

## ЛЕКЦІЯ 6.

### Тема: Динаміка та еволюція геосистем (динамічна ландшафтна екологія).

#### План

1. Основні поняття та положення.
2. Основні закономірності функціональної динаміки.
3. Добова та сезонна динаміка. Багаторічна динаміка.
4. Флуктуації та сукцесії геосистем.
5. Загальні закономірності еволюції геосистем.
6. Динаміка та еволюція ландшафтних територіальних структур.

#### 1. Основні поняття та положення.

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

Характерною особливістю геосистеми є те, що різні її характеристики змінюються з різною швидкістю:

- вологість і температура поверхневих горизонтів ґрунту - протягом годин,
- видовий склад біоценозів - десятків років,
- морфологія рельєфу - сотень і тисяч років.

Для дослідження таких різномасштабних явищ потрібна їх типологія за тривалістю протікання. З цією метою ввели поняття **характерного часу** – інтервалу, протягом якого певна властивість чи процес геосистеми проявляє свої основні особливості (О.Д. Арманд та В.О. Таргульян, 1974).

#### **Характерний час**

- для періодичних процесів - 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 повернулись до початкових.

Процеси з близькими значеннями ХЧ можуть впливати один на одного і досліджуватись у рамках єдиної моделі. Процеси ж із суттєво різними значеннями ХЧ в такій залежності не перебувають: характеристики з великими значеннями ХЧ по відношенню до процесів з малими значеннями ХЧ розглядаються як незмінні параметри (фон), а зміни характеристик з малими значеннями ХЧ по відношенню до процесів з великими аналізуються як статистичний шум або взагалі не враховуються.

Тому розроблено *концепцію часових масштабів* аналізу геосистеми (Н.Л. Беручашвілі, 1973; В.М. Солнцев, 1981).

За величиною ХЧ динамічних процесів геосистеми прийнято розрізняти:

- **добову** (синонім - високочастотну) динаміку - аналізуються характеристики геосистеми, ХЧ яких менше доби;
- **сезонну** (синоніми - внутрішньорічну, річну, середньочастотну) динаміку - аналізуються процеси з значеннями ХЧ від однієї доби до року;
- **багаторічну** (синонім - низькочастотну) динаміку з процесами, значеннями ХЧ яких більше року.

В основі кожного з цих масштабних рівнів динамічних змін геосистем лежать власні провідні фактори:

- для добової динаміки - обертання Землі навколо своєї осі;
- для сезонної динаміки - навколо Сонця;
- для багаторічної динаміки - комплекс чинників астрономічної природи (цикли сонячної активності), внутрішньопланетарної (тектонічні рухи) та внутрішньогеосистемні.

### Стан, простір та області станів.

Під *станом геосистеми* роуміють точку в  $k$ -вимірному просторі її змінних (характеристик) і описувати його зручно  $k$  значеннями цих змінних. Якщо протягом деякого проміжку часу значення всіх змінних лишаються сталими, стан геосистеми не змінюється.

Залежно від ХЧ характеристик, обраних для опису динаміки геосистеми, виділяються її **добові, сезонні та багаторічні стани**. Динаміка геосистеми визначається в послідовності зміни її станів. Графічно її можна описати фазовою діаграмою (фазовим портретом), на якій точки, що відповідають послідовним станам геосистеми, об'єднуються лініями. Для двомірного простору змінних типові фазові діаграми наведено *на рис. 1*.

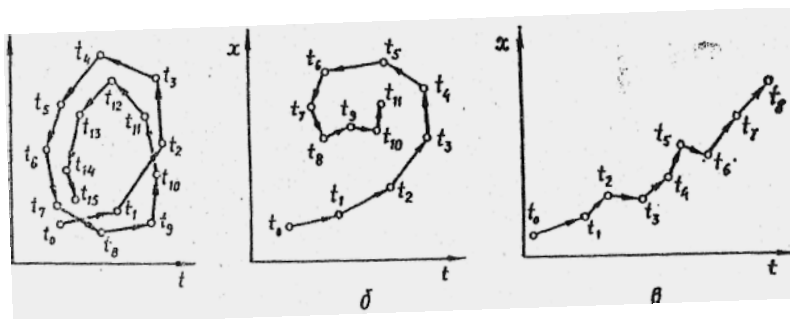


Рис. 1. Типові фазові портрети геосистем:

- а** - циклічний процес; **б** - процес відновлення після збурення; **в** - тренд;
- $x_1, x_2$  — змінні показники геосистеми;
- $t_0 - t_n$  - стани системи на різні моменти часу.

