість вимірів на даному рівні в різних середовищах.
8. Значення для оцінки становища в навколишньому природному середовищі.
9. Придатність із погляду загального поширення для рівномірних вимірів у глобальній і субрегіональній програмах.

Велика кількість забруднень може бути оціненою в балах (від 0 до 3) за кожним з вироблених критеріїв. За найбільшими сумами балів були визначені пріоритети (чим вища сума, тим вищий пріоритет). Знайдені в такий спосіб пріоритети потім були розбиті на вісім класів (чим вищий клас, тобто менший його порядковий номер, тим вищий пріоритет) із зазначенням середовища й типу програми вимірів (імпактний (І), регіональний (Р) і базовий (Б), глобальний (Г)). Нижче наводиться таблиця 6.2, в якій представлено класифікацію пріоритетних забруднюючих речовин за класами пріоритетності та типи програм вимірювань.

6.4. Особливості геосистемного моніторингу

Спочатку моніторинг передбачав отримання даних про вплив антропогенних факторів на водне і повітряне середовища, але згодом вчені дійшли висновку, що спостереження треба вести не за окремими, а за всіма компонентами природного середовища, які змінюються під впливом діяльності людини (Ю. А. Ізраель, 1979).



Класифікація пріоритетних забруднюючих речовин за класами пріоритетності (за Ю.А. Израелем, 1984)

Клас пріоритетності	Забруднююча речовина	Середовище	Тип програми вимірювань
I	Двоокис сірки + завислі частки	Повітря	I,Р,Б
	Радіонукліди ($^{90}\text{Sr} + ^{137}\text{Cs}$)	Їжа	I,Р
II	Озон	Повітря	I,Б (стратосфера)
	ДДТ та інші хлорорганічні сполуки	Біота, людина	I,Р
	Кадмій та його сполуки	Їжа, людина, вода	I
III	Нітрати, нітрити	Питна вода, їжа	I
	Окисли азоту	Повітря	I
IV	Ртуть та її сполуки	Їжа, вода	I,Р
	Свинець	Повітря, їжа	I
	Двоокис вуглецю	Повітря	Б
V	Окис вуглецю	Повітря	I
	Нафтовуглеводні	Морська вода	Р,Б
VI	Флуориди	Свіжа вода	I
VII	Азбест	Повітря	I
	Миш'як	Питна вода	I
VIII	Мікротоксини	Їжа	I,Р
	Мікробіологічне забруднення	Їжа	I,Р
	Реактивні вуглеводні	Повітря	I

Особливе місце при цьому посідає екологічний моніторинг, який є найбільш універсальним і охоплює питання біологічного та геофізичного моніторингу у тісному взаємозв'язку. Це особливо



важливо, коли спостереження здійснюються на рівні екосистем.

Є різні підходи щодо класифікації моніторингу. І. П. Герасимов (1975) поділяє його на три рівні:

- перший – біоекологічний (санітарно-гігієнічний) моніторинг, що полягає у спостереженнях за станом довкілля в плані його впливу на стан здоров'я людини;

- другий – геосистемний (геоекологічний, природо-господарський) моніторинг, який передбачає спостереження за змінами природних екосистем та перетворенням їх на природно-технічні;

- третій – біосферний моніторинг, який охоплює спостереження за параметрами біосфери у глобальному масштабі.

У 1975 році І. П. Герасимов обґрунтував геосистемний (комплексний) моніторинг і запропонував розуміти геосистему як «територію будь-якого розміру, в межах якої окремі природні компоненти, змінені в тій чи іншій мірі діяльністю людини (а іноді й створені нею технічні споруди) перебувають у системному зв'язку одне з одним». Таким чином, поняття «комплексний моніторинг» означає «діяльність, спрямовану на спостереження і стеження за станом геосистем з різним рівнем участі людини у процесі формування їх структур і функціонування з метою оцінки (контролю), прогнозу та управління цим станом».

Свого часу сутність геосистемного моніторингу сформулювали в Інституті географії АН СРСР як «спостереження за взаємодією (взаємним впливом) природи і людської діяльності у процесі природокористування; мета цього спостереження – виявляти зміни як у природі, так і в господарстві та населенні, щоб регулювати ці стосунки в інтересах суспільства». Отже, геосистемний (комплексний) моніторинг має на меті дати можливість здобувати достовірні дані про зміни, що відбуваються в екосистемах, які досліджуються в цілому.

Передбачається, що при організації геосистемного моніторингу належить проводити спостереження як на заповідних ділянках, так і на землях, що використовуються й зазнають антропогенного навантаження. Заповідна зона має бути еталоном, порівняно з яким можна виявити зміни, що відбулися у зоні антропогенного впливу.

І. П. Герасимов підкреслював, що у процесі реалізації геосистемного моніторингу в якості його розділів можуть



функціонувати окремо самостійні моніторинги, спрямованість яких зумовлена поставленим завданням. Причому самостійний (окремий) моніторинг може бути локальним (імпактним), що включає спостереження за окремими компонентами природного середовища, які зазнають впливу місцевого значення (забруднення води, повітря, ґрунту певним підприємством та ін.). У такому разі пункти спостережень локального моніторингу мають бути передусім біля джерел забруднення.

Особливо важливим з точки зору практичних дій при організації моніторингу на різних рівнях з будь-якими цілями є моніторинг забруднюючих речовин в різних середовищах, який включає:

- моніторинг приземного і верхнього шарів атмосфери;
- моніторинг атмосферних опадів;
- моніторинг гідросфери, в тому числі поверхневих вод суходолу (річок, озер, водосховищ), вод океанів, морів та підземних вод;
- моніторинг літосфери, насамперед ґрунтового покриву.

При реалізації геосистемного моніторингу він перекликається з моніторингом факторів впливу та моніторингом джерел забруднення. Наприклад, моніторингом належить охопити передусім найшкідливіші фактори впливу – токсичні речовини, найстійкіші й найбільш мобільні, з врахуванням похідних продуктів, що утворюються під час розпаду і є небезпечними при сполученні з іншими речовинами. Окремо виділено моніторинг радіоактивних ізотопів у довкіллі.

Серед джерел впливу перш за все слід виділяти зосереджені стаціонарні (димарі промислових підприємств та ін.), зосереджені пересувні (транспорт) та просторові (розосереджені) – сільськогосподарські угіддя, селітебні зони.

Геосистемний моніторинг обґрунтовується і реалізується згідно із загальноприйнятими правилами та методиками.

ТЕМА 7. УПРАВЛІННЯ ГЕОСИСТЕМАМИ

Перехід до сталого розвитку став об’єктивною необхідністю, значення якої вже не викликає заперечень. Громадськості вдалося домогтись визнання відповідальності нинішніх поколінь перед



прийдешніми.

Інтенсивний розвиток світової економіки призвів до деградації природних геосистем та поглиблення взаємодії природи і суспільства в процесі природокористування. Подальший потужний розвиток виробництва призводить до різкого антропогенного навантаження на геосистеми та виникнення складних еколого-економічних проблем.

Велике значення в забезпеченні стратегії сталого розвитку території набуває екологічно обґрунтоване управління процесами, що відбуваються у геосистемах, та їх прогнозування.

Україна має багатий природно-ресурсний потенціал, володіє унікальними природними умовами, має розвинуту індустрію, інфраструктуру та високоосвічене населення. Все це може скласти фундамент забезпечення її сталого розвитку.

Однак методи і практика господарювання останніх років сприяли зростанню антропогенного і техногенного навантаження на геосистеми та призвели до деградації більшості їх компонентів.

Екологічну ситуацію, яка склалася нині в Україні можна охарактеризувати як кризову, а відбувається це через нехтування об'єктивних законів розвитку і відтворення природно-ресурсного потенціалу території. Скорочуються бюджетні витрати на охорону довкілля, не фінансуються цільові екологічні програми та затягується прийняття нових природоохоронних законодавчо-нормативних актів.

7.1. Теоретичні аспекти управління

Управління - це свідомий, цілеспрямований та активний вид людської діяльності.

У сучасній теорії управління відомі два найважливіші аспекти управління: інтелектуальний (затрата розумових зусиль) і вольовий (вольові управлінські зусилля). Звідси у визначеннях цього поняття завжди, прямо чи опосередковано, вказується, що управління спрямоване на організацію і впорядкування об'єкта, яким ми хочемо керувати.

Управління має такі відносно самостійні і логічно послідовні елементи:

- 1) збирання і систематизація інформації;



2) вироблення, обґрунтування і прийняття рішення;

3) перетворення рішення на різні форми команд (усна, письмова) та забезпечення його виконання;

4) аналіз ефективності прийнятого рішення й можливе наступне його коригування.

Управління природною системою, складовими якої є елементи з усіх компонентів природного середовища — об'єкт управління і сукупність органів виконавчої влади, місцевого самоврядування, громадськість — суб'єкт управління, водночас становить управлінський процес — як «по вертикалі», так і «по горизонталі».

У свою чергу, кожна система управління також впливає на навколишнє середовище, подаючи на виходи системи інформацію та продукт функціонування системи (послуги, інформація).

Схема управлінських зв'язків у системі управління представлена на рис.7.1.

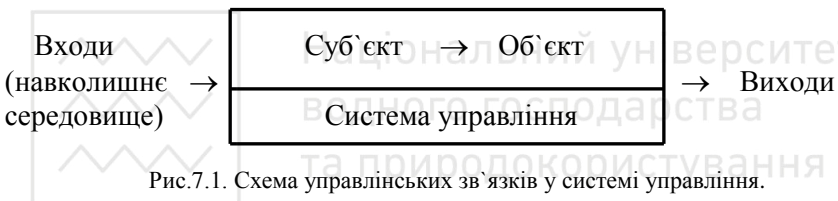


Рис.7.1. Схема управлінських зв'язків у системі управління.

Для відкритої системи характерна взаємодія з навколишнім середовищем через входи і виходи. Через входи навколишнє середовище впливає на систему, а через виходи система впливає на навколишнє середовище.

В основу управлінської діяльності «по вертикалі» покладено принцип підпорядкованості нижчих органів вищим. урядові розпорядження, накази органів вищої ланки є обов'язковими до виконання для нижчих ланок, їх реалізація і в разі невиконання чи неналежного виконання досягається через застосування примусових заходів. Зокрема, начальник Державної служби притягує до дисциплінарної відповідальності керівників структурних підрозділів, інших працівників.

Управлінський процес „по горизонталі” утворюється між органами, які організаційно не залежать один від одного і взаємодіють у межах наданих прав. Це, зокрема, стосується взаємовідносин органів державної влади й громадськості. Громадське управління в галузі охорони навколишнього



природного середовища здійснюється громадськими об'єднаннями й організаціями, якщо така діяльність передбачена їхніми статутами, зареєстрованими відповідно до законодавства України.

Проблему вдосконалення управління елементами геосистем слід розглядати у двох площинах: функціональній і структурній.

Державне управління, включаючи екологічну експертизу, аудит і моніторинг навколишнього середовища, найбільш чітко проявляється в його функціях (функціях управління).

Визначимо функцію управління як відносно самостійну складову управлінської діяльності, в якій виражений владно-організаційний вплив суб'єкта управління, спрямований на забезпечення життєво важливих потреб взаємодіючого з ним і адекватного йому об'єкта управління. Це поняття функції управління притаманне всім взаємопов'язаним геокомпонентам.

Управління геосистемами, на практиці, здійснюється через такі функції: встановлення мети, планування, розробку та прийняття рішень, реалізацію (організацію виконання) рішень, оперативний вплив на об'єкт управління, координацію, облік та контроль. Із них найважливіші і найскладніші — організація та координація, а визначення мети є початковим принципом усякого управління.

Якщо розглядати процес управління у перспективі, то виявиться, що будь-яка організація своєю діяльністю спрямована в майбутнє, прагне досягти певного реального стану.

Управління природними і соціоприродними системами відрізняється від управління в технічних чи біологічних системах тим, що вплив суб'єкта на об'єкт управління здійснюється встановленням перед останнім цілей діяльності.

Ціль управління відіграє роль конкретного стандарту, з яким порівнюють фактично досягнуті результати. Цілі повинні бути реальними, зрозумілими, визначеними кількісно, розмежованими в часі і просторі. В кінцевому підсумку цілі зумовлюються суспільними відносинами. Однак, рухаючись сходами ієрархії управління, глобальна мета конкретизується відповідно до специфіки кожного елемента геосистеми. Цілі кожного рівня ієрархії управління встановлюються не раніше, ніж будуть сформовані цілі на більш вищому рівні управління.

У логічній послідовності функцій управління наступне місце після функції "Встановлення мети" посідає функція "Планування".



Це місце функції планування зумовлене як логікою людської діяльності взагалі, так і логікою здійснення процесу управління геосистемами.

Планування в управлінні - це конкретизація цілей управління в системі показників соціально-господарської діяльності та розробка стратегії і тактики цієї діяльності.

З погляду управління функція планування полягає в розробці змісту та послідовності дій для досягнення сформульованих цілей, у тому числі відображених в спеціальних юридичних актах-планах, які виражають зміст державного управління, його специфічну роль як процесу і в яких визначаються попередні цілі, завдання і способи їх здійснення.

Природні процеси та виробничо-господарські, управлінські і організаційні ситуації в геосистемах можуть бути передбачені або виникнути випадково. Це зумовлює потребу втручання в хід процесу, тобто прийняття і реалізації управлінського рішення. Вихід з ситуації може бути здійснений у різні строки, різними шляхами і т.д. Усі ці аспекти мають бути враховані при розробці управлінського рішення.

Отже, управлінське рішення - це сукупний результат творчого процесу суб'єкта та об'єкта управління з вирішення конкретної ситуації, що виникла у зв'язку з функціонуванням геосистеми.

Управлінські рішення як основний засіб впливу суб'єкта на об'єкт управління:

- розробляються на основі наукового пізнання об'єктивних умов розвитку процесів у геосистемах;
- готуються на основі певних принципів та вимог до управлінських рішень;
- мають специфічну технологію й організацію розробки та прийняття;
- передбачають досягнення намічених цілей ефективним використанням ресурсів;
- встановлюють строки для здійснення рішення;
- передбачають результати.

Для того щоб управлінське рішення досягло своєї мети, воно має відповідати ряду вимог: науковій обґрунтованості, цілеспрямованості, визначеності, правомірності, оптимальності, гнучкості і т.д.



Зміст управлінського рішення розкривається в його функціях, які воно виконує в загальній системі управління: скеровуючій, координуючій, мобілізуючій.

Організація в управлінському процесі передбачає створення, реорганізацію об'єктів управління (установ, організацій, територій), налагодження їх функціонального забезпечення (інформаційного, матеріально-технічного тощо).

Після того як сформульовані цілі, сплановано діяльність та прийнято рішення, настає час практичної реалізації. Реалізація управлінського рішення полягає в організації процесу виконання рішення. Цей аспект розгляду поняття "організація" охоплює поняття структурної організації та організації процесу виконання рішення.

Структурну організацію можна порівняти зі скелетом суб'єкта управління. Вона визначає, хто відповідає за певну функцію в загальному організмі геосистеми. Наявність структурної організації є передумовою виконання управлінських рішень.

Організацію процесу виконання управлінського рішення охоплює комплекс дій управлінця з його реалізації. Організація виконання прийнятого рішення залежить від його характеру, виду масштабів здійснення та ін.

Для успішного виконання простих, оперативних рішень потрібно здійснити такі операції та процедури: сформулювати рішення, визначити необхідні ресурси для його виконання, довести рішення до виконавців та проконтролювати виконання.

Документальне оформлення управлінського рішення здійснюється на основі діючих законодавчих та інших правових актів, після чого воно доводиться до виконавців.

Наприклад, якщо говорити безпосередньо про організацію як функцію управління територіями чи об'єктами природно-заповідного фонду як геосистемами чи їх елементами, то її визначено статтями 51-53 Закону України „Про природно-заповідний фонд України” у Порядку створення й оголошення територій та об'єктів природно-заповідного фонду (ПЗФ). Цей порядок визначає три умовні етапи.

На початковому етапі здійснюють підготовку й подання клопотань про створення чи оголошення територій та об'єктів природно-заповідного фонду.



Далі — розгляд клопотань та їх погодження з власниками та первинними користувачами природних ресурсів у межах територій, рекомендованих для заповідання.

Незгода принаймні одного із землекористувачів унеможливорює утворення заповідного об'єкта чи території, зводить нанівець усю попередню виконану роботу. Отже, діяльність щодо погодження, є досить тривалою в часі, потребує значних витрат.

Третій етап передбачає прийняття Президентом України і місцевими радами рішення про створення територій та об'єктів природно-заповідного фонду.

У такий спосіб юридично оформляється організаційна функція управління. Тобто Президент України, місцеві ради, як суб'єкти управління, є носіями функції організації в управлінні ПЗФ та здійснюють її.

Погодження клопотань із власниками та первинними користувачами об'єктами геосистем окремі науковці визначають як функцію координації.

Під функцією координації розуміється встановлення й підтримання зв'язків між елементами системи управління.

Функція контролю у державному управлінні полягає в аналізі й порівнянні фактичного стану з вимогами законодавства, плановими завданнями, виявленні відхилень у їх виконанні.

Контроль є однією з важливіших функцій управління, який надає необхідні для планування дані (інформаційного і управлінського характеру). Він полягає в забезпеченні системної перевірки стану розвитку геосистеми. Під час контролю перевіряють виконання планових показників, виявляють наслідки і недоліки виконання завдань. Контроль використовує інформацію і облік як основу.

Статті 35 і 36 Закону України „Про охорону навколишнього природного середовища” визначають два види контролю (державний і громадський) за дотриманням режиму територій, елементів і об'єктів геосистем, а також за станом довкілля.

Державному контролю підлягають використання й охорона земель, надр, поверхневих і підземних вод, атмосферного повітря, лісів та іншої рослинності, тваринного світу, морського середовища та природних ресурсів територіальних вод, континентального шельфу та виключної (морської) економічної зони, природних територій та об'єктів, що підлягають особливій охороні, стан



навколишнього природного середовища, а також дотримання заходів біологічної і генетичної безпеки щодо біологічних об'єктів навколишнього природного середовища при створенні, дослідженні та практичному використанні генетично модифікованих організмів у відкритій системі.

Одним із визначальних факторів здійснення державними і громадськими органами повноважень щодо контролю є функція моніторингу та обліку. Вона пов'язана зі збиранням, передачею, зберіганням, реєстрацією і групуванням даних про управлінську діяльність.

З метою забезпечення збору, обробки, збереження та аналізу інформації про стан компонентів геосистем, прогнозування його змін та розробки науково обгрунтованих рекомендацій для прийняття ефективних управлінських рішень в Україні створюється система державного моніторингу навколишнього природного середовища.

Природоохоронні закони і кодекси України визначають кадастр територій, об'єктів, природних ресурсів та елементів геосистем як систему необхідних і достовірних відомостей про природні, наукові, правові та інші характеристики цих територій та об'єктів, що входять до складу геосистем.

Також зауважимо, що всі функції управління геосистемами органічно між собою пов'язані і, як правило, виникають унаслідок виконання попередніх управлінських дій, тобто мають причинно-наслідковий характер.

Щодо структурованого управління світовий досвід знає кілька найбільш прийнятих структур управління і, відповідно, видів управління.

Існують дві основні структури управління - лінійна та функціональна, а все інше різноманіття існуючих структур є результатом комбінації цих двох основних типів (лінійно-функціональна, лінійно-штабна, програмно-цільова, матрична, дивізіональна).

Управління з лінійною структурою передбачає надходження розпорядження від одного органу (начальника) до іншого за ієрархією „згори донизу”. Для керівника кожного ієрархічного рівня важливо підібрати оптимальну кількість підпорядкованих одиниць, якими можна було б ефективно керувати.



Але, наприклад, виконання суто адміністративних функцій не забезпечить бажане ведення кадастру компонентів геосистем. Саме лінійна підпорядкованість рядових виконавців вищому керівництву у цьому разі є неприпустимою. Такий стан речей можна пояснити в першу чергу специфікою самої роботи щодо ведення кадастру: аналіз, узагальнення інформації, оперування нею, оновлення та модифікація початкових даних.

Тому основним недоліком цієї форми організаційної структури є занадто складна процедура з прийняттям рішень. Останні надходять згори донизу, а по дозвіл на кожен крок у провадженні слід звертатися „знизу догори” через усю ієрархію керівників.

Лінійна структура управління дуже складна і водночас „флегматична”. Вона повільно реагує на внутрішні й зовнішні зміни, виключає новаторство і творчість.

