

**ЗАКЛАД ВИЩОЇ ОСВІТИ «ПОДІЛЬСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»
ФАКУЛЬТЕТ АГРОТЕХНОЛОГІЙ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ
КАФЕДРА ЕКОЛОГІЇ І ЗАГАЛЬНОБІОЛОГІЧНИХ ДИСЦИПЛІН**

КУРС ЛЕКЦІЙ

з дисципліни

«ЛАНДШАФТНА ЕКОЛОГІЯ»

для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня

спеціальності 101 «Екологія»

м. Кам'янець-Подільський

2024

УДК 502.574

Укладач:

Уляна НЕДІЛЬСЬКА доцент кафедри екології та загальнобіологічних дисциплін Закладу вищої освіти «Подільський державний університет», кандидат сільськогосподарських наук

*Рекомендовано до друку науково-методичною радою
Закладу вищої освіти «Подільського державного університету
(протокол №2 від 26.03.2024 р.)*

Рецензенти:

Василь ГРИГОР'ЄВ кандидат сільськогосподарських наук, доцент кафедри землеробства, ґрунтознавства та захисту рослин Закладу вищої освіти «Подільський державний університет»

Вадим МЕНДЕРЕЦЬКИЙ доктор педагогічних наук, професор кафедри географії та методики її викладання Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка

Курс лекцій з дисципліни «Ландшафтна екологія» для освітнього ступеня «бакалавр» спеціальності 101 «Екологія» / У.І. Недільська. – Кам'янець-Подільський, 2024. – 106 с.

Курс лекцій складений у відповідності з програмою навчальної дисципліни «Ландшафтна екологія». У виданні відображено теоретичний матеріал з курсу ландшафтної екології. Розглянуто ефективні аспекти взаємодії між живими організмами у природних ландшафтах і оцінювання їх ефективності.

Для освітнього ступеня «бакалавр» спеціальності 101 «Екологія»

УДК УДК 502.574

ЗМІСТ

ПЕРЕДМОВА

Тема 1. ЛАНДШАФТНА ЕКОЛОГІЯ ЯК НАУКА

- | | |
|---|----|
| 1. Ландшафтна екологія як синтез ландшафтознавства та екології. | 9 |
| 2. Ландшафтно-екологічний підхід. | 12 |
| 3. Виникнення та розвиток ландшафтознавства. | 14 |
| 4. Сучасний стан ландшафтної екології та методи дослідження. | 17 |

Тема 2. ГЕОСИСТЕМА ЯК ПРЕДМЕТ ЛАНДШАФТНОЇ ЕКОЛОГІЇ

- | | |
|--------------------------------------|----|
| 1. Визначення ландшафтної екології. | 18 |
| 2. Становлення концепції геосистеми. | 19 |
| 3. Загальні властивості геосистеми. | 20 |

Тема 3. ТОПІЧНА ЛАНДШАФТНА ЕКОЛОГІЯ

- | | |
|---|----|
| 1. Поняття вертикальної (топічної) структури | 25 |
| 2. Геокомпонентний спосіб декомпозиції геосистем | 27 |
| 3. Речовинно-фазовий (геомасовий) спосіб декомпозиції геосистем | 29 |
| 4. Просторово-об'ємний (геогоризонтний) спосіб декомпозиції | 31 |

геосистем

Тема 4. ГЕНЕТИКО-ЕВОЛЮЦІЙНІ ВІДНОШЕННЯ ТА ПРОЦЕСИ МІЖ ВЕРТИКАЛЬНИМИ СТРУКТУРАМИ ГЕОСИСТЕМИ

- | | |
|--|----|
| 1. Генезис та еволюції екосистем. | 33 |
| 2. Загальна схема та основні положення генетико-еволюційних відношень. | 34 |
| 3. Антропогенний вплив на генетико-еволюційні відношення. | 37 |

Тема 5. ПОТІК І ТРАНСФОРМАЦІЯ ЕНЕРГІЇ В ГЕОСИСТЕМАХ

1. Концептуальні моделі потоків енергії. 39
2. Загальна схема потоків і трансформації енергії в геосистемі 40
3. Антропогенний вплив на потоки і трансформацію енергії в геосистемі. 44

Тема 6. АНТРОПОГЕННІ І УРБАНІЗОВАНІ ЛАНДШАФТИ

1. Антропогенний і урбанізований ландшафт 45
2. Антропогенний ландшафт та його групи. 46
3. Властивості рослин міста. 47

Тема 7. МЕРЕЖІ ВЗАЄМОДІЇ КОМПОНЕНТІВ ЕКОЛОГІЧНИХ СИСТЕМ

1. Взаємодія між факторами геосистеми 51
2. Загальні властивості геосистем 52
3. Рівні територіальної розмірності геосистем 55

Тема 8. ПОТОКИ ВОЛОГИ В ГЕОСИСТЕМІ

1. Загальна схема потоків вологи в геосистемі 56
2. Антропогенний вплив на потоки вологи в геосистемах 59
3. Типологія геосистеми за характером водного режиму 60

Тема 9. МІГРАЦІЯ ТА ОБМІН МІНЕРАЛЬНИХ РЕЧОВИН В ГЕОСИСТЕМАХ

1. Загальна схема міграції та обміну мінеральних речовин в геосистемах 61
2. Антропогенний вплив на забруднення та самоочищення геосистем 65
3. Типологія геосистем 67

Тема 10. ГЕНЕТИКО-МОРФОЛОГІЧНА, ПОЗИЦІЙНО-ДИНАМІЧНА ТА ПАРАГЕНЕТИЧНА ЛАНДШАФТНІ ТЕРИТОРІАЛЬНІ СТРУКТУРИ

1. Рівні генетико-морфологічної однорідності територій. 69
2. Територіальні одиниці генетико-морфологічної ландшафтно-територіальної структури. 72
3. Структуроформуючі відношення позиційно-динамічної

ландшафтно-територіальної структури.	74
4. Елементи структури позиційно-динамічної ландшафтно-територіальної структури та їх типи	76
5. Структурно-формуючі відношення парагенетичної ландшафтно-територіальної структури	77
Тема 11. ПРОДУЦІЙНІ ПРОЦЕСИ В ГЕОСИСТЕМАХ	
1. Загальні положення продукційних процесів	80
2. Антропогенний вплив на продукційні процеси	82
Тема 12. ДИНАМІКА ТА ЕВОЛЮЦІЯ ГЕОСИСТЕМ	
1. Основні поняття та визначення.	84
2. Основні закономірності функціональної динаміки геосистеми. Добова та сезонна динаміка геосистем	86
3. Багаторічна динаміка. Флуктація та сукцесія геосистем	90
4. Загальні закономірності еволюції геосистем	92
5. Динаміка та еволюція ландшафтно-територіальних систем	93
Тема 13. РІВНІ ТЕРИТОРІАЛЬНОЇ РОЗМІРНОСТІ ГЕОСИСТЕМ	
1. Виділення рівнів	94
2. Критерії виділення геотопу	96
3. Внутрішньотопічна територіальна структура	98
Тема 14. ГЕОСИСТЕМИ ТА ЇХ СЕРЕДОВИЩЕ	
1. Природні ландшафтно-екологічні фактори.	100
2. Ландшафтно-екологічна амплітуда геосистеми.	101
3. Концепція ландшафтно-екологічної ніші.	102
4. Об'єм та перекриття ніш.	104

Список використаної літератури

ПЕРЕДМОВА

Ландшафтна екологія є дисципліною, що вивчає взаємодію між природним середовищем та живими організмами. Вона базується на підході та охоплює знання з біології, екології, геології, метеорології, гідрології та інших наук.

Ландшафтна екологія є направленою для збереження біорізноманіття та життєдіяльності екосистем. Вона допомагає зрозуміти, як людська діяльність впливає на природні процеси, та допомагає розробляти ефективні методи охорони природи.

У курсі лекцій розглядаються основні поняття та принципи ландшафтної екології, а також методи дослідження та аналізу екосистем. Крім того, описуються різноманітні типи ландшафтів та їх характеристики, а також вплив людської діяльності на них.

Курс лекцій призначений для здобувачів вищої освіти та науковців, які цікавляться екологією та природоохоронною діяльністю. Вона може бути корисною як для вивчення основ ландшафтної екології, так і для розвитку власних дослідницьких напрямів.

Метою вивчення ландшафтної екології є розуміння взаємозв'язків між живими організмами та їх середовищем, а також вивчення впливу людської діяльності на природні екосистеми. Основні завдання ландшафтної екології полягають у з'ясуванні принципів та закономірностей природних екосистем, виявленні механізмів, які впливають на здоров'я та стійкість екосистем,

розробленні методів охорони та відновлення екосистем та формування екологічної свідомості у людей та розвиток природоохоронної діяльності. Ландшафтна екологія може бути використана для розроблення стратегій управління природними ресурсами та збереження біорізноманіття, що є важливим завданням у забезпеченні сталого розвитку.

Предметом вивчення ландшафтної екології є природні ландшафти, які включають у себе комплекс природних факторів: геологічні, кліматичні, ґрунтові, гідрологічні та біотичні. Ці фактори взаємодіють між собою та формують унікальні природні комплекси, які можна розглядати як екосистеми.

Основні складові ландшафтів, які вивчає ландшафтна екологія, включають у себе рослинний та тваринний світ, гідрологічні системи, рельєф, ґрунти, кліматичні умови та інші екологічні фактори, які впливають на функціонування та розвиток екосистем.

Вивчення ландшафтної екології полягає в тому, щоб зрозуміти, як різні компоненти природних ландшафтів взаємодіють між собою, які процеси відбуваються в екосистемах та які чинники впливають на стан та функціонування природних систем. Також вивчення ландшафтної екології дозволяє розробляти ефективні стратегії збереження та відновлення природних екосистем, що є важливим для збереження біорізноманіття та забезпечення сталого розвитку.

Основні завдання вивчення ландшафтної екології полягають у зборі та аналізі інформації про природні ландшафти з метою:

1. Розуміння екологічних процесів та взаємодії компонентів екосистем, що дозволяє встановлювати залежності між різними елементами природи та їх вплив на функціонування та стійкість екосистем.

2. Виявлення проблемних зон та причин порушень екологічної рівноваги природних ландшафтів.

3. Прогнозування наслідків природних та антропогенних факторів на стан природних ландшафтів та розвиток екосистем.

4. Розроблення рекомендацій та стратегій збереження та відновлення природних ландшафтів та екосистем.

5. Встановлення взаємозв'язків між людиною та навколишнім середовищем та визначення ролі людини в екологічному стані природних ландшафтів.

6. Підготовка кадрів для охорони природних об'єктів та ведення наукових досліджень в галузі охорони природи.

Основні завдання вивчення ландшафтної екології допомагають розробляти науково обґрунтовані методи та прийоми збереження та відновлення екосистем, забезпечують наукове обґрунтування прийняття рішень щодо раціонального використання природних ресурсів, а також ведення сталого розвитку.

Ландшафтна екологія грає важливу роль у формуванні фахівця еколога. Знання, які надає ландшафтна екологія, допомагають розуміти взаємозв'язки між компонентами природних екосистем та встановлювати залежності між різними елементами природи.

Фахівець еколог повинен знати, які природні процеси відбуваються в ландшафті, які фактори впливають на розвиток та функціонування екосистем, які проблеми пов'язані з антропогенним впливом на ландшафти. Ландшафтна екологія також вивчає різноманітні види ландшафтів та їх особливості, що дозволяє фахівцю екологу розробляти програми та проекти з охорони та відновлення конкретних ландшафтів.

Знання ландшафтної екології є необхідним для розуміння взаємозв'язків між природою та людиною, а також для встановлення раціональних засад використання природних ресурсів та забезпечення сталого розвитку.

Отже, ландшафтна екологія є важливою складовою в навчанні та формуванні компетенцій фахівців екологів, які працюють у галузі охорони довкілля та раціонального використання природних ресурсів.

Тема 1. ЛАНДШАФТНА ЕКОЛОГІЯ ЯК НАУКА

1. Ландшафтна екологія як синтез ландшафтознавства та екології.
2. Ландшафтно-екологічний підхід.
3. Виникнення та розвиток ландшафтознавства.
4. Сучасний стан ландшафтної екології та методи дослідження.

1. Ландшафтна екологія як синтез ландшафтознавства та екології.

Новий науковий напрямок - ландшафтна екологія - виник в надрах географічних і біологічних дисциплін як необхідність у рішенні глобальних і регіональних екологічних проблем.

Об'єктами дослідження служать локальні, регіональні, зональні і глобальні екосистеми.

Термін "ландшафтна екологія" ввів німецький учений, фахівець з повітряної географічної розвідки і ландшафтно-екологічного дешифрування аерофотознімків К. Троль.

У нашій країні основи цієї науки були закладені працями ботаніків, ґрунтознавців і зоогеографів. Концепція ландшафтної екології об'єднала підходи фітоценології, екології і ландшафтознавства. Карл Троль розумів під ландшафтною екологією поєднання ландшафтно-просторового аналізу і дослідження взаємозв'язків між природними компонентами, які відбуваються в межах елементарної територіальної одиниці (екотопу). А також, щоб відобразити об'єднання двох підходів у вивченні ландшафту:

"горизонтального" (вивчення просторової взаємодії природних явищ) і "вертикального" (вивчення взаємин між явищами в рамках геоекосистеми).

З того часу розуміння цієї науки суттєво розширилось, проте не було сформульовано загальноприйнятого її визначення. Щоб наблизитись до нього, доцільно проаналізувати існуючі погляди на її зміст.

На Першому міжнародному конгресі з ландшафтної екології в місті Вельдховені (Нідерланди) голландський вчений І. Зонефельд опитав 20 ландшафтних екологів, аби з'ясувати, що вони розуміють під своєю наукою. Виявилось, що більшість учених сприймають її як науку, специфічну не за об'єктом аналізу, а за його аспектом (*not object, but aspect-science*), при чому виділились основні групи визначень ландшафтної екології:

- 1) науки, що досліджує взаємодії в ландшафті («ландшафтна екологія - екологія на рівні ландшафту»);
- 2) холістичної науки, предметом якої є територіальні одиниці як цілісні системи і основним науковим підходом до їх вивчення є не аналіз, а синтез;
- 3) застосування екологічних концепцій на практиці в реальному антропізованому ландшафті («ландшафтна екологія = прикладна екологія»).

Більшість пізніших визначень ландшафтної екології підкреслюють одну з цих трьох точок зору і зводяться до розуміння цієї науки як суміжної між екологією та географією (ландшафтознавством), яка використовує їх теоретичні концепції та методи при дослідженні територіальних природних систем топічного та регіонального рівнів.

Поряд з терміном «ландшафтна екологія» існує також термін «геоекологія». В англійських країнах користуються майже виключно першим (*Landscape Ecology*), в Німеччині, Швейцарії - обома (*Landschaftsökologie*, *Geoökologie*), що також поширено в літературі. Фактично обидва ці терміни фіксують одну науку (К. Троль використовував їх як рівнозначні; як синоніми подані вони і в тлумачному словнику термінів «Охорона ландшафту», підготовленому міжнародним колективом східноєвропейських країн). Проте термін «ландшафтна екологія» набув більшого застосування, зафіксований у

назвах міжнародних асоціацій і регулярних конференцій. До того ж він більш конкретний і досить точно відповідає змісту науки, визначення якої було наведено раніше. Останнім часом термін “геоекологія” почали вживати геологи, розуміючи під ним вирішення природоохоронних проблем методами геології. У такому значенні ці терміни мають досить різний зміст.

Отже ландшафтна екологія це наука, яка використовує інтегровані підходи до природних об’єктів, ця наука має свої власні підходи, прийоми та методи дослідження що народилися при синтезі ландшафтознавства та екології.

Ландшафтна екологія народилася як синтез двох наук ландшафтознавства та екології.

Інтеграція різних наук або наукових підходів виправдана і врешті-решт відбувається при виконанні трьох умов:

- принципової можливості інтеграції;
- доцільності;
- приблизно однаковим рівнем розвитку та ступенем загальності контактуючих наук.

Принципова можливість інтеграції ландшафтного та екологічного підходів в один - ландшафтно-екологічний зумовлена:

- 1) спільним об’єктом аналізу - полігеокомпонентні природні системи;
- 2) близькістю базових концепцій (гео- та екосистеми);
- 3) спільними принциповими науковими завданнями (пізнання взаємодії компонентів природи між собою та з людиною);
- 4) спільністю основних завдань прикладної орієнтації (обґрунтування рішень з оптимізації взаємодій суспільства та природних систем);
- 5) подібністю багатьох методів досліджень.

Інтеграція доцільна в тому випадку, коли в кожній з контактуючих наук є коло питань, розробка яких однією наукою наштовхнулася на труднощі, тоді як в іншій науці для вирішення цих питань розроблено ефективні

концептуальні та методичні підходи. Саме таких питань багато і в ландшафтознавстві, і в екології.

В екології це насамперед питання просторового аналізу, які в цій науці майже не розглядались, а ландшафтознавство тут має багаті традиції.

Для ландшафтознавства «кризовими» є теоретичні питання динаміки геосистем, до розв'язання яких необхідно залучити концепції екології.

Загалом у екології та ландшафтознавства є багато взаємодоповнюючих концепцій, теоретичних положень, методів, із синтезом яких пов'язане формування теоретичного базису ландшафтної екології.

Однаковість ступеня розвитку контактуючих наук також необхідна умова їх інтеграції, інакше менш розвинута наука просто поглинеться більш розвинутою.

Екологія та ландшафтознавство виникли майже одночасно:

- концепцію екосистем запропонував А. Тенслі, а оформилась вона в роках;
- концепцію ландшафту вперше науково сформулював Л. С. Берг вона набула теоретичного завершення.

Вони розвивалися в цілому синхронно і хоч у різних країнах співвідношення між ними може бути різним, у світовій науці стан розвитку ландшафтознавства та екології, можна вважати, знаходяться на однаковому рівні.

Інша річ - ступінь обізнаності широкої громадськості з завданнями та ідеями цих наук. Популярність екології в суспільстві значно вища, ніж ландшафтознавства, проте це не перешкоджає інтеграції цих наук.

Ландшафтна екологія є продуктом лише часткової інтеграції ландшафтознавства та екології. Вона використовує лише певну частину їх теоретичних положень, підходів, які при взаємодії досить суттєво трансформуються. Це зумовлює формування оригінального концептуально-теоретичного базису самостійної науки - ландшафтної екології на стику

ландшафтознавства та екології, які залишатимуться самостійними науками із своїми теоретичними концепціями та методами.

Ландшафтно-екологічний підхід поряд із сильними в евристичному відношенні особливостями, успадкованими від ландшафтознавства (територіальність, поліцентризм моделі геосистеми тощо) та екології (концепція, сукцесії, методи ординації, моноцентризм моделювання екосистеми тощо) має і власні риси. Як і в цих науках, об'єктом ландшафтно-екології є полігеокомпонентні природні системи. Проте при їх дослідженні вона значно ширше користується наслідками із загальнонаукового принципу доповнюваності. Згідно з цим принципом всебічне пізнання складного об'єкта чи явища досягне за умови дослідження його з різних проєкцій (різними моделями) звести які до однієї принципово неможливо.

Досліджуючи природну реальність, ландшафтна екологія не редукує її до моделі якогось одного типу (гео- чи екосистеми), а виходить з того, що певне наукове чи практичне завдання визначає оптимальний спосіб декомпозиції природної системи (її поділу на елементи й структурні частини), що приводить до множинності типів її структур. Розуміння і дослідження геосистеми як системи поліструктурної - центральна методологічна установка ландшафтно-екологічного підходу. Сучасне ландшафтознавство та екологія також користуються наслідками принципу доповнюваності, проте такого значення, як у ландшафтній екології, він не набув.

Концепції гео- та екосистеми мають свої переваги - уявлення про геосистему більш наближене до природної реальності концепція екосистеми дуже зручна при вирішенні багатьох конкретних питань. А тому ландшафтна екологія в своїх дослідженнях використовує і полі- (геосистемний) і моно- (екосистемний) підходи. Причому, на відміну від екології, в центреко системної моделі можна ставити не тільки біотичні, а й інші компоненти.

Ландшафтній екології притаманний акцент на процесному, функціональному аналізі геосистем. Останні сприймаються насамперед не як

деякі об'єми або території, специфічні за складом елементів та своєю будовою, а як об'єми та арени, насичені різними динамічними процесами, що взаємодіють між собою і з зовнішнім середовищем. За специфікою цих процесів і виділяються геосистеми.

На відміну від вчення про геосистеми та екологію, ландшафтна екологія досліджує природні системи не вище регіонального просторового рівня. Для неї характерна значна увага до впливу на геосистеми зовнішніх, особливо антропічних факторів. Порівняно з ландшафтним підходом ця наука сприймає й аналізує геосистеми як значно більше зв'язані з зовнішнім середовищем, «більш відкриті».

Суттєвою рисою ландшафтної екології є центрованість на проблему взаємодії людини з природними системами. Центральні проблеми ландшафтної екології (стійкість геосистем, прогнозування, нормування антропогенних навантажень тощо) мають безпосередню прикладну спрямованість.

3. Виникнення та розвиток ландшафтознавства

Розробкою вчення про ландшафт займалися такі вчені, як Г.Н. Висоцький, Л.С. Берг, А.Н. Краснов, Р.І. Аболін, А.О. Григор'єв, Н.А. Солнцев, А.Г. Ісаченко, Ф.Н. Мільков, К.І. Геренчук, В.Б. Сочава тощо.

До появи наукових ландшафтно-географічних ідей в народі склалися емпіричні уявлення про природні територіальні комплекси. Своєрідність окремих місцевостей відбилась в їхніх народних назвах: Полісся, Мещера, Жигулі. У синтетичних термінах - тундра, тайга, степ вкладено не лише характер рослинності, а й природи в цілому. Здавна використовують і термін "урочище", наприклад, урочища окремих масивів лісу, боліт, балки та ін.

Основоположником вчення про ландшафт вважається вчений В.В. Докучаєв. Він першим висунув ідею географічного комплексу. Про єдність природи він говорив у ряді праць, де сформульовано закон географічної зональності.

Базуючись на законі цілісності й нерозривності географічного середовища, сформували висновок про існування природно-історичних зон. Ці зони представлені, як географічні (ландшафтні) комплекси, всі компоненти яких тісно взаємодіють.

Необхідність особливої науки про зв'язки між компонентами природи, вперше трактував зональність як світовий закон. Докучаєвський принцип зональності відіграв роль при розробці різних сільськогосподарських і лісгосподарських проблем. Цей принцип був покладено в основу робіт з фізико-географічного районування.