За фазовими діаграмами визначають суттєві риси динаміки геосистеми. Так, траєкторія змін станів, для якої характерна близькість початкового ( $t_0$ ) та кінцевого ( $t_n$ ) станів, свідчить про циклічність динамічних змін (рис. 1, а), спіралеподібна траєкторія (рис. 1, б) вказує на процес відновлення геосистеми після її збурення, траєкторія на рис. 1, в відповідає спрямованому динамічному процесу (тренду), який може призвести до руйнації геосистеми та формування її нового типу (еволюційної зміни).

Сукупність усіх можливих станів, у яких може знаходитись геосистема, називається її **простором станів**. Формально він являє собою множину всіх точок  $k$ -вимірного простору змінних геосистеми, в яких вона може знаходитись. Число станів геосистеми в цьому просторі дуже значне, причому відмінності між окремими його точками (станами) можуть бути настільки несуттєвими, що враховувати їх недоцільно, а практично часто і неможливо. Тому при дослідженні динаміки геосистеми простір її станів розділяється на окремі частини — **області станів**; вважається, що зміни геосистеми в межах однієї такої області несуттєві з точки зору завдань дослідження. Часто в ландшафтознавстві та екології саме такі області станів і називають станами гео- та екосистем.

**Залежно від критеріїв**, за якими визначається суттєвість - несуттєвість відмінностей між окремими станами геосистеми, їх простір на окремі області можна поділити по-різному.

Відповідно, виділяються й різні типи станів геосистеми.

- ✓ за відповідністю станів геосистеми її природній нормі можна розрізнити нормальні, критичні, аномальні області станів
- ✓ за можливістю виконання геосистемою певної соціально-економічної функції - допустимі, гранично-допустимі, недопустимі;
- ✓ за стійкістю - стійкі та нестійкі.

## **Типи динаміки та часових структур геосистеми.**

Аспект аналізу динаміки геосистеми як послідовності змін їх станів або областей станів називається **етологією геосистеми**, або її **етологічною динамікою** (Беручашвілі, 1989), а сукупність усіх процесів обміну та трансформації речовини та енергії в геосистемі — її **функціонуванням**, або **функціональною динамікою** (А.Г. Ісаченко, 1979). Важливим аспектом динамічної ландшафтної екології є аналіз часових змін ЛТС, які можна назвати **хорологічною динамікою**.

Аналіз кожного з цих видів динаміки геосистем пов'язаний з виділенням специфічних **типів її часових структур**:

- етологічних, елементами яких є окремі стани або області станів, а відношення - переходи між ними (відповідно з величинами ХЧ, якими характеризуються стани геосистеми, розрізняються *добові, сезонні та багаторічні етологічні структури*);

- функціональних, елементами яких є елементарні процеси, взаємодія між якими визначає певний інтегральний процес (наприклад, продуційний, який складається з таких елементарних процесів, як поглинання рослинами з атмосфери CO<sub>2</sub>, транспортування мінеральних речовин рослиною, стадії розкладу мортмаси та синтезу гумусових речовин тощо).

Аналіз *хорологічної динаміки* пов'язаний з виявленням складних просторово-часових структур, елементами яких є ареали геосистем, відношення - зміни їх метричних, топологічних, якісних характеристик у часі.

Сукупність деяких властивостей геосистеми, в разі зміни яких відбувається кардинальна трансформація її структури є поняття **інваріанту** (В.Б. Сочава, 1978) 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.

**Критерієм інваріанту** є збереження геосистемою ознак, які прийняті за діагностичні при визначенні її типу (Ф.М. Мільков). Так, інваріантом геосистем карстових улоговин є замкнена від'ємна форма рельєфу. Усі зміни геосистем, що не призводять до втрати цієї форми, відносяться до динамічних, а перехід карстової улоговини внаслідок замулення в озеро або степову западину свідчить про еволюцію (зміну одного типу геосистеми іншим).