За функціональної структури управління спільні для кількох підрозділів функції управління адресують одному органу (підрозділу) або виконавцю. Цей виконавець, чи структурний підрозділ, здійснює однорідні за змістом функції й отримує розпорядження від кількох керівників. Тобто субординація в управлінні здійснюється за функціями.

Позитивом згаданої управлінської форми є те, що виконавчі органи діють, уникаючи дублювання функцій та доводячи виконання їх до найвищої досконалості.

Недоліками функціональної структури управління є відсутність однозначності під час отримання розпоряджень вищестоящих органів, погіршення координації в діяльності, а також зростання складності управлінського процесу.

Управлінські рішення за лінійно-функціональної структури розробляють висококваліфіковані й досвідчені спеціалісти вищої ієрархії, а розпорядження віддаються лінійними каналами. В основі всіх названих вище форм закладено принцип, відповідно до якого у кожного підпорядкованого органу існує лише один керівник.

У програмно-цільовій структурі управління для узгодження діяльності окремих підрозділів, що виконують певні завдання, створюється єдиний координаційний центр. Керівники цих підрозділів отримують завдання від вищого керівництва і звітують перед ним.



Матрична структура управління передбачає підпорядкованість нижчого органу кільком вищим, кожен із яких відповідає за різні види діяльності. Для цієї структури характерне поєднання лінійної, програмно-цільової та функціональної форм.

За дивізіонального менеджменту бачимо поєднання процесу управління за кінцевим результатом і регіональним принципом. Стратегічні рішення у визначеній сфері діяльності приймає при цьому вище керівництво.

Головними складовими цієї форми управління є відділи, які наділені оперативною самостійністю, вступають у договірні відносини один з одним і на основі отримання прибутків організовують свою діяльність на принципових засадах самозабезпечення, самофінансування, самоокупності (і, можливо, самоуправління), а також матеріальної зацікавленості, економічної свободи й відповідальності, тобто вони є госпрозрахунковими.

Зокрема, таким елементам геосистем як об'єкти природно-заповідного фонду, а саме спеціальним підрозділам у складі бюджетних установ пропонується надавати платні рекреаційні послуги, що не пов'язано, зрозуміло, з виконанням функцій держави.

У функціональній і частково лінійно-функціональній структурах управління фактично перекриваються (інтерферують) функціональний і структурований типи управління, формуючи таким чином управління інтегроване, структуровано-функціональне.

Взагалі, поділ на функціональний і структурований типи управління в певній мірі умовний. Бо будь-який управлінський процес, що здійснюється за основними (названими вище) функціями є функціональним. Якщо брати до уваги функції нижчого порядку, що складають елементи відповідних управлінських структур, управління, за структурою, буде функціональним, або лінійно-функціональним.

Управління можна розглядати і в часовому вимірі. У такому випадку воно включає цілу низку логічно послідовних операцій, зокрема: збирання, систематизація (обробка) та передача інформації; підготовка (обґрунтування) і прийняття рішення; трансформація рішення в різні форми команд (усна, письмова тощо); забезпечення виконання управлінського рішення; аналіз



ефективності прийнятого рішення та можливе наступне його коригування.

Підсумовуючи вищевикладене, визначимо державне управління в галузі організації, охорони й використання геосистем, як здійснювану відповідно до чинного законодавства організаційно-розпорядчу діяльність органів виконавчої влади, наукових установ, громадськості з метою забезпечення раціонального, ефективного та екологічно безпечного функціонування їх компонентів і об'єктів.

7.2. Визначення цілей управління геосистемами та шляхів їх досягнення

Для визначення цілей має бути з'ясовано якомога більше про існуючу та потенційну природну цінність геосистеми або її визначеного елемента. Незалежно від цільового призначення території кожен крок вимагає ретельного планування.

Для того, щоб якомога краще використати можливості управління та відновлення території, потрібно дотримуватися поетапної схеми (рис 7.2).

Деякі геосистеми матимуть вищий природний потенціал, аніж інші, в залежності від таких чинників (Ф. Бенстід та ін., 2005):

1. Оцінка статусу/форми власності:

- Опис території;
- Сучасні та минулі методи управління територією;
- Масштаб бажаного посилення природної цінності.

2. Характеристики території:

- Розмір;
- Природна цінність у минулому;
- Існуюча та потенційна природна цінність;

Існування вразливих елементів геосистем, угруповань та окремих видів;

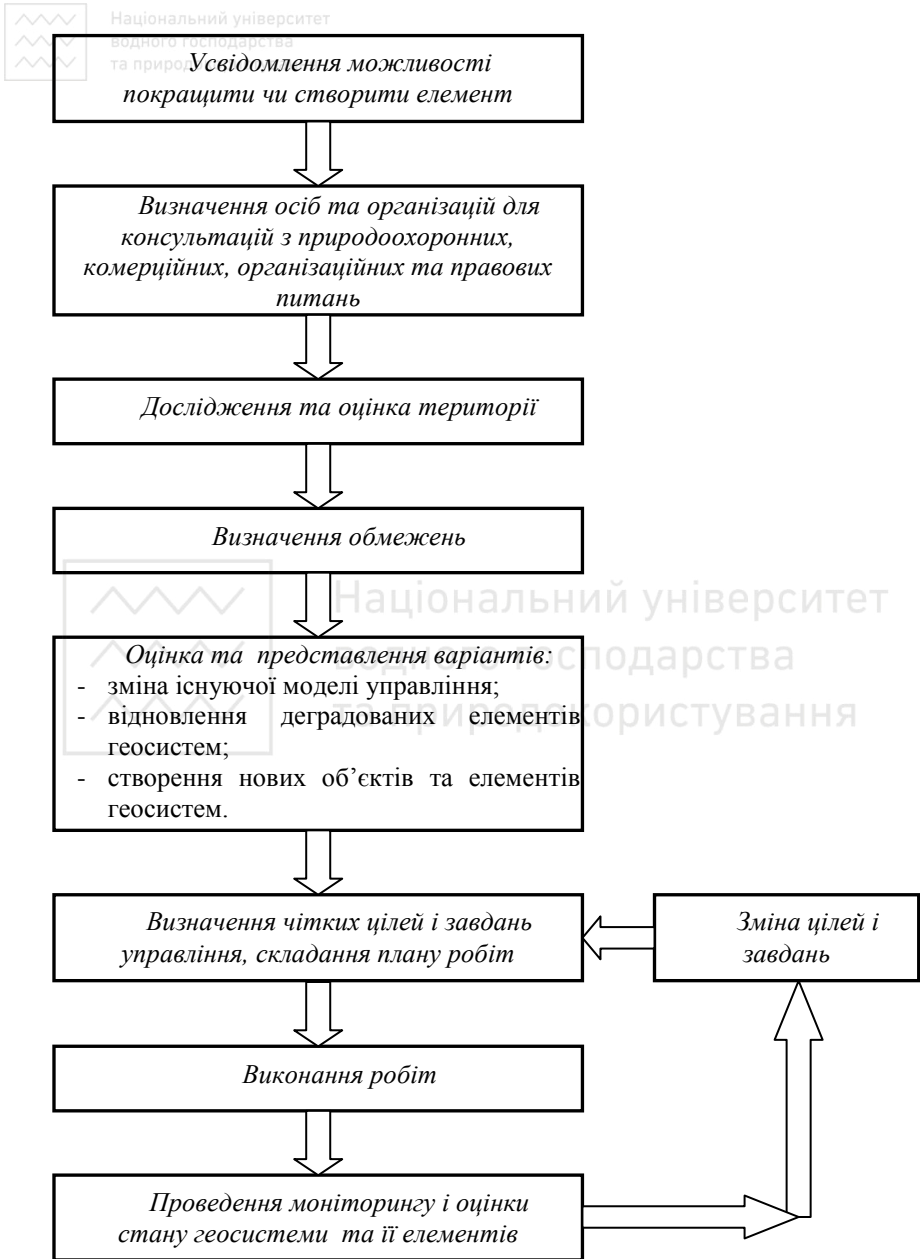


Рис. 7.2. Етапи оптимізації управління.



- Наявність асоційованих біотопів, наприклад, стоячі водойми, дренажні канали, лісосмуги;
- Спосіб використання сусідніх територій;
- Тип ґрунтів;
- Водопостачання та інфраструктура;
- Стан атмосферного повітря.

3. Юридичні обмеження:

- Обговорити всі пропозиції з відповідними природоохоронними органами, органами землеуправління та управління водними ресурсами;
- Обговорити всі пропозиції щодо планування з місцевою владою та іншими зацікавленими сторонами.

4. Обмеження (та ресурси) управління:

- Наявність трудових ресурсів та обладнання навичок;
- Потенційні проблеми з надлишком води, її нестачею чи якістю;
- Доступ до території.

Оцінка території важлива для встановлення існуючої природної цінності та визначення потенціалу для поліпшення і відновлення. Також важливо визначити всі юридичні, технічні та фінансові фактори, що можуть обмежувати варіанти з управління. Всі заходи з управління мають бути об'єктом моніторингу, систему якого слід спланувати та забезпечити відповідними ресурсами від самого початку. Можливість внести зміни в модель управління з урахуванням отриманих результатів моніторингу є невід'ємною складовою процесу, що запобігатиме появі непередбачуваних і небажаних впливів.

7.3. Планування управління та відновлення елементів геосистем

Відправною точкою для оцінки будь-якої території є з'ясування існуючого природоохоронного статусу її елементів. Якщо елементи геосистеми вже мають такий статус, потрібно звернутися до відповідної природоохоронної установи, оскільки основні принципи управління для них, як правило, вже встановлені.

Для таких територій законодавством можуть бути передбачені спеціальні вимоги, які необхідно враховувати в подальшому.

Якщо елементи геосистем не мають природоохоронного статусу, обмежень щодо управління буде менше.



Встановлення цінності тих чи інших елементів геосистем для живої природи важливе для того, аби переконатися, що всі запропоновані зміни в управлінні територіями будуть спрямовані на охорону важливих видів, угруповань і біотопів. Державні природоохоронні органи можуть надати інформацію про природну цінність і методи управління, що застосовувалися або застосовуються нині для управління певними територіями.

Неурядові природоохоронні організації також можуть мати цінну інформацію про природоохоронний статус території та її використання. Університети, науково-дослідні інститути та місцеві інформаційні центри можуть володіти відповідною інформацією, наприклад, про перелік видів та історичні події.

Необхідно звертатися до всіх можливих джерел інформації; але тут слід зауважити, що відносно небагато елементів тої чи іншої геосистеми добре описані, тому, можливо, буде складно оцінити якість зібраної інформації, особливо, якщо вона отримана з різних джерел.

Для оцінки сучасного стану біотопів і видів певної території бажано доповнювати існуючу інформацію польовими дослідженнями. Нестача інформації може призвести до завдання ненавмисної шкоди. Допомогу фахівця для дослідження геосистем можна отримати у державних територіальних управліннях екології та природних ресурсів, Державній службі заповідної справи, університетах і науково-дослідних інститутах та в окремих експертів.

Для геосистем, які вже підтримують велике різноманіття живої природи, рідкісних чи зникаючих видів, зміни в управлінні територією повинні розглядатися особливо обережно. Необхідно визначати, чи такі місця збережуть свою природоохоронну цінність за існуючих умов управління, чи деградують і чи потребують вони відновлювальних заходів. Якщо існуючий режим управління територією сприяв покращанню її екологічного стану, розвитку цінних угруповань чи популяцій, його слід підтримувати скрізь, де можливо. Якщо ж, навпаки, очевидним є те, що режим управління призводить до зниження цінності, можна вжити заходів для відновлення території. Як правило, зміни треба впроваджувати поступово і лише на певній ділянці території. Раптові зміни, навіть впроваджені з найкращими намірами, можуть призвести до втрат.

Детальні дослідження є дорогими, проте вони можуть виявитися



важливими для визначення переліку екологічних проблем, наявності рідкісних і вразливих видів. Також корисно зосередитися на видах, які є індикаторами зміни режиму управління територією, наприклад, змін рівнів води, або погіршення стану території (такі лучні види, як пажитниця пасовищна, є індикаторами інтенсифікації сільськогосподарського використання земель, а домінування водоростей свідчить про евтрофікацію водойми). Такі дослідження необхідно проводити також для отримання надійних параметрів моніторингу. Де можливо, використовуючи стандартні методи, необхідно отримати такі кількісні показники, як частота видів у рослинному покриві чи розмір популяції, оскільки таке дослідження можна повторити в майбутньому, наприклад, для моніторингу успішності заходів з управління та відновлення.

Кількість варіантів з управління збільшується на просторіших територіях, на яких можуть підтримуватися більше біотопів і чисельніші популяції. Для невеликих елементів геосистем характерні види та угруповання більш вразливі до згубних впливів зовнішніх факторів і випадкової загибелі (наприклад, внаслідок таких явищ, що спостерігаються на межі біотопів, як перенесення агрохімікатів під час їх розпилення на сусідніх сільськогосподарських угіддях або пожежі).

Розташування території впливає не лише на вибір моделі управління, але й на ймовірність того, що види зможуть її заселити та утворити життєздатні популяції. В Україні як і в усій Європі, навіть там, де збереглися великі площі того чи іншого елементу геосистеми, внаслідок втрати середовищ існування вони все частіше стають ізольованими від потенційних джерел видів-колонізаторів, а фрагментація території та інженерні технічні заходи перешкоджають осіданню діаспор. Ізоляція означає, що заселення території багатьма бажаними видами буде сповільненим, навіть якщо внаслідок управління було створено всі відповідні для них умови. Видам, які не можуть самостійно долати відстані (деякі рослини, риби і багато безхребетних), може знадобитися їх цілеспрямована інтродукція на територію. Проекти з інтродукції необхідно розглядати лише як останній засіб; вони повинні бути ретельно обґрунтовані та відповідати критеріям з інтродукції видів Міжнародної спілки охорони природи.

Для здійснення проектів з інтродукції видів на певній території



необхідно отримати дозвіл уповноваженого державного природоохоронного органу. Розповсюдження видів відображає характерні регіональні відмінності, тому види не повинні бути інтродуковані за межами своїх природних ареалів. Інтродукція видів чи генотипів з інших територій може мати негативний вплив на генетичну життєздатність корінних популяцій. Важливо також упевнитися, що методи управління територією, які підтримують види та угруповання, відповідають географічному розташуванню території. Не всі природоохоронні цілі можна застосувати в усіх регіонах України. Підтримання природних процесів має бути першочерговим завданням. Втім, коли природний режим втрачено, відновлення елементів геосистем часто залежить від відновлення відповідних гідрологічних (наприклад, підвищення чи пониження рівня ґрунтових вод) та ґрунтових умов (зміна кислотності, збільшення вмісту гумусу), а також рослинного покриву.

Юридичні аспекти та аспекти планування необхідно враховувати, коли пропонуються певні вдосконалення управління територією чи відновлювальні заходи. До питань, що ймовірно потребуватимуть розгляду, відносяться управління водними і земельними ресурсами, природоохоронне законодавство, право громадськості пересуватися територією, аспекти планування в регіоні.

Від самого початку слід розглянути ресурсоємність запропонованих моделей управління: оцінити вартість техніко-економічного обґрунтування, всіх необхідних інженерних робіт і подальших рішень з управління. До статей витрат можна віднести такі:

- техніко-економічне обґрунтування, наприклад:
 - гідрологічне дослідження;
 - дослідження агроекологічного стану;
 - дослідження рослинного і тваринного світу.
- одноразові капітальні витрати, наприклад:
 - землевпорядні роботи;
 - протиерозійні роботи;
 - лісонасаджувальні роботи;
 - встановлення устаткування для контролю;
 - закупівля техніки.
- поточне управління;
- витрати на персонал, проведення робіт тощо;



- обслуговування техніки;
- поточні дослідження та моніторинг.

Якими б не були пропозиції щодо управління територією, часто корисно викласти їх обґрунтування та міркування щодо будь-яких робіт у письмовій формі. Це можна оформити у вигляді стислої проектної пропозиції або всеохоплюючого плану з управління. Важливо досягнути консенсусу щодо пропозицій для будь-якої місцевості серед усіх зацікавлених сторін. Це можна зробити шляхом проведення зустрічей з громадськістю. В ідеалі, у планах з управління або проектної пропозиції повинні бути такі розділи:

- опис території;
- оцінка території, що включає основні параметри природоохоронної цінності;
- мету, завдання та обґрунтування;
- детальні рекомендації та шляхи досягнення цілей, включаючи моніторинг;
- бюджет робіт.

Така схема може допомогти при довготерміновому плануванні ресурсів, робочої сили та програм моніторингу, а також дозволяє визначати обмеження в роботі та суперечливі цілі. Багато інформації можна представити у формі карт, діаграм та фотографій.

Додатковою перевагою підготовки плану з управління є те, що необхідні роботи на весь запланований період можна узгодити з державними природоохоронними органами.

7.4. Прийняття рішення при управлінні геосистемами

Управління геосистемами передбачає прийняття рішень. Межі поставлених цілей залежатимуть від фінансових витрат, практичності, юридичних обмежень і пріоритетів організації, що здійснюватиме управління. Деякі елементи, угруповання та види геосистем, наприклад глобально вразливі, розглядатимуться як більш важливі порівняно з іншими. Рідко зустрінеш випадки, коли найбільш результативні природоохоронні заходи є одночасно ще й найдешевшими. Втім багато чого можна досягнути цілеспрямованими заходами з управління.

Перший етап прийняття рішень включає оцінку результатів для визначення найважливіших складових або ділянок території. Як



правило, об'єкти, види та угруповання, що мають національний чи міжнародний природоохоронний статус, повинні бути пріоритетними для природоохоронної діяльності. У деяких випадках пріоритети для охорони певних видів вже встановлені в рамкових документах або місцевих чи регіональних стратегіях з біорізноманіття, наприклад, у планах дій з охорони біорізноманіття. Пріоритети, ймовірно, будуть ранжуватися таким чином:

1. Види та біотопи міжнародного значення.
2. Види та біотопи національного значення.
3. Види та біотопи регіонального значення.
4. Види та біотопи місцевого значення (наприклад, болота, луки, ставки, канали).


Важливо розрізнити управління, спрямоване на відновлення деградованих елементів геосистем, та управління, спрямоване на підтримування або підвищення їхньої існуючої природної цінності. При розгляді проекту з відновлення бажаний кінцевий стан геосистеми встановлюється з історичних записів або за допомогою досліджень залишків фауни та флори місцевості. На повністю занедбаних територіях відновлення має здійснюватися поступово, для того щоб відбувалася зміна рослинності, яка б дозволяла менш мобільним видам мігрувати та пристосовуватися до змінених умов. Як тільки наслідки відновлювальної діяльності стають очевидними, можна розпочати розгляд режиму управління, спрямованого на підтримування існуючого стану території. Час, необхідний на відновлення, залежить від початкового стану геосистеми та поставлених завдань. У таблиці 7.1 наведено приклади можливих варіантів управління геосистемами, що спрямовані на підтримування різних рівнів живої природи. Крім цього, необхідно пам'ятати про унікальність кожної окремої місцевості, а рішення з управління повинні бути тісно пов'язані з потребами кожної окремої території і базуватися на наявній інформації, досвіді керівників проекту та інтересах усіх зацікавлених сторін.

7.5. Управління геосистемами на прикладі вологих лук


Останнім часом серйозне занепокоєння викликає знищення заплавних комплексів та масштабна забудова заплав великих,




Стратегії та варіанти управління геосистемами

Стратегія управління	Можливі варіанти
<i>Території з високою природоохоронною цінністю</i>	
Підтримування існуючого стану. 	Управління водними ресурсами: <ul style="list-style-type: none">• Завжди підтримувати існуючий природний водний режим.• Встановити існуючий режим управління, контактуючи з попередніми користувачами та користувачами сусідніх територій.• Підтримувати інфраструктуру водоконтролю (якщо така існує) і запровадити відповідний режим утримання водних об'єктів. Управління земельними ресурсами: <ul style="list-style-type: none">• З'ясувати існуючий режим управління, контактуючи з попередніми користувачами та користувачами сусідніх територій.• Підтримувати існуючий режим управління територіями.
<i>Території з помірною природоохоронною цінністю та потенціалом для її підвищення</i>	
Поліпшення або модифікування існуючого режиму управління.	Управління водними ресурсами: <ul style="list-style-type: none">• Дослідити можливості повернення до більш природного водного режиму.• Перевірити робочий стан системи контролю рівня води для забезпечення необхідного рівня.• Встановити нове низькозатратне обладнання (наприклад, водоводи з системою гнучких труб) для поліпшення стоку та посилення природного дренажу.