Наступним етапом у розвитку концепції географічного комплексу стало вчення про ландшафт, виникнення якого було закономірним етапом в історії природознавства. Наукове уявлення про ландшафт сформулювали майже водночас і незалежно один від одного кілька вчених.

Г.Н. Висоцький, відомий своїми працями з галузі степового лісорозведення, ґрунтознавства, геоботаніки, гідрології та ін., відзначив, що місцевості відрізняються за характером поєднання типів місцезростання рослин, він зробив намітки про морфологію ландшафту, запропонував скласти ландшафтні карти, які повинні послужити основою правильної організації сільського господарства.

Цікаві висновки зробив Р.І. Аболін, який наблизився до правильного розуміння співвідношення загальних і місцевих географічних закономірностей. За Аболіним, природні компоненти тісно переплітаються й формують складний комплекс у вигляді епігеми (географічна оболонка), яка окутує Земну кулю. Епігема залежно від широтної зональності ділиться на "епізони", а відносно геологічної історії - на "епіобласті". У межах областей за місцевими умовами спостерігаються "епітипи" (наприклад, болото).

Отже, Р.І. Аболін систему поділу земної поверхні подав зверху до низу, від ландшафтної оболонки до елементарного комплексу (фації). Але ця система була розроблена не до кінця і залишилася маловідомою.

Таким чином фізична географія розвивалася з уявлень про ландшафт, наукове знання про який тільки починало закладатися. Ідея природного комплексу, взаємозв'язку між компонентами сприяла закріпленню діалектико-матеріалістичного світогляду як у фізичній географії, так і в інших природничих науках.

Підкреслюється необхідність більш інтенсивного вивчення геохімічного й геофізичного напрямів, змін кругообігу речовин й енергії під впливом антропогенної діяльності. Звертається увага на навантаження й стійкість ландшафту, його екологію. Використовуються нові методи дослідження (геохімічні, геофізичні, космічні, математичні, картографічні, стаціонарні), служби моніторингу. Розширюються міждисциплінарні дослідження.

Розвиток ландшафтознавства в зарубіжних країнах

Спроба подальшого розвитку ідеї географічного комплексу зроблена англійським вченим А. Гербертсоном, який намітив природні регіони суші, тобто природні комплекси.

Згодом ландшафтознавство набуло певного розвитку в Німеччині але тут на нього вплинули ідеалістичні ідеї Геттнера. Одним з перших теоретиків німецького ландшафтознавства був З. Пасарге він дав характеристику ландшафтних зон Землі великими ландшафтними одиницями, що складаються з ландшафтних областей і окремих ландшафтів, а також - частин ландшафту – урочищ, фацій. З. Пасарге вважав, що твердо встановленими можуть бути лише дрібні внутрішньоландшафтні одиниці, а їх групування в більші ландшафти - це справа суб'єктивна.

І на сучасному етапі західно-німецькі вчені розуміють окреслення ландшафту як суб'єктивний процес. Вийшла друком праця Е. Неефа "Теоретичні основи ландшафтознавства", в якій ландшафт розглядається з діалектичних позицій. Німецькі вчені розуміють ландшафт не тільки як природну, а й як природно-антропогенну систему.

У Польщі ландшафтознавство набуло певного розвитку під керівництвом професора Є. Кондратовського. Тут проводилися й провадяться експедиційні

дослідження, зроблена класифікація ландшафтів країни, і складена відповідна карта в масштабі 1:1000000.

У Польщі було проведено симпозіум соціалістичних країн по фізико-географічному районуванню.

Словацька академія наук кожних три роки проводить Міжнародні наукові симпозіуми, на яких обговорюються теоретичні проблеми “біології ландшафту” та “екології ландшафту”.

У західних країнах ландшафтознавство майже не розвивається. Ідеї географічного комплексу тут не знайшли визнання: вивчалися в основному природні компоненти окремих територій.

У праці Бертрана, в яких обговорюються "ландшафт", "геосистема", "таксономія ландшафтних одиниць" поклали початок ландшафтним досліддам у Франції.

Американські вчені виявляють великий інтерес до регіональної географії (регіональну концепцію вони визнають основою географії). Щоправда, часто свої концепції американські вчені (Р. Хартшорн, Д. Уиттсли) трактують з ідеологічних позицій. Р. Хартшорн вказує, що об'єктом географії є окрема територія (район), але реально існуючих границь така територія (район) не має. Вітчизняна географія, як відомо, визнає об'єктивне існування фізико-географічних регіонів Землі.

Останнім часом американські та канадські вчені виявляють певний інтерес до ландшафтознавства, вивчають і перекладають наукові праці наших вчених, ландшафтні карти, особливо оціночні.

Таким чином, за останні роки основні ідеї вчення про ландшафт отримали широке міжнародне визнання.

4. Сучасний стан ландшафтної екології та методи дослідження

В даний час досліджуються локальні, регіональні, глобальні геосистеми, їх структура, розвиток, сучасні зміни і дається прогноз розвитку. У

дослідженнях застосовуються новітні методи, у тому числі дослідження з космосу, обробка матеріалів за допомогою комп'ютерної техніки тощо.

Результати досліджень використовуються при вирішенні екологічних проблем різного масштабу, у т.ч. і глобальних (зокрема програми ЮНЕСКО "Людин і біосфера", міжнародної геосферно-біосферної програми "Глобальні зміни" та ін.).

Створено Міжнародну асоціацію з ландшафтної екології, видається міжнародний журнал "Ландшафтна екологія".

Питання для самоконтролю

1. *Що вивчає ландшафтна екологія?*
2. *Який ландшафтно-екологічний підхід.*
3. *Проаналізуйте виникнення та розвиток ландшафтознавства?*
4. *Які методи дослідження Вам відомі?*

Тема 2. ГЕОСИСТЕМА ЯК ПРЕДМЕТ ЛАНДШАФТНОЇ ЕКОЛОГІЇ

1. Визначення ландшафтної екології.
2. Становлення концепції геосистеми.
3. Загальні властивості геосистеми.

1. Визначення ландшафтної екології

Уперше термін "ландшафтна екологія" ввів Карл Троль. Під ландшафтною екологією він розумів поєднання ландшафтно-просторового аналізу і дослідження взаємозв'язків між природними компонентами, які відбуваються в межах елементарної територіальної одиниці (екотопу).

На першому міжнародному конгресі з ландшафтної екології у м. Вельдховені (Нідерланди) учені ландшафтознавці виділили основні групи визначень ландшафтної екології:

- науки, що досліджує взаємодії у ландшафті ("ландшафтна екологія" - екологія на рівні ландшафту);
- холістичної науки, предметом якої є територіальні одиниці як цілісні системи і основним науковим підходом до їх вивчення є не аналіз, а синтез;
- застосування екологічної концепції на практиці в реальному антропозованому ландшафті ("ландшафтна екологія" - прикладна екологія).

Більшість із цих визначень зводяться до розуміння цієї науки як пограничної між екологією та географією.

Поряд із терміном "ландшафтна екологія" існує також термін "геоекологія". В англійськомовних країнах користуються першим, в Німеччині - обома. Фактично обидва ці терміни фіксують одну науку. Але термін "ландшафтна екологія" більш поширений.

2. Становлення концепції геосистеми

З минулого століття у екології великої популярності набув системний підхід до досліджень природно-територіальних комплексів та екосистем. Географи та екологи почали трактувати їх як системи, знаходити системні властивості й описувати системні властивості в термінах системного підходу. Сочава В. Б. ввів термін "геосистема". Під нею він розумів ПТК, але як об'єкт, який має всі основні властивості систем і тому має досліджуватись насамперед як система.

За В. Б. Сочавою, геосистема являє собою "особливий клас керованих систем: земний простір усіх розмірностей, де окремі компоненти природи знаходяться в системному зв'язку один з одним і як певна цілісність взаємодіють з космічною сферою та людським суспільством".

Основні положення концепції геосистеми:

- 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;

- існує тільки один об'єктивний варіант поділу простору на геосистеми;

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

Арманд Л. Д. розумів під геосистемами процеси, які пов'язують між собою окремі регіони або геокомпоненти. Як геосистеми він розглядав атмосферну циркуляцію, кругообіги води, органічної речовини тощо. Згодом усе більшого поширення набуває трактування геосистеми не як матеріального об'єкта, а як його моделі, абстрагованого відображення, розумової конструкції. Ландшафтна екологія як природнича наука розглядає лише природні геосистеми. Геосистема - клас полігеокомпонентних природних систем, які 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 існуючим між ними та із зовнішнім середовищем відношенням певного типу (генетико-еволюційним, позиційним, речовинно-потоким та ін.) упорядковуються у відповідні цим відношенням структури з характерними інваріантними ознаками та динамічними змінами.

3. Загальні властивості геосистеми

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

1. 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 (площею, лінійними розмірами) і топологічними (положення даної геосистеми щодо інших

геосистем або об'єктів іншої природи) показниками. Територіальність геосистем дає змогу ефективно використовувати картографічні методи при їх виділенні, зображенні та аналізі.

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

Виділяють 6 класів (рівнів) геосистем:

- субтопічний (просторовий масштаб 10^0 - 10^1 м²);
- топічний, (10^2 — 10^4 м²)
- хоричний (10^4 - 10^8 м²);
- регіональний (10^7 - 10^{12} м²);
- субглобальний (10^9 - 10^{10} м²);
- глобальний (10^{14} - 10^{16} м²).

2. *Поліструктурність*. Під структурою системи розуміють характер поєднання її елементів певного типу відношеннями. Оскільки, в тій самій системі можуть мати місце відношення різних типів, то й поєднання ними елементів також буде неоднаковим, тобто в одній системі може бути кілька різних структур. Такі системи називаються поліструктурними. Ними, наприклад, є суспільні системи (у них виділяють статево-вікову, професійну, етнічну та інші структури, які не збігаються). Ці відношення визначають спосіб поділу системи на її елементи, їх склад та поєднання у підсистеми.

3. *Складність*. Складними вважаються системи, сформовані багатьма елементами різних типів, між якими існують різноманітні зв'язки. Ознакою складності системи вважають також неоднозначність її реакції до зовнішніх впливів. Усі ці ознаки притаманні геосистемам. Так, елементи їх вертикальних структур різні за фазовим станом (тверді, рідинні, газові), хімічним складом, наявністю та формою органічного життя, функцією, положення у геосистемі тощо. Зв'язки між ними також різноманітні і проявляються в таких процесах,

як потоки різних речовин і енергії, трофічних, конкурентних та інших відношеннях.

4. *Цілісність*. Властивість системи, яка проявляється в тому, що вилучення з неї певного компоненту призводить до її кардинальної перебудови або взагалі загибелі, а сам цей компонент окремо від системи існувати не може або ж він якісно змінюється. Геосистеми мають риси цілісності. Так, позбавлення геосистем ґрунту призводить до їх трансформації у цілому – вони не можуть мати рослинності, практично щезає трофічна структура, формуються специфічні водний, радіаційний геохімічний та інші режими. Такої ж радикальної трансформації зазнає територіальна структура геосистеми.

Як приклад вилучення з неї елементів локальної ерозійної сітки (геосистем ярів, балок) призводить до інтенсивного заболочення вододілів, зміни гідрологічного і ландшафтно-геохімічного режимів геосистеми в цілому.

Відкритість. Відкритими є системи, частина елементів яких мають зв'язки з елементами, що не належать до її структури. Елементи останнього типу складають 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 системи (синоніми - виходи, відгуки). Системи, які мають лише вхідні зовнішні зв'язки і практично не мають вихідних, називають напівзакритими. Закритими вважаються системи, у яких немає зовнішніх зв'язків, тобто які не залежать від впливу зовнішнього середовища. Щодо геосистем останнього сказати не можна, 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 до антропогенних навантажень.

Ступінь зв'язку геосистем із зовнішнім середовищем настільки тісна, що є поважні підстави вважати їх характерною рисою слабку віддільність із зовнішнього середовища. З цією особливістю пов'язана зокрема, складність визначення вертикальних та горизонтальних меж геосистеми.

б. Динамічність. Динамічними називаються системи, значення параметрів характеристики яких змінюються в часі. У різні проміжки часу геосистема може перебувати у неоднакових станах, тому її повний опис передбачає вияв цих станів та послідовності їх змін. Таким чином, геосистеми виділяються не тільки в просторі, але й у часі, якщо з просторово-територіальної точки зору геосистема вичленовується як деякий територіально локалізований об'єм, то з часової - як певний інтервал часу, протягом якого геосистема виявляє свої основні особливості.

Важливою особливістю динаміки геосистем є те, що різні її 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 виділяти різні класи часових розмірностей геосистем. Прийнято розрізняти добову, сезонну (річну) та багаторічну динаміку.

Ландшафтна екологія досліджує зміни геосистем в інтервалі від кількох хвилин до кількох десятків тисяч років.

- *Стійкість.* Стійкість геосистеми це властивість протистояти зовнішнім впливам, зокрема, антропогенним, зберігати при взаємодії із зовнішнім середовищем свою цілісність. Нестійкі в даних умовах геосистеми змінюються на більш стійкі типи, тому стійкість геосистеми значною мірою зумовлена генетико-еволюційно. У процесі еволюції шляхом пристосування контактуючих геосистем одна до одної 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) є не чим іншим, як результатом втрати ними стійкості до антропогенних навантажень. Тому оцінка стійкості геосистеми до зовнішніх факторів є однією з найважливіших прикладних проблем ландшафтної екології.

Стохастичність. Стохастичними називаються системи, залежність між якими їхні зв'язки із зовнішнім середовищем не жорстко детерміновані (функціональні), а статистичні, імовірнісні. Причин цього багато: одна з них полягає у опосередкованості взаємодій між членами геосистем: елемент *A* діє на *D* *B* - на *C* тощо. Такі ланцюги зв'язків у геосистемі можуть бути дуже довгими. А чим довший ланцюг, тим менш тісним, менш однозначними стають зв'язки між кінцевими елементами. На геосистему діє багато зовнішніх факторів суто стохастичної, імовірнісної природи (наприклад, випадання опадів), що зумовлює імовірнісний характер її еволюції.

Стохастичність геосистем проявляється у статистичному (корелятивному) характері зв'язків між її окремими ознаками (наприклад, між продуктивністю та гумусністю, сумою опадів тощо), відсутності жорсткої прив'язаності одного типу геокомпоненту до іншого (певного виду рослинного угруповання до лише одного певного виду ґрунту), співпадіння природних меж різних геокомпонентів, неоднозначності змін геосистем за певних антропогенних навантажень, імовірнісний характер динаміки, в тому числі прогнозованої тощо. Усе це береться до уваги при дослідженні геосистем методами теорії ймовірності та математичної статистики.

Питання для самоконтролю

1. *Дайте визначення ландшафтної екології?*
2. *Охарактеризуйте основні етапи становлення концепції геосистеми?*

3. Охарактеризуйте загальні властивості геосистеми?

Тема 3. ТОПІЧНА ЛАНДШАФТНА ЕКОЛОГІЯ

1. Поняття вертикальної (топічної) структури
2. Геокомпонентний спосіб декомпозиції геосистем
3. Речовинно-фазовий (геомасовий) спосіб декомпозиції геосистем
4. Просторово-об'ємний (геогоризонтний) спосіб декомпозиції геосистем

1. Поняття вертикальної (топічної) структури

При аналізі вертикальної (синонім - топічної) структури геосистеми вважається, що вона однорідна в територіальному відношенні, але по вертикалі розкладається на різноманітні 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 відбиває їх суть. Під складовими вертикальних структур мають на увазі не стільки різні за своїм висотним положенням шари геосистеми, скільки 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'яні рослини та наземні тварини), а деякі - пронизувати весь її вертикальний розріз (гази, волога). Тому термін "вертикальна структура геосистеми" слід вважати дещо умовним.

Концепція множинності вертикальних структур. Щоб виділити вертикальну структуру геосистеми, необхідно визначити множину її елементів і тип відношень (зв'язків) між ними. Внутрішньогеосистемні зв'язки надзвичайно різноманітні. Багато з них зумовлені потоками різних речовин та форм енергії, деякі - фізико-хімічними, біохімічними взаємодіями, інші - відношеннями між популяціями організмів та їх окремими особинами, важливі

також геветико-еволюційні зв'язки між різними геокомпонентами та їх частинами тощо. В основі цих відношень лежать різні закономірності і тому аналіз кожного з них пов'язаний із специфічним аспектом розгляду вертикальної будови геосистеми, тобто приводить до виділення власної структури. Це означає, що в одній геосистемі можна виділити кілька

вертикальних структур різних типів. Геосистема є поліструктурною у вертикальному відношенні.

Оскільки внутрішньо-геосистемних зв'язків дуже багато, то стільки ж має бути виділено і відповідних їм структур. Проте це не виключає можливості визначити деякі загальні типи вертикальних структур геосистеми. Така можливість ґрунтується на близькості багатьох процесів за їх фізичною суттю, характером перебігу, змінами геосистеми, які зумовлені цими процесами. Відповідно й способи структуризації вертикального розрізу геосистеми для таких зв'язків однотипні. З цієї точки зору всю множину внутрішньо-геосистемних зв'язків умовно можна поділити на такі типи:

генетико-еволюційні; зумовлені потоком енергії та її трансформацією; зумовлені речовинними потоками (міграцією речовин); відношення тісного кореляційного зв'язку характеристик геосистеми.

Можна розрізнити три типи вертикальних структур геосистем:

- *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 деякі однорідні шари, точніше - об'єми).

Аналіз кореляційних та інформаційних зв'язків геосистеми виконується за методами математичної статистики та теорії ймовірності. Виділення деяких структур геосистем зображаються графічно у вигляді кореляційних плеяд або графів. Проте елементами цих структур є не деякі фізичні тіла (частини) геосистеми, а її окремі властивості. Для побудови такого типу структур необхідна не структуризація геосистеми (її поділ на частини), а обґрунтування певного набору її характеристик (змінних). Врешті для будь-якого з наведених трьох типів вертикальних структур геосистеми можна оцінити ступінь кореляційного або інформаційного зв'язку між характеристиками їх,

елементів і побудувати статистичний (або інформаційний) варіант цих структур.

2. Геокомпонентний спосіб декомпозиції геосистем

Геокомпонентний спосіб декомпозиції геосистем традиційний для ландшафтознавства. Поділом геосистеми (ПТК) на складові частини є виділення в ній компонентів природи, кожний з яких, за висловом А. Г. Ісаченка "є представником окремих геосфер, що складають географічну оболонку". Це гірські породи (представники літосфери), поверхневі та ґрунтові води (гідросфери), повітряні маси (атмосфери), ґрунти (педосфери), рослинність, тварини, мікроорганізми (представники біосфери). Усі ці компоненти є матеріальними тілами. Крім них, А.Г. Ісаченко та деякі інші географи, як компоненти природи розглядають також рельєф і клімат. Є пропозиції компонентами поділу геосистем вважати і сукупність продуктів діяльності людини, тісно пов'язаних з природними елементами (таких, як меліоративні канали, шляхи сполучення тощо). Тобто в ландшафтознавстві чіткої визначеності того, що слід вважати компонентом природи і яке їх число, немає. За поглядами Д.Л. Арманда та В.Б. Сочави геокомпонентами вважатимемо матеріальні тіла природного походження, які відрізняються між собою переважаючим фізико-агрегатним (фазовим) станом речовини, наявністю (або відсутністю) та формою органічного життя, основними механізмами утворення, положенням щодо земної поверхні та основними функціями в геосистемі.

Виходячи з цього, до геокомпонентів не належать рельєф і клімат, оскільки це не матеріальні тіла, а їх властивості, які й враховуються при аналізі геосистем. Антропогенні об'єкти як тіла неприродного (штучного) походження враховуються як зовнішній по відношенню до геосистем фактор. Разом з тим поверхневі та ґрунтові води слід розглядати не як один геокомпонент (води), а два різних, оскільки вони суттєво відрізняються за

своїми функціями в геосистемі, положенням щодо земної поверхні та механізмом утворення. Як самостійні розглядаються й біотичні компоненти - рослинність, тваринний світ та мікроорганізми.

Таким чином, *геокомпонентами* є тверді маси земної кори, повітряні маси атмосфери, поверхневі та ґрунтові води, ґрунти, рослинність, тварини, мікроорганізми.

Геокомпоненти - складні тіла. У кожному з них є й речовини, які відіграють функцію основної субстанції інших геокомпонентів. Наприклад, під повітряними масами атмосфери слід розуміти не просто суміш газів, а складну субстанцію, що містить також водяну пару, часточки твердих речовин, мікроорганізми. Ще складніший ґрунт. Ця особливість геокомпонентів надає їм нових властивостей, яких немає в хімічно чистих та однорідних речовинах, що їх складають. А.Г. Ісаченко слушно зауважує, що в системі організації речовини Землі геокомпоненти займають проміжне положення між простими дискретними тілами (мінералами, газами, ґрунтовими агрегатами, окремими організмами та ін.) та геосистемами. Тому аналіз вертикальної структури геосистеми, складовими якої є геокомпоненти, буде ефективним при виявленні генетико-еволюційних закономірностей геосистем.

Виділення елементів у геокомпонентній вертикальній структурі виходить з поділу геокомпонентів на їх більш генетично однорідні частини. У гірських породах такими елементами є їх окремі літолого-стратиграфічні верстви (виділяються як породи одного віку та походження); у ґрунті - його генетичні горизонти. Ґрунтові води доцільно розрізняти за шаром порід, які їх вміщують, оскільки їх хімічні та інші характеристики генетично зумовлені властивостями водовміщуючої товщі.

Елементами рослинності та тваринного світу геосистеми зручно вважати окремі ценопопуляції (сукупність особин одного виду в межах елементарної

геосистеми). Поверхневі води та повітряні маси при генетико-еволюційному аналізі геосистем на елементи, як правило, не розкладаються.

3. Речовинно-фазовий (геомасовий) спосіб декомпозиції геосистем

При аналізі потоків певних речовин, їх взаємопереходів та інших форм взаємодії більш виправдана структуризація геосистеми, яка виходить з того, що вона являє собою складну композицію речовин, різних за фазовим станом, фізичними властивостями, хімічним складом зв'язків.

Як елементи екосистеми виділяються її окремі речовини, локалізовані в певних фізичних тілах. За термінологією методу системної динаміки, такі елементи називаються резервуарами, й основною їх характеристикою є кількість речовин в резервуарі. Як окремі резервуари виділяються, наприклад, вода у кореневому шарі ґрунту; вода у транспортно-скелетних органах рослин; азот у ґрунті; азот у трав'янистих рослинах тощо. Резервуари, між якими мають місце потоки певної речовини або хімічного елемента (води, азоту тощо), об'єднуються в більші структурні одиниці екосистеми - блоки, або субсистеми.