Таким чином, під еволюцією геосистеми вважають заміщення геосистеми одного типу геосистемою іншого типу, а динамікою — зміни геосистеми в рамках одного типу.

## 2. Основні закономірності функціональної динаміки.

Під **функціональною динамікою геосистеми** розуміється сукупність процесів трансформації, переміщення речовин та енергії в її вертикальній структурі. У результаті геосистема здійснює ряд функцій - продукує органічну речовину, забезпечує вологообіг, газообмін, кругообіг речовин тощо.

Аналіз динамічних процесів геосистеми можливий у двох основних аспектах:

1. часові закономірності протікання процесу,
2. аналіз внутрішньої структури механізму ландшафтно-екологічних процесів.

### **Часові закономірності процесів.**

Основними часовими закономірностями процесу, які необхідно встановити, є:

- наявність тренду, ритмічності, циклічності, періодичності процесу;
- частота, тривалість періоду;
- величина амплітуди та деякі інші характеристики.

При аналізі кількох процесів або різних характеристик одного процесу необхідно виявити їх корельованість у часі, наявність ефектів інерційності, синхронності.

**Періодичним** є процес, при якому однакові значення його характеристики повторюються через однакові проміжки часу, які називаються періодом. У геосистемах більшість процесів квазіперіодичні (циклічні), для яких характерна повторюваність однакових значень характеристики не через суворо один інтервал часу (наприклад рік), а через більш менш однакові його проміжки. Квазіперіодичними процесами в геосистемах є зміна температури поверхневих горизонтів ґрунту (період - одна доба), хід середньодобових температур повітря (період - один рік).

**Циклічність** процесу полягає в повторенні однакових значень характеристики через будь-який часовий інтервал (в геосистемах – життєві цикли рослин, тварин тощо).

**Ритмічність** полягає в повторенні системою станів, близьких, але не ідентичних початковому, через деякі, не обов'язково близькі, проміжки часу. Ритмічною є динаміка чисельності популяцій, зв'язаних відношенням хижак - жертва, деякі екзогенні рельєфоутворюючі процеси та нагромадження пухких відкладів мають риси ритмічності.

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

Загалом динамічні процеси умовно поділяють на три групи - періодичного, перехідного та деструктивного (еволюційного) типів.

**Процеси періодичного типу** не призводять до суттєвих змін геосистеми, забезпечують її стійкість.

**Перехідні процеси**, для яких характерна фаза затухання, свідчать про перехід геосистеми з одного стану рівноваги до іншого, або про відновлення геосистеми після збурення. Такий характер, зокрема, має процес дегуміфікації геосистем одразу після розорання цілини, щорічні втрати гумусу внаслідок мінералізації становлять значну величину, а через деякий час (30-40 років) зменшуються і вміст гумусу стабілізується, але на нижчому рівні.

**Процеси деструктивного типу** не згасають з часом, що призводить до руйнації структури зв'язків геосистеми, її заміни іншою.

При аналізі взаємозв'язків кількох процесів часто виявляється **ефект інерційності** - затримка реакції одного з процесів на дію іншого. Так, поверхневий стік виникає не одразу після дощу, а через деякий час. Максимум сонячної радіації спостерігається в червні, а найвищі температури повітря запізнюються відносно нього на кілька десятків днів. При цьому коливання згасають і амплітуда їх зменшується.

**Аналіз механізму процесу.** Кожний процес може бути «розкладений» на сукупність простіших процесів та умов, що їх визначають, і протікає не при будь-яких можливих відношеннях між ними, а лише при суворо відповідних зв'язках.

Структуру інтегрального ландшафтно-екологічного процесу можна представити у вигляді графу-дерева, елементами якого є простіші процеси та їх умови, а вершиною («коренем дерева») - кінцевий інтегральний процес.

Ефективним методом аналізу таких структур є метод «дерев подій». Його інтерпретація до аналізу функціональної динаміки геосистем зводиться до побудови «дерева процесів», у якому окремі елементарні процеси та умови, що визначають можливість їх виникнення, з'єднуються логічними операторами «або» та «і».