	<p>Управління земельними ресурсами:</p> <ul style="list-style-type: none">• Оптимізувати режим використання земельних ресурсів.• Припинити або обмежити застосування добрив і гербіцидів.
<p><i>Території з обмеженою природоохоронною цінністю</i></p>	
<p>Запровадження реабілітаційної програми.</p> 	<p>Управління водними ресурсами:</p> <ul style="list-style-type: none">• Відновити рівні води шляхом налагодження існуючої або• Встановлення нової системи контролю рівня води, наприклад, дощатних шлюзів, водоводу з системою гнучких труб і насосів, що працюють від вітрового двигуна.• Здійснювати ротацию використання дренажних каналів, розглянути можливість їх посилення шляхом перепрофілювання. За необхідності спорудити нові.• Врахувати необхідність зимового затримання води, наприклад, шляхом спорудження резервуарів або використання природних водойм. <p>Управління земельними ресурсами:</p> <ul style="list-style-type: none">• Знизити інтенсивність використання, наприклад, шляхом запровадження сінозаготівлі.• Припинити або обмежити застосуванні добрив, гербіцидів і пестицидів.• Розглянути варіанти реінтродукції рослин, наприклад, шляхом засівання певних ділянок, висаджування сіянців.



<i>Території з низькою або нульовою природоохоронною цінністю (наприклад, осушені землі та багатолітня оранка)</i>	
<p>Запровадження програми відновлення або створення.</p> 	<ul style="list-style-type: none">• Розглянути можливість запровадження підземної іригації або ліквідації підземного дренажу.• Розглянути можливість відновлення гідротехнічних споруд.• Розглянути можливість відновлення ґрунтового покриву, наприклад, внесення органічних добрив та вапнування.• Розглянути варіант обробки гербіцидами для ліквідації конкуруючих бур'янів.• Спробувати застосувати природну регенерацію розораних земель, що розташовані поблизу необхідних джерел насіння (біотопів).• Відібрати та засіяти або засадити відповідним посівним і посадковим матеріалом.• Розглянути можливість пересадження і насадження багаторічних трав'янистих рослин та цінних порід дерев.• Здійснювати подальше управління територією та моніторинг.

середніх і малих річок України. Відбувається це через послаблення контролю за виконанням вимог природоохоронного законодавства, зокрема Водного кодексу. Геосистеми „Вологі луки” характеризуються великою кількістю низькорослих трав, періодичним затопленням, високим рівнем ґрунтових вод протягом року, а також регулярним господарським використанням, зокрема проведенням сінокосів або випасанням худоби.

Вологі луки України є цінним середовищем існування для місцевих видів рослин, безхребетних, земноводних, плазунів і птахів.



Крім збереження біорізноманіття, вологі луки цінні ще й з інших причин. Вони виконують гідрологічні та хімічні функції, які полягають в пом'якшенні паводків (вологі луки затримують паводкову воду), поповненні запасів ґрунтових вод (акумулюють воду в межах водорозділу), поліпшенні якості води (акумулюють поживні елементи, токсичні сполуки та осади, перешкоджаючи їх надходженню до водотоку).

Для традиційного типу управління вологими луками, що є частиною низькоінтенсивної сільськогосподарської системи, притаманні такі характеристики: відповідний водний режим; регулярне викошування або випасання; невелике або майже відсутнє внесення добрив; відсутність використання гербіцидів та пестицидів; відсутність повторного засівання; наявність низки асоційованих біотопів (каналів, озер, стариць, тимчасових водойм). Тому підтримка саме такого типу управління повинна перебувати в центрі уваги сільськогосподарських програм на цих територіях.

Але перераховані характеристики не відповідають потребам сучасних високоінтенсивних моделей сільського господарства. Процеси інтенсифікації різко змінюють видову конкуренцію (кілька видів, переважно трав, починають домінувати). Таке домінування є результатом надлишку поживних елементів та зниження рівня ґрунтових вод. Частина вологих лук України була деградована або втрачена в результаті зарегулювання річок і проведення повенезахисних заходів, урбанізації та промислового розвитку, видобутку корисних копалин (торфу) та забруднення, особливо евтрофікації, а також змін, спричинених розвитком гідроенергетики.

Починаючи з традиційних методів і до інтенсивного сільськогосподарського використання, екосистеми вологих лук зазнавали змін. Ці зміни відбувалися внаслідок регулювання рівня ґрунтових вод (як правило, його пониженням), застосування добрив та шляхом контролю небажаної рослинності. Це супроводжувалося зменшенням частоти затоплення територій з наступним засіванням полів високопродуктивними травами. Після встановлення насосних систем, як тільки дренажна система стає зарегульованою, можливий розвиток орного землеробства. Така модель інтенсифікації поширена у всій Європі та спричиняє швидкий і негативний вплив на біорізноманіття вологих лук. Відсутність управління також призводить до їх деградації.



Наслідком змін, що відбулися як в аграрній політиці, так і в політичній системі України в цілому, стало занедбання багатьох земель. Через непорозуміння із правом власності на землю та різке зниження поголів'я великої рогатої худоби майже повністю припинено викошування та випасання на заплавах луках. Залишені без управління луки мають значно меншу екологічну цінність і перетворюючись на травостої, де домінують сильні види рослин, поступово трансформуються на чагарники і ліс.

На занедбаних вологих луках поступово змінюється склад не тільки флори, а й фауни. Хоча на луці, що поступово трансформується, з часом можуть зустрічатись цінні та рідкісні види фауни, проте вони вже будуть не характерними для даного типу чи елемента геосистем (Ф. Бенстід та ін., 2005).

Управління вологими луками повинно здійснюватись комплексно і включати в себе управління водними ресурсами, рослинністю, асоційованими біотопами та фауною (рис.7.3).

Вологі луки включають цілий ряд рослинних угруповань, що підтримуються за рахунок природних процесів, викошування і випасання. Управління рослинними ресурсами у формі викошування або випасання худоби необхідне для підтримування практично всіх вологих лук як України так і всієї Європи, оскільки це запобігає вторгненню деревних видів і природній зміні лук лісами.

Ботанічне різноманіття вологих лук є досить різноманітним. Тут трапляються як зникаючі види рослин так і рослинні угруповання, які зустрічаються лише на вологих луках.

Управління рослинними ресурсами, як правило, є частиною сільськогосподарської системи, яка використовує первинну продукцію для забезпечення домашніх трав'янистих тварин або безпосередньо шляхом випасання (пасовища), або шляхом заготівлі корму (сіножаті).

Найбільш природна та сприятлива для біоти вологої луки форма використання – випасання. В Україні на пасовищах випасаються переважно велика рогата худоба і коні, рідше - вівці та кози. Така форма управління переважає на більшості вологих лук. Для випасання на вологих луках необхідно надавати перевагу традиційним для даної місцевості породам худоби.

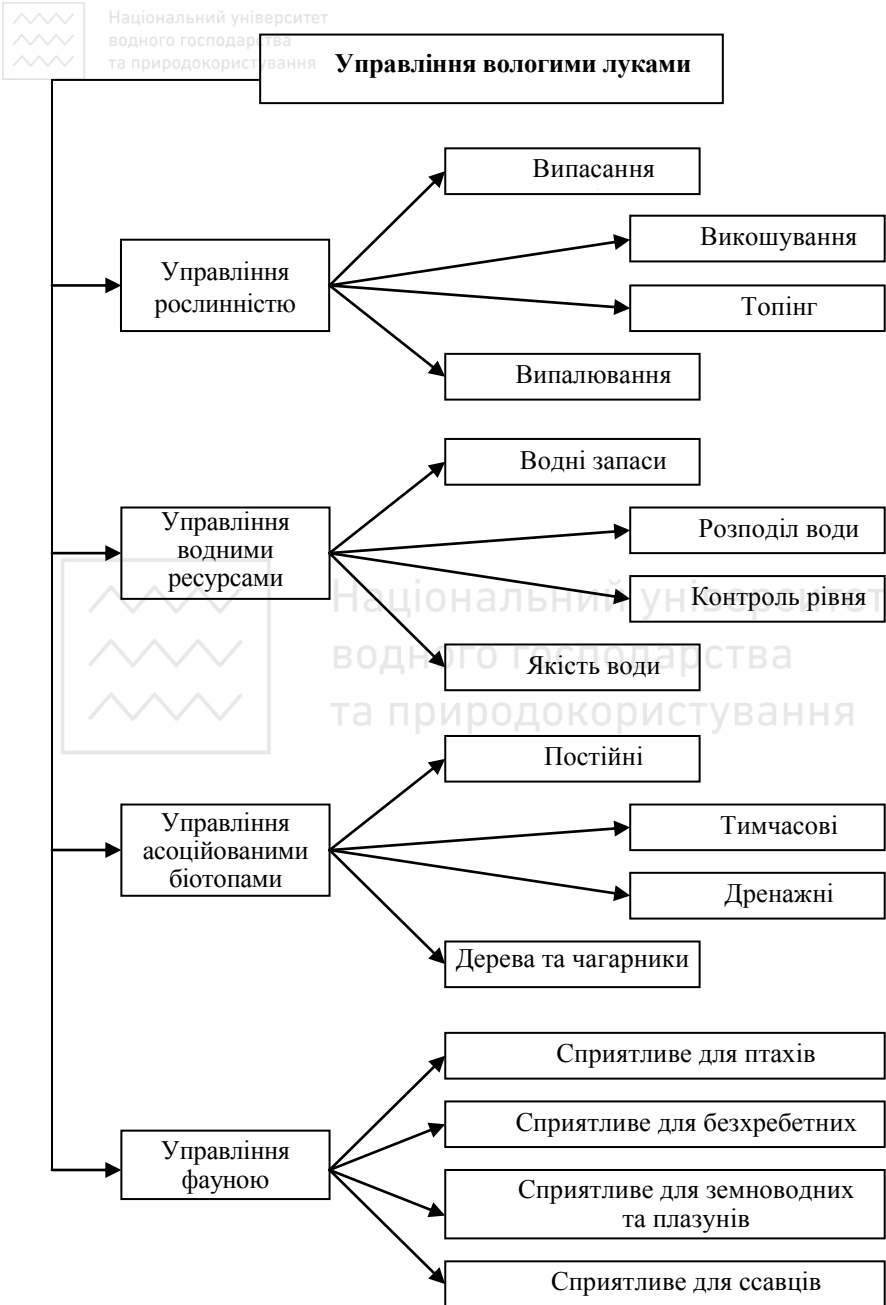


Рис.7.3. Управління вологими луками.



На відміну від сінозаготівлі, вплив випасання на рослинність є вибіркоким і залежить у першу чергу від:

- породи худоби;
- сезону та частоти випасання;
- щільності випасання.

На великих площах доцільно випасати комбінований склад худоби. Всі породи мають різні характеристики випасання (хоча вони перекриваються), що за відповідної щільності дає додаткове структурне різноманіття. Комбінований склад погोलів'я худоби також сприяє зменшенню щільності паразитів та здоров'ю погोलів'я.

Найкраще придатна для випасання на вологих луках худоба, яка призначена для відгодівлі, молодняк, а також корови, що вигодовують потомство. Молочні корови потребують висококалорійного корму, тому рідко підходять для випасання на напівприродних луках. Вони також спричиняють певне порушення режиму управління, оскільки двічі на день тварини переміщуються пасовищем, а також потребують спеціального укриття та місця годівлі.

Режими випасання бувають:

- сезонні;
- постійні (повинні використовуватись за умови низької щільності худоби);
- ротаційні (переміщення худоби територією).

Важливим є правильне визначення пасовищного навантаження. Цей фактор безпосередньо впливає на збільшення природоохоронної цінності лук.

Практика сінокосіння полягає у щорічному викошуванні травостою та сінозаготівлі, а в подальшому, - у випасанні худоби на отавних травах. Ця практика широко розповсюджена у Західній Європі. У Східній Європі отаву прийнято викошувати для отримання сіна. Викосування полягає в зрізанні прямостоячої рослинності та її подальшому видаленні з ділянки для використання як фуражу. На відміну від випасання - викошування не вибіркоким процес і всі рослини скошуюються на одній висоті. З точки зору охорони довкілля, проведення сінокосів - ефективний метод управління вологими луками, відносно простіший у впровадженні порівняно з випасанням худоби.

Втім, без урахування всіх можливих ризиків, не слід



запроваджувати сінокосіння як єдиний метод управління на територіях, котрі раніше використовувалися як пасовища.

Існують переконливі свідчення, які дають підстави стверджувати, що проведення сінокосів, особливо з сінозаготівлею, після випасання худоби на отаві - важливий спосіб підтримання багатого видового різноманіття лучних угруповань. Однак, велике різноманіття рослинних угруповань можна підтримувати й на постійно обкошуваних територіях вологих лук. Але при цьому виникають ризики завдати шкоди фауні. Викошування за допомогою сучасних технічних засобів може зашкодити безхребетним та земноводним, що в свою чергу впливає на популяції птахів і ссавців.

Не існує суворих вимог щодо того, коли і як часто проводити викошування. З точки зору сільгоспвиробника, поживна цінність сіна або силосу загалом вища в ранні сезони проведення викошування. Однак викошування з природоохоронною метою, як правило, відбувається в липні чи серпні. Крім цього, ранньому початку росту рослинності сприяє поліпшений дренаж, внаслідок підвищення несучої здатності ґрунту, дозволяючи раніше проводити викошування за допомогою техніки.

Викошену рослинність вологої луки завжди необхідно видаляти, оскільки це відкриває поверхню дернини для проростання насіння, знижує рівень поживних елементів у ґрунті там, де відбуваються щорічні сінокоси та сприяє розвитку менш продуктивних видів трав і різноманіттю трав'яного покриву. Саме ці фактори необхідно враховувати при прийнятті управлінського рішення.

Втім, управління луками із сільськогосподарськими цілями, не повинно суперечити управлінню, що спрямоване на охорону довкілля.

Топінг полягає у механічному зрізанні жорсткої або надмірної рослинності переважно на тих вологих луках, що використовуються як пасовища, або для контролю бур'янів, наприклад, осоту. Як правило, висота зрізання встановлюється на вищому рівні, ніж під час сінокошу, тому топінг є більш вибіркоким, аніж викошування. Топінг може сприяти деяким видам птахів, зокрема родини качкових. Не слід проводити топінг, якщо в ньому немає потреби, оскільки він може вплинути на різноманіття безхребетних.

На відміну від випасання худоби або (сінокосів, випалювання — більш зручний та економічно вигідний метод видалення значних обсягів жорсткої рослинності на залишених без господарювання



вологих лук. Однак випалювання може завдавати шкоду, особливо розвитку безхребетних. Оскільки випалювання потребує певних навичок, його не слід здійснювати, не маючи відповідного досвіду. Випалювання, проведене у зимовий період, потенційно менш небезпечне з позицій збереження природоохоронної цінності вологих лук.

Тривале існування вологих лук також залежить від підтримування відповідного водного режиму. Тому важливою передумовою успішного управління вологими луками є встановлення водного режиму, що задовольняє потреби ключових видів рослин. Там, де це можливо, необхідно підтримувати природний водний режим. Зрозуміло, що таке управління має полягати у підтриманні природного та сталого повеневого режиму і рівня води. Внаслідок діяльності людини, особливо інтенсивного ведення сільського господарства та захисту від повеней, природний повеневий режим став доволі рідкісним явищем. Протягом ХХ-го століття набуло масштабності осушення вологих лук, поглиблення та спрямлення русла річок, спорудження гребель і дамб. Нині майже не залишилося незмінених річкових систем і вологих лук.

Загальновизнано, що для підтримання біорізноманіття вологих лук необхідне їх затоплення. Такі умови впливають на вологість ґрунту, флори і фауни склад вологих лук та придатність території для розмноження деяких видів.

Для досягнення природоохоронних і сільськогосподарських цілей у сильно зарегульованих системах необхідно вести управління рівнями води та режимами затоплення.

При управлінні водними ресурсами важливо розглянути всі можливі фактори, що впливають на водний режим території, а також заходи, що можуть бути здійснені для штучного відновлення водного та повеневого режиму на деградованих територіях.

Там, де можливо, необхідно зберегти природні процеси, оскільки це суттєво заощадить вартість управління і стане надійною запорукою підтримання біорізноманіття території вологих лук.

Водний режим характеризується такими показниками, як час, тривалість і ступінь затоплення (площа і глибина). Водний режим території залежить не тільки від екологічних факторів, а й від методу управління.

Підтримування відповідного водного режиму включає методи,



що впливають на запаси води та їх розподіл на вологих луках, а також методи контролю рівня води на деградованих територіях.

Важливим фактором підтримання екосистеми вологої луки є адекватний оптимальний водний запас. У природному стані він утворюється за рахунок поверхневого затоплення та ґрунтових вод. Ці обидва джерела залежать від кліматичних умов.

Проте водні запаси були суттєво змінені внаслідок діяльності людини. Ступінь управління водними запасами залежить від: сезонних відмінностей, типу джерела води (ріка, підземні води, опади), конкуренції інтересів водокористувачів, втрат вологи на території (випаровування, просочування, водовідведення тощо).

Водні запаси можуть бути збільшені за рахунок акумулювання вологи протягом зими і її перерозподілу протягом літа та відведення води, переважно від річки, на територію луки.

Практика акумулювання вологи традиційно застосовувалася на територіях як для захисту від повеней, так і для забезпечення сільськогосподарського водопостачання. Втім, встановлення системи для зберігання води може завдати шкоду існуючим біотопам, створюючи загрозу лучній флорі та безхребетним на тих ділянках лук, де вода стоїть тривалий час.

Традиційна система відведення води на територію луки використовується з метою підтримання високого рівня ґрунтових вод для росту трави та напування худоби. Іноді для підвищення рівня ґрунтових вод на території луки може знадобитися спеціальне закачування води, особливо це стосується сильнозарегульованих річкових систем.

На розподіл або рух води вологою лукою впливають такі чинники, як топографія, поверхневі потоки, ґрунтові води, тип і структура ґрунту.

Топографія створює різні режими вологості, які в свою чергу впливають на склад рослинного угруповання.

Поверхневі потоки, що часто контролюються системою каналів, які, в залежності від розташування рівня ґрунтових вод відносно рівня води у каналах, споруджуються як для дренажу, так і для зрошення території. Шлюзи та інші об'єкти контролю рівня води у дренажних каналах можуть регулювати рух води територією.

Характеристика ґрунтових вод є особливо важливою під час створення нової вологої луки.



Тип і структура ґрунту впливають на можливість управління рівнем води на території. Загалом вологість глинистих ґрунтів залежить від поверхневого затоплення, тоді як на рівень ґрунтових вод у торф'яних ґрунтах впливає горизонтальний рух води.

Рівень води вологих лук характеризується співвідношенням між об'ємом води, який надходить на територію, і об'ємом води, що її залишає. На територіях із природним гідрологічним режимом рівень води визначається такими сезонними явищами, як зимові та весняні повені. На рівні води впливають природні чинники, пов'язані з кліматом і сезонністю, а на зарегульованих територіях рівні води регулюються використанням цілого ряду конструкцій та методів. До них відносять насипи та дамби, загати, шлюзи, насоси, поверхневу та ґрунтову іригацію.

Для визначення якості води на вологих луках потрібно провести хімічний аналіз. Крім того, можна використати угруповання рослин або безхребетних, що мешкають у водоймі та є індикаторами якості води.

До загальних чинників, що впливають на якість води вологих лук і асоційованих з ними біотопів, відносять евтрофікацію, солоність та наявність токсичних сполук.

Евтрофікація - надлишкове надходження поживних елементів у результаті витоку добрив, каналізаційних стоків і відходів тваринницьких ферм. Змінений баланс поживних елементів порушує конкурентну взаємодію між рослинними видами трав'яного покриву і асоційованих біотопів, що може серйозно зашкодити природоохоронній цінності території. Поживні елементи можуть надходити на вологі луки у розчиненому вигляді з дренажною водою і у вигляді осаду, що утворився під час зимового затоплення.

Солоність - проблема, особливо характерна для прибережних осушених територій. Причинами засолення можуть бути потрапляння солоних вод у дренажну систему, просочування з естуаріїв або моря, бризки морської води тощо.

Токсичні сполуки заліза і сірки можуть утворюватися на глибоко осушених торф'яних ґрунтах. Вохра та супутні їй токсичні сполуки можуть утворюватися в дренажних каналах, виритих на багатих на залізо торф'яниках, і спричинювати підвищення кислотності поверхневих вод.