Н.Л. Беручашвілі виділяв геомаси. Під ними розуміють якісно своєрідні тіла геосистем, які мають певну масу, специфічне функціональне призначення, а також швидкість змін у часі та (або) переміщення в просторі. Як геомаси виділяються аеромаси, гідромаси, педомаси, літомаси, фітомаси, зоомаси, мортмаси (мертва органічна речовина). Від геокомпонентів зони відрізняються більшою речовинною однорідністю. Наприклад, під педомасою розуміють не ґрунт, а тільки ґрунтовий дрібнозем з гумусом, тобто органо-мінеральну суміш, до якої не входять волога ґрунту, його скелетна частина, порові гази, корені рослин, тварини. До аеромаси відносять сухе повітря - суміш газів без водяної пари та аерозолів. Аеромаси містяться не тільки в атмосфері, а пронизують усі геокомпоненти. Аналогічно й гідромаси, зосереджені не лише в поверхневих та ґрунтових водах, а і в інших

геокомпонентах. Мортмаса взагалі не має аналогів серед геокомпонентів і являє собою сукупність накопичених відмерлих решток рослин, тварин, їх екскрементів, мікроорганізмів, тощо.

При речовинно-фазовій структуризації геосистеми геомаси слід розглядати як окремі компоненти її вертикальної будови, оскільки деякі її частини можуть значно відрізнятися за фізичними, хімічними та іншими показниками. Наприклад, фітомаса представлена такими досить характерними частинами, як зелене листя рослин, корені, транспортно-скелетні органи (стовбури та гілки), генеративні органи, лишайники, мохи, мікроорганізми тощо. Гідромаса також складається з різних мас, що відрізняються насамперед середовищем, де вони розміщені (в атмосфері, ґрунті, ґрунтових водах тощо). Тому при детальному аналізі геосистем геомаси поділяються на елементи залежно від агрегатного стану, функціонального призначення, хімічного складу, положення у вертикальному профілі геосистеми, щільності, метричних та інших особливостей. Ступінь детальності поділу геомас на елементи визначається конкретним завданням ландшафтно-екологічного аналізу.

Крім поділу геомас на елементи, Н.Л. Беручашвілі пропонує їх класифікацію. За розробленою ним таксономічною схемою, кожна геомаса поділяється на типи, роди і види. Типи геомас виділяються на основі відмінностей у функціональному призначенні в геосистемі, щільності та швидкості зміни в часі і переміщенні в просторі. Наприклад, серед фітомас виділяються такі їх типи, як однорічне листя деревно-чагарникових рослин, багаторічне листя цих рослин, хвойне листя, транспортно-скелетні органи, корені тощо. При диференціації на типи педомас за основу взято відмінності в їх механічному складі (глинисті, суглинкові, піщані типи педомас тощо);

аеромас - їх температуру і відповідно виділяють кріотермальні, нанотермальні, мезотермальні та інші аеромаси;

гідромас - стан вологи та її знаходження в інших геомасах (атмосферні, снігові, льодові, ґрунтові та інші гідромаси).

Літомаси поділяються за їх щільністю та хімічним складом (карбонатні, силікатні та інші типи), мортмаси - за ступенем розкладу та походженням (сухостій, підстилка, торф та ін.).

Роди геомас розрізняються у межах типу переважно за інтенсивністю процесів функціонування. Так, у листяних типах фітомас виділяються їх різні роди за вмістом вологи в листі (гідрофітні, мезофітні, ксерофітні та ін.). Педомаси поділяються на роди за вмістом гумусу (високо-, середньо-малогумусні). Нарешті види геомас виділяються з урахуванням метричних характеристик (форми, розмірів, орієнтації тощо) їх елементів.

4. Просторово-об'ємний (геогоризонтний) спосіб декомпозиції геосистем

Дослідження вертикальних потоків енергії та речовин у геосистемі, її динамічних змін протягом року пов'язані з урахуванням просторової неоднорідності геосистеми у вертикальному напрямку - її ярусної будови. Хоч певне уявлення про ярусну будову дає поділ геосистеми на її геокомпоненти, ці структурні одиниці все-таки накладаються одна на одну, до того ж вони неоднорідні по вертикалі. Разом з цим у геосистемі досить чітко виділяються певні її шари, майже однорідні за складом різних геомас, та специфічні в інших відношеннях (зокрема, за умовами життя та екологічними процесами).

У ландшафтній екології та геофізиці ландшафту концепції геогоризонту майже одночасно запропонували в Грузії, Франції та Німеччині. Пріоритет тут слід віддати Н.Л. Беручашвілі (Грузія), який обґрунтував поняття геогоризонту та розробив методику виділення геогоризонтів.

Геогоризонт розглядається як комплексне утворення, в яке входять усі геомаси, які містяться в певному шарі геосистеми. Цим вони відрізняються від

ярусів фітоценозу, оскільки, крім рослин (фітомаси), включають також повітряні і гідромаси, якщо вони в певний період там є (наприклад, шапки снігу на гілках дерев). Основним критерієм виділення геогоризонту є специфічний набір геомас у межах певного шару геосистеми. Зміна цього набору (поява нового виду геомаси, зміна їх, пропорцій тощо) свідчить про появу у вертикальному профілі геосистеми нового геогоризонту.

Суттєвими ознаками при виділенні й характеристиці геогоризонтів є ландшафтно-геофізичні параметри: текстуру, щільність, об'єм, колір, оптичні та ін. З ландшафтно-екологічної точки зору геогоризонти мають бути однорідними і за біофізичними, едафічними, ландшафтно-геохімічними показниками.

Таким чином, крім фізичних характеристик ґрунту при виділенні геогоризонтів слід зважати на ландшафтно-геохімічні бар'єри. Це важливі межі вертикального профілю геосистеми, що розділяють його на шари з досить різними умовами міграції, акумуляції та взаємодії хімічних речовин.

Кожний геогоризонт стисло описується в індексній формі його можна віднести до певного класу, типу, роду та виду. За характерним набором типів геогоризонтів класифікуються і вертикальні просторово-об'ємні структури геосистем.

Основними їх характеристиками Н.Л. Беручашвілі вважає клас геомас, який визначає головні особливості геосистеми,

- потужність (відстань від нижньої до верхньої межі елементарної геосистеми),
- складність (число геогоризонтів у геосистемі),
- напруженість (число геогоризонтів на 1 м вертикального профілю).

На відміну від ярусів рослинності, генетичних горизонтів ґрунту, літолого-стратиграфічних шарів, геогоризонти змінюються протягом року. Мінлива не тільки їх потужність, а й кількість (так, узимку щезають геогоризонти, основний об'єм яких займає фітомаса листя). Таким чином, тип

вертикальної структури змінюється протягом року, причому можна визначити і дати зміни цих типів (як для конкретного року, так і середньо багаторічні). На цій підставі ґрунтується ефективний підхід до комплексного аналізу річної і динаміки геосистем і виділення станів цієї динаміки.

Питання для самоконтролю

1. *Виділення вертикальної (топічної) структури геосистеми.*
2. *Охарактеризуйте геокомпонентний спосіб декомпозиції геосистем.*
3. *Охарактеризуйте геомасовий спосіб декомпозиції геосистем.*
4. *Охарактеризуйте геогоризонтний спосіб декомпозиції геосистем.*

Тема 4. ГЕНЕТИКО-ЕВОЛЮЦІЙНІ ВІДНОШЕННЯ ТА ПРОЦЕСИ МІЖ ВЕРТИКАЛЬНИМИ СТРУКТУРАМИ ГЕОСИСТЕМИ

1. Генезис та еволюції екосистем.
2. Загальна схема та основні положення генетико-еволюційних відношень.
3. Антропогенний вплив на генетико-еволюційні відношення.

1. Генезис та еволюція екосистем

Найбагатші традиції генетико-еволюційного аналізу природних систем надавали генетичним аспектам дослідження природи надзвичайного значення, тому докучаєвську географічну школу називають генетичною. В ландшафтознавстві дослідження генетичної суті ландшафту зводилась до аналізу його геолого-геоморфічної будови, яка нібито зумовлює всю його структуру.

У класичному ландшафтознавстві генетичний підхід визнавався як провідний при виділенні ПТК усіх рангів, їх типології, при районуванні і вирішенні інших питань.

В екології спроби розв'язання питань генезису та еволюції екосистем були пов'язані залученням до аналізу екосистем класичних дарвінівських конструкцій та методів біогеографії, але важливих результатів при такому підході не було досягнуто.

Розв'язання цієї важливої проблеми в рамках класичної ландшафтної екології наштовхнулись на труднощі і потребує ширшого залучення нових загальнотеоретичних положень (інваріанту, нуль-моменту, інерційності, відносної автономності геокомпонентів). Значні перспективи в розвитку проблеми генетико-еволюційних відношень геосистем можуть уявлятися в широкому використанні результатів сучасного палеоландшафтознавства, багато, з яких має екологічний зміст.

2. Загальна схема та основні положення генетико-еволюційних відношень

Мета аналізу генетико-еволюційних відношень між складовими вертикальної структури геосистеми - визначити закономірності поєднання геокомпонентів один з одним та взаємозалежність їх окремих властивостей. Він зводиться до вирішення двох основних груп питань

- 1) виявити закономірності формування даного поєднання геокомпонентів та характер зв'язків між ними;
- 2) оцінити ступінь генетичної залежності між геокомпонентами та їх елементами.

Схема формування вертикальної структури геосистеми передбачає утворення з нуль-моменту- наземного твердого абіотичного субстрату (вихід території з-під рівня моря, вивільнення її з-під льодовика, перекриття поверхні вулканічною лавою). Геологічної породи, що вийшли на поверхню, ґрунтові води та приземлений шар атмосфери вступають у взаємодію між собою, яка виражається вивітрюванні гірських порід та зміні морфології рельєфу. Такі геосистеми мають примітивну вертикальну структуру, у

якій немає біологічних компонентів. Проте вже на абіотичній стадії розвитку до геосистеми з атмосфери та з поверхневими водами надходять мікроорганізми, життєдіяльність яких спричиняє формування та поступове збільшення вмісту органічної речовини у верхні шари гірських порід. Внаслідок цього стає можливим ецезис (приживання на новому місці) лишайників, мохів, спори та насіння вищих рослин заносяться до геосистеми з нуля-моменту, але на безорганічному субстраті проростати вони не могли. Популяційна структура первинних рослинних угруповань примітивна і цілком визначається фізико-хімічними особливостями субстрату, а також видовим складом рослинності прилеглих геосистем. Конкурентні відносини між популяціями та їх особинами виражені слабо.

З моменту виникнення фітоценозу геосистема вступає у біотичну стадію розвитку. Для геосистеми характерні інтенсифікація гумусоутворення, заселення тваринами та формування зооценозу, більша швидкість сукцесійних змін ґрунту, рослинності та мікробоценозів, стабілізація рельєфоформуючих, процесів, більша трансформація приземного шару атмосфери (внаслідок все більшої трансформації).

Якщо на абіотичній стадії розвитку зміни геокомпонентів та зв'язок детерміновані та односпрямовані, то на абіотичних відношеннях між геокомпонентами зв'язки значно ускладнюються і набувають все більшої стохастичності (ймовірності).

Формується розгалужена мережа обернених міжгеокомпонентних зв'язків, тобто переважно односпрямовані відношення змінюються двосторонніми. Так, 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 зміни рослинності, тваринного населення (особливо ґрунтової фауни), мікробоценозів, які зумовлюють зміни ґрунтових процесів.

Важлива особливість еволюційних відношень на біотичній стадії формування геосистеми зумовлена зростаючою самостійністю розвитку

окремих геокомпонентів у процесі їх еволюції. Так на перших етапах сукцесії формування популяцій рослин визначається абіотичними факторами: кліматом і субстратом. Вони задають генеральний напрям можливих змін рослинності. Надалі роль внутрішньо-геокомпонентних процесів (конкуренція, симбіоз) набуває все більшого значення, і популяція складних біоценозів визначається цими відношеннями. Вони до певної міри узалежнюють фітоценоз від ґрунту, клімату та геологічної будови. Аналогічно і ґрунт у процесі свого розвитку стає все менш залежним від материнської породи та клімату і може розвиватися відносно самостійно. З розвитком ґрунтового профілю геологічні породи також стають менш залежними від атмосфери, рослинності, мікроорганізмів. Це дає змогу в одних кліматичних умовах на одному типі і виді ґрунту формуватися різним рослинним угрупованням, різним видам груп на одній геологічній породі.

Вплив певного геокомпоненту, тобто ґрунту на рослинність визначає деякий діапазон змін рослинності, за який вони не можуть вийти, тоді як у рамках цього діапазону формування рослинних угруповань може визначатися суто внутрішньо-ценотичними або випадковими процесами (наприклад, на дерново-підзолистих піщаних ґрунтах не можуть формуватися букові ліси, типчачково-ковилкові степи, а різні асоціації хвойних та мішаних лісів тут можливі).

Так само хоч і формування груп обмежене характером рослинності, геологічною будовою, кліматом, рівнем та хімічним складом ґрунтових вод, ці обмеження не настільки значні, аби визначити єдино можливий вид ґрунту у даних умовах (на плоских лесових рівнинах при глибокому рівні залягання ґрунтових вод за однакових умов посушливого південно-степового клімату можуть формуватися чорноземи звичайні, різні за вмістом гумусу, потужністю, глибиною залягання карбонатів і механічного складу, але тут не можливі сірі лісові, дерново-підзолисті типи ґрунтів).

Генетико-еволюційні відношення між геокомпонентами визначають деякий спектр класифікаційних підрозділів одного геокомпонента, які можуть

відповідати певному типу гірських порід; набір рослинних угруповань, що можуть формуватися на даному виді ґрунту; виді ґрунтів під даною рослинною асоціацією. Цей набір може бути дуже широкий, проте з урахуванням впливу на двосторонній міжгеокомпонентний зв'язок певного геокомпонента (наприклад, впливу клімату на зв'язок ґрунтів і рослинності) суттєво звужується (фільтрується). Послідовне врахування впливу всіх геокомпонентів на двосторонній зв'язок якихось двох з них приводить до виділення лише тих можливих варіантів поєднання геокомпонентів, яке може скластися в умовах конкретної геосистеми.

Ступінь генетичної залежності одного компоненту від іншого можна оцінити кількісно за допомогою поліхоричного показника зв'язку. Його значення зміниться від 1 (компоненти однозначно зв'язані між собою, тобто кожному виду ґрунту відповідає лише певний один вид фітоценозу) до 0 (геокомпоненти не зв'язані між собою - на певному виді ґрунту можуть формуватись зовсім різні асоціації). Поліхоричні показники зв'язку пов'язані з математичною статистикою.

3. Антропогенний вплив на генетико-еволюційні відношення

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.

Зведення лісів та їх заміна на трав'яні агроценози призводить до формування протиприродних зв'язків між ґрунтом та рослинністю, тваринним населенням, мікробоценозами. З природно-еволюційної точки зору зовсім нехарактерні відношення між дерново-підзолистими ґрунтами та злаковою сільськогосподарською рослинністю (еволюційно ці ґрунти пов'язані з мішаними або хвойними лісами). Якщо ґрунт як більш інерційний геокомпонент може тривалий час зберігати свої еволюційно-генетично

зумовлені риси при взаємодії з новим біоценозом, то самі ці біоценози самостійно існувати в геосистемі не можуть. Так в Українському Лісостепу ареали сірих лісових ґрунтів постійно знаходяться під ріллею ще з давніх часів, але генетичного свого типу не змінили. А існування агроценозів було можливим лише завдяки їх щорічному відновленню людиною. Припинення культивування агроценозів приводить до поступового налагодження еволюційних відношень у геосистемі і її корінний фітоценоз відновлюється (у лісових геосистемах в середньому через 300...600 років, в трав'яних - 40...80 років).

Господарська діяльність людини призводить не тільки до видозміни еволюційних відношень між ґрунтами та біокомпонентами, а й викликає більш глибоку трансформацію внутрішньо-геосистемних генетично зумовлених зв'язків, торкаючись водного режиму, рельєфоутворення. Так, у генетичному відношенні рельєф геосистем низовини акумулятивного походження, проте з масовим розоренням земель цього регіону, іригацією зараз тут переважають рельєфоутворюючі процеси, характерні денудаційним рівнинам. Надмірне намагання штучно законсервувати геосистему в її природному стані призводить до руйнування в ній генетико-еволюційних відношень. Так, у штучних та степових геосистемах для нормалізації розвитку рослинності необхідне відчуження деякої частини її щорічної продукції трав'яними тваринами. Заповідання степових геосистем у режимі повного виключення та косіння призводить до швидкої деградації рослинних угруповань, аж до випадання едифікаторних видів. Тому, щоб підтримати степи в близькому до природного стану, необхідно ввести режим, близький до природно-еволюційного.

Питання для самоконтролю

1. Основні етапи досліджень генетико-еволюційних відношень.
2. Наведіть загальну схему генетико-еволюційних відношень.
3. Охарактеризуйте види антропогенного впливу на генетико-еволюційні відношення?

Тема 5. ПОТІК І ТРАНСФОРМАЦІЯ ЕНЕРГІЇ В ГЕОСИСТЕМАХ

1. Концептуальні моделі потоків енергії.
2. Загальна схема потоків і трансформації енергії в геосистемі.
3. Антропогенний вплив на потоки і трансформацію енергії в геосистемі.

1. Концептуальні моделі потоків енергії

Першою концептуальною моделлю потоків енергії в екосистемі була схема трофічних шляхів для прерії, запропонована В. Шелфордом. Подібну модель для арктичної тундри розробили Ч. Ельтон та В. Саммерхейз. Проте кількісних характеристик енергетичних потоків у цих схемах не було. По суті етапною слід вважати працю Р. Ліндемана, який першим кількісно оцінив потік енергії по всій трофічній структурі екосистеми. Аналогічні дослідження проводив Т. Одум. В цих схемах описувались далеко не всі енергетичні потоки в екосистемі, а переважно між її біотичними елементами. У екології ж перевагу віддавали дослідженням потоків енергії між абіотичними елементами. Було встановлено основні закономірності формування структури радіаційного балансу різних типів ландшафтів.

Синтетичний напрям аналізу енергетичних потоків, у якому охоплювались як біотичні, так і абіотичні елементи екосистеми, був пов'язаний з моделюванням продукційного процесу, в основі якого лежить

потік і трансформація енергії. Першу таку модель запропонували японські вчені М. та І. Саєкі, а згодом розроблялися моделі для агроєкосистем.

Значний емпіричний матеріал з енергетики екосистем отримано в результаті робіт по Міжнародній біологічній програмі. Це дало змогу скласти повні моделі потоків енергії для основних типів природних екосистем.

З них найбільш досконалою та широко відомою стала модель екосистеми прерії США, розроблена під керівництвом Г. Ван-Дайма та Дж. Інніса.

2. Загальна схема потоків і трансформації енергії в геосистемі

Основним джерелом енергії для багатьох процесів у геосистемі є сонячна радіація. Порівняно з нею енергії до геосистеми від інших джерел надходить дуже мало (теплова енергія з надр Землі - 0,04 % сумарної сонячної радіації, тектонічних рухів - 0,0005 %). При цьому сонячній енергії і використовується в геосистемі найбільш ефективно: вона трансформується в інші види енергії (теплову, хімічну, механічну), завдяки їй відбувається продукування біомаси, вологообмін, циркуляція повітряних мас.

На верхню межу атмосфери надходить сонячна енергія. Проходячи крізь атмосферу, вона послаблюється атмосферними газами та пилом. При цьому ступінь послаблення залежить від довжини хвилі (частоти) випромінюванням Сонцем світла.

Сумарна радіація складається з прямої та розсіяної. Співвідношення між ними залежить від географічного положення і геосистеми, хмарності та інших кліматичних факторів. Це співвідношення визначає ряд похідних ландшафтно-екологічних факторів, зокрема експозиційний. Чим більше частка прямої радіації в сумарній, тим більше значення має фактор експозиції схилу.

Частина сумарної радіації витрачається на ефективне випромінювання в атмосферу КЕ та відбивається поверхнею геосистеми (КА).

Величина відбитої радіації визначається характером поверхні геосистеми (альбедо).

Альбедо - це інтегральний параметр вертикальної структури геосистеми, який визначає потік відбитої радіації з неї як з деякого нерозчленованого цілого. Потік сонячної радіації, проходячи від верхньої межі геосистеми до поверхні ґрунту, змінює свою інтенсивність та спектральний склад. Ці зміни визначаються геогоризонтальною вертикальною структурою геосистеми, особливо потужністю та часткою геомас листя в окремих аерофітогоризонтах. Частина сумарної радіації, що безпосередньо йде на різні процеси в геосистемі, називається її радіаційним балансом (КВ). Більша його частина витрачається на випаровування (фізичне E і транспірацію T), також на турбулентну віддачу атмосфері (P), тобто на забезпечення вологообігу та прогрівання повітря геосистеми.

Витрати тепла на фотосинтез становлять дуже малу частку радіаційного балансу - в середньому 1,3 %. Проте її роль у геосистемі надзвичайно велика, бо власне вона зумовлює продукційні процеси. При фотосинтезі використовується фотосинтетично активна радіація - ФАР, частка як: становить 45 % сумарної (40 % прямої та 62 % розсіяної). Рослинний покрив поглинає 90 % світлової енергії ФАР, але переважна частина його йде на транспірацію та регулювання температури рослин і лише 0,5-1,5 % фотосинтез. 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 45 % ФАР. У штучних умовах можна довести ефективність фотосинтезу до 34 % ФАР.

Енергія, що пішла на забезпечення реакції фотосинтезу, витрачається на дихання рослин (до 50%), а решта становить чисту первинну продукцію накопичення енергії в рослинній біомасі. З цієї енергії деяка її частина відмиранням рослин або їх окремих органів переходить до мортмаси, частина

лишається у фітомасі й зумовлює її щорічний приріст, частина разом з фітомасою, що поїдається тваринами, переходить до наступного трофічного рівня. Співвідношення між цими витратами залежить від багатьох факторів і видовий склад угруповання, вікова структура популяцій, їх екологічний с.-г. характер господарського використання, чисельність та популяційний склад тваринного населення біоценозу.