Оператор «або» поєднує такі процеси та умови, що наявність хоча б одного з них зумовлює виникнення деякого нового процесу або умови (наприклад, розпорошення агрегатного стану ґрунту може бути зумовлене або заміщенням кальцію натрієм у ґрунтового поглинаючого комплексі, або зменшенням вмісту гумусу, або крапельною ерозією). Оператор «і» об'єднує такі процеси, що тільки протікання усіх їх разом зумовлює розвиток більш складного процесу (наприклад, засолення ґрунту відбувається за умови, коли капілярна кайма ґрунтових вод піднімається до ґрунтового профілю, і ці води мінералізовані). За такими схемами оцінюють ймовірність виникнення процесу, визначають найважливіші, вузлові елементарні процеси та умови, з яких впливає інтегральний процес, оцінюють стійкість геосистем, виявляють найбільш ефективні шляхи регуляції процесу або методи його недопущення.

### 3. Добова та сезонна динаміка геосистеми

#### Добова динаміка.

Визначальним фактором добової динаміки геосистеми є обертання Землі на своїй осі. У результаті цього квазіперіодично змінюються значення метеорологічних показників, з якими пов'язані такі важливі процеси, як вологообіг, продуційний тощо. Це обумовлює:

- добову періодичність процесів випаровування, транспірації, поглинання рослинами поживних елементів, фотосинтезу;
- добову періодичність у поведінці тварин, активності мікроорганізмів;
- інтенсивність екзогенних рельєфоутворювальних процесів (вітрової ерозії);
- інтенсивність ґрунтових процесів (підвищення кислотності чорноземів при їх зрошенні, зумовлений підвищенням активності іонів натрію при зволоженні та підвищених температурах).

Крім добового обертання Землі, внутрішньодобову динаміку визначають деякі зовнішні фактори, зумовлені станом диску Сонця при змінній хмарності і зв'язані з трансформацією сонячної енергії – температурою повітря і поверхні ґрунту, відносної вологості повітря, пружності водяної пари.

#### Сезонна динаміка.

Обертання Землі навколо Сонця зумовлює сезонну ритміку багатьох процесів та характеристик геосистем.

Підходи до поділу річного циклу на окремі «стани» (області станів) розробив Н.Л. . *Як називаються стехси за термічними умовами при температурі повітря менше  $0^{\circ}$  -  $5^{\circ}$ С?*

А) кріотермальні; Б) нанотермальні; В) мікротермальні – відрізок року не менше доби, специфіка якого зумовлена сезонною ритмічністю, погодою та тинамічною тенденцією зміни вертикальною структури геосистеми.

Основні ознаки виділення стехсів:

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

За головними факторами динаміки, що діють протягом доби, стехси поділяють на:

- нівальні – при випадінні снігу (індекс  $N$ );
- плювіальні ( $P$ ) – при випадінні дощу;
- пірогенні ( $П$ ) – при пожежах;
- еолові ( $B$ ) – при пилових бурях;

- гравігенні ( $\Gamma$ ) – при зсувах, сільових потоках.

За термічними умовами віділяється шість основних груп стексів:

- морозні (кріотермальні) – при температурі повітря менше  $0^{\circ}$  (індекс 1);
- дуже прохолодні (нанотермальні) температура  $0-5^{\circ}$  (індекс 2);
- прохолодні (мікротермальні) – температура  $5-10^{\circ}$  (індекс 3);
- помірно теплі (мезотермальні) – температура  $10-15^{\circ}$  (індекс 4)
- теплі (макротермальні) – температура  $15-22^{\circ}$  (індекс 5);
- жаркі – температура понад  $22^{\circ}$  (індекс 6).

За умовами зволоження стекси поділяються на:

- екстрагумідні (індекс  $H$ );
- гумідні ( $G$ );
- семіаридні ( $S$ );
- аридні ( $A$ ).