Уникнути проблем з якістю води на вологих луках можна за



допомогою:

- контролю часу та джерел забору води в систему. Наприклад, не використовувати повеневу воду після тривалої посухи, оскільки така вода може спричинити надлишкове надходження поживних елементів, вимитих із водозбірного басейну;

- використання води з евтрофікованої водойми лише після спадання піку повені, щоб дати можливість випасти осаду;

- підтримування шлюзів і затворів у належному технічному стані, що запобігатиме потраплянню солоних і евтрофікованих вод;

- ізоляції вологих лук від евтрофікованих вод, наприклад, за допомогою шлюзів і дамб. Втім, існує небезпека порушення природних гідрологічних процесів, що негативно позначиться на водному балансі території;

- використання буферних смуг, наприклад очеретяних угруповань та інших природних форм, для зменшення надходження до екосистеми поживних елементів;

- використання принципу перестороги під час планування та спорудження нових дренажних каналів, щоб запобігти утворенню відкладень сполук вохри та вимиванню поживних елементів.

При управлінні вологими луками слід також враховувати суміжні біотопи, наприклад заводи, озера-стариці, калюжі, дерева та дренажні канали.

Окрім трав'яного покриву, з територією вологої луки часто пов'язане існування ще кількох біотопів. Здійснення належного управління цими біотопами може значно підвищити цінність біорізноманіття території. До основних видів біотопів, що пов'язані з лучними територіями в Україні, належать:

- постійні водойми, наприклад озера-стариці, вторинні канали та інші затоки, які відіграють вкрай важливу роль для різноманіття дикої природи на території. Існуючі озера-стариці часто є цінними геоморфологічними формами, що можуть перебувати під охороною закону. Тому під час планування діяльності необхідно враховувати ці фактори, щоб не зашкодити даним формам. Створюючи постійні водойми, наприклад резервуари для зберігання води на гідрологічно ізольованих територіях для ліквідації можливого дефіциту води, слід передбачити створення глибоководних ділянок для риб і безхребетних, оскільки влітку загальний рівень води буде нижчим. Якщо водойма фізично відокремлена від інших схожих біотопів,



треба врахувати можливість інтродукції аборигенних видів флори та фауни для прискорення стадії заселення;

- тимчасові водойми, наприклад польові калюжі, в яких проходять життєві цикли деяких видів земноводних, комах і ракоподібних. Для створення та ефективного функціонування подібних біотопів важливо постійно підтримувати необхідні рівні ґрунтових вод на території;

- дренажні канали, які можуть мати особливе значення для водної флори та безхребетних. Найважливішим моментом управління дренажними каналами є запровадження і підтримування структурного різноманіття: ділянок з різними глибиною, шириною та профілем, що забезпечуватиме середовище існування для різних видів. Для збереження певних видів флори чи фауни необхідно застосовувати дбайливі методи очищення каналів. Очищення дренажних каналів запобігає їх засміченню рослинним матеріалом і накопиченню мулу. Оскільки кожній сукцесійній стадії притаманні свої певні види рослин і безхребетних, то на одній території вологих лук бажано мати канали, що перебувають на різних стадіях розвитку - від відкритих водних плес до каналів із багатою рослинністю. Таке різноманіття каналів може підтримуватися за допомогою почергового очищення;

- струмки та місця просочування води. Наприклад, місця просочування води через водозахисні стіни часто цікаві з ботанічної точки зору і цінні внаслідок наявності певних видів комах. У таких місцях можна проводити невиснажливе випасання або витоптуння. Затінювання таких місць рослинами не рекомендується;

- дерева, чагарники та живоплоти — традиційні компоненти багатьох ландшафтів вологих лук, і їх присутність надзвичайно збагачує біорізноманіття екосистеми. Такі біотопи підтримують існування різних представників флори і фауни: від безхребетних до птахів. Оскільки чагарники є цінним середовищем існування багатьох земноводних, безхребетних, ссавців, наприклад, лисиці звичайної, видри звичайної, горностаю, а також гніздування таких птахів як ремез, вільшанка та синьошийка, вони можуть бути залишені на відокремлених ділянках ландшафту вологих лук. Присутність пташиних гнізд може приваблювати таких хижаків, як яструб малий. Деревя та чагарники також є місцями гніздування інших хижих птахів, наприклад, ворони чорної і канюка звичайного, які полюють на популяції куликів. З тієї ж причини чагарники



приваблюють хижих ссавців. Для підтримування природної цінності живоplotів та окремих дерев за ними необхідно постійно доглядати;

- доріжки та стежки, що використовуються для доступу до території вологих лук, потребують періодичного викошування та видалення скошеної трави там, де це можливо. Час і частоту викошування можна встановлювати виходячи з інтересів безхребетних і флори біотопу. Якщо на узбіччі доріг залишити нешироку смугу (близько 1 м) з високорослою рослинністю, луки збагатяться новими біотопами та їх мешканцями - різними видами птахів, безхребетних (особливо лускокрилих) та ссавців: мишами, полівками і кажанами.

Вологі луки можуть переходити в прилеглі біотопи, наприклад, у болота, очеретяні зарості, чагарники або включати частини цих біотопів. Такі природні перехідні системи (екотони), як правило, підтримують винятково багате біорізноманіття і вимагають обережного управління, спрямованого в першу чергу на їх охорону.

Внаслідок зменшення площ біотопів у багатьох країнах останнім часом зростає важливість створення та відновлення вологих лук.

Охорона видів і угруповань вологих лук України - це не лише управління вже існуючими територіями. Важливе також розширення меж біотопів за рахунок відновлення екосистем, оскільки:

- у результаті втрати гідрологічного зв'язку між територіями внаслідок зарегулювання річкових систем, існуючі вологі луки стають все більше ізольованими одна від одної. Цей чинник ускладнює, а іноді й унеможливує переміщення видів з однієї території на іншу;

- розширення площ існуючих територій вологих лук підвищує їх екологічну ємність або несучу здатність, що дозволить видам, раніше відсутнім на території, створювати популяції, або сприятиме збільшенню розмірів уже існуючих популяцій і дозволить їм протистояти різним негативним впливам, наприклад, посухам або захворюванням.

Відновлення не слід використовувати як заміну охорони існуючого напівприродного біотопу вологої луки або ж пом'якшувати втрату цього середовища існування.

Необхідність гарантувати те, що відновлювальні заходи



здійснюються, починає з'являтися у законодавстві більшості європейських країн і є важливим фактором для ініціювання та впровадження проектів. Невід'ємною частиною цього процесу також є механізми фінансування.

Біорізноманіття вологої луки визначається взаємодією трьох основних факторів довкілля: вологості, наявності поживних елементів та втручання (наприклад, випасання та витоштування). Методи і форми управління повинні впливати на всі три фактори.

7.6. Управління соціоприродними геосистемами

Управління соціоприродними геосистемами в більшості випадків здійснюється в інтересах тільки людського суспільства, що в майбутньому призведе до глобального порушення екологічної рівноваги й означатиме катастрофу для людства. Метою нової стратегії для оздоровлення цих систем є, зокрема, екологічний менеджмент.

Саме управління складатиметься з оцінки стану компонентів геосистем, контролю за змінами їх параметрів, прогнозу, прийняття рішень, їх реалізації через виробничі структури за допомогою структур управління.

Однією з особливостей сучасного етапу розвитку людської цивілізації є інтенсифікація сільського господарства, посилення темпів індустріалізації та урбанізації, що супроводжується розростанням міст та утворенням крупних міських агломерацій.

Наслідками процесу урбанізації є забруднення компонентів геосистем - повітря, ґрунтів, водних систем, а також різке зменшення біорізноманіття, що зазначено в публікаціях (В. Кучерявий, 1981, 2003; Kuhlov I., Bozhuk T., 2004). Вирішення екологічних та соціально-економічних проблем соціоприродних геосистем є необхідною умовою їхнього стійкого розвитку. В багатьох країнах надають великого значення плануванню, збереженню та підтримці зелених територій, визнають необхідність вважати їх інтегральною частиною розвитку соціоприродних геосистем. Добре сплановані зелені зони як елементи геосистем підсилюють екологічну, соціальну та економічну цінність міста і, як наслідок, поліпшують якість життя мешканців.

Збалансованість зелених територій, їхня здатність протистояти



експансії міста можливі за умов ефективного управління, якісного планування та відповідного дизайну. Вирішення цих питань потребує комплексного підходу до оцінки сучасного стану зелених територій, що є основою прийняття обґрунтованих рішень, спрямованих на посилення їхньої екологічної, природоохоронної, рекреаційної, естетичної та економічної функцій.

Питання планування, дизайну та використання зелених зон територій соціоприродних геосистем досліджені у багатьох публікаціях (В. Кучерявий, 1981, 1999, 2003). В країнах Європейської спільноти реалізуються численні проекти стосовно оптимізації їхнього стану, які є складовими програм, що націлені на комплексне вирішення проблем розвитку урбанізованих територій і поліпшення життя мешканців міст. Аналіз опублікованих матеріалів дає змогу зробити висновки, що у більшості робіт вивчали „живу” складову зелених зон, її вплив на стан людини; ландшафтно-архітектурні підходи до організації та планування міських зелених насаджень; питання залучення мешканців до вирішення проблем організації зелених територій (М. Елбакідзе, О. Завадович, Т. Ямелинець, 2005).

Існування зелених зон як багатofункціональних об'єктів і елементів геосистем потребує комплексного підходу до вивчення їхніх територій, визначення надійних індикаторів їхнього стану, аналіз яких дасть можливість виявити вразливі місця та обґрунтовано підійти до опрацювання стратегій оптимізації територій. Попри велику кількість публікацій, на жаль, у них мало уваги приділено висвітленню саме методичних підходів до визначення стану зелених територій взагалі, і на комплексній основі зокрема.

При вузькому розумінні, зелені зони розглядають: як „території за межами міст, що зайняті лісами та лісопарками, які виконують захисну та санітарно-гігієнічну функції і є місцем відпочинку населення”; або як зелені насадження в межах міст. До зелених зон у цьому разі не належать аграрні елементи, а саме: крупні аграрні угіддя, садово-городні ділянки, дачні зони, райони малоповерхової забудови з присадибними ділянками, які розміщені в межах міста і використовуються його мешканцями. Необхідність включення аграрних елементів до зеленої зони пояснюється декількома причинами: вони здійснюють важливу екологічну функцію



(виробляють кисень, зволожують та очищують повітря), підвищують рівень естетичності урбанізованих територій, забезпечують збереження агробіоценозів (Б. Черкес, 1992).

В. Кучерявий визначає комплексну зелену зону міста як систему природних і природно-антропогенних елементів урболандшафтів, яка є своєрідним екологічним каркасом планувальної структури міста та виконує рекреаційну, природоохоронну, санітарно-гігієнічну, естетичну та соціальну функції для створення здорового довкілля, підтримки і збереження біорізноманіття та рекреаційної діяльності населення.

Комплексна зелена зона має певну ієрархічну структуру (рис.7.4).

Оптимізація використання зелених зон потребує комплексного вивчення їхньої території, оцінки природно-ресурсного потенціалу та можливих змін, обґрунтування шляхів використання з найменшими втратами і для природи, і для людини. Найповніше ці завдання можна реалізувати в рамках геоекологічного підходу, який дає змогу комплексно виявити структурні і функціональні властивості геосистем зелених зон як об'єктів природокористування.

Зелені зони міста розглядають як частину урболандшафтів, природні геосистеми яких так чи інакше трансформовані людиною.

Залежно від ієрархічного рівня та ступеня антропогенного перетворення геосистем зелені зони репрезентовані:

- природно-антропогенними геосистемами, що утворилися в результаті поміркованого, переважно рекреаційного використання природних геосистем урболандшафтів (паркові, лісопаркові масиви та інші, що належать до макрорівня);
- антропогенними геосистемами, природний рослинно-грунтовий покрив яких зазнав значних змін (аграрні угіддя, садово-городні ділянки);
- елементами техногенних геосистем, а саме: зеленими елементами мікрорівня комплексної зеленої зони міста.

Інтенсивність та характер використання зелених зон залежать від потреб і можливостей користувачів і регламентовані планувальними і нормативними документами, а стабільність та ефективність використання визначають за природно-ресурсним

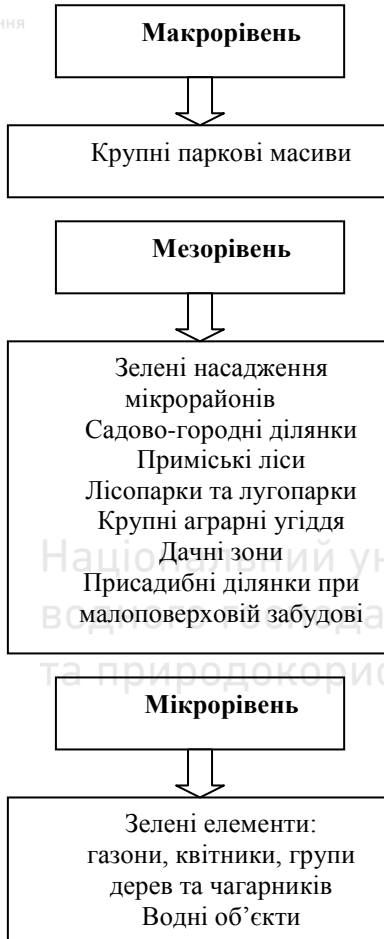


Рис. 7.4. Ієрархічна структура комплексної зеленої зони соціоприродних геосистем (М. Елбакідзе, О. Завадович, Т. Ямелинець, 2005).

потенціалом геосистем, тобто їхньою здатністю виконувати соціальні та економічні функції зі збереженням структури та властивостей. Невідповідність між характером чи інтенсивністю наявного типу господарського використання та можливостями геосистем призводить до погіршення стану зелених територій, розвитку деструктивних процесів, зниженню або втраті їхніх екологічних, естетичних та природоохоронних властивостей.



Тому, вирішуючи питання управління міськими зеленими територіями, необхідно знати, де і як поліпшити та запобігти той чи інакший тип використання геосистем. Основою для прийняття рішень може бути інтегральна оцінка стану зелених зон.

Під станом зелених зон розуміють стан їхніх природно-антропогенних, антропогенних і техногенних геосистем, який є результатом рекреаційно-туристичного та господарського впливу на них людини.

Показники, які дають уяву про стан об'єктів, прийнято називати індикаторами. Для визначення індикаторів стану зелених зон міст використані досвід американських національних парків та методика меж допустимих навантажень (Stankey G.H., Cole D.N., Lucas R.C., 1985; Калихман А., Педерсен А., Савенкова Т., Сукнев А., 1999).

М. Елбакідзе та О. Завадович було відібрано 40 індикаторів, які дають кількісне та якісне уявлення про вплив людини на геосистеми зелених зон. Відібрані індикатори відповідають таким критеріям: їх можна виміряти кількісно недорогим та надійним способом; мають пряме відношення до змін, що спричинені певним типом антропогенного впливу; оперативно діагностують незворотні та довготривалі зміни середовища; свідчать про зміну рекреаційних та естетичних характеристик геосистем; залежать від управлінських дій (М. Елбакідзе, О. Завадович, Т. Ямелинець, 2005).

Теоретичні принципи створення природно-господарських територіальних структур останнім часом розроблялися багатьма вченими (Швебс Г.І., 1988; Мельник А.В., 2002; Петлін В.М., 2006).

Особливістю системної організації соціоприродних геосистем є та обставина, що людина як антропогенна фактор з її колективним розумом і багатогранною діяльністю включається в систему як структуроутворюючий біогенний елемент, відповідальний за стійкість і функціональну зворотність системи.

Застосування гіс-технологій дає можливість забезпечити соціоприродні геосистеми відновлювальними, ресурсозберігаючими й природоохоронними функціями по-різному за допомогою інженерних (спеціальних) прийомів в залежності від «несучих» функцій ландшафту.

Формування геосистем для сільськогосподарських цілей визначає такі основні етапи:

- агроландшафтна організація території;



- оптимізація структури землекористування, що забезпечує відновлювальний ефект;
- оптимізація структури посівних площ як один з основних елементів ресурсозбереження;
- попереджувальний, превентивний характер меліоративного блоку як основа захисту ґрунтів і підвищення їх родючості;
- оптимізація й екологізація всіх блоків системи землеробства в конкретних природних умовах регіону.

Усі перераховані заходи необхідно здійснювати на тлі високої культури землеробства й професіоналізму.

Розробка наукових основ управління геосистемами повинна вирішуватись на основі теорії розвитку геосистем і їх взаємодії з господарською діяльністю людини. На цій основі стане можливим прогнозування стану геосистем, обумовленого як природними, так і антропогенними факторами.

Безпечне управління процесами, в тому числі природними, що відбуваються в геосистемах, допускає контроль якості середовища. Рівень екологічного контролю залежить від економічного і культурного розвитку суспільства. Чим більше розвинене суспільство, тим ефективніше реалізуються процеси соціально-екологічного управління середовищем життя.

Основні вимоги до проведення екологічного контролю:

- гарантія досягнення природоохоронної мети шляхом виявлення відхилень від нормативів контрольованих величин компонентів і елементів геосистем: атмосфери, гідросфери, ґрунту, об'єктів тваринного і рослинного світу, ПЗФ, антропогенного впливу промислових об'єктів;
- відображення у планах виробництва природоохоронної діяльності підприємств;
- ефективність організаційної структури контролю за захистом довкілля;
- індивідуальний підхід до контролю: методи контролю мають бути зрозумілі керівнику підприємства, рядовому працівнику і контролеру;
- прогноз зміни стану середовища життя, виділення ознак наближення його до небезпечної межі, контроль за критичними станами середовища: залповими викидами, аварійними ситуаціями;



заходи щодо виходу з аварійної або стихійної ситуації, ліквідація можливості розвитку надзвичайної ситуації через накопичені радіоактивні речовини, хімічну зброю, технології, що застаріли.

Серед засобів контролю розрізняють:

1. Прямий безпосередній контроль за станом навколишнього середовища з використанням технічних засобів з відстеження фізичних, хімічних, біологічних параметрів і факторів забруднення таких компонентів геосистем, як атмосфери, гідросфери та ґрунту. Для оцінки стану території користуються методом біоіндикації. При цьому використовується висока чутливість деяких живих організмів до забруднення (наприклад, індикаторами забруднення є мохи, лишайники, водорості, мідії).

2. Непрямий спосіб контролю полягає у використанні законодавчих й адміністративних важелів управління. Контроль може бути штучним, або автоматичним, коли контроль за змінами в геосистемах здійснюється в автоматичному режимі.

За способом аналізу контроль може бути прямим і дистанційним. На відміну від прямого, дистанційний метод аналізу стану територій передбачає безконтактний процес одержання інформації за допомогою аерофотозйомки або космічної зйомки.

Оскільки екологічна оцінка має багато невизначеностей, то доцільна експертна оцінка стану геосистем, яка застосовується у складних і критичних ситуаціях. Це прерогатива фахівців-експертів високого класу, що беруть на себе відповідальність за прийняття рішень у складних екологічних ситуаціях.

Правове забезпечення контролю полягає у виконанні законів щодо забезпечення охорони довкілля, а також норм, правового регулювання використання води, повітря, ґрунту, надр тощо. Передбачається також ліцензійне право організацій на вилов риби, відстрілювання тварин, вирубку лісу, заготівлю рослин у тому числі лікарських, видобуток корисних копалин.

Технологічний контроль пов'язаний з дотриманням технологічного режиму виробництва, що регулюється нормами і вимогами з дотримання екологічної безпеки середовища виробництва і продукції. Відповідають за технологічне забезпечення виробництва керівник підприємства, головний інженер, технолог і еколог-менеджер.



Економічний контроль полягає в переважанні екологічно чистого виробництва і продукту. Податковий пресинг має зростати лише щодо шкідливого виробництва і шкідливого продукту.

Для зниження тиску на довкілля застосовуються інформаційні, попереджувальні і каральні заходи. Інформаційні включають моніторинг зміни параметрів геосистем; попереджувальні - різні види екологічної експертизи; адміністративно-правові - екостандарти, дозволи, ліцензії; адміністративно-попереджувальні - перевірку діяльності об'єктів можливого забруднення, екологічний аудит; каральні - різні форми припинення (від закриття об'єкта антропогенного впливу до карного переслідування винних), а також економічні і фінансові заходи впливу.

До інформаційного забезпечення екологічних проблем належать збір, обробка, аналіз і синтез даних, побудова моделей, створення баз даних для користувачів. Первинна екологічна інформація збирається за допомогою вимірювальних приладів у процесі науково-практичної діяльності. Ця інформація має найвищу прикладну цінність. Вторинна інформація - результат переробки первинної для подальшого використання в екологічному моделюванні, моніторингу й експертизі. Третинна інформація є результатом переробки вторинної для надання споживачеві з метою подальшого прийняття рішень.