Енергія, що надходить з фітомасою до травоядних тварин, частково йде на потреби самих цих тварин, а частково переходить до тварин-хижаків. Ці тварини, в свою чергу, поїдаються хижаками вищих порядків і передають їм енергію. Так формується трофічна структура геосистеми. В екології виділяють трофічні рівні - сукупність організмів, які отримують енергію від рослин через однакове число організмів-посередників. Оскільки потік енергії від одного трофічного рівня до вищого супроводжується її втратами (до 95%) кількість трофічних рівнів не може бути необмеженою і лише в енергетично багатих екосистемах може досягати 5 - 6 % (екваторіальні ліси).

Отже, потік від одного організму до іншого супроводжується її втратами, їжа як рослинного, так і тваринного походження повністю організмом не засвоюється. Частина її виводиться з організму у вигляді екскрементів, частина витрачається на дихання тварин, а решта енергії може йти на синтез нової біомаси в результаті росту організму та розмноження. З цієї енергії частина втрачається популяцією внаслідок загибелі її особин і далі включається в енергетичні потоки переробки мортмаси, а решта енергії переходить до організмів - консументів вищих рівнів. Величина потоку енергії залежить від чисельності популяції тварин та типу біому. З одного трофічного рівня на наступний переходить не більше 5-15 % енергії. З цієї енергії травоядні для утворення свого тіла та росту використовують приблизно 1-10 % енергії, а решту витрачають на дихання, з екскрементами та відригуванням, причому частки цих втрат приблизно однакові.

Потоки та трансформація енергії, що містяться у відмерлих частинах рослин, екскрементах консументів та їх трупах ще не з'ясовані до кінця.

Сукупність цих потоків прийнято називати детритним циклом геосистеми. Частка енергії, яка включається в детритний цикл, становить 90-95 % первинної продукції порівняно з 5-10 %, що надходить від продуцентів до тварин гетеротрофів.

Деяка частина енергії, що міститься в відмерлій фітомасі, втрачається через її окислення (переважно фотохімічне), в результаті чого виділяється CO_2 . Проте більшу роль у трансформації енергії в метричному циклі відіграють не абіотичні фактори, а сапрофаги - живі організми, що живляться неживим органічним матеріалом, який можна метаболізувати для отримання енергії. У наземних геосистемах сапрофаги споживають до 90-95 % усієї чистої первинної продукції. До них належать великі тварини, такі як грифи, ворони, краби, а також малі черви, кліщі, бактерії та гриби.

Дощові черви безпосередньо споживають мертву органічну речовину, частина якої йде на їх розвиток, частина - на дихання, частина переробляється і виводиться з екскрементами, частина подрібнюється і стає більш придатною для їх подальшого розкладу грибами та бактеріями. Екскременти червів, а також інших сапрофагів знову споживаються представниками інших видів. Черви, як і інші тварини - сапрофаги, разом з мертвою органічною речовиною споживають гриби і бактерії, що містяться в ній.

Більша частина енергії в детритному циклі витрачається сапрофагами на дихання, а решта переходить спочатку в проміжні продукти розкладу органічні речовини та неспецифічну органічну речовину ґрунту. У лучному степу в них залишається не більше 50 % енергії, що надходить з рослинними рештками і екскрементами. На наступному етапі трансформації цієї енергії до 70 % її втрачається на мінералізацію органічної речовини мікроорганізмами та до 25 % на їх дихання. Решта переходить у продукти гуміфікації. Отже, у гумус переходить не більше 5-10 % енергії рослинних решток.

3. Антропогенний вплив на потоки і трансформацію енергії в геосистемі

Практично будь-який аспект діяльності людини в геосистемі призводить до зміни у ній інтенсивності енергетичних потоків. Причому змінюються величина та співвідношення не тільки внутрішньо геосистемних потоків, а й вхідних та вихідних. Через забруднення атмосфери аерозолями дещо збільшується відбита радіація, тому до геосистеми може надходити менше сумарної радіації. Так смог здатний зменшити її на 30-40 %. У потоці сумарної радіації збільшується частка розсіяної, що призводить до деякого нівелювання експозиційних відмінностей геосистем схилів.

У агросистемах 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 більше (на схилах до 60-70 %) непродуктивно втрачається геосистемою разом з виносом поверхневим та ґрунтовим стоками. Трансформація характеру діяльності поверхні геосистеми внаслідок розорювання, зведення лісів, меліорації призводить до зміни величини альбедо, а через неї - і до зміни структури радіаційного балансу. Так, альбедо геосистеми із степовою рослинністю становить 19-23 %, а свіжо розорених агроугідь на їх місці до 5 %; широколистих лісів 12 - 17 %, а полів, зернових культур на їх місці 22-28 %. Відповідно змінилася і частка відбитої радіації.

Зміни вертикальної структури геосистеми, пов'язані із зведенням природної рослинності призводять до трансформації трофічної структури геосистем, а відтак і потоків енергії між біотичними елементами. Найсуттєвішими тут є щорічні втрати енергії, накопичені геосистемою у фітомасі. Внаслідок цього зменшиться потік енергії, який надходить до детритного циклу - основи процесу продукування гумусу. Загалом трофічна структура агросистем сильно спрощується, інтенсивність потоків енергії від продуцентів до первинних консументів значно зменшується, а саме сітка цих

потоків стає менш розгалуженою. Це зумовлює низьку стійкість агросистем порівняно з природними.

Питання для самоконтролю

1. *Основні етапи досліджень потоків трансформації енергії в геосистемах.*
2. *Наведіть загальну схему потоків і трансформації енергії в геосистемі.*
3. *Охарактеризуйте види антропогенного впливу на потоки і трансформацію енергії в геосистемі.*

Тема 6. АНТРОПОГЕННІ І УРБАНІЗОВАНІ ЛАНДШАФТИ

1. Антропогенний і урбанізований ландшафт.
2. Антропогенний ландшафт та його групи.
3. Властивості рослин міста.

1. Антропогенний і урбанізований ландшафт

В міських поселеннях перетворення ландшафтів досягає свого максимального стану. Земна поверхня (включаючи верхні горизонти літосфери) в місцях розміщення міст перетворюються в результаті таких процесів, як:

- знищення природного рослинного і ґрунтового покриву для розробки запасів мінеральної сировини;
- регулювання стоку рік і інших водотоків шляхом створення водосховищ;
- використання землі під будівництво шляхів сполучення і інженерної інфраструктури;
- відчуження земель під очисні споруди і місця зберігання, утилізації і захоронення відходів;

- створення штучного рослинного покриву в садах, парках, спортивних спорудах і інших місцях відпочинку.

Не дивлячись на спільність цих процесів перетворення земної поверхні в місцях проживання людей, територія любого міста не являється однорідною в ландшафтному відношенні. В різних зонах міста ступінь перетворення природних елементів і наявність техногенних об'єктів різна і поділяється по *видам землекористування* на: історичну частину; діловий центр; житлову забудову; промислову зону; транспортну зону; зелену зону; рекреаційну, приміську, водогосподарську зони. Такі зміни властивостей підстилаючої поверхні призводять до формування різних геоморфологічних, мікрокліматичних і ценотичних градієнтів, що зумовлює значні різноманітності урбанізованих ландшафтів і біогеоценозів.

Антропогенний ландшафт - ландшафт в якому на всій або великій площі корінній зміні під впливом людини піддається хоча б один із компонентів, тому числі й рослинність.

В ландшафтно-техногенних системах важливу роль відіграє технічний блок, функціонування якого направляється і контролюється людиною. Такі системи не здатні до природного саморозвитку.

В ландшафтах урбанізованих територій слід розділяти власне ландшафти антропогенні (в меншій мірі природно-антропогенні порушення, або відтворені), ландшафтно-техногенні комплекси (території промислових підприємств, автомобільні і залізнодорожні магістралі з штучними формами рельєфу) і техногенні об'єкти (окремі приміщення, споруди, елементи інженерної інфраструктури). В урбанізованих ландшафтах популяції організмів, що входять до складу біогеоценозів, активно взаємодіють не тільки з природними, але і техногенними елементами таких ландшафтних комплексів.

Класи антропогенного ландшафту:

Існують різні класифікації антропогенного ландшафту (Мільков):

а) сільськогосподарський, який виник в процесі використання земель рослинного і ґрунтового покриву, які зазнають змін і в більшій чи меншій мірі знаходяться під контролем людини;

б) промисловий, виникає в процесі розвитку добувної і переробної галузей виробництва;

в) лінійно-дорожній, пов'язаний з використанням і трансформацією земель з метою забезпечення комунікацій між людьми;

г) лісовий антропогенний - утворюється в результаті штучних насаджень лісових посадках і відтворення лісів на місці вирублення;

д) водний антропогенний – в результаті створення штучних водойм і водотоків;

е) рекреаційний – в місцях відпочинку і активного туризму;

є) селітебний – пов'язаний з населенням людини, ландшафт міст і сіл, вулиць, доріг;

ж) беллігеративний – виникає в місцях ведення бойових дій або оборонних укріплень, змінюється рельєф, ґрунти і рослини.

Подальший поділ антропогенних ландшафтів полягає у виділенні підкласів, типів, підтипів і урочищ.

1. Властивості рослин урбанізованих ландшафтів

Пізнання особливостей і закономірностей існування живих організмів, їх популяцій і співтовариств в урбанізованому середовищі можливі лише в дослідженні просторових і кормопошукових ніш, індивідуальних екологічних потреб виду, що входить до складу співтовариства.

Головними ознаками, які використовуються для виділення біотопів є:

- наявність водойм, або водотоків;
- наявність і характер забудови;
- ступінь вираженості штучних покриттів;
- вид міської інфраструктури;

- наявність, тип і ступінь вираженості рослинного покриву.

Біотоп – певне місце, яке займає біоценоз на земній поверхні з відносно однорідними абіотичними умовами існування популяцій організмів, що входять до його складу.

На основі цих ознак виділяють такі види біотопів урбанізованих територій:

- водні і болотні біотопи;
- біотопи забудованих територій;
- біотопи автомобільних, залізничних магістралей, трубопроводів, ліній електропередач з їх смугами відчуження;
- біотопи деревно-кущових насаджень;
- відкриті біотопи з переважанням трав'яної рослинності.

Всі живі організми, що населяють урбанізований ландшафт поділяються на 6 груп:

I група - одомашнені (тварини) і окультурені (рослини) стани і використовуються людиною для задоволення його життєвих потреб - ліки, матеріали для будівництва, засоби пересування (кінь, осел), спілкування (коти, собаки).

II група – тварини і рослини не одомашнені і окультурені, але які живуть тільки в житлі людини, або спец спорудах (оранжереї, акваріуми, вольєри і т.д.). Сюди відносяться екзотичні.

III група - також не одомашнені і не окультурені, які людина свідомо розселяє, коли вирощує, але вирощує не в житлі, а в природних антропогенних, або антропогенних місцях. Є дві підгрупи: 1) *інтордуценти* (нові для району води); 2) *автохтонні* (аборигенні).

IV група – несвідомі інтродуценти (види пришельців), які спеціально не вирощували, а розповсюджуються завдяки людині.

V група – синантропні, які живуть в селітебній частині: а) *види*, еволюція яких проходить в контакті з людиною дуже давно (миші); б) *види*, які виникли недавно (горобець, голуб).

VI група – дикоростучі рослини і дикі тварини.

Рослинний покрив, який використовується в урбанізованих ландшафтах повинен виконувати такі функції:

- охолоджувати урбанізовану територію за рахунок збільшення альbedo поверхні і транспірації (випаровування);
- стабілізувати вітровий режим, “розвантажувати” повітряні маси;
- збільшувати відносну вологість повітря і зменшувати її добові і сезонні коливання;
- виділяти кисень (як побічний продукт фотосинтезу) в атмосферу;
- збільшувати концентрацію негативно заряджених іонів (добре впливає на здоров'я людини) в атмосфері над деревно-кущовими насадженнями;
- виділення біологічно активних речовин, що подавляють розвиток патогенних агентів в атмосфері;
- поглинання забруднюючих атмосферне повітря пилу і газів;
- зниження рівня шуму внаслідок поглинання енергії, що викликає його механічні коливання;
- затримання частини опадів і зменшення поверхневого стоку;
- в водних і болотних екосистемах – формування умов аеробного розкладу забруднюючих воду речовин, поглинання біогенних елементів;
- покращення структури, збільшення проникності і в окремих випадках родючості ґрунтів;
- затримання снігового покриву і талих вод;
- закріплення сипучих ґрунтів, зниження рівня ерозії;
- покращення візуальних властивостей урбанізованих ландшафтів.

Свідоме використання людиною перерахованих функцій рослинного покриву в формуванні і оптимізації урбанізованого середовища використовується в фітомеліорації.

Фітомеліорація – напрям екології, що складається з дослідження, прогнозування і використання рослинних систем для покращення геофізичних, геохімічних, біотичних, просторових і естетичних характеристик

навколишнього природного середовища, проектування і створення штучних рослинних угруповань (включаючи цілеспрямоване використання природних рослинних угруповань) з високими перетворюючими фізичне середовище властивостями. Існують 5 напрямків фітомеліорації:

1. Інженерно-захисна (перешкоджає латеральним геофізичним потокам - вітро-сніговим, вітро-піщаним, вітро-пило-піщаним, водним, водно-грунтовим);
2. Саніруюча (виділення кисню, фільтруючі функції, виділення фітонцидів, іонізація повітря, шумопоглинання);
3. Рекреаційна – використання рослинного покриву урбанізованих територій і приміських зон для відпочинку населення;
4. Естетична (фітодизайн зовнішнього простору і інтер'єрів);
5. Архітектурно-планувальна (проектування і створення комплексних зелених зон урбанізованих територій).

Серед різних властивостей видів рослин, що використовуються в фітомеліоративних системах виділяють наступні:

1. Здатність проростати в широкому діапазоні ґрунтів, що визначаються механічним складом і запасом поживних речовин.
2. Широкий діапазон до умов ґрунтового зволоження.
3. Висока стійкість до промислових газо аерозольних забруднень (листяні більш стійкіші ніж хвойні).
4. Здатність поглинати забруднені речовини з атмосфери або води.
5. Добре виражені фітонцидні властивості.
6. Гілчасті корони з густою листвою, або хвоєю, що дозволяє зменшити шум.
7. Добре виражена здатність до іонізації атмосферного повітря.
8. Високі естетичні якості.

Комплексні зелені зони урбанізованих ландшафтів:

Ліс - тип біогеоценозів, рослинний покрив якого сформувався з переважанням дерев, які займають площу не менше 0,01 га, із зімкненістю

крон не менше 30%, з особливим мікрокліматом біля поверхні і ґрунтовими умовами, що задовольняють потреби населяючого його специфічного угруповання організмів.

Зелена зона – територія за межами міської межі, яка зайнята лісами і лісопарками, що виконують захисні і санітарно-гігієнічні функції і являються місцем відпочинку населення.

Лісопарк – великий природний ліс поблизу великого міста, або всередині його, який пристосований для масового відпочинку, спорту, розваг і задоволення культурних потреб населення.

Ліси і насадження зелених зон повинні виконувати 3 основні функції - *захисну, санітарно-гігієнічну, рекреаційну.*

Правовий режим лісів, їх господарське використання визначені Лісовим кодексом України.

Тема 7. МЕРЕЖІ ВЗАЄМОДІЇ КОМПОНЕНТІВ ЕКОЛОГІЧНИХ СИСТЕМ

1. Взаємодія між факторами геосистеми.
2. Загальні властивості геосистем.
3. Рівні територіальної розмірності геосистем.

1. Взаємодія між факторами геосистеми

Геосистема – особливий клас керованих систем, земний простір, де окремі компоненти природи знаходяться в системному зв'язку один з одним і як певна цілісність взаємодіють з космічною сферою і людським суспільством. Ієрархія геосистем: фація, урочище - ландшафт - геосфера (географічна оболонка).

Фація - найменший природний комплекс, на території якого спостерігається один склад гірських порід, однаковий характер рельєфу,

вологості, мікроклімату, ґрунтів, біоценозів (западина, рівна міжрічкова поверхня, ділянка одного схилу з однаковим нахилом).

Урочища (місцевості) – морфологічна частина простого ландшафту, що представляє собою систему фацій з досить однорідним субстратом, зволоженням і ґрунтово-рослинним покривом (яр, балка, окремий горб).

Ландшафт – географічний комплекс, у якому рельєф, клімат, води, ґрунти і живі організми знаходяться у складній взаємодії і взаємообумовленості, утворюючи єдину нерозривну систему.

Географічна оболонка – комплексна оболонка Землі, що утворюється внаслідок взаємопроникнення і взаємодії окремих геосфер (літосфери, гідросфери, атмосфери, біосфери). Верхня межа в атмосфері (на висоті 25-30 км), нижня – в межах літосфери (на глибині кількох сотень метрів, іноді до 4-5 км) чи по океанічному дну.

2. Основні загальні властивості геосистем

До основних загальних властивостей геосистем відносять:

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

Просторовість залежить від території, яку саме ділянку земної поверхні вона займає.

Поліструктурність. Під структурою геосистеми розуміють характер поєднання її елементів, певного типу відношення. Оскільки в тій самій системі можуть мати місце відношення різних типів, то і поєднання ними елементів буде різним. Так, в одній геосистемі виникає кілька структур. Такі системи називають поліструктурними (суспільні системи – статево-вікова, етнічно-

професійна). Визначення типу відношень, які вважаються структурно реформуючими залежить від аспекту аналізу геосистем.

Найбільш загальними аспектами аналізу є:

- вертикальний (тонічний), де елементами виступають різні фізичні тіла геоконпонентів, а відношеннями – вертикальні потоки різних речовин та енергії, генетико-еволюційні;

- територіальний (хоричний), елементами якого є геосистеми нижчого рангу, ніж досліджувана, а відношеннями – горизонтальні потоки між ними, позиційні залежності;

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

Відповідно виділяються вертикальний, територіальний, часовий класи структур. Ефективним підходом структурного аналізу геосистем є модульний. Модуль системи виділяється як сукупність усіх її елементів, пов'язаних безпосередніми відношеннями з якимось одним елементом або їх деякою фіксованою групою.

Складність. Складними вважаються системи, сформовані багатьма елементами різних типів, між якими існують різнорідні зв'язки. Ознакою складності вважають також неоднозначність її реакції до зовнішніх впливів. Складність геосистем зумовлює специфічні підходи до аналізу, які повинні враховувати, що неможливо сумістити значну складність системи з високою точністю її опису – точно можна описати лише її окремі елементи та зв'язки, але не всю систему як ціле.

Цілісність – властивість системи, яка проявляється в тому, що вилучення з неї певного компоненту призводить до її кардинальної перебудови або взагалі загибелі, а сам цей компонент окремо від системи існувати не може або ж він якісно змінюється. Геосистеми мають риси цілісності (позбавлення ґрунту призведе до трансформації в цілому). Вагомим виявом цілісності системи є їх *емерджентність* – притаманність системі таких властивостей, якостей та функцій, яких не має жоден з її елементів і які не можуть виникнути

при їх механічній суміші, але можуть виникнути при їх взаємодії (здатність до самоочищення, кругообіг речовин).

Відкритість. Відкритими є системи, частини елементів яких мають зв'язки з елементами, що не належать до її структури. Елементи останнього типу складають зовнішнє середовище геосистеми. Зв'язки, які йдуть від них до системи – вхідні, входи, зовнішні сигнали. Крім вхідних є й вихідні зв'язки. Системи, які мають лише вхідні зовнішні зв'язки і не мають вихідних, називаються *напівзакритими*. *Закритими* вважаються системи, у яких не має зовнішніх зв'язків, тобто які не залежать від зовнішнього середовища. Геосистеми відкриті і до антропогенних навантажень.

Динамічність. Динамічними називаються системи, значення характеристик яких змінюються у часі. У різні проміжки часу геосистема може перебувати у неоднакових станах. Важливою особливістю динаміки геосистем є те, що різні її характеристики змінюються в часі з різною частотою (наприклад метеорологічні показники дуже мінливі, а геологічні ні).

Прийнято розрізняти добову, сезонну (річну) та багаторічну динаміку. Ландшафтна екологія досліджує зміни геосистем в інтервалі від кількох хвилин до кількох десятків тисяч років.

Стійкість. Стійкість у геосистемі проявляється у багатьох формах і дає їй змогу протистояти зовнішнім впливам, зокрема антропогенним, зберігати при взаємодії з зовнішнім середовищем свою цілісність та інші риси. Нестійкі в даних умовах геосистеми змінюються на більш стійкі типи, тому стійкість геосистеми значною мірою зумовлена генетико-еволюційно.

В умовах інтенсивного втручання людської діяльності в природу стійка рівновага часто порушується. Розвиток деградаційних процесів у геосистемах є не чим іншим, як результатом втрати ними стійкості до антропогенних навантажень.

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

багато зовнішніх факторів суто стохастичної імовірнісної природи (наприклад, випадання опадів).

3. Рівні територіальної розмірності геосистем

В ландшафтній екології виділяють 6 рівнів територіальної розмірності геосистем:

- 1) Глобальний (планетарний) рівень представлений географічною оболонкою;
- 2) Субглобальний рівень (географічні пояси, континенти);
- 3) Регіональний рівень (зони, провінції, області);
- 4) Хоричний рівень – в основі виділення геосистем цього рівня лежать суто внутрішні ландшафтно-екологічні фактори;
- 5) Топічний рівень – рівень територіальної розмірності, до якого відносяться геосистеми лише одного рангу – геотопи (фації);
- 6) Субтопічний рівень виділяється при аналізі територіальної структури геотопів.

Основні критерії виділення геотопів зводяться до того, що в його межах усі геосистеми мають бути представлені своїми найменшими класифікаційними категоріями (грунт, рослинність тощо). Тобто вичленування геотопів пов'язане з розчленуванням території на однорідні ділянки за кожним з геокомпонентів. У нім. літер. такі ділянки називаються топами.

Виділяють:

- морфотопи (однорідні елементарні поверхні рельєфу),
- літотопи (однорідні за геологічною будовою),
- гідротопи (за умовами зволоження), кліматопи (за мікрокліматом),
- фітотопи (за рослинністю), зоотопи (за тваринами),
- грунтотопи (за ґрунтом).

Їх просторовий збіг та взаємодія утворюють комплексну територіальну одиницю – геотоп.

Критерії виділення топів:

- 1) Градієнтний (топи повинні бути абсолютно гомогенними або клінальними; межі топів проводяться вздовж ліній стрибкоподібно зміни значень характеристик);
- 2) Статистичний критерій зводиться до того, що варіація значень змінних у його межах має бути меншою, ніж ця варіація між різними геотопами;
- 3) Географічний критерій – топ не має внутрішніх властивостей, які б зумовили необмежене зростання його площі;
- 4) Критерій відносної статичності – топи виділяються внаслідок дії не тимчасових (внутрішньорічних) факторів, постійних;
- 5) Картографічний критерій – виділяються таких розмірів, які можна показати на крупно масштабній карті.