За тенденцією змін територіальної структури:

- стабілізації структури (індекс  $-$ ) – зміна складу та потужності геогоризонтів не спостерігається;
- створення структури ( $\uparrow\uparrow$ ) – утворення нових геогоризонтів та геомас;
- руйнування структури ( $\downarrow\downarrow$ ) - зникнення деяких геогоризонтів та геомас;
- ускладнення структури ( $\uparrow$ ) - збільшення потужності геогоризонтів;
- спрощення структури ( $\downarrow$ );
- трансформація структури ( $\rightarrow$ ) – зміна активності динамічних процесів у геогоризонтах.

**Приклад:**  $5G\uparrow$  - стекс весняного ускладнення структури теплий гумідний;  
 $1H$  - морозно-сніговий стекс.



#### ***4. Флуктуації та сукцесії геосистем***

На відміну від добової та сезонної динаміки, багаторічна здійснюється під визначальним впливом не одного якогось зовнішнього фактора, а зумовлена комплексом факторів різної природи - тектонічними рухами, кліматичними осциляціями та циклами різної періодичності, коливаннями рівня ґрунтових вод, віковими змінами деревостанів, змінами положення базисів ерозії тощо.

Важливою відмінністю багаторічної динаміки від добової та сезонної є те, що при ній можуть змінюватись як окремі стани геосистеми (ландшафтна флуктуація), так і послідовні та циклічні зміни різних видів геосистем тобто зміни одних геосистем іншими (ландшафтна сукцесія). ***Ландшафтна сукцесія*** є проміжною між динамічною та еволюційною формами часових змін геосистем. Вона може як підготовлювати еволюцію, так і утримувати геосистему від еволюційних змін, йти наперекір загальним еволюційним закономірностям.

Серед багаторічних динамічних змін геосистем виділяються їх ***флуктуації та сукцесія***. Основна різниця між ними полягає в тому, що зміни першого типу не спрямовані і проявляються як коливання станів навколо деякого середньорічного, причому тривалість флуктуаційних відхилень незначна (1-3 роки). Натомість сукцесія - довготривала послідовність змін станів геосистеми, орієнтована на досягнення деякого оптимального для даних умов стану (прогресивна, або автохтонна сукцесія) або внаслідок дії деякого зовнішнього фактора може йти в бік, зворотній від оптимуму (ретрогресія, або алохтонна сукцесія). Флуктуації здебільшого проявляються у змінах рослинності геосистем, частково – в ґрунтах, а сукцесія супроводжується набагато більшими змінами.

Причинами флуктуацій здебільшого є відмінності гідрометеорологічних умов окремих років. У ландшафтах з континентальним кліматом у деякі роки ці умови можуть настільки відхилитися від середньорічної норми, що в цей рік геосистеми знаходяться в кліматичних умовах, властивих більш південним або північним зонам. Такі коливання кліматичних факторів призводять до зміни водного, а з ним -- і сольового режимів ґрунту. У степах, для ґрунтів яких властивий непромивний тип водного режиму, в окремі роки цей режим може бути навіть різко промивним, і тоді відбувається активне винесення солей за межі ґрунтового профілю і зони аерації. Особливо помітні флуктуаційні зміни в рослинності геосистем.

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 за фактором, що зумовив їх відхилення від клімаксового стану, та за ступенем цього відхилення. Такі геосистеми та їх стани називаються *серійними*.

При послабленні або припиненні дії на геосистему її лімітуючого фактора відбувається спрямована зміна геосистем одна одною (або одного стану іншим) у бік меншої залежності від цього фактора аж до клімаксової геосистеми (прогресивна, або автогенна сукцесія). При посиленні дії лімітуючого фактора відбувається послідовна зміна геосистем у зворотному напрямку – від клімаксової через серію геосистем з усе більш трансформованими лімітуючим фактором структурами аж до геосистеми, структура якої спрощена фактором максимально можливо (регресивна, або алогенна сукцесія).

Геосистеми та їх стани з максимально трансформованими фактором структурами називаються **ініціальними**. Ними, наприклад, є геосистеми оголених піщаних субстратів, поверхонь відслонень гірських порід, арен мінеральних вицвітів солей, перезволожені субстрати тощо. Від цих геосистем беруть початок відповідні сукцесійні ряди, вздовж яких геосистеми закономірно змінюють одна одну в напрямку клімаксової.

Відповідно лімітуючим факторам та їх характерним сталим поєднанням виділяються різні сукцесійні ряди.