ТЕСТИ

1. Які особливості геосистеми визначають її потенціал щодо виконання нею певних соціально-економічних функцій?
 - a) природні;
 - b) антропогенні;
 - c) техногенні;
 - d) екологічні;
 - e) виробничі.

2. Які групи функцій геосистем виділяє Е.Німман?
 - a) сільськогосподарські, антропоєкологічні;
 - b) етичні та естетичні;
 - c) природні, промислові, культурні;
 - d) просторові, інформаційні.
 - e) виробничі, антропоєкологічні, етичні, естетичні, «ландескультурні».

3. Що включає в себе виробнича функція геосистем?
 - a) здатність акумулювати відходи виробництва;
 - b) можливість розташування на їх території об'єктів промислового та сільськогосподарського виробництва;
 - c) можливість забезпечення розвитку сільськогосподарського виробництва;
 - d) задоволення промислового та сільськогосподарського виробництва енергетичними та речовинними ресурсами;
 - e) задоволення сільськогосподарського виробництва речовинними ресурсами.

4. Які функції геосистем виділив Ван-Дер-Маарель в 1977 році?
 - a) промислово-енергетичну;
 - b) постачання речовини та енергії, просторову, інформаційну, регуляторну;
 - c) відновлення;
 - d) «ландескультурну», потенційну;
 - e) етичну й естетичну.

5. Які вчені запропонували функціональну типологію геосистем?
 - a) В.І. Вернадський;



- b) Ю. Одум;
- c) В.І. Тимчинський та П.Г. Шищенко;
- d) В.С. Преображенський, Д.Л. Арманд;
- e) В.Б. Сочава, Д.Л. Арманд.

6 Скільки типів геосистем виділили у своїй класифікації В.І. Тимчинський та П.Г. Шищенко?

- a) 22;
- b) 21;
- c) 12;
- d) 15;
- e) 4.

7. Що є потенціалом геосистеми?

- a) внутрішня природна властивість, яку геосистема має по відношенню до будь-якої функції незалежно від того, виконує вона її в даний час чи ні;
- b) динамічна властивість, яку геосистема має по відношенню до будь-якої функції;
- c) властивість, яку геосистема має по відношенню до інформаційної функції незалежно від того, виконує вона її в даний час чи ні;
- d) внутрішня структурно-природна властивість геосистеми;
- e) властивість, яку геосистема має по відношенню до виробничої функції.

8. Які існують підходи до оцінювання потенціалу геосистем?

- a) енергетичні;
- b) у балах, у вартісних (грошових) показниках, у натуральних одиницях;
- c) експертні оцінки;
- d) експертно-статистичні;
- e) експертні, бальні, статистичні.

9. Що є недоліком при бальному оцінюванні потенціалу геосистем?

- a) значні затрати часу;
- b) суб'єктивність підходу;



- с) великі матеріальні затрати на проведення бального оцінювання;
- д) значні затрати часу і матеріальних ресурсів на проведення бального оцінювання;
- е) приблизність результатів.

10 Річковий басейн представляє собою (К.М. Дяконов, О.Ю Ретеєм, Д.М Мільков)?

- а) гідрологічну та географічну систему (геосистему);
- б) екологічну цілісну систему;
- с) географічну систему;
- д) територіально збалансовану систему;
- е) гідрографічну мережу.

11. Ю.Одум (1975) пропонував вважати річковий об'єкт за?

- а) територію, прилеглу до річки;
- б) мінімальну територіальну одиницю екосистеми;
- с) чітко визначену функціональну єдність;
- д) частину адміністративної одиниці;
- е) природно-територіальний комплекс.

12. Концентрований поверхневий стік води з розчинними і завислими в ній речовинами є?

- а) басейновим порядком;
- б) індикатором багатьох взаємовідносин;
- с) структуроформуючими для басейнової ЛТС;
- д) кінцевою ланкою взаємодії кліматичних, гідрологічних та геоморфологічних факторів;
- е) захисним бар'єром.

13. Водотоки формують басейнову ландшафтно-територіальну структуру, якщо вони?

- а) мають фіксоване положення у просторі;
- б) існують до чергового обробітку ґрунту;
- с) представляють собою ерозійні борозни;
- д) відносяться до елементарних водозборів;
- е) мають положення, яке може змінюватися у будь-який час.



14. У басейнах річок I – III порядків на величину стоку впливають?

- a) морфометричні показники, сума опадів, залісненість басейну;
- b) кліматичні показники;
- c) тільки гідрологічні показники;
- d) географічні особливості;
- e) ухил поверхні водозбору.

15. Визначальними факторами формування басейнів річок I – II порядків є?

- a) місцеві або хоричні особливості ландшафту;
- b) трансформованість ландшафту;
- c) еродованість басейну;
- d) деградованість території басейну;
- e) кліматичні умови.

16. Для річок яких порядків можна робити висновки про екологічний стан їхніх басейнів за даними гідрохімічних створів?

- a) 4-3;
- b) 4 і вище;
- c) 1-2;
- d) 6-8;
- e) 1-3.

17. Якщо більше 75% площі басейну річки вкрито лісом, він належить до категорії?

- a) з високою залісненістю;
- b) мало заліснених;
- c) відносно заліснених;
- d) дуже заліснених;
- e) середньо заліснених.

18. Визначальними факторами формування басейнів 4 і вищих порядків є?

- a) стік та структура басейну;
- b) місцеві особливості ландшафту;
- c) еродованість басейну річки;
- d) залісненість басейну річки;
- e) кліматичні умови.



19. Якщо більше 50% площі басейну річки вкрито лісом, він належить до категорії?

- a) з високою залісненістю;
- b) мало заліснених;
- c) відносно заліснених;
- d) дуже заліснених;
- e) середньо заліснених.

20. Якщо більше 25% площі басейну річки вкрито лісом, він належить до категорії?

- a) з високою залісненістю;
- b) мало заліснених;
- c) відносно заліснених;
- d) дуже заліснених;
- e) середньо заліснених.

21. Агроландшафт – це?

- a) складна природно-територіальна система з рядом специфічних особливостей, які сформувалися внаслідок господарської діяльності людини;
- b) ландшафт, в якому поєднуються структурні елементи природно-територіальних комплексів та агроценозів;
- c) природно-територіальна система, яка має специфічні умови вологообміну, фільтрації та особливий температурний режим;
- d) складна природно-територіальна система, де проводяться сільськогосподарські роботи;
- e) це лінійний ареал, зайнятий природною та штучною рослинністю.

22. Одним з найважливіших чинників, що негативно впливає на стан природних екосистем в умовах відносно низької лісистості України є?

- a) великий підземний стік;
- b) великий поверхневий стік;
- c) надмірна розораність;
- d) ерозійні процеси;
- e) суфозія.



23. Наскільки щорічно в Україні зростає площа еродованих земель?

- a) у 2-3 рази;
- b) у 10 разів;
- c) на 70-100 га;
- d) на 70-100 тис. га;
- e) на 500 тис. га і більше.

24. Перетворенню багатьох видів тварин на сільськогосподарських шкідників сприяє?

- a) підвищення середньорічної температури;
- b) нестача вологи у літні місяці;
- c) вирощування монокультур на великих площах і відсутність природних ворогів;
- d) підвищення середньорічної температури і відсутність природних ворогів;
- e) комфортні умови життя та недостатня кількість корму.

25. Якою є динамічна стійкість агроландшафтів у порівнянні з природними?

- a) послабленою;
- b) посиленою;
- c) стабільною;
- d) збільшеною у 3 рази;
- e) збільшеною у 10 разів.

26. Механічний вплив ходових частин сільськогосподарської техніки викликає?

- a) зменшення поверхневого стоку, покращання водопроникності;
- b) зниження щільності ґрунту, покращання водопроникності;
- c) формування ґрунтової структури, зниження поверхневого стоку, зменшення щільності ґрунту;
- d) руйнування ґрунтової структури, збільшення щільності ґрунту, зростання поверхневого стоку;
- e) вплив практично відсутній.

27. Чим визначаються сучасні вимоги до агроландшафтів у межах меліоративних водозборів?



- a) площею водозбору;
- b) величиною підземного та поверхневого стоків;
- c) збереженням їх стійкості;
- d) наявністю флори та фауни;
- e) рівнем ерозійних процесів.

28. Одним з найважливіших чинників використання агроландшафту з виключенням небажаних екологічних наслідків є?

- a) обробіток ґрунту без використання с/г техніки;
- b) попередній розрахунок необхідних норм внесення меліорантів;
- c) встановлення збалансованого навантаження на будь-яку частину агроландшафту;
- d) попереднє планування території агроландшафту;
- e) створення позахисних лісосмуг для регулювання поверхневого стоку в межах агроландшафтів.

29. На які наукові підходи необхідно спиратися при плануванні сучасного використання агроландшафтів?

- a) адміністративно-територіальний;
- b) басейновий; загальне землеробство з контурно-меліоративною організацією території; системний підхід;
- c) басейновий; адміністративно-планувальний; системний підхід;
- d) комплексний; загальне землеробство;
- e) комплексно-системний, адміністративно-планувальний.

30. Що є метою аналізу генетико-еволюційних відношень між складовими вертикальної структури геосистеми?

- a) визначення закономірностей поєднання геокомпонентів один з одним;
- b) формування мережі міжкомпонентних зв'язків;
- c) визначення властивостей геокомпонентів;
- d) визначення змін геокомпонентів;
- e) визначення розвитку окремих геокомпонентів у процесі їх еволюції.

31. З якого моменту геосистема вступає у біотичну стадію розвитку?



- a) появи наземного твердого абіотичного субстрату;
- b) виникнення фітоценозу;
- c) розвитку міжкомпонентних зв'язків;
- d) надходження до неї бактерій;
- e) коли геологічні породи та приземний шар атмосфери вступають у взаємодію між собою.

32. Основним видом енергії для багатьох процесів у геосистемах є?

- a) теплова енергія із надр Землі;
- b) сонячна;
- c) біохімічна;
- d) тектонічні рухи;
- e) хімічна.

33. Яку енергію за класифікацією Ю. Одума отримують антропізовані системи?

- a) енергію палива;
- b) тільки енергію сонця;
- c) енергію сонця та додаткову енергію від людини;
- d) енергію тектонічних рухів;
- e) енергію надр Землі.

34. При проходженні кризь атмосферу найменше послаблюється?

- a) α -випромінювання;
- b) ефективне випромінювання;
- c) ультрафіолетове випромінювання;
- d) видиме випромінювання - світло;
- e) інфрачервоне випромінювання.

35. Як називається частина сумарної радіації, що безпосередньо йде на різні процеси у геосистемі?

- a) радіаційний баланс;
- b) ефективне випромінювання;
- c) відбита радіація;
- d) ультрафіолетове випромінювання;
- e) альbedo.



36. Для геосистем промивного режиму притаманним є коли?

- a) атмосферна вода досягає рівня ґрунтових вод в окремі багатоводні роки, в середньому 1 раз на 10-15 років;
- b) ґрунтові горизонти просочуються, але вода не досягає рівня ґрунтових вод;
- c) ґрунтовий профіль сухий протягом цілого року;
- d) переважають висхідні потоки вологи з ґрунтових вод;
- e) низхідні потоки переважають над висхідними та вода, що просочується крізь ґрунт, досягає рівня ґрунтових вод.

37. До найбільш чутливих рослин, які реагують на атмосферне забруднення, не відноситься?

- a) лишайник;
- b) сосна;
- c) береза;
- d) граб;
- e) горіх.

38. Кому належить вислів "ліс сушить рівнини та зволожує гори"?

- a) А.А.Роде;
- b) Г.М.Висоцькому;
- c) В.В.Докучаєву;
- d) О.І.Воейкову;
- e) М.Ю.Ржаніцину.

39. Ландшафтно-геохімічні бар'єри – це?

- a) сукупність пов'язаних між собою фацій, які перетинає лінія стоку від вододілу до тальвегу;
- b) акумулятивний вузол, утворений депресійно-акумулятивними системами;
- c) структурні одиниці географічної оболонки локального рівня;
- d) територіальні одиниці ландшафтно-геохімічного картографування;
- e) місця, де різка зміна умов міграції хімічних елементів призводить до їх накопичення.

40. Які геохімічні бар'єри переважають у лісових геосистемах України?



- a) кислі та глеєві бар'єри;
- b) лужні випаровувальні бар'єри;
- c) сольові та кислі бар'єри;
- d) карбонатно-глеєві бар'єри;
- e) кальцієво-натрієві і сольові бар'єри.

41. Які геохімічні бар'єри переважають у степових геосистемах України?

- a) кислі та глеєві бар'єри;
- b) лужні випаровувальні бар'єри;
- c) сольові та кислі бар'єри;
- d) карбонатно-глеєві бар'єри;
- e) кальцієво-натрієві і сольові бар'єри.

42. Яку функцію виконують ландшафтно-геохімічні бар'єри, розміщені в ґрунтах нижче його кореневмісного шару?

- a) обмінну функцію;
- b) функцію вилучення забруднень з ґрунту;
- c) функцію консерватора забруднень;
- d) регулюючу функцію;
- e) стимулюючу функцію.

43. Речовини, які перебувають у нерухомих формах, а також легкодоступні, накопичені в геосистемі в надмірних кількостях, називають?

- a) мінеральним фондом;
- b) резервним фондом;
- c) легкорозчинними солями;
- d) осадовими породами;
- e) мігруючими речовинами.

44. З чого починається забруднення всієї трофічної мережі геосистеми?

- a) з водних потоків;
- b) рослин автотрофів;
- c) консументів;
- d) мікробоценозу;
- e) з геохімічного бар'єру.



45. Яку роль в екологічному відношенні відіграють геохімічні бар'єри, що розміщені нижче кореневмісного шару ґрунту?

- a) позитивну роль;
- b) негативну роль;
- c) не впливають на процеси в геосистемах;
- d) сприяє забрудненню ґрунтових вод;
- e) сприяє забрудненню сільськогосподарських рослин.

46. Сукупність механізмів, що дозволяють вивести забруднюючі речовини з кругообігу та геосистеми взагалі, називається?

- a) самоочищенням;
- b) метаболізмом;
- c) гомеостазом;
- d) акумуляцією;
- e) знешкодженням.

47. Середня тривалість перебування аерозолів у тропосфері становить?

- a) 1 тиждень;
- b) 1 місяць;
- c) 4 місяці;
- d) 6 місяців;
- e) 2 роки.

48. З рослин автотрофів, які акумулюють забруднюючі речовини, починається забруднення?

- a) геосистеми;
- b) всього трофічного ланцюга геосистеми;
- c) екосистеми;
- d) біосфери;
- e) всього трофічного ланцюга біосфери.

49. Основним джерелом енергії для багатьох процесів у геосистемах є?

- a) теплова енергія;
- b) сумарна сонячна радіація;
- c) сонячна енергія;



- d) видиме світло;
- e) ультрафіолетове випромінювання.

50. Хто запропонував класифікацію геосистеми за основними джерелами надходження енергії?

- a) В. Б. Сочава;
- b) Д. Л. Арманд;
- c) А. Г. Ісаченко;
- d) Ю. Одум;
- e) М. Мільков.

51. Антропізовані геосистеми отримують енергію?

- a) тільки від Сонця;
- b) енергію палива;
- c) від Сонця та додатково енергетичну субсидію від інших природних джерел;
- d) від Сонця та додаткової енергії від людини;
- e) тільки від людини.

52. Ультрафіолетове випромінювання є найбільш небезпечним для?

- a) протоплазми;
- b) тропосфери;
- c) стратосфери;
- d) тропосфери, стратосфери;
- e) озонового шару.

53. Інтегральний параметр вертикальної структури геосистеми, який визначає потік відбитої радіації з неї як з деякого нерозчленованого цілого, це?

- a) радіаційний баланс;
- b) альбедо;
- c) видиме світло;
- d) інфрачервоне випромінювання;
- e) сумарна радіація.

54. Радіаційним балансом геосистеми називається?



- a) частина сонячної радіації, яка безпосередньо йде на різні процеси в геосистемі;
- b) потік сонячної радіації, який проходить від верхньої межі геосистеми до поверхні ґрунту;
- c) інтегральний параметр вертикальної структури геосистеми, який визначає потік відбитої радіації з неї як з деякого нерозчленованого цілого;
- d) отримана енергія від Сонця;
- e) видиме світло плюс ультрафіолетове випромінювання.

55. В агроєкосистемах значне збільшення надходження енергії пов'язане з?

- a) внесенням пестицидів;
- b) проведенням меліорацій;
- c) внесенням органічних добрив;
- d) застосуванням сівозмін;
- e) збільшенням площ під рілляю.

56. Альbedo степової геосистеми становить?

- a) 5-19 %;
- b) 15-23 %;
- c) 23-45 %;
- d) 19-23 %;
- e) 60-70 %.

57. Альbedo свіжорозораних угідь на місці степової геосистеми становить?

- a) 5%;
- b) 15-23 %;
- c) 23-45 %;
- d) 19-23%;
- e) 60-70 %.

58. З якого моменту починається формування вертикальної структури геосистеми?

- a) з втручання людини в ландшафт;
- b) з поєднання абіотичного субстрату з біотичним;
- c) з міграції хімічних елементів;



- d) з отримання геосистемою енергії від Сонця;
- e) появи наземного, твердого абіотичного субстрату.

59. В яку стадію розвитку вступає геосистема з моменту виникнення фітоценозу?

- a) в абіотичну стадію розвитку;
- b) у наземну стадію розвитку;
- c) у біотичну стадію розвитку;
- d) у період припинення розвитку;
- e) у період інтенсивного розвитку.

60. Найважливішою особливістю еволюційних відношень на біотичній стадії формування геосистем є?

- a) поступове збільшення кількості шарів у вертикальній структурі геосистеми;
- b) зростання самостійності розвитку окремих геокомпонентів у процесі їх еволюції;
- c) розвиток ґрунтових процесів;
- d) міграція хімічних елементів у геосистемі;
- e) формування потоків вологи.

61. Що є основною причиною розладу еволюційно - зумовлених відношень між геокомпонентами ландшафту?

- a) втручання людини у ландшафтну структуру;
- b) кліматичні умови геосистеми;
- c) деградаційні процеси ґрунтів;
- d) недостатня кількість вологи;
- e) недостатня кількість вологи, деградаційні процеси ґрунтів.

62. До чого призводить заповідання степових геосистем у режимі повного виключення стравлення і косіння?

- a) збереження біорізноманітності степу;
- b) підтримання степу у близькому до природного стану;
- c) до досить швидкої деградації рослинних угруповань;
- d) до збільшення кількості рідкісних видів рослин;
- e) взагалі не впливає на степову геосистему.



63. Властивість системи, яка проявляється в тому, що вилучення з неї певного компонента призводить до її кардинальної перебудови або взагалі загибелі, це?

- a) складність;
- b) стійкість;
- c) динамічність;
- d) відкритість;
- e) цілісність.

64. Які типи вертикальної структури геосистеми вам відомі?

- a) об'ємно-фазовий;
- b) геокомпонентний, речовинно-фазовий, просторово-об'ємний;
- c) компонентно-речовинний;
- d) просторово-шаруватий;
- e) системно-просторовий.

65. Оптимізація геосистем - це?

- a) збереження живої природи, стійкість антропізованих геосистем до процесів деградації;
- b) забезпечення та створення умов середовища, за яких немає загрози здоров'ю людини;
- c) дії, спрямовані на переведення геосистем у стани, в яких вони здатні максимально ефективно виконувати задані функції, не зазнаючи при цьому небажаних змін, протягом невизначено тривалого часу;
- d) максималізація її пейзажної привабливості;
- e) максимальне збереження і відтворення первісного природного стану геосистем.

66. Антропо-екологічна функція при оптимізації геосистем - це?

- a) збереження живої природи, стійкість антропізованих геосистем до процесів деградації;
- b) забезпечення та створення умов середовища, за яких немає загрози здоров'ю людини;
- c) дії, спрямовані на переведення геосистем у стани, в яких вони здатні максимально ефективно виконувати задані функції, не зазнаючи при цьому небажаних змін, протягом невизначено тривалого часу;



- d) максималізація її пейзажної привабливості;
- e) максимальне збереження і відтворення первісного природного стану.

67. У чому полягає природоохоронна функція при оптимізації геосистем?