Питання для самоконтролю

1. *Які основні поняття геосистеми Вам відомі?*
2. *Які загальні властивості геосистем?*
3. *Які Вам відомі розмірності геосистем?*

Тема 8. ПОТОКИ ВОЛОГИ В ГЕОСИСТЕМІ

1. Загальна схема потоків вологи в геосистемі.
2. Антропогенний вплив на потоки вологи в геосистемах.
3. Типологія геосистеми за характером водного режиму.

1. Загальна схема потоків вологи в геосистемі

Цілісність геосистеми багато в чому зумовлена потоками води, які пронизують її подібно до кровоносної системи. Водні потоки забезпечують міграцію хімічних елементів, транспортування поживних речовин до рослин, продукційні процеси. Вода - один з основних лімітуючих екологічних факторів

і від її кількості в геосистемі збалансованості потоків залежать властивості геосистеми, що визначають її потенціал.

Потоки вологи об'єднані в цикл, тобто в геосистемі здійснюється круговорот води. Він може бути збалансованим (маса води на вході в геосистему дорівнює масі на виході і пов'язані з ним режими лишаються незмінними. При незбалансованих потоках у геосистемі відбувається прогресуюча гідроморфізація (при позитивному балансі) або ксерофітизація (при негативному балансі).

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

Находячи до геосистеми, дощові води частково затримуються фітогеогоризонтами (цей процес називається інтерцепцією). Перехоплена листям волога лише в мізерних частках засвоюється ним, деяка частина води стікає по стовбурах, а основна маса випаровується і не бере участі в транспірації та зволоженні ґрунту (інтерцепційна втрата). Розмір цієї втрати залежить від інтенсивності та тривалості опадів, сумарної листяної поверхні фітогоризонтів.

Крім дощів та снігу, у геосистемах морських узбереж та пустель джерелом надходження вологи є роса й тумани. На західному узбережжі США туман за рік може давати в 2-3 рази більше води, ніж її випадає з дощами.

Частина опадів, що потрапляє на земну поверхню, може затримуватися мортгоризонтом (лісовою підстилкою або степовою повстю). Цей горизонт відзначається високою гігроскопічністю та вологоємністю, тому всмоктує та утримує значну кількість вологи, яка може і зовсім не досягти поверхні ґрунту. Ця волога втрачається майже виключно на фізичне випаровування. Дійшовши до поверхні ґрунту, напрямок та інтенсивність потоків води залежать від стану зволоженості ґрунту в момент випадання опадів. Якщо ґрунт знаходиться в

стані повного водонасичення, низхідного потоку вологи в ґрунті не буде, і вона витратиться на фізичне випаровування з поверхні ґрунту, а якщо ця поверхня схилова - і на площинний стік. Проте здебільшого в момент випадання дощу вологість ґрунту менша за величину його польові вологоємності і тому формується потік води в глибину ґрунту. Інтенсивність цього потоку залежить від водопроникності ґрунту. При глибокому рівні залягання ґрунтових вод найбільш водопроникні дернові піщані ґрунти, найменш - солонці, глинисті каштанові.

З ґрунту волога поглинається коренями рослин. Це поглинання тим інтенсивніше, чим більша всмоктуюча поверхня кореневої системи та чим легше входять у контакт корені та ґрунтова волога. Контакт коренів з вологою ґрунту визначається його механічним складом: найгірший він у глинистих ґрунтах, найкращий у піщаних. Надходження води до рослин залежить від температури ґрунту, бо вона впливає на всмоктуючі здатності коренів і на їх ріст. З теплих ґрунтів рослини витягують воду легше, ніж з холодних.

Находячи до рослини, вода з кореня транспортується до її транспіруючих поверхонь. У рослинах дуже незначна частина вологи втрачається на фотосинтез, а основна її частина (97 % і більше) випаровується. Для продукування 1 г сухої речовини рослинам необхідно втратити на транспірацію в 400-600 разів більшу масу води: дуб втрачає 340, бук - 170, сосна - 300, пшениця - 540, люцерна і конюшина 700-800 г води. При однаковій кількості опадів (850-870 мм) буковий ліс втрачає на транспірацію 522, а субальпійські луки 100-200 мм вологи. Величина та інтенсивність транспірації залежать не тільки від надземної фітомаси, а й від едафічних факторів, особливо від освітленості, сухості повітря, вітру. Проте чітка залежність транспірації від цих факторів існує лише до того часу, поки відкриті продихи рослин. При нестачі вологи рослини, закриваючи продихи регулюють витрату вологи. Так, при повністю закритих продихах хвойні дерева здатні зменшити транспірацію на 97 %, листяні на 80-90 %, а трави на 70-85 %.

3. Антропогенний вплив на потоки вологи в геосистемах

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

Надмірне зволоження геосистеми при іригації призводить до посилення низхідних потоків вологи в ґрунті, які можуть досягти засоленних горизонтів порід або мінералізованих ґрунтових вод, де насичуються солями і, піднімаючись, у між поливний 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 засоленого ґрунту), 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 - пересушення, тобто зниження рівня ґрунтових вод нижче деякої критичної глибини, що може зумовити дефляцію, обміління річок, відмирання їх верхів'їв.

Вплив лісу та лісонасаджень на водний режим досліджено достатньо добре. Вислів Т. М. Висоцького "Ліс сушить рівнини і зволожує гори" зберіг - значення й досі. Основною причиною більшої зволоженості лісових силових геосистем є зменшення лісом поверхневого стоку води. В Карпатах суцільне зведення лісу зумовлює збільшення стоку на 266 -302 мм. А вирубування 28

% запасу деревини на 132 мм. У схилових геосистемах рівнинних ландшафтів ліс здатний до 80 % зменшити витрати води на поверхневий стік.

Висушувальний вплив лісу на рівнинні геосистеми, проявляється у збільшенні транспірації. 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 корене досягнутих вод і підвищує рівень глибоко залягаючи.

4. Типологія геосистеми за характером водного режиму

За типом водного режиму геосистеми поділяються на такі:

- 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 1 раз на 10-15 років);
- непромивного режиму (ґрунтові горизонти 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);
- деструктивно - випітного режиму (капілярна кайма ґрунтових вод не виходить на поверхню, і їх витрата здійснюється не за рахунок фізичних випарювань, а через транспірацію);
- водозастійного режиму (характерний для боліт);
- паводкового режиму (характерний для заплав річок).

Питання для самоконтролю

1. *Основні етапи досліджень потоків вологи в геосистемах.*
2. *Наведіть загальну схему потоків вологи в геосистемі*
3. *Охарактеризуйте види антропогенного впливу на потоки*

вологи в геосистемі

4. *Типологія за характером водного режиму.*

Тема 9. МІГРАЦІЯ ТА ОБМІН МІНЕРАЛЬНИХ РЕЧОВИН В ГЕОСИСТЕМАХ

1. Загальна схема міграції та обміну мінеральних речовин в геосистемах.
2. Антропогенний вплив на забруднення та самоочищення геосистем.
3. Типологія геосистем.

1. Загальна схема міграції та обміну мінеральних речовин в геосистемах

Хімічні елементи, що складають географічну оболонку, по різному проявляють себе в геосистемах. Це стосується як їх мас у геосистемі, так і особливостей поведінки - міграції між елементами вертикальної структури, здатності включатися в кругообіги, поглинатися рослинами.

Основні вхідні потоки речовин до геосистеми надходять атмосферними опадами, аерозолем та пилом, за рахунок вивітрювання первинних мінералів гірських порід, розчинення солей осадових порід, в результаті господарської діяльності.

З атмосферними опадами (в тому числі з кислотними дощами) на поверхню Землі щорічно потрапляє 1800 млн. тонн, або 12 різних речовин. Найбільше цим шляхом надходить сірка (до 2,6 т/км у Південних районах України), трохи менше кальцію і азоту.

За рахунок осаду з атмосфери пилу до геосистем щорічно надходить до 10 т/км² речовин, а в промислових регіонах - в десятки разів більше.

Утворення легкорозчинних солей при вивітрюванні первинних мінералів - процес, що відбувається у всіх геосистемах, але дуже повільно. Надходження до геосистем солей внаслідок розчинення солей осадових порід може бути там,

де галогенні породи залягають близько до поверхні. В Україні такими районами є Прикарпаття, Закарпаття, Дніпровсько-Донецька западина, Донбас. У Прикаспійській низовині з подібних структур щорічно надходить 3,5 млн. тонн солей.

Мінеральні речовини, що надійшли до геосистеми, можуть знаходитись у вигляді її резервного фонду або здійснювати круговорот у її вертикальному профілі. Резервний фонд становлять речовини, що знаходяться у нерухомих фазах, а також легкодоступні речовини, накопичені в геосистемі в надмірних кількостях, через що вся її маса не може бути охоплена кругообігом. Речовини резервного фонду частково поповнюються за рахунок мігруючих речовин і також можуть включатися в міграційні процеси. Ці процеси зумовлені двома основними факторами: потоком води та її властивостями як хімічні речовини; синтезом та розкладом органічні речовини.

Роль води як фактору міграції речовини полягає не тільки в її мобільності в геосистемі. У її водному середовищі відбувається переважна більшість хімічних реакцій. Потік води у вертикальному профілі геосистеми супроводжується процесами розчинення, вилуговування, іонного обміну, адсорбції, в результаті чого хімічні елементи та сполуки певних геомас переходять до водного розчину і далі переміщуються з ними. Внаслідок випаровування вологи, кристалізації, сорбції з водного розчину випадають мінеральні речовини, акумулюючись у певних масах або геогоризонтах. І тільки з водним розчином мінеральні речовини з ґрунту можуть потрапити до рослин і далі взяти участь у біогенній міграції по трофічній сітці геосистеми.

Фізико-хімічні, термодинамічні умови геогоризонту, крізь який проходить потік водного регіону, визначають ступінь рухомості кожного з хімічних елементів та їх сполук. Майже в усіх геосистемах у вертикальній структурі виділяються суміжні геогоризонти, які відрізняються один від одного за цими умовами. Тут різко змінюються умови міграції різних речовин - одні з них випадають з розчину і концентруються, інші мігрують менш

інтенсивно і накопичуються частково, треті не реагують на зміну умов міграції.

В геохімії ландшафту місця, де різка зміна умов міграції призводить до накопичення елементів, називається *ландшафтно-геохімічними бар'єрами*. Є різні типи ландшафтно-геохімічних бар'єрів:

- кислий, в окислювальному середовищі;
- кислий, у відновленні середовища;
- лужний, в окисленому середовищі;
- лужний, у відновленому середовищі;
- глейовий;
- сорбційний;
- механічний;
- випаровувальний.

У різних геосистемах кількість та склад ландшафтно-геохімічних бар'єрів неоднакові. Так, у лісостепових геосистемах України переважають кислі та глейові бар'єри, степових - лужні, випаровувальні.

З ландшафтно-екологічної точки зору, крім типу бар'єру, важливо враховувати і його місцеположення у вертикальній структурі геосистеми. Так, бар'єри, розміщені в ґрунті нижче його кореневмісного шару, в екологічному плані можуть відігравати позитивну роль - токсичні елементи, що тут накопичуються, рослинами споживатися не можуть і цей бар'єр перешкоджає досягненню токсичними елементами ґрунтових вод, лімітуючи їх забруднення. Такий бар'єр виконує функцію консерватора забруднень в геосистемі. Натомість бар'єри, розташовані в межах кореневмісного шару можуть бути 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 розсоллюються 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 випарювання ґрунтових вод вміст солей у ґрунті та підґрунті зростає, що призводить до засолення геосистем.

Важливим фактором міграції речовин у геосистемі є життєдіяльність рослин. Всі хімічні елементи, що містяться в географічній оболонці необхідні рослинам і споживаються ними. З них незамінні лише деякі: N, P, K, S, Ca, Mg (макроелементи) - споживаються у великих кількостях та Mo, Si, Mn, B, Cl (мікроелементи).

З атмосфери надземні органи рослин засвоюють мінеральні речовини в дуже незначних кількостях, а основна 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 отримує іони поживних солей); розчинення зв'язаних запасів мінеральних речовин (виділяючи органічні кислоти, корінь вивільняє з хімічно зв'язаного стану елементи, зокрема важкі метали, і потім легко поглинає їх). Потрапивши до кореня, іони переносяться до інших органів рослин. Це перенесення потребує витрат енергії, джерелом якої є дихання рослин, тому інтенсивність поглинання ними тіл речовин визначається едафічними факторами дихання (оптимальним температурним режимом, освітленістю, співвідношенням між вологістю та аерацією ґрунту).

Фітоценозом протягом року поглинається значна маса мінеральних речовин. З неї частина залишається в річному прирості фітомаси (для широколистих лісів вона дорівнює 70-120 кг/га), а інша частина разом з фітомасою, що поїдається первинними консументами, переходить до наступного трофічного рівня і далі мігрує по трофічній сітці аналогічно потокам енергії. Частина мінеральних елементів з фітоценозу надходить до атмосфери внаслідок транспірації, з хімічними виділеннями рослин (фітонцидами) та з пилком.

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

3. Антропогенний вплив на забруднення та самоочищення геосистем

Геохімічна діяльність людини за потужністю не поступається природним процесам. За рахунок цієї діяльності поверхня суші Землі щорічно збагачується на мільйони тонн Р, Си, Мп, на десятки тисяч тон. Основні джерела надходження забруднень до геосистем: атмосфера, внесення добрив та обробка агрогеосистем пестицидами та отрутохімікатами, забрудненні підземні води, захороненні в ґрунті та породах зони аерації техногенні речовини; зрошення ґрунтів стічними та забрудненими річковими водами.

Потрапляючи до атмосфери, забрудненні речовини (90 % газоподібні 10 % твердих часток) швидко розсіюються. Середня тривалість знаходження газів у тропосфері приблизно 2 - 4 місяці, аерозолів - 4 місяці біля тропосфери, 1 місяць у верхній та 6 - 10 діб - у нижній тропосфері. Атмосферні забруднення проникають в рослини внаслідок їх газообміну, осаду на поверхні листя та пагонах. При тривалій дії, навіть незначних концентрацій забруднень у рослин виникають хронічні пошкодження (депресія фотосинтезу, порушення росту, відмирання клітин). Різні рослини неоднаково реагують на атмосферні забруднення. Найбільш чутливі до них лишайники, з дерев - ялина (до дії HP , HC1 , SO_2), сосна (HP , NH_3 , SO_2), горіх (HP), береза (HC1). Стійкими вважаються туя, деякі види дубів, кленів, граб.

Чутливість рослин до атмосферних забруднень залежить від едафічних факторів:

температури - з її збільшенням чутливість рослин зростає;

вологість повітря - в діапазоні відносної вологості 30-60 % чутливість рослин зростає слабко, більше 60 % - різко;

вологість ґрунту - чим вологіший ґрунт, тим чутливість більша, проте сукулентні галофіти на цей параметр не реагують;

наявність поживних елементів у ґрунті - рослинність бідних, особливо піщаних ґрунтів чутлива до атмосферних забруднень, чим вищий у ґрунті вміст N, P, K та CaCO₃, тим чутливість менша.

Потрапляючи на поверхню ґрунту, забруднюючі речовини включаються у вертикальні потоки і можуть трансформувати їх. Це пов'язано з тим, що багато забруднень здатні руйнувати деякі важливі ландшафтно-геохімічні бар'єри, створювати нові, змінювати тип тих, які були раніше, внаслідок зміни кислотно-лужних або окисно-відновних властивостей ґрунту, змінювати і швидкість міграції різних речовин. Проходячи через ґрунт забрудненні води можуть частково або повністю очищуватися, проте сам ґрунт при цьому забруднюється.

Будь-яку забруднену речовину, що потрапила до ґрунту, можуть поглинати живі організми. Навіть незначна концентрація забруднюючих речовин у рослин може викликати токсикацію тварин вищих трофічних рівнів. Завдяки живим організмам забруднення залучаються до круговороту мінеральних речовин і виведення їх з геосистеми ускладнюється. Але геосистеми мають певні механізми, що дозволяють їм знешкодити забруднення вивести, їх з кругообігу та з геосистеми взагалі. Сукупність цих механізмів називаються самоочищення геосистем. Вона може реалізовуватись у 3-х групах процесів: перша - виносу забруднень за межі геосистем ґрунтовими водами, вітром, з урожаєм; друга - зв'язуванням забруднень у важкодоступні (нерозчинні) форми; третя - розклад токсичних речовин на сполуки та елементи, які є небезпечними для живих організмів. Як умовну форму самоочищення геосистем можна вважати концентрацію забруднень на ландшафтно-геохімічних бар'єрах, які розташовані між ґрунтовим профілем та капілярною каймою ґрунтових вод. Тут забруднені речовини можуть

накопичуватися в легкорозчинній формі і в значних кількостях, але при цьому вони нешкідливі ні для рослин, ні для ґрунтових вод. Для коренів рослин забруднені речовини недосяжні, а проникнення їх до ґрунтових вод блокується ландшафтно-геохімічним бар'єром, або не промивним водним режимом геосистем.

4. Типологія геосистем

Типологія геосистем визначається:

за хімічним складом типологія геосистем проводиться за елементами, які мають високий вміст (кларк) у геосистемі та енергійно мігрують і накопичуються в ній, визначаючи умови міграції й інших речовин. У геохімії ландшафту такі елементи називаються типоморфними і до них належать H, Pe, Al, Ca, N, Mg, HCO₃, SO₄, H₂S, Cl. За переважаючою роллю певного типоморфного елемента або їх груп виділяються відповідні типи геосистем, наприклад: кислі (H), кислі глейові (H-Pe) - поширені в хвойних лісах; кальцієві (Ca), кальцій-натрієві (Ca-Na) - в степах; натрієві (Na), хлоридно-натрієві (Cl-N) - в геосистемах степових западин та подів із солончаками.

за складом та місцеположенням ландшафтно-геохімічних бар'єрів:

- безбар'єрні;
- фітобар'єрні (лісові геосистеми з високим індексом листяної поверхні);
- різо-педобар'єрні (геосистеми, ландшафтно-геохімічні бар'єри яких містяться в межах кореневмісного шару ґрунту) з їх поділом на підтипи залежно від типу бар'єру;
- педо-бар'єрні (бар'єри знаходяться у ґрунті нижче кореневої системи);
- літобар'єрні;
- комплексно-бар'єрні (наприклад, фіторізобар'єрні, педолітобар'єрні).

Більшість геосистем належать до комплексно-бар'єрного типу.

за багатством ґрунту та елементами:

- оліготрофні (вкрай бідні на солі: 34-80 мг/л);
- семіоліготрофні (солей дуже мало: 75-82 мг/л);
- субмезотрофні (солей мало: 80-120 мг/л);
- мезотрофні (порівняно насичені солями: 100-150 мг/л);
- субевтрофні (добре забезпечені солями: 150-200 мг/л);
- евтрофні (найбільша забезпеченість солями при відсутності ознак

засолення ґрунтів);

- пертрофні (забезпечення солями більше за оптимум, але це не пригнічує росту рослин).

за ступенем засоленості ґрунтів:

- глікофітні (слабкосолоонцюваті ґрунти);
- семігалофітні (глибокозаеолені, середньо солонцюваті ґрунти);
- субгалофітні (середньо та сильно солонцюваті засолені ґрунти);
- галофітні (солонці та поверхнево засолені ґрунти);
- супергалофітні (солончаки).

Питання для самоконтролю

1. Основні етапи досліджень міграції та обміну мінеральних речовин в геосистемах.

2. Наведіть загальну схему міграції та обміну мінеральних речовин в геосистемі.

3. Дайте визначення ландшафтно-геохімічного бар'єру та наведіть його типи.

4. Забруднення та самоочищення геосистем.

5. Типологія геосистем за особливостями міграції та обміну мінеральних речовин.

**Тема 10. ГЕНЕТИКО-МОРФОЛОГІЧНА,
ПОЗИЦІЙНО-ДИНАМІЧНА ТА ПАРАГЕНЕТИЧНА
ЛАНДШАФТНІ ТЕРИТОРІАЛЬНІ СТРУКТУРИ**

1. Рівні генетико-морфологічної однорідності територій.
2. Територіальні одиниці генетико-морфологічної ландшафтно-територіальної структури.
3. Структуроформуючі відношення позиційно-динамічної ландшафтно-територіальної структури.
4. Елементи структури позиційно-динамічної ландшафтно-територіальної структури та їх типи.
5. Структурно-формуючі відношення парагенетичної ландшафтно-територіальної структури.

1. Рівні генетико-морфологічної однорідності територій

Основою виділення одиниць генетико-морфологічної ландшафтно-територіальної структури (ЛТС) є об'єднання територіально суміжних геотопів у більші геосистеми за принципом спільності їх походження (генезису), часу виникнення та закономірностей розвитку (еволюції). Близькі в генетико-еволюційному відношенні геосистеми мають і однотипну геокомпонентну будову (близькі генетичні типи геологічних порід, ґрунтів, рельєфу). Подібні вони також за зовнішнім (фізіономічним) виглядом, оскільки він значною мірою зумовлений генезисом рельєфу, який у генетично близьких геосистемах одного типу.

Діагностичними геокомпонентами геосистем регіонального та нижчих рівнів розмінностей (тобто компонентами, за якими виділяються геосистеми) є геологічна будова, ґрунти, рослинність, ґрунтові води, а також рельєф як важливий фактор просторових диференційованих ландшафтів. Діагностичного значення не мають тваринне населення (як дуже мобільний

геокомпонент), мікроорганізми (як геокомпонент, що і надто складно визначається), приземний шар атмосфери та клімат (оскільки виявляють свої основні риси в закономірності територіального розподілу рослинності та ґрунтів, а мікрокліматичні особливості визначаються морфологією рельєфу).

Визначимо рівні генетико-морфологічної однорідності території за різними діагностичними геокомпонентами.

Геологічна будова. 1-й рівень однорідності - однорідною є територія, сформована на одному геологічному фундаменті (наприклад, на кристалічних породах, вапняках); допускається різний склад порід, що покривають цей фундамент.

2 рівень - територія, однорідна за складом дочетвертинних порід.

3-й рівень територія, верхні верстви геологічної будови якої близькі за літолого-генетичними характеристиками (наприклад, складена елювіальними, елювальнo-делювіальними, делювіальними, лесовими суглинками, піщаними алювієм різних геологічних фацій та віку), потужність яких може бути різною, склад до четвертинних порід однаковим.

4-й рівень - ділянка з одним типом поверхневих відкладів, допускається їх різна потужність.

5-й рівень - ділянка, зайнята одним літотопами (у її межах склад та потужність усіх верств однакові).

Рельєф. 1-й рівень - територія займає комплекс мезоформ рельєфу одного генезису і віку (наприклад, структурно-денудаційні пліоценові рівнини з такими мезоморфами, як морфотопи молодшого віку екзогенного генезису (карстових воронок, ярів, балок).

2-й рівень - територія однієї мезоформи рельєфу (гряди, улоговини, річкові долини з терасовим комплексом).

3-й рівень - територія зайнята одним елементом рельєфу або його малою формою (неглибоко врізані лощини, промоїни, карстові воронки, западини), допускається варіація стрімкості схилівих поверхонь.

4-й рівень - елементарні поверхні (грані) рельєфу, де немає ліній перегинів схилу.

Грунтовий покрив. 1-й рівень - територія, рівнинні поверхні якої зайняті ґрунтами одного зонального типу ґрунтоутворюючого процесу (наприклад, дерново-підзолистого, опідзолено-лісового, дерново-степового), допускається наявність педотопів з генетично далекими інтразональними ґрунтами.

2-й рівень - територія з ґрунтами, послідовність змін яких у часі зумовлена різними факторами, описується відповідними генетичними рядами, але всі вони сходяться до одного виду ґрунту. Наприклад: чорноземи звичайні слабо засолені, чорноземи звичайні слабо-, середньо- і сильно змиті; чорноземи звичайні потужні, середньо потужні, малопотужні, коротко профільні.

3-й рівень - територія, переважна більшість ґрунтів якої формують один головний генетичний ряд, від якого може бути відгалуження інших рядів, зумовлених факторами, що супроводжують основний; ґрунти належать до одного генетичного підтипу.

4-й рівень - ділянка, зайнята ґрунтами одного генетичного ряду, можливі контрастні межі між ними.

5-й рівень - ділянка, зайнята однією ґрунтовою відміною або кількома відмінами одного генетичного ряду за відсутності різких меж між ними (один педотоп).

Рослинний покрив. 1-й рівень - територія з домінуванням одного класу рослинних формацій зонального типу; допускається широкий діапазон інтразональних асоціацій.

2-й рівень - територія з рослинними угрупованнями, послідовності змін яких у часі зумовлені різними факторами (сукцесійні ряди), сходяться до однієї спільної клімаксової асоціації, тобто утворюють моноклімаксову секційну систему.

3-й рівень - територія, більшість асоціацій якої належать до одного сукцесійного ряду, а деякі утворюють відгалуження від нього; можуть бути асоціації різних рослинних формацій.

4-й рівень - ділянка, асоціації якої належать до першого сукцесійного ряду, переважно однієї формації, можливі контрастні межі між фітотопами.

5-й рівень - ділянка виділу асоціації або клінального фітоценозу (один фітотоп).

Ґрунтові води. 1-й рівень - територія, ґрунтові води якої знаходяться в одному водоносному горизонті; допускається широка просторова амплітуда глибин залягання ґрунтових вод, різні типи їх хімізму та ступені мінералізації.

2-й рівень - територія з гідротопами одного типу водного режиму, допускається варіація хімізму, ступеня мінералізації ґрунтових вод.

3-й рівень - територія з одним типом хімізму, ступенем мінералізації та рівнем ґрунтових вод (один гідротоп).

2. Територіальні одиниці генетико-морфологічної ландшафтно-територіальної структури

Наногеохора сукупність суміжних геотопів, розташованих на одній елементарній поверхні рельєфу, геологічна будова якої відрізняється лише потужністю верхніх ґрунтоутворюючих верств порід, водний режим одного типу, ґрунти одного генетичного ряду, рослинні угруповання одного сукцесійного ряду, причому діапазон ґрунтів та рослинних асоціацій не виходить за межі генетичного підтипу (ґрунти) та формації (рослинність).

Якщо в межах одного морфотопу виділяються частини, що відрізняються літологією та генетичним типом ґрунтоутворюючих порід або типом водного режиму, ґрунтами та рослинного угрупованнями, що належать до різних рядів, то в ньому виділяються кілька наногеохор. Розміри наногеохор: ОД - 0,5 км. Водній наногеохорі від 3 до 15 геотопів. Вона є основною одиницею ландшафтно-екологічного картографування.

Мікрогеохора - сукупність суміжних наногеохор, розташованих на одному елементі рельєфу або одній його малій формі, геологічна будова яких неоднакова лише за потужністю літолого-генетично близьких поверхневих відкладів, різниця в рівні ґрунтових вод не приводить до формування різних типів водного режиму, ґрунти формують основний генетичний ряд, від окремих ланок якого можуть відгалужуватися короткі ряди, зумовлені фактором, що накладається на основні педотопи, рослинні угруповання одного секційного ряду.

Розміри мікрогеохор залежать від почленованості рельєфу та глибини залягання мінералізованих ґрунтових вод, з яким пов'язана контрастність ґрунто-рослинного покриву 8-10 км і більше на рівнині, на ерозійному рельєфі 3-4 км. Мікрогеохори є зручними одиницями середньомасштабного ландшафтно-екологічного картографування.

Мезогеохора - це територія з одним геологічним фундаментом та складом вкриваючих його дочетвертинних порід, різними генетичними типами четвертинних відкладів, розташована на одній мезоформі рельєфу спільного походження (річкова долина з терасовим комплексом, дельтовий комплекс, гряда, міжурядова улоговина) з ґрунтовими водами одного водоносного горизонту, ґрунтами та рослинними угрупованнями, ряди яких сходяться до одного центру.

Мезогеохори займають значні площі (0,5-2,0 тис. км) є зручними одиницями регіонального управління та проектування, оскільки співрозмірні з адміністративно-управлінськими територіальними одиницями нижчих рангів (райони).

Макрогеохора - найбільша з геосистем хоричної розмірності та найменша з регіональних. Макрогеохора займає територію, що складається з комплексу мезоформ рельєфу близького генезису та віку, утворених на одному геологічному фундаменті: однорідність її ґрунтово-рослинного покриву визначається зональними факторами, тому на рівнинах представлені ґрунти одного типу ґрунтоутворювального процесу та асоціації одного класу

рослинних угруповань. Розміри макрогеохор від 1 - 3 тис. км (гори) до 6-10 тис. км (рівнина). Їх можна зображати на дрібномасштабних картах.

3. Структуроформуючі відношення позиційно-динамічної ландшафтно-територіальної структури

Групування геотопів у територіальні одиниці позиційно-динамічної ЛТС ґрунтується на їх відношенні до ландшафтних рубежів, вздовж яких змінена інтенсивність та напрямок горизонти речовино-енергетичних площинних потоків. Носіями цих потоків можуть бути мобільні геокомпоненти: вода, повітря та живі організми. Разом з ними відбувається міграція й інших речовин, зокрема техногенного забруднення. При характері біогенних горизонтальних потоків виділяється біоцентрично-сітьова ЛТС. Потік вітру мінливий за напрямком, він може здійснювати величезну роботу в ландшафті, проте через мінливість він не може бути структуро-формуючим, а горизонтальні потоки води в ландшафті стійкі за напрямком і здатні об'єднувати геотопи в територіальні структури.

З потоком води по земельній поверхні перемішуються частки ґрунту (площинна ерозія), хімічні елементи та сполуки (в т.ч. добрива, отрутохімікати), мікроорганізми, змивається насіння культурних рослин. Так в лісостепових та північно-степових ландшафтах щорічно змивається 15-30 т/га ґрунту. З цією масою втрачається 0,5-1,0 т/га гумусу. Із змивом одного міліметра чорнозему типового втрачається більш як 60 кг/га азоту, 40 кг/га фосфору, 300 кг/га калію, що становить від 20 до 40 % їх валової кількості. Загалом з поверхневим стоком втрачається до 30 % добрив, які вносяться на схилі землі, 10 - 20 % пестицидів, 8-15 % насіння культурних рослин. Крім того, що втрачається врожай (до 60 %) та погіршується його якість, знижується родючість ґрунтів та продуктивність геосистеми в цілому. Акумуляція мігруючих речовин у водоймах призводить до їх замулення,

нітрифікації, дефіциту кисню, концентрації забруднень більше від токсичних меж, зменшення рибопродуктивності.

Між територіальними одиницями позиційно-динамічної ЛТС проходять межі вздовж ліній стрибкоподібної зміни градієнтів горизонтальних потоків. Ці лінії називаються *каркасні лінії динаміки ландшафту*. Ними є всі каркасні лінії рельєфу - вододільна, тальвегу, подошви, бровки схилу, лінії його перегинів. Оскільки інтенсивність поверхневого стоку суттєво залежить від стрімкості схилу, то в геотопах, розташованих між двома каркасними лініями рельєфу, вона буде в цілому однаковою.

Роль каркасних ліній динаміки ландшафту відіграють також межі між геотопами, що відрізняються фільтраційними властивостями ґрунтів та порід зони аерації. Вздовж цих меж різко змінився інтенсивність фільтрації води та умови міграції хімічних елементів (у ландшафтно-геохімічному відношенні ці лінії відповідають латеральним механічним бар'єрам). Фільтраційні каркасні лінії часто збігаються з каркасними лініями рельєфу.

Межі між ґрунтами з різною протиерозійною стійкістю також приймаються за каркасні лінії динаміки ландшафту. Протиерозійна стійкість ґрунту залежить від генетичного виду ґрунту, його механічного складу, вмісту гумусу, CaCO_3 . З геотопів, подібних за рельєфом але різних за протиерозійною стійкістю ґрунтів, змивається неоднакова кількість ґрунту. Серед типів ґрунтів, поширених на Україні найбільше піддаються змиву опідзолені ґрунти Полісся, а більш стійкими виявляються чорноземи типові та звичайні.

На горизонтальні потоки значно впливає сучасний рослинний покрив. Різні типи природних та агроценозів неоднаково гальмують стік. Так, змив ґрунту під багаторічними травами майже в 100 раз менший, ніж під просапними культурами; під лісовими фітоценозами з добре розвинутою повстю змиву навіть із крутих схилів може не бути зовсім. Тому межі між фітоценозами приймаються за важливі каркасні лінії динаміки ландшафту.

У сучасному ландшафті роль таких ліній відіграють також і деякі антропогенні лінійні елементи, вздовж яких змінюються параметри стоку (дороги на насипу, канали, лісосмуги).

4. Елементи структури позиційно-динамічної ландшафтно-територіальної структури та їх типи

Після картографування позиційно-динамічної ЛТС стало видно, що її територіальні одиниці, оторочуючи каркасні лінії динаміки ландшафту, здебільшого мають форму смуг. Тому Г.І. Швебс і назвав їх ландшафтними смугами, хоч у деяких випадках вони набувають ізометричної, кільцевої форми (наприклад, на плоских слабо дренованих рівнинах, болотяних масивах).

Ландшафтна смуга - це група геотопів, які мають спільне положення відносно меж зміни інтенсивності горизонтальних речовино-енергетичних потоків (розташовані між двома суміжними каркасними лініями динаміки ландшафту). У межах однієї ландшафтно-горизонтальної смуги потоки односпрямовані і в усіх геотопах мають однаковий градієнт. Внаслідок цього геотопи однієї смуги ідентичні за набором, інтенсивністю та іншими параметрами сучасних ландшафтних процесів, пов'язаних з площинним стоком, матеріальною геохімічною міграцією, деякою мірою - з ґрунтовим стоком.

За морфологією рельєфу ландшафтні смуги доцільно поділяти на рівнинні, схиліві, терасові, заплавні. Межі між ландшафтними смугами проводяться по каркасним лініям рельєфу. Важливою ознакою ландшафтно-горизонтальної смуги є однорідність її ґрунтів у протиерозійному відношенні та за характером мікрорельєфу.

Ландшафтні яруси - одиниці позиційної динамічної ЛТС, які складаються з групи територіально суміжних, пов'язаних односпрямованими

горизонтальними потоками ландшафтних смуг, що мають спільну позицію щодо гіпсометричних меж зміни провідних факторів ландшафтної динаміки.

Ландшафтні яруси відрізняються не тільки висотним положенням, а насамперед набором ландшафтно-екологічних процесів. Причому інтенсивність їх у ландшафтному ярусі змінюється за його ландшафтними смугами. Ландшафтні яруси пов'язані між собою горизонтальними потоками. За ними ландшафтні яруси об'єднують в *парадинамічний район*. Це сукупність ландшафтних ярусів, пов'язаних горизонтальними потоками, які починаються від спільного "центрального місця" - ярусу, який займає головне висотне положення. Ландшафтні яруси в одному парадинамічному районі, що мають одну макроекспозицію, можна об'єднати в *парадин амічний підрайон*. Ці одиниці здебільшого збігаються з частинами (правою та лівою) басейнів річок, розділених спільним вододілом.

5. Структурно-формуючі відношення парагенетичної ландшафтної територіальної структури

Термін "парагенезис" виник у геології під ним здебільшого розуміють суміжність відкладів різного генезису, зумовлену їх одночасним або послідовним утворенням. У ландшафтознавстві поняття парагенетичного комплексу ввів Ф. М. Мільков і визначив його як систему суміжних, активно взаємодіючих регіональних або топологічних (хоричних) одиниць спільного походження.

Парагенетична ЛТС формується вздовж ліній концентрації речовинно-енергетичних потоків (наприклад, вздовж річкового русла), ліній розділу контрастних середовищ (берегова лінія) та деяких інших "центральных місць", як визначають напрямки ландшафтогенезу. Такі структури недалеко від "ядра збурення" мають більш чітку парагенетичну диференціацію, яка з віддаленістю від нього послаблюється.

Особливе значення у виділенні парагенетичної ЛТС має концентрований водний потік. Його динамічність та енергія, особливі властивості води як природного тіла зумовлюють утворення ландшафтних структур з добре виявленими парагенетичними відношеннями між геотопами. Ці відношення найчіткіше проявляються вздовж ліній потоку і послаблюються з віддаленістю від них. У зв'язку з цим аналіз парагенетичної ЛТС дає найбільший ефект при дослідженні долин річок, лиманно-гирлових комплексів, яружно-балкових систем. Ці природні об'єкти підпорядковані ландшафтним смугам парадинамічного району, що дронується руслом річки, і суттєво залежать від процесів, які відбуваються в цих геосистемах. Тому в територіальні одиниці парагенетичної ЛТС об'єднують і одиниці позиційно-динамічної ЛТС - ландшафтні смуги. Підставою для об'єднання є відношення ландшафтних смуг не до ліній розділу напрямку потоків (як при виділенні парадинамічних районів), а до ліній їх концентрації - річкового русла, тальвегу, балки тощо.

Таким чином, долинно-річкові, яружно-балкові та подібні їм структури являють собою ніби деталі позиційно-динамічних ландшафтних структур, приурочених до гідрографічної або ерозійної мереж. Проте в них є і певні особливості, зокрема, тут поряд з поздовжніми рівноцінне, а іноді й основне значення мають поперечні межі, які розділяють однотипні частини ландшафтних смуг та ярусів.

Територіальні одиниці парагенетичної ландшафтної територіальної структури

Територіальними одиницями парагенетичної ЛТС є парагенетичні ландшафтні комплекси (ПГЛК). Комплексом нижчого рангу є *парагенетична ланка* (ПГ-ланка). Вона являє собою сукупність взаємопов'язаних геотопів об'єднаних за генетичною єдністю та односпрямованістю розвитку в межах заплавно-руслової частини долини (для долинно-річкових ПГЛК) або днищ ерозійних форм (для яружно-балкових ПГЛК). ПГ-ланки ніби нанизані на

потік, як на стрижень. При виділенні ПГ-Ланок домінантними ознаками одеські ландшафтознавці вважають характеристики заплави та русла - морфометричні показники, особливості затоплення, інтенсивність відкладання наносів, тип руслового процесу, сучасну рослинність тощо.

Закономірне поєднання послідовно спряжених ПГ-Ланок та ландшафтних смуг, які спираються на русло, формує *ПГ-сектор*. Важливими ознаками його виділення є характеристики схилових та терасових ландшафтних смуг. ПГ-сектор являє собою ділянку долини, однотипну за структурою та динамікою насамперед терас та схилів.

ПГ-пояс розглядається як територіально-цілісний фрагмент долини з однотипним протіканням сучасних фізико-географічних процесів в умовах однієї морфоструктури. Основними ознаками виділення ПГ-поясу є тип долини, особливості морфоструктури, тип рельєфу, стадія розвитку долини, знак та інтенсивність неотектонічних рухів, зональний тип рослинно-грунтового покриву.

Згідно з типом "центрального місця", відносно якого виділяється парагенетична ЛТС, розрізняються долинно-річкові, яружно-балкові, прибережно-аквальні, лиманно-гирлові ПГЛК.

Питання для самоконтролю

1. Назвіть рівні генетико-морфологічної однорідності територій.
2. Назвіть територіальні одиниці генетико-морфологічної ЛТС
3. Охарактеризуйте структуро-формуючі відношення позиційно-динамічної ЛТС.
4. Визначте елементи структури позиційно-динамічної ЛТС та їх типи.
5. Охарактеризуйте структуроформуючі відношення парагенетичної ЛТС
6. Назвіть територіальні одиниці парагенетичної ЛТС

Тема 11. ПРОДУЦІЙНІ ПРОЦЕСИ В ГЕОСИСТЕМАХ

1. Загальні положення продукційних процесів.
2. Антропогенний вплив на продукційні процеси.

1. Загальні положення продукційних процесів

Продукційний процес геосистеми зручно розглядати як інтегральний, що складається з утворення органічної речовини рослинами (первинними продуцентами), потоку цієї речовини по трофічній сітці (утворення вторинної продукції) та продукування органічної речовини ґрунту.

В основі продукційного процесу лежить фотосинтез. При ньому хімічно з'єднуються дві неорганічні сполуки CO_2 і H_2O і утворюється органічна - глюкоза. Внаслідок численних біохімічних реакцій глюкоза перетворюється в різні цукри, жири та клітковину - основний матеріал, з якого складаються стінки рослинних клітин. Крім CO_2 і H_2O рослини для синтезу органічних речовин використовують, і інші мінеральні речовини. Надходячи з ґрунту до рослин, вони, сполучаючись з карбоном, киснем і гідрогеном при цьому утворюють білки, нуклеїнові кислоти та пігменти.

Фотосинтез залежить від багатьох ландшафтно-екологічних факторів. Найбільше значення мають: світло, температура, вода, поживні речовини в ґрунті. З інтенсивністю світла фотосинтез пов'язаний лінійною залежністю, але до деякого оптимального рівня. Цей рівень називається світловим насиченням і в середньому дорівнює 1 ккал/м хв. При його досягненні інтенсивність фотосинтезу може дещо знизитись або залишається сталою. Чим вища тривалість освітлення, тим більше продукується фітомаси.

Температура мало впливає на фотосинтез. Проте при помірній освітленості інтенсивність фотосинтезу зростає в 2-5 раз при підвищенні температури на кожні 10°C . Температурний оптимум становить від 16°C (помірний пояс) до 38°C (тропічний пояс).

Вода як фактор продуктивності виявляє посередню роль у фотосинтезі. Із зниженням вмісту вологи в ґрунті рослини зменшують її витрату на транспірацію і тому закривають продихи. Крізь них, крім вивільнення води, рослини поглинають з атмосфери тому при закритті продихів цей процес уповільнюється, а при зниженні вологості ґрунту нижче точки в'янення поступово припиняється.

Поживні речовини ґрунту. Для фотосинтезу, крім макроелементів, необхідні й мікроелементи, особливо Мп, Сі, V. Наявність їх у ґрунті в легкодоступній формі і не в токсичних кількостях сприяє фотосинтезу. Проте в багатьох геосистемах при добрих гідрокліматичних умовах інтенсивність фотосинтезу лімітується недостатньою кількістю поживних елементів у ґрунті, особливо тих, що знаходяться в мінімумі. При внесенні екологічно обґрунтованих норм мінеральних добрив фактор, що обмежує фотосинтез, знімається.

Утворена фітомаса (чиста первинна продукція) далі розподіляється між елементами геосистеми за схемою, аналогічною до потоків енергії по трофічній сітці. Згідно з Р. Уїттекером, частка рослинної продукції, що споживається первинними консументами (травоїдними тваринами), становить в агроєкосистемах 1 % тундрових та пустинних 2-3, лісових 4-7, степових 10-15 %. І хоч у деяких геосистемах (наприклад, пасовищних) реальний відсоток первинної продукції, споживаної тваринами, може бути набагато більшим, засвоюється вона лише частково (1 - 15 %), а більша її частина виводиться тваринами з екскрементами та при диханні. Тому з переходом на кожний наступний трофічний рівень зоомаса зменшується на 2-3 порядки. Важливою складовою продуційного процесу в геосистемі є *продукування мікробної маси*. Внаслідок короткої тривалості життя переважної більшості популяцій мікроорганізмів (15 - 20 днів і менше) в помірному поясі за рік змінюється 6 - 7 їх поколінь, а в тропічному - більше 20. Окремі популяції бактерій дають за рік 30-40 генерацій і більше.

Характерна особливість продукційного процесу мікроорганізмів полягає в чітко вираженій його пульсації - протягом року періоди інтенсивного продукування мікробної маси змінюються періодами його затухання. Пояснити ці зміни коливаннями температури та вологості ґрунту не завжди вдається; можливо, в основі цього феномену лежать чисто популяційні причини.

Відтворення гумусу - не менш важлива ланка продукційного процесу в геосистемі, ніж продукування біомаси. Основним джерелом його формування є рослинний опад, екскременти тварин та клітини мікроорганізмів.

Швидкість та характер гуміфікації залежать від багатьох ландшафтно-екологічних факторів. З них найбільше значення мають кількість та склад рослинних решток, режим вологості та аерації ґрунту, його кислотність, видовий склад мікроорганізмів та інтенсивність їх діяльності, мінералогічний та механічний склад ґрунту тощо. Багатофакторність процесу гумусонагромадження зумовлює складність теоретичних математичних моделей цього процесу.