- a) збереження живої природи, стійкість антропоізованих геосистем до процесів деградації;
- b) забезпечення та створення умов середовища, за яких немає загрози здоров'ю людини;
- c) дії, спрямовані на переведення геосистем у стани, в яких вони здатні максимально ефективно виконувати задані функції, не зазнаючи при цьому небажаних змін, протягом невизначено тривалого часу;
- d) максималізація її пейзажної привабливості;
- e) максимальне збереження і відтворення первісного природного стану.

68. Що є першим етапом оптимізації геосистем?

- a) визначення основних екологічних проблем;
- b) визначення мети оптимізації;
- c) визначення територіально-ландшафтних пріоритетів.
- d) визначення ландшафтно-екологічних пріоритетів.
- e) ранжування функцій геосистеми.

69. Що є найважливішим критерієм оптимальності геосистеми?

- a) функціональний порядок;
- b) стійкість до антропоічних впливів;
- c) відтворюваність геосистеми;
- d) створення умов середовища, за яких немає загрози здоров'ю людини;
- e) пейзажна привабливість.

70. Що є основним негативним наслідком знищення лісів та розорювання степів?

- a) збільшення кількості сільськогосподарських угідь;
- b) збільшення кількості сільськогосподарських шкідників;
- c) інтенсифікація ерозійних процесів;
- d) збільшення відсотка урбанізації;



е) площинний змив.

71. Які підсистеми входять до складу МПТС?

- a) соціальна, природна, інженерно-технічна, управляюча, моніторингова;
- b) природна, інженерна, соціальна;
- c) технічна, природна, соціальна;
- d) управляюча, виробнича, природна;
- e) соціальна, управляюча, природна.

72. Які геосистеми зазнають найбільших змін внаслідок будівництва меліоративних систем?

- a) регіонального рангу;
- b) субглобального рангу;
- c) локального рангу;
- d) сублокального рангу;
- e) хоричного рангу.

73. Час функціонування МПТС умовно поділяють на:

- a) 4 стадії;
- b) 2 стадії;
- c) 5 стадій;
- d) 4 стадії;
- e) 3 стадії.

74. На якій стадії формується система функціональних зв'язків між компонентами МПТС?

- a) будівництва;
- b) підготовчих робіт;
- c) юності;
- d) старості;
- e) деградації.

75. Яка стадія характеризується переходом природних геосистем в більш стійкі динамічні стани, які змінилися під впливом меліорації?

- a) юності;
- b) зрілості;



- c) старості;
- d) самостійності;
- e) молодості.

76. Яка стадія характеризується відсутністю або меншою вірогідністю прояву активних і катастрофічних змін у природних компонентах території МПТС?

- a) юності;
- b) старості;
- c) зрілості;
- d) будівництва;
- e) експлуатації.

77. На якій стадії функціонування МПТС спостерігається надійність її технічних елементів?

- a) юності;
- b) старості;
- c) експлуатації;
- d) завершення експлуатації;
- e) зрілості.

78. Що є найважливішим в експлуатації МПТС на етапі зрілості?

- a) правильно організований догляд за нею;
- b) невтручання у функціонування МПТС;
- c) перегляд технічних елементів;
- d) переоснащення;
- e) інтенсивне використання території МПТС.

79. Еволюційні зміни, спрямовані на формування нових геосистем, а не на повторення тих, що вже були, і збереження існуючих, це?

- a) незворотність;
- b) стохастичність;
- c) ізоморфність;
- d) прогресивність;
- e) довготривалість.

80. Незворотні геосистеми – це геосистеми?

- a) які можуть повторюватися в ході еволюції;



- b) які існували раніше й у ході еволюції повторюватися не можуть;
- c) які близькі до загибелі;
- d) які не здатні до відтворення;
- e) таких геосистем взагалі не існує.

81. Який мінімальний час необхідно для формування геосистеми?

- a) 100-150 pp.;
- b) 150-200 pp.;
- c) 500-600 pp.;
- d) 1000-1200 pp.;
- e) 1200 p. і більше.

82. Яким чином виконана класифікація, яка передбачає поділ усієї множини геосистеми на менші за об'ємом таксони?

- a) дедуктивно;
- b) індуктивно;
- c) впорядковано;
- d) хаотично;
- e) систематично.

83. Яким чином виконана класифікація, яка передбачає об'єднання індивідуальних геосистем у більші таксони?

- a) дедуктивно;
- b) індуктивно;
- c) впорядковано;
- d) хаотично;
- e) систематично.

84. Можливість за класифікаційною схемою передбачити геосистеми, які можуть бути в певному регіоні, – це?

- a) об'єктивність класифікації;
- b) прогностична сила класифікації;
- c) надійність класифікації;
- d) пластичність класифікації;
- e) досконалість класифікації.

85. Скільки може бути базових класифікацій геосистем?

- a) тільки одна;



- b) безліч;
- c) від кілька сотень до тисячі;
- d) в залежності від конкретного випадку;
- e) не більше 5.

86. Кожен таксон, до складу якого може входити група геосистем, виділяють за?

- a) кількістю елементів;
- b) тільки за одним критерієм;
- c) за різними критеріями;
- d) за їх характеристиками;
- e) за величиною групи.

87. Водорегулююча функція лісових насаджень забезпечується за рахунок?

- a) переведення поверхневого стоку у ґрунтовий;
- b) збільшення об'ємів річкового стоку у межень;
- c) зниження швидкості стікання до допустимих норм;
- d) збільшення площ під водоохоронними лісосмугами;
- e) агротехнічних прийомів обробітку ґрунту.

88. Чим визначаються сучасні вимоги до агроландшафтів у межах меліоративних водозборів?

- a) умовами найбільш економічно вигідного використання;
- b) спроможністю забезпечити їх функціонування;
- c) умовами забезпечення їх стійкості;
- d) умовами одержання екологічно чистої продукції рослинництва;
- e) рівнем розвитку сільськогосподарського виробництва.

89. Що таке адаптивне землеробство?

- a) землеробство, адаптоване до фізико-географічних умов;
- b) землеробство, що передбачає збалансоване навантаження на агроландшафт;
- c) землеробство адаптоване під певний вид сільськогосподарських культур;
- d) землеробство з орієнтацією на екологізацію у поєднанні з економічною та соціальною обґрунтованістю;



е) землеробство, адаптоване до фізико-географічних умов та під певний вид сільськогосподарських культур.

90. Неоднозначність реакції геосистеми на зовнішні впливи є ознакою?

- a) мінливості;
- b) неоднорідності;
- c) складності;
- d) стабільності;
- e) пластичності.

91. Що є найбільш яскравим проявом цілісності геосистем?

- a) замкненість;
- b) емерджентність;
- c) притаманність властивостей, які виникають при їх суміші;
- d) складність зв'язків між компонентами;
- e) пластичність.

92. Який характер має явище повторення подібних геосистем у процесі еволюції?

- a) еволюційний;
- b) сукцесійний;
- c) стрибкоподібний;
- d) закономірний;
- e) еволюційно-закономірний.

93. Антропогенні фактори (біологічні, фізичні, хімічні, механічні) відносяться до категорії?

- a) об'єктів впливу;
- b) кількісних характеристик;
- c) часових параметрів;
- d) матеріально-енергетичних характеристик;
- e) фонових характеристик.

94. Де влаштовують інфільтраційні біоплато?

- a) на спеціальних плавучих контейнерах;
- b) в руслі на верхових берегових схилах;
- c) у низинах заплави;



- d) на полях фільтрації;
- e) на біологічно-інженерних спорудах.

95. Яким чином перерозподіляється найбільша частина енергії, що надходить до агросистем?

- a) іде на формування врожаю;
- b) консервується у ґрунті?
- c) непродуктивно втрачається системою разом з поверхневим стоком;
- d) забезпечує трофічні ланцюги живлення;
- e) залишається в агросистемі.

96. Як Д.Л. Арманд розглядав геосистеми?

- a) як об'єм простору;
- b) як елементарну ландшафтну одиницю;
- c) як процеси, які пов'язані між собою;
- d) як природно-територіальний комплекс;
- e) як елементарну ландшафтну одиницю.

97. Під відкритими природними системами розуміють?

- a) системи, значення характеристик яких змінюється в часі;
- b) системи, частина елементів яких мають зв'язки з елементами, що не належать до її структури;
- c) системи, залежність між характеристиками яких та їх зв'язки із зовнішнім середовищем жорстко детерміновані;
- d) системи, які не залежать від зовнішнього середовища;
- e) системи, які мають зовнішні зв'язки і практично не мають вихідних.

98. Які з перерахованих типів вертикальних структур геосистем не використовують при їх класифікації?

- a) просторово-об'ємний;
- b) геокомпонентний;
- c) територіальний;
- d) речовинно- фазовий;
- e) просторово-об'ємний, речовинно - фазовий.



99. Яка з перерахованих закономірностей не належить до закономірностей еволюції геосистем?

- a) прогресивність;
- b) незворотність;
- c) поступовість;
- d) стохастичність;
- e) довготривалість.

100. Коли в геосистемі може спостерігатись прогресуюча гідроморфізація?

- a) в геосистемі спостерігається додатній водний баланс;
- b) в геосистемі спостерігається від'ємний водний баланс;
- c) гідроморфізація не відноситься до водного балансу;
- d) коли відбувається зниження рівня ґрунтових вод нижче критичної глибини;
- e) відбувається накопичення солей.

101. Природні системи, залежність між характеристиками яких та їх зв'язки із зовнішнім середовищем статистичні (ймовірнісні), називають?

- a) стохастичними;
- b) напівзакритими;
- c) замкненими;
- d) прогресуючими;
- e) детермінованими.

102. Яким має бути мінімальний розмір біоцентру з фізико-географічної точки зору?

- a) він має оптимізувати прилеглі поля за рахунок птахів, комах та рептилій, які живуть в ньому;
- b) він повинен впливати на мезоклімат;
- c) щоб зберігалася пейзажна привабливість;
- d) щоб забезпечувалося відтворення біологічних видів;
- e) були створені умови для міграції тварин.

103. Яким має бути мінімальний розмір біоцентру з біоекологічних позицій?



- а) він має оптимізувати прилеглі поля за рахунок птахів, комах та рептилій, які живуть в ньому;
- б) він повинен впливати на мезоклімат;
- с) щоб зберігалася пейзажна привабливість;
- д) забезпечувалося ефективне самовідтворення популяцій та гарантувалося їх існування протягом невизначено тривалого часу;
- е) були створені умови для міграції тварин.

104. Яким має бути мінімальний розмір біоцентру з агроекологічної точки зору?

- а) він має оптимізувати прилеглі поля за рахунок птахів, комах та рептилій, які живуть в ньому;
- б) він повинен впливати на мезоклімат;
- с) щоб зберігалася пейзажна привабливість;
- д) щоб забезпечувалося відтворення біологічних видів;
- е) були створені умови для міграції тварин.

105. Як називається видовжений ареал, представлений геотопами з природною або близькою до неї рослинністю, вздовж якого відбуваються біотичні міграції між окремими елементами ландшафту?

- а) біоцентр;
- б) біокоридор;
- с) біоценоз;
- д) фація;
- е) урочище.

106. Як називається водоохоронна споруда, в якій вищі водні рослини відіграють роль біофільтрів, що обмежують або запобігають доступу забруднюючих речовин у річку і одночасно закріплюють береги?

- а) поля зрошення;
- б) біофільтри;
- с) біоплато;
- д) ставок-накопичувач;
- е) поля фільтрації.



107. В якому випадку згідно з системним підходом лісові насадження будуть мати властивості систем?

- a) коли меліоративний ефект буде поширюватись на землі II та III технологічних груп;
- b) коли лісові насадження будуть займати не менше 20% загальної площі басейну річки;
- c) коли будуть створені насадження на землях гідрографічного фонду;
- d) коли меліоративний ефект буде поширюватись на всю територію водозбору;
- e) коли лісові насадження будуть створені в межах окремих елементарних водозборів.

108. Які ланки природного механізму функціонування геосистем можна виділити як об'єкти безпосереднього впливу?

- a) зооценоз та мікробоценоз;
- b) ґрунтовий покрив;
- c) рельєф та ґрунтовий покрив;
- d) рослинний покрив та ланка вологообігу;
- e) клімат та рельєф.

109. Де розміщують руслові біоплато?

- a) в руслі на верхових берегових схилах;
- b) у місцях впадання струмків, річок, балок;
- c) у низинах заплави, де стоки інфільтруються у підземні горизонти;
- d) у розширеній частині русла;
- e) на спеціально виготовлених плавучих контейнерах.

110. Де розміщують гирлові біоплато?

- a) на спеціально виготовлених плавучих контейнерах
- b) у місцях впадання струмків, річок, балок;
- c) у низинах заплави, де стоки інфільтруються у підземні горизонти;
- d) у розширеній частині русла;
- e) в руслі на верхових берегових схилах;



111. Де розміщують берегові біоплато?

- a) в руслі на верхових берегових схилах;
- b) у місцях впадання струмків, річок, балок;
- c) у низинах заплави, де стоки інфільтруються у підземні горизонти;
- d) у розширеній частині русла;
- e) на спеціально виготовлених плавучих контейнерах.

112. Де розміщують інфільтраційні біоплато?

- a) в руслі на верхових берегових схилах;
- b) у місцях впадання струмків, річок, балок;
- c) у низинах заплави, де стоки інфільтруються у підземні горизонти;
- d) у розширеній частині русла;
- e) на спеціально виготовлених плавучих контейнерах.

113. Де розміщують надплавні біоплато?

- a) в руслі на верхових берегових схилах;
- b) у місцях впадання струмків, річок, балок;
- c) у низинах заплави, де стоки інфільтруються у підземні горизонти;
- d) у розширеній частині русла;
- e) на спеціально виготовлених плавучих контейнерах.

114. Кількісним показником поглинання біогенів макрофітами є?

- a) каламутність води;
- b) коефіцієнт накопичування;
- c) ГДК біогенних речовин;
- d) коефіцієнт фільтрації;
- e) кількість біогену у рослині.

115. Більша зволоженість лісових схилів забезпечується за рахунок?

- a) зменшення поверхневого стоку;
- b) збільшення транспірації;
- c) збільшення поверхневого стоку;
- d) підняття рівня ґрунтових вод;
- e) зниження рівня ґрунтових вод.



116. Інтерактивний елемент відрізняється від біокоридору тим, що?

- a) не впливає на мікроклімат;
- b) не з'єднує біоцентри між собою;
- c) забезпечує розширення площ під стабільними елементами ландшафту;
- d) оптимізує прилеглі сільськогосподарські угіддя за рахунок птахів, комах;
- e) забезпечує міграцію тварин.

117. Які стани геосистем є оптимальними з соціофункціональної точки зору?

- a) коли забезпечується стійкість геосистеми;
- b) коли геосистема здатна виконувати задану функцію максимально ефективно;
- c) коли забезпечується повернення геосистеми до початкового стану після антропогенного впливу на неї;
- d) коли забезпечується здорове середовище для проживання населення;
- e) коли спостерігається найменший вплив на природні компоненти геосистеми.

118. Які стани геосистем є оптимальними з природно-ландшафтною точки зору?

- a) коли забезпечується нормальний стан геосистеми;
- b) коли геосистема здатна виконувати задану функцію максимально ефективно;
- c) коли забезпечується повернення геосистеми до початкового стану після антропогенного впливу на неї;
- d) коли забезпечується здорове середовище для проживання населення;
- e) коли спостерігається найменший вплив на природні компоненти геосистеми.

119. Неоднозначність реакції геосистеми на зовнішні впливи є ознакою?

- a) мінливості;
- b) неоднорідності;



- c) складності;
- d) стабільності;
- e) пластичності.

120. В яку стадію розвитку вступає геосистема з моменту виникнення фітоценозу?

- a) в абіотичну стадію розвитку;
- b) у наземну стадію розвитку;
- c) у біотичну стадію розвитку;
- d) у період припинення розвитку;
- e) у період інтенсивного розвитку.





ГЛОСАРІЙ

Агроландшафти – це складні природно-територіальні системи з рядом специфічних особливостей, які сформувалися внаслідок сільськогосподарської діяльності людини.

Аерокосмічні методи дослідження – варіант дистанційних методів дослідження, система методів вивчення властивостей ландшафтів і їхніх змін з використанням вертольотів, літаків, пілотованих космічних кораблів, орбітальних станцій і спеціальних космічних апаратів, оснащених звичай різноманітною знімальною апаратурою. Вирізняють візуальні, фотографічні, електронні і геофізичні методи дослідження.

Аеротаксація [від *гр.* аер – повітря і *лат.* taxatio – оцінка] – якісна і кількісна оцінка природних ресурсів з літальних апаратів через окомірне їх визначення або аналіз аерофотознімків.

Антропогенна дія на екосистеми (ландшафти) (негативна антропогенна дія на довкілля) – будь-які потоки речовини, енергії та інформації, що безпосередньо утворюються в довкіллі або плануються в результаті антропогенної діяльності і призводять до негативних змін довкілля.

Антропогенний чинник – вплив, який здійснює людина та її діяльність на організми, біогеоценози, ландшафти, біосферу.

Антропогенні зміни в природі – зміни, що відбуваються в природних комплексах внаслідок господарської діяльності людини.

Ареал [від *лат.* агеа – площа, простір] – територія або акваторія, у межах яких поширені певні об'єкти або явища.

Аридний клімат [від *лат.* aridus – сухий] – сухий клімат областей з недостатнім атмосферним зволоженням і високими температурами повітря, для якого характерні значні добові коливання температур. В умовах аридного клімату переважають ландшафти пустель і напівпустель, повсюдно поширені еолові форми рельєфу.

Асиміляційна здатність водного об'єкта – здатність водного об'єкта приймати певну масу забруднювальних речовин (також певну кількість тепла) в одиницю часу без порушення норм якості води в контрольному пункті або пункті водокористування.



Асиміляційна місткість екосистеми – показник максимальної кількості забруднювальної речовини, яка може бути накопичена за одиницю часу, зруйнована, трансформована і виведена за межі екосистеми без порушення нормального її функціонування.

Атмосферне випромінювання – власне інфрачервоне випромінювання атмосфери і хмар у межах довжин хвиль від 4 до 120 мкм.

Ацидифікація (грунтів, природних вод) [від *лат.* acidus – кислий і *facere* – робити] – збільшення кислотності (зменшення величини водневого показника – рН) природних компонентів (води, ґрунтів); відбувається внаслідок застосування фізіологічно кислих мінеральних добрив і випадання кислих опадів.

Баланс водний [від *фр.* balapce – ваги] – співвідношення за який-небудь проміжок часу (рік, місяць) надходження і витрат води для річкового басейну, озера, планети загалом або іншого досліджуваного об'єкта.

Басейн водозбірний, або водозбір – територія, з якої у водний об'єкт (річка, озеро) стікають поверхневі і підземні води.

Біогенні процеси [від *гр.* bios – життя і *genos* – рід, походження] – процеси, що породжуються живою речовиною, пов'язані з ним (напр., біогенний кругообіг).

Біогеохімічний бар'єр, або ландшафтно-геохімічний бар'єр – зона різко підвищених концентрацій тих або інших хімічних елементів порівняно із середнім вмістом їх у певному ландшафті (з ландшафтним кларком).

Біогеохімічні аномалії – масові порушення розвитку, зростання і функціонування живих організмів, що спостерігаються на певній території (біогеохімічній провінції) і зумовлені недостатнім або надмірним вмістом у середовищі (біотопі) певних елементів.

Біогеоценоз [від *гр.* bios – життя, *ge* – земля і *koinos* – загальний] – сукупність на відомій протяжності 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 компонентів і певні типи обміну речовиною та енергією, яка є внутрішньо суперечливою діалектичною єдністю, що перебуває



в постійному русі, розвитку.

Біогеоценологія [від *гр.* *bios* – життя, *ge* – земля, *koinos* – загальний і *logos* – слово, вчення] – наукова дисципліна, що досліджує будову і функціонування біогеоценозів, галузь знання на стику біології (екології) і географії.

Біологічна продукція екосистеми – кількість органічної речовини, вироблюваної за одиницю часу на одиницю площі (напр., кг/га на рік) живими організмами, що входять до складу екосистеми (біогеоценозу, ландшафту).

Біом [*англ.* *biome* від *гр.* *bios* – життя і *лат.* – *oma* – закінчення, що означає сукупність] – великий регіональний або субконтинентальний підрозділ біосфери, що характеризується яким-небудь основним типом рослинності або іншою характерною особливістю ландшафту.

Біомаса [від *гр.* *bios* – життя, *massa* – зливкок, глиба, шматок] – виражена в одиницях маси кількість живої речовини, що функціонує, віднесена до одиниці площі або обсягу.