2. Антропогенний вплив на продукційні процеси

З перетворенням природних геосистем у агрогеосистеми пов'язані суттєві зміни особливостей усіх ланок продукційного процесу. Продуктивність агроценозів здебільшого нижча від природних фітоценозів на їх місці. Це пояснюється тим, що поля щорічно розорюються і ґрунт буває оголеним на початку та в кінці вегетативного періоду, коли природні екосистеми продовжують створювати продукцію. Так, річна продукція посівів зернових культур у помірному поясі становить 250-500, цукрових буряків 400-1000, тоді як лісів 600-2500, а степів 200-1500 г/м². Більш загальною причиною меншої продуктивності у агроугідь порівняно з природними є монодомінантність посівів - один вид не може використовувати ресурси зовнішнього середовища з такою самою ефективністю, як це робить суміш

видів з різними екологічними вимогами, що властиве природним рослинним угрупованням. На врахуванні цієї закономірності ґрунтується перспективний підхід до підвищення продуктивності агроценозів: одновидові посіви сільськогосподарських рослин замінити на дво- та багатовидові з диференційованими екологічними нішами та амплітудами.

Інтенсивне ведення сільського господарства пов'язане з низкою прямих та побічних вкрай небажаних в екологічному плані наслідків. Насамперед це виснаження ґрунту, його алелопатичне втомлення (накопичення продуктів виділення коренів рослин), забруднення ґрунту, а через нього і ґрунтових вод та самої сільськогосподарської продукції залишковими продуктами розпаду пестицидів, нітратами, іншими сполуками, руйнування трофічної структури геосистем та нагромадження в її ланках токсичних елементів тощо.

Суттєвих змін зазнає утворення вторинної продукції в агрогеосистемах. На ріллі воно відбувається переважно за допомогою ґрунтових безхребетних та деяких видів птахів. Зоомаса і тих і інших тут у сотні разів менша, ніж у природних геосистемах. На пасовищах величина продукції травоядних тварин може набагато перевищувати продукцію цього трофічного рівня природних степів та лук. Проте підтримання цієї маси на такому "надприродно" високому рівні призводить до надвипасу і швидкої деградації рослинних угруповань, первинна продукція яких знижується до критичної межі і надалі використовувати такі угіддя під пасовища стає неможливим.

Формування гумусу в агрогеосистемах практично повністю позбавлене його найважливішого ресурсу - рослинного опаду. Внесення органічних добрив здебільшого не компенсує цієї втрати, тому після розорювання степів, лісів, луків йде інтенсивна дегуміфікація ґрунтів. Так, зіставивши дані картосхем вмісту гумусу, складених В. В. Докучаєвим більше 100 років тому, з матеріалами ґрунтових обстежень України, проведених, побачили, що вміст гумусу в чорноземах зменшився на 25-30 %, а подекуди й більше. Якщо до розорювання степів переважали чорноземи з вмістом гумусу 7-10 %, то зараз таких ґрунтів не залишилось, і домінують чорноземи, гумусу в яких не більше

5 %. Від незбалансованого внесення і розкладу органічної речовини щорічно чорноземи втрачають гумусу 0,3 - 0,8 т/га, а з ерозією - ще 0,4 - 1,2 т/га.

За величиною продуктивності (чистої первинної продукції) геосистеми поділяють на непродуктивні (фітомаса не створюється - скелі, піщані пляжі тощо), низькопродуктивні (1 - 5 т/га), зниженої продуктивності (5 - 10), середньопродуктивні (10 - 15), підвищеної продуктивності (15 - 20), високопродуктивні (20 - 30), дуже високопродуктивні (більше 30 т/га на рік).

Питання для самоконтролю

1. *Основні етапи досліджень продукційних процесів в геосистемах.*
2. *Наведіть загальні положення продукційних прогресів в геосистемі.*
3. *Охарактеризуйте особливості антропогенного впливу на продукційні процеси.*

Тема 12. ДИНАМІКА ТА ЕВОЛЮЦІЯ ГЕОСИСТЕМ

1. Основні поняття та визначення.
2. Основні закономірності функціональної динаміки геосистеми.

Добова та сезонна динаміка геосистем.

3. Багаторічна динаміка. Флуктація та сукцесія геосистем.
4. Загальні закономірності еволюції геосистем.
5. Динаміка та еволюція ландшафтно-територіальних систем.

1. Основні поняття та визначення

Динаміка геосистеми - це зміна в часі значень її окремих характеристик, станів, набору та інтенсивності процесів, територіальних структур, яка на відміну від еволюції, не приводить до безпосереднього формування принципово нової геосистеми.

Характерною особливістю геосистеми є те, що різні характеристики змінюються з різною швидкістю: вологість і температура поверхневих

горизонтів ґрунту - протягом годин, видовий склад біоценозів - десятки років, морфологія рельєфу - сотень і тисяч років. Для дослідження таких різномасштабних явищ потрібна їх типологія за тривалістю протікання. З цією метою в географію було введено поняття *характерного часу (ХЧ)* - це інтервал часу, протягом якого певна властивість чи процес геосистеми проявляє свої основні особливості. Для періодичних процесів характерний час відповідає тривалості періоду (часу одного коливання), для квазіперіодичних (циклічних) - середній тривалості періоду, для неперіодичних (трендових) процесів - часу релаксації, тобто часу, необхідному для того, щоб після збурення геосистеми значення її характеристик стабілізувалися. За величиною ХЧ динаміки процесів геосистеми прийнято розрізати:

- добову (синонім - високочастотну) динаміку - аналізуються характеристики геосистеми, ХЧ яких менше доби;

- сезонну (внутрішньорічну, річну, середньочастотну) динаміку - аналізуються процеси з ХЧ від 1 доби до року;

- багаторічну (низькочастотну) динаміку з процесами, ХЧ яких більше року.

В основі кожного з цих рівнів динамічних змін геосистем лежать: для добової динаміки - обертання Землі навколо своєї осі, сезонної - навколо Сонця, багаторічної - комплекс чинників астрономічної природи (цикли сонячної активності), внутрішньопланетарної (тектонічні рухи) та внутрішньогеосистемні.

Стан геосистем це точка в багатовимірному просторі її змінних (характеристик) і яка описується значеннями цих змінних. Якщо протягом деякого проміжку часу значення всіх змінних лишаються сталими, стан геосистеми не змінюється. Виділяються добові, сезонні та багаторічні стани геосистеми. Динаміка геосистеми виявляється в послідовності зміни її станів. Графічно це описується фазовою діаграмою (рис. 1), на якій точки, що відповідають послідовним станом геосистеми, сполучаються лініями.

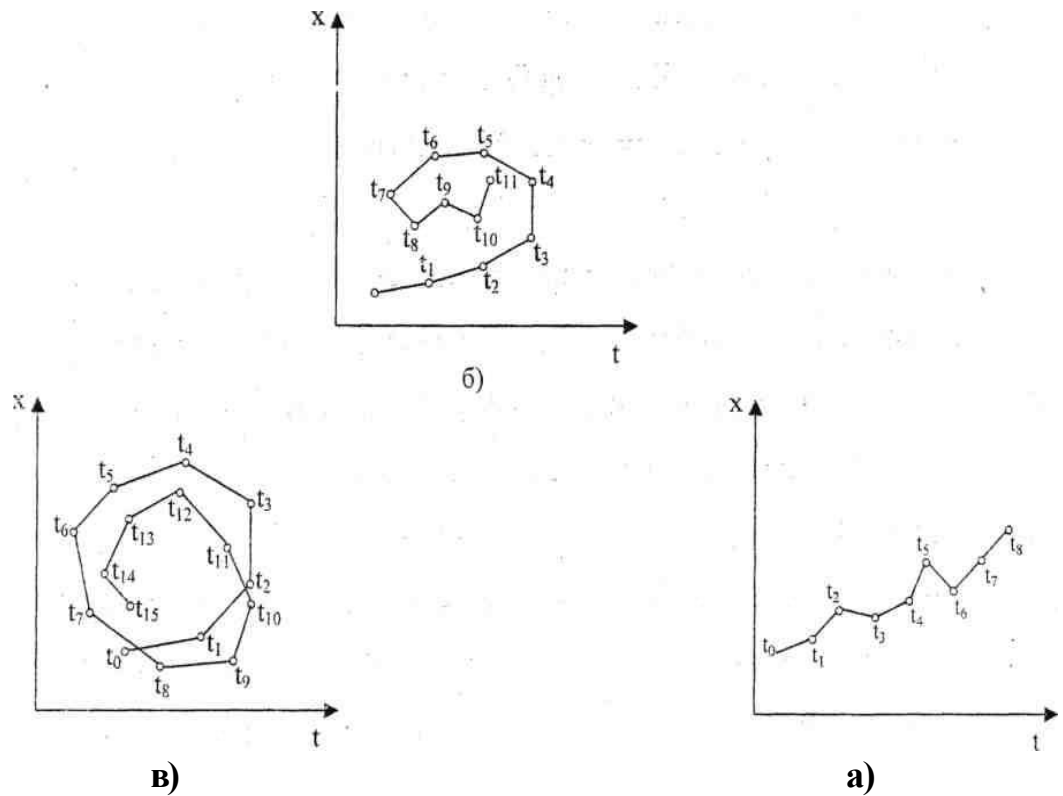


Рис. 1. Типові фазові портрети геосистем

a - циклічний процес; *б* - процес відновлення після збурення; *в* - тренд процес.

Інваріант - це сукупність деяких властивостей геосистеми, в разі зміни яких відбувається кардинальна трансформація її структури. За інваріантом можна відрізнити динамічні зміни геосистеми від еволюційних: усі зміни, при яких зберігаються інваріантні властивості геосистеми, відносяться до динаміки, а еволюція - це послідовна зміна інваріантних структур.

2. Основні закономірності функціональної динаміки геосистеми

Як вже відомо, функціональна динаміка геосистеми - це сукупність процесів трансформації, переміщення речовин та енергії в її вертикальній структурі. В результаті цього геосистема здійснює ряд функцій: продукує органічну речовину, забезпечує вологообіг, газообмін, круговорот речовин.

Часові закономірності процесів - це наявність тренду ритмічності, циклічності, періодичності процесу, його частота, тривалість періоду, величина амплітуди.

Періодичний прогрес - це процес, при якому однакові значення його характеристики повторюються через однакові проміжки часу (періоду). У геосистемах більшість процесів квазіперіодичні, для яких характерна повторюваність однакових значень характеристики не через строго один інтервал часу (наприклад, рік), а через більш-менш однакові його проміжки. Квазіперіодичними процесами в геосистемах є зміна температури поверхневих горизонтів ґрунту (період - 1 доба), хід середньодобових температур повітря (період - 1 рік).

Циклічність процесу полягає в повторенні однакових значень характеристики через будь-який часовий інтервал (в геосистемах - життєві цикли рослин, тварин, цикли ерозії В. Девіса).

Ритмічність - повторення системою станів, близькі але не ідентичних початковому, через деякі, необов'язково близьким, проміжки часу. Ритмічною є динаміка чисельності популяцій, пов'язаних відношенням "хижак-жертва". Деякі екзогенні рельєфоутворюючі процеси та нагромадження пухких відкладів мають риси ритмічності.

Тренд процесу полягає в цілеспрямованій зміні характеристики у бік зростання або зменшення її значень з часом. Наявність тренду може свідчити про еволюційність змін геосистеми.

Часто основна часова закономірність процесу затушована накладеними на неї короткоперіодичними або флуктаційними змінами. Динамічні процеси умовно поділяють на 3 групи - періодичного, перехідного та деструктивного (еволюційного) типів (рис. 2).

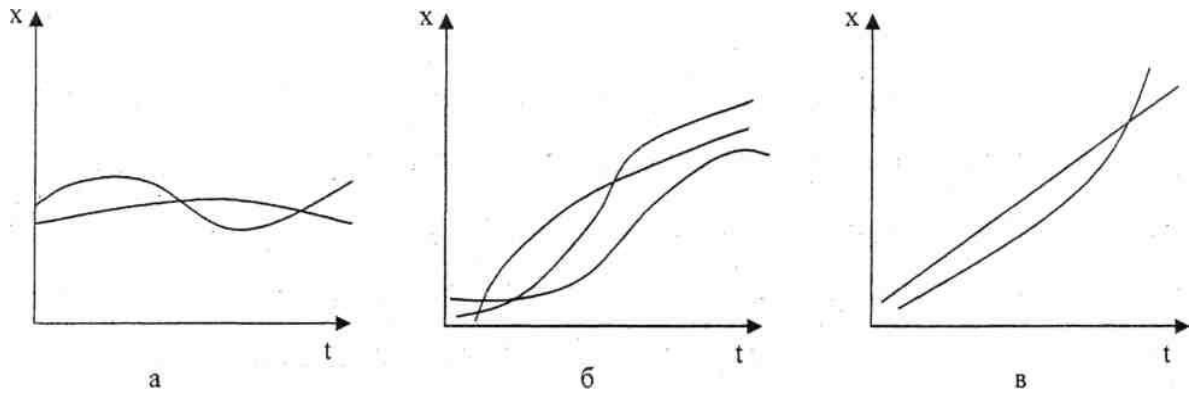


Рис. 2. Типи динамічних процесів геосистем: а - періодичний, б - перехідний, в - спрямований еволюційний. X - змінна, t - час

Добова та сезонна динаміка геосистем

Головним фактором *добової динаміки* геосистеми є обертання Землі навколо своєї осі. В результаті цього квазіперіодично змінюються значення метеорологічних показників, з якими пов'язані такі процеси, як вологообіг, продуційний та ін. Цей зв'язок зумовлює добову періодичність процесів випаровування, транспірації, поглинання рослинами поживних елементів, фотосинтезу (вночі він взагалі не протікає, тому що ФАР надходить до геосистеми тільки в світлу частину доби). Добова періодичність виявляється у поведінці тварин, активності мікроорганізмів. Від часу дня залежить також інтенсивність деяких екзогенних рельєфоутворюючих процесів (вітрової ерозії), ґрунтових (так, І. М. Гоголев установив, що різке підвищення кислотності чорноземів при їх зрошенні зумовлене поливами в світлу частину дня, підвищується активність іонів, а при поливах увечері процес не виникає).

Крім добового обертання Землі, внутрішньодобову динаміку визначають і деякі інші зовнішні фактори, зокрема зумовлені станом диску Сонця при змінній хмарності. Стани геосистем викликані цим фактором, мають тривалість у декілька хвилин і відрізняються температурою повітря і температурою поверхні ґрунту, відносною вологості поверхні, пружності водяної

пари. Ці зміни можуть бути досить суттєвими, але через малу тривалість таких станів, практичне значення їх дослідження обмежується.

Сезонна динаміка. Так як кожному процесу властива деяка інерційність, тобто відставання реакцій на зовнішні впливи, сезонні зміни різних процесів та геокомпонентів геосистем асинхронні.

Ефективний підхід до поділу річного циклу на окремі "стани" розробив Н.Л. Беручашвілі. Він ввів поняття *СТЕКСУ* - відрізка року тривалістю не менше доби, специфіка якого зумовлена сезонною ритмічністю, погодою та динамічною тенденцією зміни вертикальної структури геосистеми.

Основні ознаки виділення стексів:

- характер зовнішніх факторів, що зумовлюють формування стексу;
- термічні умови;
- зволоженість геосистеми;
- тенденції зміни вертикальної структури.

За *головними факторами динаміки, що діють* протягом доби, стекси поділяють на: нівальні - при випадінні снігу, плювіальні - при випадінні дощу, пірогенні - при пожежах, еолові - при пилових бурях, гравігенні - при зсувах, сельових потоках.

За *термічними умовами* виділяється 6 основних груп стексів: морозні (кріотермальні) - при температурі повітря менше 0°; дуже прохолодні (нанотермальні) - температура 0-5°; прохолодні (мікротермальні) - 5-10° С; помірно теплі (мезотермальні) 10-15 °С; теплі (макротермальні) - 15-22 °С; жаркі - більше 22 °С.

За *умовами зволоження* - екстрагумідні - хоч би в одному з геогоризонтів переважають гідромаси: гумідні - із середнім або підвищеним вмістом гідромас в усіх геогоризонтах; семіаридні - з одним геогоризонтом з недостатнім вмістом гідромас; аридні - дефіцит вологи в усіх геогоризонтах.

Різні геосистеми внаслідок своїх позиційних особливостей, залежності метеоумов від рельєфу та інших причин в один і той самий день можуть знаходитися в різних стексах, особливо навесні.

4. Багаторічна динаміка. Флуктація та сукцесія геосистем

На відміну від добової та сезонної динаміки, багаторічна здійснюється під визначальним впливом одного якогось зовнішнього фактора, а зумовлена комплексом факторів різної природи тектонічними рухами, кліматичними циклами різної періодичності, коливаннями рівня ґрунтових вод, віковими змінами деревостанів, змінами положення базисів ерозії. Характерними є значне накладання дії цих факторів, так що відчленувати роль якогось одного з них або прив'язати зміни геосистеми до певного астрономічного циклу (11-, 33-річних) надто складно. Геосистемі більш "вигідні" зміни, спрямовані у бік поступового зменшення залежності від лімітуючих факторів. Такі зміни приводять до її деякого оптимального стану, в якому вона може найбільш ефективно використовувати ресурси зовнішнього середовища. Досягши цього стану, в геосистемі більш чітко починають проявлятися циклічні зміни.

При багаторічній динаміці можуть змінюватися як окремі стани геосистеми (ландшафтна флуктація), так і послідовні та циклічні зміни різних видів геосистем тобто зміни одних геосистем іншими (ландшафтна сукцесія). Такі зміни ще не є еволюційними, бо вони мають обернений характер.

Основна різниця між флуктацією та сукцесією полягає в тому, що зміни першого типу не спрямовані і проявляються як коливання станів навколо деякого середньорічного (тривалість флуктаційних відхилень 1-3 роки).

Сукцесія - це довготривала послідовність змін станів геосистеми, орієнтована на досягнення деякого оптимального для даних умов стану або внаслідок дії деякого зовнішнього фактора може йти в бік, зворотній від оптимуму.

Флуктація проявляються у змінах рослинності геосистем, а у сукцесія супроводжується набагато більшими змінами. Причинами флуктацій є

відмінності гідрометеорологічних умов окремих років. Вони призводять до зміни водного і сольового режимів ґрунту. Наприклад, у степах для ґрунтів, яким властивий непромивний тип водного режиму, в окремі роки можуть бути промивними, і тоді відбувається активне винесення солей за межі ґрунтового профілю і зони аерації.

Концепція ландшафтної сукцесії виходить з того, що для певних умов зовнішнього середовища існує такий варіант структури геосистеми, при якому вона максимально позбавлена впливу лімітуючих факторів. Така геосистема називається *клімаксовою* для даних умов. Інші геосистеми відрізняються від неї фактором, що зумовив їх відхилення. Такі геосистеми та їх стани називаються *серійними*. При послабленні або припиненні дії на геосистему її лімітуючого фактора відбувається спрямована зміна геосистем одна одною у бік меншої залежності від цього фактора аж до клімаксової геосистеми. При посиленні дії лімітуючого фактора відбувається послідовна, зміна геосистем у зворотньому напрямку - від клімаксової через серію геосистем з усе більш трансформованими лімітуючим фактором структурами аж до геосистеми, структура якої спрощена фактором максимально можливо. Геосистем та їх стани з максимально трансформованими фактором структурами називають *ініціальними*. До них відносяться геосистеми оголених піщаних субстратів, поверхонь відслонень гірських порід тощо. Від цих геосистем беруть початок відповідні сукцесійні ряди, вздовж яких геосистеми закономірно змінюють одна одну у напрямі.

5. Загальні закономірності еволюції геосистем

Виділяють 5 загальних закономірностей геосистем:

Прогресивність - еволюційні зміни спрямовані на формування нових геосистем, а не на повторення тих, що вже були, і збереження існуючих. Прогресивність - це процес формування нового, яке може бути менш досконалим. Наприклад, якщо за критерій досконалості прийняти продуктивність геосистеми, то найбільш "прогресивними" будуть ті, що існували в карбоні, коли продукування біомаси було набагато більшим, ніж зараз.

Незворотність - геосистеми, що існували раніше, в ході еволюції повторитися не можуть. Якщо такі повторення мають місце, то це свідчить про сукцесійний, але не еволюційний характер змін. Цей принцип відомий під назвою "закону Долло": "Організм ніколи не повертається точно до стану, який він минув, навіть у тому разі, якщо він опинився в умовах існування, тотожних тим, через які він вже пройшов". Це стосується і геосистем.

Поступовість - зміни геосистем еволюційного характеру; вони не раптові, стрибкоподібні, а здійснюються через ряд етапів. Отже, поступовість еволюції - це також і її етапність - властивість історії розчленовуватись на окремі самостійні відрізки часу.

Довготривалість - при еволюції формування нових геосистем займає значний проміжок часу. За М.Ф. Векличем, він становить 500-600 років, а для геосистем хоричного та регіонального рівнів - декілька тисяч років. Раптова кардинальна перебудова геосистем внаслідок стихійних процесів до еволюції геосистем не відноситься, а розглядається як катастрофічна.

Спадкоємність - кожний новий етап еволюції геосистеми нерозривно пов'язаний з попереднім. При еволюційних змінах новоутворена геосистема не є чимось абсолютно новим. До складу її структур входять деякі елементи, що практично не змінилися при еволюції.

6. Динаміка та еволюція ландшафтно-територіальних систем

Територіальна ландшафтна динаміка - це зміна в часі конфігураційної впорядкованості ландшафтно-територіальних систем. Ця зміна може проявлятися при зміні місцеположення ландшафтних меж, що веде до зміни площі та форми окремих контурів геосистем; появі нових контурів геосистем; зникнення деяких контурів геосистем; зміни ширини та особливостей ландшафтних меж. У результаті змінилася хорологічна різноманітність та складність ландшафтно-територіальних систем, її позиційні особливості. Зміни відбуваються лише в рамках інваріанта даної ландшафтно-територіальної системи.

Про зміни еволюційної спрямованості свідчать: поява в ландшафтно-територіальній системі нових видів геосистем, частина яких прогресивно збільшується (наприклад, поява і ріст ярів, яких раніше не було); зникнення цілого ряду типологічно близьких видів геосистем (наприклад, зникнення усіх урочищ карстових воронок); перехід домінуючої ролі від геосистем одного виду до іншого. Найбільш динамічна біоцентрично-сітьова ландшафтно-територіальна система ландшафтно-територіальної системи, найбільш консервативні - генетико-морфологічна та басейнова.

Динаміка ландшафтно-територіальної системи визначається такими основними факторами:

- знаком та швидкістю сучасних тектонічних рухів;
- тенденцією зміни зволоженості району (кількості опадів та рівня ґрунтових вод);
- антропогенними впливами, особливо площинного характеру (зрошення, осушення, меліорації, інтенсифікація землеробства);
- просторовою взаємодією між геосистемами, яку можна назвати еволюційно-зумовленою боротьбою за простір.