Біосфера [від *гр.* *bios* – життя, *sphaigra* – куля] – оболонка земної кулі, в якій існує або існувало життя. Займає нижню частину атмосфери, верхні шари літосфери і гідросфери, склад, структура й енергетика яких пов'язані з минулою чи сучасною діяльністю живих організмів. Термін запропонував 1875 р. австр. геолог Е. Зюсс. Цілісне вчення про біосферу розробив В.Вернадський.

Біота [від *гр.* *biote* – життя] – сукупність організмів, об'єднаних загальним регіоном розповсюдження, що історично склався.

Біотоп [від *гр.* *bios* – життя, *topos* – місце] – однорідна за умовами життя для певних видів рослин чи тварин або для формування певного біоценозу ділянка території.

Біоценоз [від *гр.* *bios* – життя, *koinos* – загальний] – сукупність рослин, грибів, тварин і мікроорганізмів, яка має певний склад і характер взаємин, що склався, і між собою, і з середовищем.

Бонітет [від *лат.* *bonitas* – доброякісність] – економічно значуща характеристика господарської цінності групи об'єктів або угідь.

Вивітрювання – процес механічного руйнування і хімічної зміни гірських порід і мінералів земної поверхні і поверхневих шарів



літосфери під впливом різних атмосферних агентів, ґрунтових і поверхневих вод, життєдіяльності організмів і продуктів їх розкладання. Розрізняють хімічне, фізичне і біологічне вивітрювання.

Відмова геосистеми - під нею розуміють подію, що полягає у виході геосистеми із заданої області станів. Відповідно до змінної, що вийшла за межі діапазону своїх нормальних або допустимих значень, є різні види відмов, наприклад, „галоморфізація геосистеми” (якщо вміст солей перевищить токсичні межі), „гідроморфізація геосистем” (якщо рівень ґрунтових вод піднявся вище за критичну глибину його залягання), „дегуміфікація ґрунту” (якщо вміст гумусу стане меншим від певного встановленого значення) тощо.

Вік ландшафту – відрізок часу, з початку якого до сучасного моменту ландшафт функціонує в умовах однієї інваріантної структури.

Водневий показник (рН) – величина, що характеризує концентрацію (активність) іонів водню в розчинах; чисельно рівний негативному десятковому логарифму концентрації (активності) іонів водню $[H^+]$, вираженої в молях на літр:

$pH = \lg[H^+]$. Водні розчини можуть мати рН від 1 до 14.

Водний об'єкт – зосередження вод на поверхні суші у формах її рельєфу або в надрах, що має межі, об'єм і риси водного режиму (річки і водосховища на них, струмки, канали, болота, льодовики, озера, ставки та ін.).

Вододіл – лінія, що розділяє басейни (водозбори) суміжних річок, водоймищ або скупчень підземних вод. Розрізняють: головний вододіл – між сусідніми річковими системами; бічний вододіл – між суміжними притоками основної річки, а також поверхневий і підземний вододіли.

Водоймище евтрофне – неглибоке водоймище, що добре прогрівається і відрізняється великою продуктивністю і підвищеним вмістом біогенних елементів.

Водоймище мезотрофне – водоймище середньої продуктивності (з середнім вмістом біогенних елементів).

Водоймище оліготрофне – водоймище з низьким рівнем



первинної продуктивності (низьким вмістом біогенних елементів).

Водоймище полісапробне [від *гр.* poly - багато і sargos - гнилий] – водоймище з великим вмістом органічних речовин і тому населене сапробіонтами.

Генезис ландшафту [від *гр.* genesis – народження, виникнення, походження] – сукупність процесів, у т. ч. антропогенних, таких, що зумовили виникнення, еволюцію і сучасний стан ландшафту.

Геосистема – клас полігеокомпонентних природних систем, що виділяються з реального тривимірного фізичного простору як його певний об'єм (реальний чи уявний), у межах якого протягом деякого інтервалу часу природні елементи й процеси завдяки наявному між ними та з зовнішнім середовищем відношенню певного типу (генетико-еволюційному, позиційному, речовинно-потоківому та ін.) упорядковуються у відповідні з цим відношенням структури з характерними інваріантними ознаками та динамічними змінами.

Гетеротрофи [від *гр.* heteros – інший і trofe – їжа] – мікроорганізми, тварини, деякі рослини і гриби, що харчуються готовими органічними речовинами, використовуючи, трансформуючи і розкладаючи складні сполуки. Див. Консументи і Редуценти.

Гомеостаз ландшафту – здатність ландшафту зберігати в основних рисах свою структуру і характер зв'язків між елементами, незважаючи на зовнішні впливи.

Гранично допустима концентрація забруднюючої речовини (ГДК) – екологічний норматив, максимальна концентрація забруднюючої хімічної речовини в компонентах ландшафту, яка за повсякденного впливу впродовж тривалого часу не викликає негативних змін в організмі людини або іншого рецептора.

Гранично допустиме навантаження на ландшафт – навантаження (антропогенне), за перевищення якого відбувається руйнування структури ландшафту і порушення його функцій.

Деградація [від *лат.* degradatio – зниження, рух назад, погіршення]



– поступове зниження складності, енергетичного потенціалу і місткості системи, практично необоротне в реальних масштабах часу.

Декальцинація ґрунтів – втрата гумусовим горизонтом ґрунту кальцію за рахунок його розчину й вимивання в горизонти, що залягають нижче. Відбувається за випадання кислих опадів, а також за використання фізіологічно кислих мінеральних добрив. Декальцинація ґрунтів призводить до погіршення структури ґрунту і зниження родючості (біологічної продуктивності).

Дефляція [від *лат.* deflatio – видування, здування] – видування, обточування і шліфування гірських порід і ґрунтів мінеральними частинками, які переносяться вітром, внаслідок чого відбувається ерозія і абіотичне перенесення речовини в ландшафтах.

Динаміка ландшафту [від *гр.* dynamis – сила] – зміни ландшафту, що не супроводжуються змінами структури, тобто що відбуваються в рамках єдиного інваріанта.

Дистрофікація водоймища [від *гр.* dys - приставка, що означає порушення, втрату, і trophe – їжа, живлення] – збіднення водоймища поживними речовинами, киснем, спрощення і збіднення біотичної спільноти.

Довговічність ландшафту – період часу, впродовж якого ландшафт або його динамічна стадія існували та можуть існувати, зберігаючи основні риси своєї структури і функціонування.

Допустиме рекреаційне навантаження – число відвідин населенням за одиницю часу на одиницю площі, за якого зберігається стійкість природного комплексу, забезпечуються природний комфорт і раціональні умови експлуатації культурно-історичних пам'яток.

Евапотранспірація [від *лат.* evarого – випаровую і транспірації], або сумарне випаровування – кількість вологи, що надходить до атмосфери у вигляді пари в результаті десукції і подальшої транспірації (фізіологічного випаровування) та фізичного випаровування з ґрунту і поверхні рослинності.

Евтрофікація антропогенна – евтрофікація, зумовлена діяльністю людини. Розвивається внаслідок збагачення водоймища



біогенними елементами, що надходять зі стічними водами, а також з поверхневим стоком з полів; призводить до "цвітіння" води і різкого погіршення її якості внаслідок збіднення киснем, а також накопичення й розпаду відмерлих гідробіонтів.

Екосистема – порівняно стійка система з початково сформованою динамічною рівновагою, в якій організми і неорганічні чинники є повноправними компонентами. Це певна ділянка суші чи акваторії (природна чи створена людиною), функціональна система, в якій сукупність живих істот пов'язана між собою і абіотичним довкіллям, обміном речовини, енергії та інформації.

Елементи ландшафту [від лат. *elementum* – початковий, первинний] – прості частини компонентів ландшафту, з комбінації яких складається різноманіття об'єктів реального світу або максимальна межа їх розчленовування (окремі ґрунтовий горизонт, ярус рослинного покриву, запас води в ґрунтовому горизонті та ін.).

Ерозія ґрунту – процес механічного руйнування ґрунту під дією поверхневого стоку (водна ерозія) або вітру (вітрова ерозія, або дефляція).

Забруднення ландшафту – збільшення концентрації тих чи інших речовин або енергії вище природних (фонових або допустимих норм), а також внесення не притаманних для ландшафту речовин, організмів, джерел енергії під впливом як антропогенних, так і природних (вулканізм, природна міграція речовин) чинників.

Забруднення механічне – привнесення в екосистему різних не притаманних для неї предметів, відходів, та ін., які порушують її природне функціонування.

Забруднення фізичне – привнесення в екосистему джерел енергії (тепла, світла, шуму, вібрації, гравітації, електромагнітного, радіоактивного випромінювань та ін.).

Забруднення хімічне – привнесення в екосистему речовин, не притаманних їй або в концентраціях, що перевищують фонові.

Захаращення земель – розміщення у нествановлених місцях предметів господарської діяльності, твердих виробничих і побутових відходів (металобрухт, будівельне сміття та ін.).

Зміна ландшафту – набуття ландшафтом нових або втрата



колишніх його властивостей під впливом зовнішніх чинників або саморозвитку.

Зона екологічного лиха – ділянки території, де внаслідок господарської або іншої діяльності відбулися глибокі необоротні зміни довкілля, що призвели до суттєвого погіршення здоров'я населення, порушення природної рівноваги, руйнування природних екологічних систем, деградації флори і фауни.

Зона екологічного ризику – місця на поверхні суші та акваторія Світового океану, де людська діяльність може створити небезпечні екологічні ситуації, наприклад, зони підводного видобутку нафти на морському шельфі, небезпечні для танкерів ділянки морів, де може відбутися їхня аварія з розливом нафти, місця поховання радіоактивних, отруйних відходів та ін.

Зооценоз [від *гр.* *zoon* – тварина, жива істота, *koinos* – загальний] – частина біоценозу, сукупність тварин, що характеризується певним складом і взаєминами, які склалися, між собою та з довкіллям.

Ієрархія природних систем (екосистем) [від *гр.* *hierarchia* від *hieros* – священний і *arche* – влада] – функціональна супідрядність (входження дрібніших і простіших у складніші) систем різного рівня. Прикладом ієрархії природних систем може бути ряд: фация – (біогеоценоз, елементарний ландшафт, екосистема) – місцевість – урочище – ландшафт – ландшафтна зона – фізико-географічний сектор – біосфера. Кожен рівень ієрархії має свої особливості кругообігу речовин: так, на перших рівнях переважають вертикальні зв'язки, надалі більшу роль починають відігравати горизонтальні або латеральні зв'язки.

Кадастр [*фр.* *cadastre* від *гр.* *katastichon* – лист, реєстр] – систематизоване зведення відомостей про якісні і кількісні характеристики об'єкта, яке складається періодично або на основі даних безперервних спостережень.

Карст [від назви вапнякового плато *Karst*] – явища, що пов'язані з розчиненням природними водами осадових гірських порід (вапняки, гіпс, сіль) і проявляються в утворенні поглиблень у вигляді вирв, улоговин, провалів, печер, природних порожнеч, колодязів та ін.

Картографування екологічне – один з видів тематичного картографування, що відображає існування екосистем і дію на них різних чинників (антропогенне навантаження, ступінь



забруднення різних компонентів, розміщення заповідників та ін. природних територій, що охороняються, розповсюдження рідкісних видів тварин і рослин, специфічних біотопів та ін.).

Картографування ландшафтне – відображення на карті розташування ландшафтів, морфологічних одиниць зі значеннями або характеристиками їхніх найважливіших параметрів.

Катастрофа екологічна [від *гр.* catastrophe – поворот, переверот] – таке перетворення умов, показників (характеристик) навколишнього середовища, яке викликає катастрофічний стан екосистем та призводить до масової загибелі живих організмів. Бувають природні екологічні катастрофи (тривалі засухи, епідемії та ін.) і техногенні (аварії на екологічно небезпечних виробництвах, військові дії та ін.).

Кислі опади – атмосферні опади у вигляді дощу або снігу, які характеризуються водневим показником $\text{pH} < 5,6$ через розчинення в них таких забруднюючих речовин як: SO_2 , NO_x , HCl та ін.

Коефіцієнт біологічного накопичення – відношення вмісту якогось елемента (напр., радіонукліду або важкого металу) в організмі до його вмісту в довкіллі (у земній корі, ґрунті або штучному середовищі).

Колі-індекс – кількісний показник бактеріологічного забруднення води і харчових продуктів (головним чином фекального походження); визначається кількістю бактерій групи кишкової палички – *Escherichia coli* (звідси й назва) – в 1л або 1 кг субстрату. Колі-індекс – важливий критерій санітарно-гігієнічного контролю. Так, вода для купання вважається чистою, якщо колі-індекс перебуває у межах від 0 до 10; слабо забрудненою – від 11 до 100; забрудненою – від 101 до 1000; дуже забрудненою – від 1001 до 10 000.

Компоненти ландшафту [від *лат.* componens – що становить] – основні складники ландшафту, представлені фрагментами окремих сфер географічної оболонки: літосфери, гідросфери, атмосфери і сфери розповсюдження біоти.

Консументи [від *лат.* consumo – споживаю] – організми, які споживають готові органічні речовини, але не доводять розкладання органічних речовин до простих мінеральних.



Сукупність консументів утворює трофічні ланцюги, в яких вирізняють консументи першого порядку (рослиноїдні) і консументи другого, третього і т. д. порядків (хижаки).

Критична величина показника стану екосистеми – граничне значення параметра стану екосистеми (на межі її ділянки стійкості), за якого починаються незворотні зміни екосистеми.

Ландшафт [від нім. land – земля, schaft – суфікс, що виражає взаємозв'язок, взаємозалежність] – природний територіальний комплекс, що складається зі взаємодіючих природних або природних й антропогенних компонентів, а також комплексів нижчого таксономічного рангу.

Ландшафт антропогенний – ландшафт, властивості якого зумовлені діяльністю людини (див. також Ландшафт техногенний). Розрізняють культурний ландшафт (свідомо змінений господарською діяльністю людини для задоволення своїх потреб, якій постійно підтримується у бажаному стані) та акультурний, що виникає внаслідок нераціональної діяльності.

Ландшафт геохімічний – сукупність елементарних ландшафтів від елювіальних до супераквальних, розташованих у межах літологічно-однорідної території, генетично пов'язаних потоками розчинених і зважених речовин. Ландшафт геохімічний – суттєве поняття для аналізу горизонтального розповсюдження наслідків антропогенного впливу, зокрема забруднення, накопичення забруднюючих речовин (формування техногенних геохімічних аномалій) і самоочищення ландшафту.

Ландшафт елементарний [від лат. elementum – первинна матерія, спочатку] – ділянка, складена однією породою або наносами, розташовується на одному елементі рельєфу, при однакових рівнях залягання ґрунтових вод, що характеризується певною рослинною спільнотою та одним типом ґрунтів.

Ландшафт природний – ландшафт, що формується або сформувався під впливом тільки природних чинників, не випробував впливу діяльності людини (на противагу ландшафту антропогенному або техногенному).

Ландшафт субаквальний – місцеве водоймище з переважанням процесів накопичення речовини з твердим і рідким стоками над винесенням.

Ландшафт супераквальний – надводний елементарний ландшафт,



сформований на понижених формах рельєфу, що залягають близько до рівня ґрунтових вод; характеризується надходженням речовин з атмосфери, а також з поверхневими і ґрунтовими водами.

Ландшафт техногенний – різновид ландшафту, де людина (господарська діяльність) є центральним елементом, що визначає функціонування і структуру ландшафту. Див. також Ландшафт антропогенний.

Ландшафтна екологія – науковий напрям, що вивчає ландшафти на підставі аналізу екологічних відносин між рослинністю і середовищем, структури і функціонування природних комплексів на топологічному рівні, взаємодії складових природного комплексу під впливом господарської діяльності людини на природні складові ландшафтів, враховуючи баланс речовини та енергії.

Ландшафтний підхід – сукупність прийомів у географічних і екологічних дослідженнях, в основу яких покладено уявлення про диференціацію географічної оболонки на систему природно-територіальних комплексів різного рангу, що мають генетичну єдність і пов'язані сукупністю латеральних процесів, таких як поверхневий і підземний стік, еолове винесення і привнесення речовини, біогенна міграція та ін.

Латеральні процеси [від лат. *lateralis* – бічний] – процеси в природних територіальних комплексах, що відбуваються у горизонтальному напрямку.

Межа стійкості – максимальне навантаження, якого зазнає організм, спільнота, екосистема, ландшафт за збереження їхньої структури і функціонування.

Меліоративна природно-технічна система (МПТС) - цілісна природна технічна система, в якій пов'язано природні і технічні компоненти, що сформувалась з початком експлуатації меліоративної системи, коли її технічні компоненти вступили у складний взаємозв'язок зі складовими природного комплексу.

Місцевість – таксон природного територіального комплексу, що посідає проміжне положення в ланці урочище – ландшафт і відповідній групі територіально-суміжних урочищ у межах однієї локальної тектонічної структури з генетично єдиним поєднанням ґрунтоутворювальних порід.



Морфологія ландшафту [від *гр.* *morphe* – форма і *logos* – слово, вчення] – напрям, основним завданням якого є вивчення просторової структури ландшафтів.

Навантаження антропогенне (техногенне) – міра прямого та опосередкованого впливу господарської діяльності людини на природу загалом або на її окремі компоненти (ландшафти, ґрунти, атмосферу, біоту та ін.).

Навантаження на ландшафт – міра антропогенного (техногенного) впливу на ландшафт.

Навантаження рекреаційне – ступінь безпосереднього впливу відпочиваючих, їхніх транспортних засобів та ін. на об'єкти, що належать до рекреаційних ресурсів. Навантаження рекреаційне виражається кількістю людей або людино-днів на одиницю площі або рекреаційний об'єкт і порівнюється з рекреаційною місткістю об'єкта.

Надійність екологічна – здатність екосистеми (ландшафту) до відновлювання та саморегуляції після зовнішнього впливу (у межах природних для систем добових, сезонних, багаторічних флуктуацій). Поняття, близьке до стійкості і гомеостазу ландшафту.

Незворотна зміна ландшафту – зміни в ландшафті, що ведуть до порушення екологічної рівноваги і, як наслідок, до зміни інваріанта ландшафту або його деградації.

Оборотні зміни середовища – зміна компонентів середовища, їхніх властивостей або сукупності, які можуть бути компенсовані в процесі самовідновлення екосистем.

Окислювально-відновний потенціал, окислювальний потенціал, (ОВП, Eh) – функція співвідношення окислених і відновлених форм хімічних елементів у тому або іншому середовищі (ґрунті, водному розчині, біологічному матеріалі). Окислювально-відновний потенціал виражається зазвичай у мілівольтах (mV).

Опустелювання – збільшення площі пустель за рахунок суміжних територій. Опустелювання відбувається як внаслідок природних факторів, так і антропогенного впливу на природу (знищення в суміжних з пустелями регіонах деревної та трав'янистої рослинності, напр., через надмірне випасання худоби).

Оцінка ландшафту – визначення особливостей ландшафту з погляду можливості його використання в різних сферах господарської діяльності (землеробство, промислове виробництво, транспорт, рекреація, водне господарство та ін.).

Парагенетичні ландшафти [від *гр.* *para* – біля, що перебувають поряд, і *лат.* *genesis* – народження] – система просторово суміжних регіональних або типологічних комплексів, пов'язаних спільністю свого походження. До парагенетичних часто належать ландшафти геохімічні.

Параметри екосистеми – величини, показники, що відображають функціональні і консервативні властивості екосистеми: біологічна продуктивність, інтенсивність кругообігу, стійкість, різноманітність та ін.

Перебудова ландшафту докорінна – незворотна зміна ландшафту, що призводить до повної зміни його структури і властивостей і тим самим до перетворення в якісно нове утворення. Перебудова ландшафту докорінна може бути результатом цілеспрямованої діяльності людини, антропогенної деградації, стихійних природних процесів.

Перетворення ландшафту – система заходів, спрямованих на перетворення ландшафту і стану, що забезпечує виконання нових соціально-економічних функцій або суттєве підвищення ефективності їх виконання.

Період деградації ґрунту – гіпотетичний час, за який у ґрунті відбудуться зміни від еталонного стану до зниження його продуктивності на 75% за певного показника деградації ґрунту.

Період кругообігу хімічного елемента в екосистемі або системі "ґрунт – рослина" – час, за який рослини виділять у ґрунт і атмосферу таку саму кількість хімічного елемента, яку містять у собі. Період кругообігу слугує показником інтенсивності біогенного кругообігу хімічного елемента.