Часова розмірність цих факторів різна. Так, із зрощенням пов'язані більш швидкі зміни ландшафтно-територіальної системи, ніж з тектонічними рухами.

Питання для самоконтролю

1. *Дайте основні поняття та визначення динаміки та еволюції геосистем.*
2. *Охарактеризуйте основні закономірності функціональної динаміки геосистем.*
3. *Особливості добової та сезонної динаміки геосистем.*
4. *Багаторічна динаміка. Флуктація та сукцесія геосистем.*
5. *Наведіть загальні закономірності еволюції геосистем.*
6. *Особливості динаміки та еволюції ландшафтно-територіальної системи.*

Тема 13. РІВНІ ТЕРИТОРІАЛЬНОЇ РОЗМІРНОСТІ ГЕОСИСТЕМ

1. Виділення рівнів.
2. Критерії виділення геотопу.
3. Внутрішньотопічна територіальна структура.

1. Виділення рівнів

Як геосистему можна розглядати і географічну оболонку в цілому, і ландшафтну зону (біом), і невеличку ділянку земельної поверхні (наприклад, схил чи його частину). При цьому аналіз геосистем як територіальних об'єктів залежить від їх розміру.

З ландшафтно-екологічних позицій виділяються 6 рівнів територіальної розмірності геосистем.

1. *Глобальний (планетарний) рівень* представлений географічною оболонкою, яка досліджується як територіально недиференційоване ціле. Ці дослідження проводяться загальним землезнавством.

2. *Суглобальний рівень* визначається двома факторами: кулеподібністю форми Землі та плитовою тектонікою. Ці фактори зумовили формування таких геосистем, як географічні пояси, континенти та субконтиненти. Субконтиненти - це найменші територіальні одиниці, які відособлені виключно планетарними факторами, а їх подальший поділ цими факторами вже не визначається. Тому ці одиниці слід прийняти за *елементарні* при дослідженні планетарних закономірностей територіальної диференції глобальної геосистеми (географічної оболонки).

3. *Регіональний рівень*. Внутрішня територіальна структура субконтинентів визначається регіональними факторами - макророзташуванням субконтиненту щодо океанів та гірських систем, морфоструктурами високих порядків, загальною циркуляцією атмосфери. При цьому виділяються фізико-геологічної зони, підзони, провінції, області. На рівні фізико-географічної області зникаються регіональні фактори зональної та азональної причин. Регіональні геосистеми сформувались під впливом зовнішніх планетарно-астрономічних факторів.

4. *Хоричний рівень*. Виділяється суто внутрішніми ландшафтно-екологічними факторами, які у сфері взаємодії геокомпонентів трансформують зовнішні до географічної оболонки сигнали (тектонічні рухи, надходження тепла, вологи). До таких факторів належать екзогенні процеси, що створюють різноманітні форми рельєфу. За цими елементами змінюється величина сонячної радіації, що надходить на земну поверхню, перерозподіляються волога, мінеральні речовини. Природна контрастність на хоричному рівні може бути на багато разів більшою, ніж на регіональному. Саме на хоричному рівні найвиразніше виявляється дія екологічних факторів та їх залежність від особливостей території, на якій ця дія локалізована. Розміри господарських угідь, зон їх впливу співрозмірні з геосистеми

хоричного рівня.

5. *Топічний рівень*. Серед геосистем хоричної розмірності особливу роль відіграє геотоп (фація). Більшість дослідників визнають його за однорідну в комплексному ландшафтному відношенні одиницю, тобто таку, внутрішня територіальна структура якої вже не визначається географічними закономірностями. Геотопи пов'язані між собою різними типами просторових відношень, врахувавши які виділяються різні типи ландшафтно-територіальних структур. Елементами всіх цих структур є *геотопи*.

6. *Субтропічний рівень*. При аналізі територіальні структури геотопів виділяються одиниці субтопічного рівня. Цей аналіз дуже специфічний, а саме територіальні одиниці за розміром, тривалості існування, факторами виникнення суттєво відрізняються; від геотопів та геосистем вищих рангів. Тому деякі ландшафтознавці вважають, що внутрішньотопічна структура не є і предметом ландшафтного аналізу.

2. Критерії виділення геотопу

Більш наближений до реальності підхід до виділення геотопів пов'язаний з розподіленням території на однорідні ділянки за кожним з геокомпонентів та факторів топічної диференціації ландшафту. У німецькій геоекологічній літературі такі ділянки називаються топами. Виділяються морфотопи (однорідні елементарні поверхні рельєфу), літотопи (за геологічною будовою), гідротопи (за умовами зволоження), кліматопи (за мікрокліматом), педотопи (за ґрунтом), фітотопи (за рослинністю), зоотопи їх просторовий збіг та взаємодія утворюють комплексну, територіальну одиницю - геотоп.

Градiєнтний критерій. Виходячи з нього, межі геотопів проводяться вздовж ліній стрибкоподібної зміни значень характеристик, що описують даний топ, а не в місцях, де ці характеристики набувають значень. Наприклад, виділення морфотопів ґрунтується на каркасних лініях рельєфу (бровках, підшвах схилів, лініях його перегинів), але не на лініях однакового похилу рельєфу.

Виділені за градієнтним критерієм топи можуть бути гомогенними або ж клінальними. Для перших характерна незначна варіація значень характеристик у межах топу. У клінальних топах ці значення змінюються в певному напрямку, але різкої зміни їх у межах топу ніде немає. Клінальними часто є педотопи прямих схилів, де вниз по схилу зменшується потужність ґрунту, але точки стрибкоподібної зміни потужності знайти не можна. При цьому за ступенем змитості ґрунти у верхній частині схилу та в нижній можуть розрізнятися навіть на декілька класифікаційних підрозділів (від незмитого до сильно змитого). Клінальність гідротопів зумовлена поступовою зміною в просторі глибини залягання ґрунтових вод, розподілом опадів. В межах одного клінального топу (наприклад, гідротопу), проходить межа між різними топами іншого типу (наприклад, між двома педотопами), діапазон змін характеристик яких стає меншим.

Статистичний критерій. Просторова однорідність геотопу більша, ніж будь-якого з часткових топів. Більшість характеристик у межах геотопу не є сталими, а змінюються (в статистичному відношенні це змінні величини). Варіація значень змінних в межах геотопу має бути меншою ніж ця варіація між різними геотопами.

Географічний критерій. За ним можна відрізнити геотопи від деяких інших природних об'єктів - мурашника, і ями, утвореної поваленим деревом, а також антропогенних - дороги, каналу. За цим критерієм геотоп не має внутрішніх властивостей, які унеможлилювали б його теоретично необмежене збільшення площі.

Критерій відносної статичності Ділянки, які виділяються внаслідок дії тимчасових факторів, геотопами не є. Наприклад, ділянки перезволоженого ґрунту після дощу, ділянки надвипасу, що заростають за декілька вегетативних періодів.

Картографічний критерій. За ним геотопи виділяють таких розмірів, які можна показати на крупномасштабній карті і які ще можна розглядати як територіальні операційні одиниці при вирішенні практичних завдань.

3. Внутрішньотопічна територіальна структура

Територіальна однорідність геотопу відносна, а тому його можна поділити на ще більш однорідні частини. Дослідження внутрішньої структури має обмежене значення для ландшафтного картографування, проте при організації стаціонарних ландшафтно-екологічних досліджень, виборі постів моніторингових спостережень виявленням цієї структури нехтувати не можна. Її аналіз важливий для прогнозування динамічних тенденцій геосистем, дослідження змін ландшафтних меж. Основним геокомпонентом, що визначає внутрішньо-топічну структуру геотопу, є рослинність. Кожна особина рослини дещо змінює середовище свого існування. Проте ці зміни будуть відчутними, якщо рослина багаторічна і досить значних розмірів. Будь-яке дерево, а також дерновинні злаки (ковила, типчак), багаторічні чагарники та напівчагарники (карагача, полин) протягом вегетаційного періоду і за все життя змінюють деякий підлеглий їм ареал геотопу. Тут формується специфічний мікробіоценоз, створюється характерний режим вологості, більш і, гумусний і менш щільний ґрунт, поселяються деякі характерні види трав'яних рослин. Тобто навколо таких рослин утворилися територіальні ділянки, що відрізняються від прилеглих за комплексом ознак всіх геокомпонентів. Ця ділянка називається *екоїд*. Розмір екоїдів, утворений деревами, трохи перевищує проекцію їх крони, а дерновинними злаками - менший за проекцією їх кореневої системи. Екоїди окремих рослин можуть перетинатися і, навпаки, у межах геотопу можуть бути ділянки, де екоїдів немає зовсім.

Другий ієрархічний рівень територіальної структури геотопу одновидовими заростями рослин за допомогою вегетативно утвореного розмноження (наприклад, чорниці).

Третій рівень - утворився в разі тісних зв'язків між рослинами: конкуренція за світло, вологу, поживні речовини, алелопатичні взаємодії. Вони можливі при перекритті їх екоїдів і називаються - *поліекоїдні*.

Четвертий рівень - *мікроценози* - це гомогенні елементарні частини, з яких складається фітоценоз. Сукупність мікро ценозів заповнює всю площу геотопу.

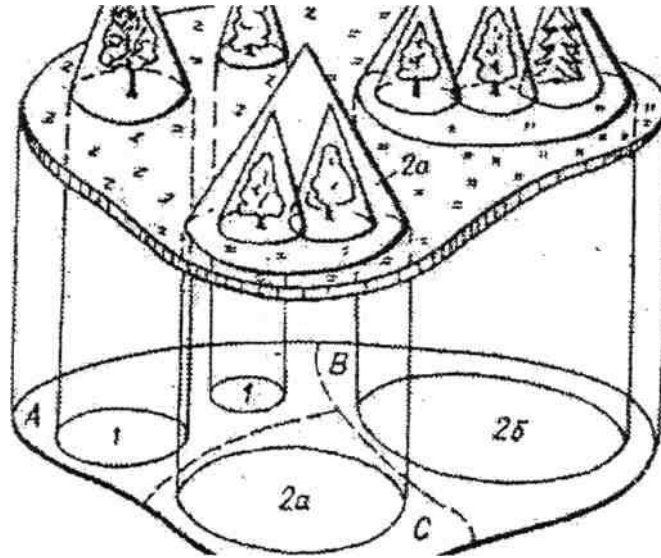


Рис. 3. Територіальна структура геотопу 1 - екоїд, 2 - поліекоїд, а) одновидовий, б) двовидовий

Питання для самоконтролю

1. Які рівні виділяються в територіальній розмірності геосистем?
2. Наведіть критерії виділення геотопу.
3. Охарактеризуйте внутрішньотопічну територіальну структуру геотопу.

Тема 14. ГЕОСИСТЕМИ ТА ЇХ СЕРЕДОВИЩЕ

1. Природні ландшафтно-екологічні фактори.
2. Ландшафтно-екологічна амплітуда геосистеми.
3. Концепція ландшафтно-екологічної ніші.
4. Об'єм та перекриття ніш.

1. Природні ландшафтно-екологічні фактори

Під фактором розуміється деяка ознака, що впливає на характеристики досліджуваної системи. Якщо ця ознака характеризує не саму цю систему, а належить до її зовнішнього середовища, то фактор називається зовнішнім, або екзогенетичним. Він визначає зміни в геосистемі, але сам не зазнає її зворотного впливу. Це сонячна радіація, що надходить, кількість та інтенсивність атмосферних опадів, знак та швидкість сучасних тектонічних рухів. А внутрішні, ендегенетичні, співвідносяться з властивостями самої геосистеми, їх речовинний носій знаходиться в межах її вертикальної або територіальної структури і визначає зміни елементів геосистеми. Внутрішніми факторами є засоленість літогеогоризонтів, стрімкість схилу, вміст гумусу в ґрунті, чисельність та біомаса окремих популяцій.

Фактори поділяються на абіотичні (кліматичні, орографічні, хімічні) та біотичні. Але цей поділ умовний, бо біотичний вплив рослин верхнього фітогеогоризонту на рослини нижніх геогоризонтів проявляється абіотичним шляхом (через затінення, переймання атмосферних опадів). Тому фактори, що діють на геосистему, доцільніше поділяти на фактори ресурси та фактори-регулятори. До перших належать тепло, освітленість, кількість опадів, вологи, поживних речовин у ґрунті. Характер їх впливу визначається кількістю, регулярністю та інтенсивністю надходження до геосистеми та кількістю в самій геосистемі. За деякі з цих факторів може йти конкуренція між популяціями і навіть можна вести мову про конкуренцію за ресурс між окремими геокомпонентами (наприклад, за вологу між ґрунтом та рослинністю).

Фактори-регулятори, такі як тектонічні рухи, географічне положення (позиція) геосистеми, рельєф, зумовлюють перерозподіл між окремими геосистемами або елементами їх вертикальної структури дії факторів-ресурсів. Так, рельєф визначає неоднакове надходження тепла на схили різних експозицій, їх різну освітленість, зволоженість. В результаті на різних елементах рельєфу геотопи мають різну забезпеченість факторами-ресурсами.

Тектонічні рухи як зовнішній фактор формування та динаміки геосистем проявляються опосередковано через регуляцію процесів рельєфоутворення, співвідношення виносу та акумуляції матеріалу, глибини залягання рівня ґрунтових вод.

2. Ландшафтно-екологічна амплітуда геосистеми

Кожний тип геосистеми може формуватися та існувати лише в деякому діапазоні впливу фактора. Так, на території України геосистеми з чорноземними ґрунтами зустрічаються лише в діапазоні зволоження від 340 до 600 мм, із сірими лісовими 460-600 мм на рік. За фактором тепла (річного радіаційного балансу) ці діапазони відповідно становлять 41-56 та 40-46 ккал/см в рік. Поза цими діапазонами геосистеми даних типів не зустрічаються і замішуються іншими. В екології діапазон впливу фактора, в якому може існувати певний вид, називається амплітудою виду. Амплітуда буває: екологічна - діапазон існування виду в умовах міжвидової конкуренції та фізіологічна (або потенційна) - діапазон, вид за відсутності конкуренції за ресурс.

Фізіологічна амплітуда ширша за екологічну. Аналогом фізіологічної амплітуди є *глобальна ландшафтно-екологічна амплітуда геосистеми*. Це той діапазон фактора, в межах якого на всій планеті зустрічається певний тип геосистеми. Регіональна ландшафтно-екологічна амплітуда - діапазон фактора, до якого пристосовані геосистеми цього типу в межах певного регіону (наприклад, Східноєвропейської рівнини). Виявлення для геосистеми ландшафтно-екологічної амплітуди за кожним із факторів дає змогу встановити лімітуючі фактори. Лімітуючим фактором є той фактор, значення якого даної геосистеми знаходяться біля крайніх значень її регіональної ландшафтно-екологічної амплітуди. Різні види геосистеми розрізняються за складом лімітуючих їх факторів. Так, в умовах тундри ним є тепло, в хвойних і мішаних лісах - трофність (багатство) ґрунту, в лісостепу - зволоження, в

ступу - зволоженість та засоленість субстрату, в горах - висота та стрімкість схилу.

3. Концепція ландшафтно-екологічної ніші

Термін "ніша" набув в екології широкого вжитку завдяки працям американського орнітолога Д. Грінелла, який визначав її як комплекс факторів, необхідних для існування виду. Найбільш популярну концепцію ніші запропонував Д. Хатчінсон. Концепція ґрунтується на понятті багатомірного простору, кожна вісь якого відповідає певному екологічному фактору простору, в якому може існувати вид. Цей об'єм називається *фундаментальною нішею*. Щоб визначити фундаментальну ландшафтно-екологічну нішу геосистеми, необхідно встановити деякий набір з факторів. Які визначають її існування та ареал поширення на земну поверхню, і за кожним із них виявити ландшафтно-екологічну амплітуду геосистеми. Графічно фундаментальна ніша зображається у вигляді p -мірного паралелепіпеда (рис. 4), сторони якого відповідають ландшафтно-екологічним амплітудам кожного з факторів.

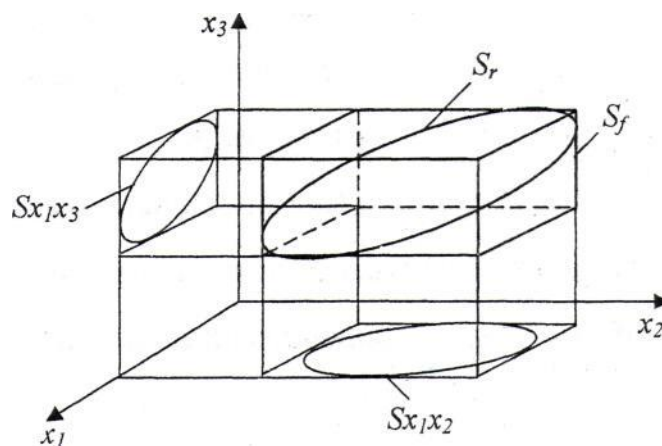


Рис. 4. Фундаментальна і регіональна ніша x_1 x_2 , x_3 - фактори; - фундаментальна ніша; - регіональна ніша; - двовимірні ніші в просторі факторів x_1 x_2 , і x_2x_3 .

Геосистема може існувати лише в межах її фундаментальної ніші, бо поза нею обов'язково знайдеться хоча б один фактор, до дії якого геосистема не пристосована. У межах фундаментальної ніші таких факторів немає, проте можливі такі їх комбінації, що геосистема при них існувати не може. Особливо "підозрілими" є кути паралелепіпеда, в яких усі фактори, що діють на геосистему, набувають екстремальних значень. І це означає, що не в усьому об'ємі фундаментальної ніші може існувати геосистема, а лише в певній її частині. Ця частина тобто об'єм фундаментальної ніші, у межах якого геосистема може існувати за будь-якої комбінації факторів, називається *реалізованою ландшафтно-екологічною нішею*.

Факторами, відносно яких доцільно будувати нішу геосистем, є річна кількість опадів, радіаційний баланс, а в гірських геосистемах - абсолютна висота та макроекспозиція. Для ландшафтно-екологічної ніші геотопів, наногехор та ландшафтних смуг важливими факторами є крутизна поверхні, довжина схилу, його експозиція, мінералізація та глибина залягання ґрунтових вод. Радіаційний баланс та річна сума опадів у геосистемах цих рангів виступають як константи.

У практичному відношенні зовсім необов'язково будувати повну ландшафтно-екологічну нішу геосистем, тобто за всіма факторами. Слід визначити лише часткові (2-х або 3-х вимірні) ніші:

- кліматичну (вісі: радіаційний баланс та кількість опадів);
- геоморфологічну (довжина, стрімкість та експозиція поверхні);
- гідрологічну (глибина рівня, ступінь мінералізації ґрунтових вод);
- орфографічну (висота та макроекспозиція) - для гірських геосистем.

Біля меж ніші геосистема знаходяться в екстремальних умовах і її стійкість незначна; ближче до центру ніші формуються оптимальні умови для геосистем даного виду.

4. Об'єм та перекриття ніш

Різні типи геосистем розрізняються не тільки за положенням ніш у просторі факторів, а й за їх величиною (об'ємами). Геосистемами, що мають великі ніші, можуть існувати в широкому діапазоні дії зовнішніх факторів. А геосистеми з малими нішами дуже вибагливі до умов зовнішнього середовища і нестійкі при зміні умов. Об'єм ландшафтно-екологічних ніш слід враховувати при визначенні природоохоронних пріоритетів - геосистеми з вузькими нішами потребують особливої уваги та природоохоронного статусу, оскільки такі геосистеми часто є реліктовими або екзотичними для певного регіону, їх стійкість невисока.

Ландшафтно-екологічні ніші окремих геосистем перекриваються. Це свідчить про те, що в одних умовах зовнішнього середовища може формуватися та існувати кілька різних видів геосистем. Геосистеми, ніші яких перекриваються за всіма факторами, близькі за структурою та динамічними тенденціями. Тому оцінка ступеня перекриття ніш є показовою характеристикою подібності геосистем, зумовленою факторами зовнішнього середовища. Перекриття ніш геосистем свідчить і про можливість боротьби за простір - витіснення геосистем менш пристосованих до даних умов зовнішнього середовища більш пристосованими.

Якщо ландшафтно-екологічні ніші окремих геосистем перекриваються, то точки їх оптимумів (тобто умов, до яких геосистема найбільш пристосована і має максимальне значення показника пристосованості) індивідуальні для кожного типу геосистем.

Питання для самоконтролю

1. Назвіть природні ландшафтно-екологічні фактори.
2. Дайте визначення ландшафтно-екологічної амплітуди геосистеми.
3. Концепція ландшафтно-екологічної ніші.
4. Об'єм та перекриття ніш.

Список використаної літератури

1. Гуцуляк В. М. Ландшафтознавство: теорія і практика. – Чернівці: Книги – XXI, 2008. – 168 с.
2. Гуцуляк В. М. Ландшафтна екологія: Геохімічний аспект. – Чернівці: Рута, 2002. – 272 с.
3. Давиденко В.А., Білявський Г.О., Арсенюк С.Ю. Ландшафтна екологія. – К.: Лібра, 2007. – 280 с.
4. Воловик В. М. Ландшафтознавство : курс лекцій. – Вінниця : Твори, 2018. – 254 с.
5. Дудка І. Г., Чернов Б.О. Ландшафтознавство: практикум : КНТ, 2015. – 198 с.
6. Збірник методичних вказівок до виконання практичних робіт з дисципліни «Ландшафтна екологія» / Кузьміна В.А., Фролова Н.М. – Одеса: ОДЕКУ, 2015. – 34 с.
7. Максименко Н. В., Гуцуляк В. М., Дудар Т. В. Ландшафтна екологія : підручник для студентів вищих навчальних закладів. Х. : ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2015. – 284 с.
8. Максименко Н. В. Ландшафтно-екологічне планування: теорія і практика: монографія. Х. : Харківський нац. ун-т ім. В.Н. Каразіна, 2017. – 215 с.
9. Гродзинський, М. Д. Ландшафтна екологія : підручник. – К. : Знання, 2014. – 550 с.
10. Капелюш Н. В., Капелюш Н.В. Ландшафтна екологія Запоріжжя: ЗНУ, 2013. 72 с.
11. Мельничук С.П. Ландшафтна екологія Навчально-методичний посібник Державний вищий навчальний заклад НЛТУ України. Львів: ННЛТУ України, 2013. 227 с.
12. Манюк О. Р. Ландшафтна екологія : лабораторний практикум Івано-Франківськ : ІФНТУНГ, 2010. – 65 с.