Підхід екологічний – загальнонауковий підхід, що орієнтує передусім на дослідження взаємовідносин живих організмів та людини з довкіллям і визначення способів гармонізації цих відносин для безпечного з екологічних позицій розвитку.

Підхід системний – загальнонауковий підхід, спрямований на пізнання механізму інтеграції систем як цілісних утворень, - єдності, що складається з взаємозв'язаних і взаємодіючих,



різномірних елементів. Водночас враховується, що кожна система є елементом вищої системи.

Підхід холістичний [англ. holism від гр. holos – цілий, весь] – оцінка властивостей систем загалом з подальшим вивченням (у разі потреби) її частин.

Пластичність ландшафту [від гр. plastikos – придатний для ліплення, піддатливий] – здатність ландшафту змінюватися, зберігаючи основні характеристики, незважаючи на дії зовнішніх чинників. Пластичність ландшафту – одна з властивостей, що забезпечує його стійкість.

Поверхневий стік – процес переміщення вод атмосферного походження землею поверхнею під дією сили тяжіння; складова кругообігу води на Землі. Величина поверхневого стоку залежить від кількості опадів і лісистості місцевості, на безлісній території поверхневий стік становить 65% річної суми опадів і часто зумовлює розвиток водної ерозії ґрунтів; за лісистості 100% поверхневий стік становить лише 5%.

Порогова величина параметра стану екосистеми – граничне значення параметра стану екосистеми, у разі перевищення якого, починаються суттєві зворотні зміни екосистеми, які не виходять за межі стійкості.

Природна система - певна множина елементів природного походження, наявні зв'язки між якими зумовлюють прояв природи в таких якостях і реалізацію нею таких функцій, які без взаємодії елементів були б неможливими.

Природний фон – фізичні, хімічні й інші показники, що характеризують незмінене людиною довкілля, відображають рівень постійного (у межах природних багаторічних коливань) впливу того чи іншого природного чинника і дозволяють давати кількісну оцінку ефектам впливу людини на довкілля та його окремі компоненти.

Природний комплекс [від лат. complexus – зв'язок, поєднання] – сукупність природних об'єктів, явищ або властивостей, що утворюють одне ціле. Природний комплекс – історичний попередник поняття "природна система".

Природний територіальний комплекс (ПТК) – тип природного



комплексу, визначений як просторово-часова система географічних компонентів, що взаємообумовлені у своєму розташуванні і розвиваються як єдине ціле.

Продуценти [від *лат.* *producens* – що виробляє] – автотрофні організми, що продукують органічну речовину з простих неорганічних речовин (фототрофи і хемотрофи).

Пустеля промислова, "місячний ландшафт" – ділянки ландшафту з вкрай бідним рослинним і тваринним світом, що обумовлено його порушеннями в результаті промислової діяльності людини (терикони, відвали, полігони випробувань зброї, кар'єри, звалища та ін.).

Радіальні процеси [від *лат.* *radius* – промінь, спиця в колесі] – процеси, що відбуваються в біосфері у вертикальному або близькому до вертикалі щодо земної поверхні напрямку.

Регулювання впливу на довкілля [від *лат.* *regulo* – направляти, впорядковувати] – зміна характеристик джерел впливу на довкілля у заданому напрямі з використанням сукупності організаційних, технологічних, технічних методів і засобів.

Регулювання ландшафту – один з елементів управління ландшафтами; заходи щодо підтримки функціонування ландшафту в заданому людиною або природному режимах.

Режим водний – зміна в часі рівнів, витрат і об'ємів води у водних об'єктах і ґрунтах.

Режим гідрологічний [*фр.* *regime*] – сукупність змін стану водного об'єкта, що закономірно повторюються, властивих йому і таких, що відрізняють його від інших водних об'єктів.

Резистентна стійкість – здатність екосистеми залишатися в стійкому стані під впливом навантаження, її несприйнятливості до зовнішнього впливу.

Резистентність [від *лат.* *resistere* – чинити опір] – несприйнятливості організму до впливу несприятливих чинників зовнішнього середовища (напр., до забруднення довкілля).

Рельєф [від *фр.* *relief* від *лат.* *relevo* – піднімаю] – сукупність форм земної поверхні, різних за контурами, розмірами, походженням, висотою та історією розвитку. Складається з позитивних



(вигнутих) і негативних (увігнутих) форм. За масштабом розрізняють: макрорельєф, мезорельєф, нанорельєф.

Рівень ґрунтових вод – поверхня (верхня межа) ґрунтових вод.

Різноманітність – в екології показник складності системи, різноякісності її компонентів (екологічних ніш в екосистемі). Див. Різноманітність біологічна.

Різноманітність біологічна – число типів біологічних об'єктів або явищ і частота їх появи у фіксованому інтервалі простору і часу, що в загальному випадку відображає складність живої речовини, здатність її до саморегуляції своїх функцій і можливість її різнобічного використання. Різноманітність біологічна включає всі види тварин, рослин, грибів і мікроорганізмів, екосистем і процесів, що в них відбуваються. Відрізняють три рівні: генетична різноманітність відображає генетичну інформацію, що міститься в живій речовині Землі, конкретній території; різноманітність видова відображає кількість видів і появу їх на конкретній території; різноманітність екосистем (ландшафтів) відображає кількість різних типів місць існування, спільнот і екологічних процесів.

Розвиток (еволюція) ландшафту – вища ланка в ланцюзі понять, що характеризують різні типи змін ландшафтів: функціонування – динаміка – розвиток. Розвиток ландшафту супроводжується необоротними поступовими змінами, які призводять до зміни структури ландшафту, заміни одного інваріанта іншим. Розвиток ландшафту зумовлений і змінами зовнішніх чинників (активізація тектонічних рухів, морські трансгресії), і внутрішніми причинами (саморозвиток ландшафту).

Самоорганізація ландшафту [від *фр.* organisation – формування] – процес, під час якого створюється, відтворюється, вдосконалюється або відновлюється структура ландшафту, у яких процеси самоорганізації відбуваються тільки в системах, що характеризуються високим рівнем складності і великою кількістю елементів, зв'язки між якими мають імовірнісний характер.

Самоочищення ґрунту – зменшення кількості забруднюючої ґрунт речовини в результаті процесів міграції, перетворення, розкладання, що відбуваються в ґрунті.

Самоочищення ландшафту – здатність ландшафту переробляти



(сортувати, розкладати та ін.) або виводити за свої межі забруднюючі речовини, що потрапляють у ландшафт.

Саморегулювання ландшафту – властивість ландшафту зберігати на певному рівні в процесі його функціонування типовий стан, режими та характер зв'язків між компонентами.

Саморозвиток ландшафту – самоорганізація ландшафту, для якої характерний перехід на вищий ступінь організації.

Стійкість екосистеми – здатність екосистеми до реакцій, пропорційних за величиною силі впливу, які гасять цей вплив.

Стійкість ландшафту – здатність ландшафту до функціонування в межах природного коливання його параметрів (у рамках одного інваріанта) під впливом зовнішніх (у т.ч. антропогенних) чинників.

Стік – процес надходження дощових і талих вод у водоймища і пониження рельєфу, що відбувається на земній поверхні – поверхневий стік, і в товщі земної кори – підземний стік.

Структура [лат. structura] – взаємо розташування і зв'язок складових чого-небудь; будова.

Ступінь деградації ґрунту – інтервал значень показника деградації ґрунту, за якого спостерігається зниження продуктивності ґрунту у встановлених межах.

Ступінь забруднення ґрунту – відношення вмісту забруднюючої речовини в ґрунті до його ГДК.

Ступінь порушення ландшафту (території) – ступінь зміни процесів функціонування і складу компонентів ландшафту в результаті зовнішньої (в т.ч. антропогенної) дії.

Субаквальний рельєф – підводний рельєф (дна морів, океану, озера, річки).

Сукцесія – послідовна, переважно незворотна (зрідка циклічна) зміна біо (гео)ценозів, що змінювалися на одній і тій самій території в результаті впливу внутрішніх (сукцесія автогенна, або аутогенна) або зовнішніх (сукцесія алогенна) чинників.

Сукцесія ландшафту – послідовна зміна станів ландшафту в напрямі до природного або близького до нього динамічного стану.

Суфозія [від *лат.* suffossio – підкопування, підривання] – вилуговування і винесення дрібних мінеральних частинок потоками ґрунтових вод, що фільтруються в товщі гірських порід. Суфозія призводить до утворення підземних порожнеч і подальшого просідання всієї осадової товщі, розміщеної вище з формуванням на поверхні замкнених блюдць, вирв, западин.

Тепловий баланс земної поверхні – алгебраїчна сума потоків тепла, що надходять на земну поверхню і йдуть від неї.

Територіально-виробничий комплекс – економічно ефективна сукупність функціонально взаємозв'язаних спеціалізованих виробництв, що розвиваються.

Територіальність-просторовість – це властивість геосистем, яка відрізняє їх від багатьох систем інших класів, зокрема екосистем. Із зовнішнього середовища геосистеми виділяються як певні ділянки території. Кожну геосистему можна описати метричними показниками (площею, лінійними розмірами) і топологічними (характеризують її розташування щодо інших геосистем або об'єктів іншої природи).

Техногенез [від *гр.* techné – мистецтво, майстерність і genesis – походження] – процес зміни природних комплексів під впливом виробничої діяльності людини.

Техногенний чинник – це вплив промислової діяльності людини на організми, біогеоценоз, ландшафт та біосферу в цілому.

Типи рельєфу – комплекси елементарних форм рельєфу, що мають спільне походження, однакові умови розвитку, схожий вигляд та будову.

Трофічний рівень – сукупність організмів, об'єднаних типом живлення. Автотрофічні організми (переважно зелені рослини) займають перший трофічний рівень (продуценти). Далі йдуть гетеротрофи: на другому рівні – рослиноїдні тварини (консументи I порядку); хижаки, що харчуються рослиноїдними тваринами, – на третьому (консументи II порядку); вторинні хижаки – на четвертому (консументи III порядку). Сапротрофічні організми (редуценти) можуть займати всі рівні, починаючи з другого. Організми різних трофічних ланцюгів, отримуючи їжу через рівне число ланок, перебуваючи на одному трофічному рівні.

Фація [від *лат.* Facies – зовнішність, форма] – найменший



природний територіальний комплекс, у межах якого зберігається один літологічний склад порід, однаковий характер рельєфу, зволоження, один мікроклімат, одна ґрунтова відмінність та один біоценоз.

Фітомаса – загальна маса всіх рослинних організмів, будь-яких угруповань або окремих рослин у спільноті.

Фітотоксичність – здатність хімічних речовин пригнічувати ріст і розвиток рослин.

Фітоценоз [від *гр.* *phyton* – рослина і *koinos* – загальний] – частина біоценозу, сукупність рослин, що займає однорідну ділянку земної поверхні, що характеризується певним складом, будовою і характером зв'язків між рослинами та довкіллям.

Функціонування ландшафту – стійка послідовність постійно діючих процесів передачі енергії, речовини та інформації в ландшафтах, що забезпечує збереження того чи іншого характерного для невизначено довгого періоду часу стану ландшафту.

Цвітіння води – масовий розвиток фітопланктону (синьо-зелених водоростей) у водоймі, що супроводжується зміною забарвлення (колір) води. Зумовлено несприятливими змінами водного режиму (застій води, забруднення органічними речовинами і мінеральними добривами, засмічення та ін.); погіршує кисневий режим водоймища, викликає замори риб і інших водних організмів.

Цілісність – властивість системи, яка проявляється в тому, що вилучення з неї певного компонента призводить до її кардинальної перебудови або взагалі загибелі, а сам цей компонент окремо від системи або не може існувати, або якісно змінюється.

Час самоочищення ґрунту – інтервал часу, впродовж якого відбувається зменшення на 96% первинної величини масової частки або фонового вмісту хімічної речовини, що забруднює ґрунт.



ЛІТЕРАТУРА

1. Izrael Yu.A. The problem of air pollution and other aspects of environmental pollution. The concept of monitoring and regulating the quality of the environment. – Meteorology and the human environment, WMO N 517/ Geneva, 1979, p. 1-9.
2. Kuhlov I., Bozhuk T. GEIS of the Ukrainian Maramorosh / A Masseur from the Tatra. Krakow, 2004.
3. Munn R, E. Global Environmental Monitoring System (GEMS). Action Plan for Phase 1. SCOPE, rep. 3, Toronto, 1973- 130 p.
4. Stankey G.H., Cole D.N., Lucas R.C., Petersen M.E., Frisse S.S. The limits of acceptable change system for wilderness planning. Ogden, UT, 1985.
5. Алексеенко В.А. Геохимия ландшафта и окружающая среда. – М.: Недра, 1990. – 142 с.
6. Аношко В.С. Мелиоративная география. – Минск: Высшая школа, 1987. – 254 с.
7. Армад Д.Л. Наука о ландшафте. – М.: Мысль, 1975. – 286 с.
8. Арманд А.Д. Самоорганизация и саморегулирование геосистем. – М.: Мысль, 1988. – 264 с.
9. Вологі луки. Посібник з управління та відновлення. /Філ Бенстід та ін., пер. з англ.: за загальною редакцією О.В. Дудкіна, О.М. Осадчої. – К., 2005.- 128 с., іл.
10. Герасимов И.П. Научные основы современного мониторинга окружающей среды. – Изв. АН СССР. Сер. Геогр., 1975, № 3, с. 13-25.
11. Горев Л.Н., Никаноров А.М., Пелешенко В.И. Региональная гидрохимия. – К.: Высшая шк. Головное изд-во, 1989. – 280 с.
12. Горев Л.Н., Пелешенко В.И. Мелиоративная гидрохимия. – К.: Высшая шк. Головное изд-во, 1984. – 256 с.
13. Горев Л.Н., Пелешенко В.И. Методика гидрохимических исследований. – К.: Высшая шк. Головное изд-во, 1985. – 215 с.
14. Гриб Й.В., Клименко М.О. та ін. Відновна гідроекологія порушених річкових та озерних систем: (гідрохімія, гідробіологія, гідрологія, управління). – Рівне, 1999. – 347 с.
15. Гродзинский М.Д. Устойчивость геосистем: теоретический подход к анализу и методы количественной оценки // Изв. АН СССР. Сер. География, 1987. № 6 С 5-15.

16. Гродзинский М.Д., Шищенко П.Г. Дандшафтнo-екологический анализ в мелиоративном природопользовании. – К.: Либідь, 1993. – 224 с.
17. Гродзинський М.Д. Основи ландшафтної екології. – К.: Либідь, 1993. – 224 с.
18. Давиденко В.А., Білявський Г.О., Арсенюк С.Ю. Ландшафтна екологія: Навчальний посібник. – К.: Лібра, 2007. – 280 с.
19. Докучаев В.В. Наши степи прежде и теперь. – М.: Мысль, 1953.- 152 с.
20. Дупляк В.Д. Научно-технический прогресс в орошении. К.: Урожай, 1989.- 248 с.
21. Дьяконов К.Н. Прогнозирование по аналогии (о влиянии проектируемых гидротехнических сооружений на природную среду) // Вести МГУ. Сер. География. 1972. № 1. С 24-41.
22. Земельні ресурси України / Під ред. В.В. Медведєва, Т.М. Лактіонової. – К.: Аграрна наука, 1996 – 143 с.
23. Землеробство: Навчальний посібник / За ред. В.П. Гордієнка. – К.: Вища школа, 1991. – 268 с.
24. Израэль Ю.А. Глобальная система наблюдений. Прогноз и оценка изменений состояния окружающей природной среды. Основы мониторинга.- Метеорология и гидрология, 1974, № 7, с.3-8.
25. Исаченко А.Г. Ландшафтоведение и физико-географическое районирование. – М.: Мысль, 1991.- 366 с.
26. Исаченко А.Г. Оптимизация природной среды. – М.: Мысль, 1990. – 263 с.
27. Калихман А., Педерсен А., Савенкова Т., Сукнев А. Методика пределов допустимых изменений на Байкале – участке всемирного наследия ЮНЕСКО.- Иркутск, 1999.
28. Калінін М.І., Мельник О.С. Теоретичні основи лісових меліорацій. – Львів: Світ, 1991. – 260 с.
29. Кучерявий В. Урбоекологія. - Львів, 1999.
30. Лопирев М.И., Рябов Е.И. Защита земель от эрозии и охрана природы. – М.: ВО "Агропромиздат", 1989. – 238 с.
31. М. Елбакідзе, О. Завадович, Т. Ямелинець. Методичні аспекти інвентаризації зелених зон урбанізованих територій (на прикладі регіонального ландшафтного парку “Знесіння”), - К, 2005.



32. Малі річки України / Під ред. А.В. Яцика. - К.: Урожай, 1991. – 293 с.
33. Мелиорация. Энциклопедический справочник/ Под. ред Мурашко А.И. – Минск. Белорус. Сов. Энциклоп., 1984. – 576 с.
34. Мельник А.В. Основи регіонального еколого-ландшафтознавчого аналізу. – Львів – 2002.
35. Методика моніторингу земель, що перебувають у кризовому стані / Під. ред. В.В. Медведєва, Т.М. Лактіонової. – Харків, 1996. – 86 с.
36. Методика оптимізації природного середовища проживання / Л.М. Горєв, В.І. Пелешенко, В.В. Криничний. – К.: Либідь, 1992. – 528 с.
37. Мильков Ф.Н. Парагенетические ландшафтные комплексы // Науч. зас. Воронеж. отд-ние Геогр. о-ва СССР. 1966.- Воронеж, 1966.- С. 3-7.
38. Одум Ю.П. Основы экологии.- М: Мир, 1975.- 740 с.
39. Оценка и контроль изменений в природных комплексах под влиянием осушения/ Под. ред. П.И. Коваленко, В.Е. Алексеевского. – Киев, УкрНИИГ иМ, 1992.- с. 137 – 170.
40. Петлін В.М. Конструктивне ландшафтознавство. – Львів: ЛНУ – 2006.
41. Преображенский В.С., Александрова Т.Д. Подходы к исследованию организации ландшафтов / Докл. на 7-м Междунар. симп. по проблематике экологического исследования ландшафта 21-26 окт. 1985 г. М.- С 14-22.
42. Преображенский В.С., Александрова Т.Д., Куприянова Т.П. Основы ландшафтного анализа.- М. Мысль, 1988.- 192 с.
43. Сочава В.Б. Введение в учение о геосистемах. Новосибирск, 1978.-319 с.
44. Справочник по водным ресурсам / Под. ред. Б.И. Стрельца. – К.: Урожай, 1991. – 303 с.
45. Уиттекер Р. Сообщества и экосистемы.- М: Мысль, 1980.-327 с.
46. Фильчагов Л.П., Полищук В.В. Возрождение малых рек. – К.: Урожай, 1989. – 184 с.
47. Швец Т.И. Концепция природно-хозяйственных систем – Л.: Наука – 1988, с. 28-29.
48. Яцик А.В. Экологические основы рационального природопользования. – К.: Издательство "Генеза", 1997. – 640 с.



ПРЕДМЕТНИЙ ПОКАЖЧИК

- Агроландшафти, 63*
Агромеліоративний ландшафт, 65
Антропогенні аспекти, 26, 29
Антропогенні впливи, 45
Антропогенно-природні геосистеми, 46
Басейнова ландшафтнотериторіальна структура, 68
Види стійкості, 98
Відкритість, 18
Відновлюваність, 95
Вододільно-рівнинні підсистеми, 77
Вологообіг, 59
Геосистема, 12
Геохімічні бар'єри, 37, 39
Геоекологічне прогнозування, 98
Геосистемний моніторинг, 110
Динамічність, 18
Довготривалість, 24
Заміщення біотичних геокомпонентів ландшафту, 52
Заплавні геосистеми, 76
Інертність, 95
Моніторинг антропогенних змін, 119
Меліоративні природно-технічні системи, 65
Навколишнє середовище, 45
Незворотність, 23
Об'єкти безпосереднього впливу, 52
Підсистема лісу, 82
Пластичність, 95
Поліструктурність, 14
Поступовість, 23
Природний потенціал геосистем, 57
Прогресивність, 23
Різноманітність геосистем, 98
Складність, 16
Соціальні функції геосистем, 56
Спадкоємність, 24
Стійкість геосистем, 89
Стохастичність, 19
Стратегія управління геосистемами, 129
Схилова підсистема, 76
Територіальність-просторовість, 13
Управління геосистемами, 112
Цілісність, 17
Цілі управління геосистемами, 121
Якість поверхневих вод, 81



Національний університет
водного господарства
та природокористування



Національний університет
водного господарства
та природокористування