**Літоморфні ряди.** Ініціальними для них є примітивні геосистеми без ґрунтового-рослинного покриву з оголеним кам'янистим субстратом. Залежно від літології останнього виділяються різні серії літоморфного ряду: масивно-скельна серія, вапнякова, жорствяна, щербенева та ін.

**Псамоморфні ряди** беруть початок з геосистем оголеного сухого піщаного субстрату.

**Делювіальні ряди** починаються з суглинкових, глинистих, супіщаних субстратів, що залишаються після змиву ґрунту, утворюються при пролювіально-делювіальній акумуляції матеріалу тощо.

**Гідроморфні ряди** беруть початок від перезволожених субстратів із прісними або слабкомінералізованими водами. Залежно від генезису ініціальних геосистем виділяються різні гідроморфні серії ряду: алювіальна (в заплавах), літоральна (узбережжя морів, лиманів), плакорна (верхові болота), мочариста (на схилах в місцях виклинювання ґрунтових вод - мочарах).

**Ксероморфні ряди** - вздовж них геосистеми сухих місцеположень змінюються більш зволоженими. Ці ряди часто починаються від схилів південної експозиції з ксерофітизованими рослинними угрупованнями.

**Галоморфні ряди** - ініціальними для них є геосистеми без ґрунтового-рослинного покриву, в яких на поверхню виходять відклади солей. Залежно від хімізму цих відкладів можна виділяти різні галоморфні ряди: хлоридно-натрієві, сульфатні, карбонатні тощо.

Для кожного з цих рядів лімітуючим є один певний фактор: бідність на поживні елементи для літо-, псамо- та делювіального рядів, надлишок води - для гідроморфного, нестача води - для ксероморфного, надлишок солей - для галоморфного рядів.

Геосистеми, у яких лімітуючими є кілька факторів, змінюються вздовж комплексних сукцесійних рядів. Таким, наприклад, є галогідроморфний ряд,

ініціальними позиціями якого є геосистеми з близьким рівнем залягання мінералізованих ґрунтових вод, солі яких концентруються на поверхні. Сукцесія спрямована на позбавлення геосистемою як її надмірної засоленості, так і зволоженості.

Від основних рядів можуть відгалужуватися вкорочені другорядні ряди. Вони формуються в тому разі, якщо на фоні дії основного лімітуючого фактора підпорядковану роль починає відігравати деякий інший. Для геосистем України такими факторами часто є солонцюватість ґрунту, його карбонатність, низька кислотність. Відповідно, виділяються ряди, які можна назвати алкаломорфними, карбоморфними, ацидоморфними та ін.

На певних стадіях прогресивної сукцесії до однієї геосистеми можуть сходитись декілька лінійних рядів (ландшафтна конвергенція), або відходити від неї декілька різних (ландшафтна дивергенція) і можливі, але дуже мало, варіанти переключення сукцесійної динаміки геосистеми з одного ряду на інший (ландшафтна тригерність).

У процесі ландшафтної сукцесії від ініціальних станів до клімаксового відбувається ряд закономірних змін вертикальної структури геосистем та їх важливих властивостей:

- зростають диференціація ґрунтового профілю, запаси гумусу в ньому;
- ґрунт стає менш залежним від ґрунто-утворюючої породи та від ґрунтових вод, а рослинність - від ґрунту;
- зростає потужність пухких відкладів, літологічний склад яких стає більш важким;
- мікроклімат все більше визначається геогоризонтною вертикальною структурою геосистеми, ніж рельєфом;
- водний режим геосистем стає збалансованим, зволоженість змінюється у бік мезоморфного ступеня;
- кругообіги мінеральних елементів стають більш замкненими, внаслідок чого в геосистемі утримується більше біогенних елементів;
- уповільнюється внутрішньогеосистемний обіг речовин, тому накопичується більше мортмаси;
- трофічна сітка геосистеми стає більш розгалуженою;
- відношення продуктивності до дихання прямує до 1.

Тривалість проходження сукцесії рослинними угрупованнями від ініціальних стадій до клімаксових:

- тундрові екосистеми 1000-3500 років,
- темнохвойна тайга рівнинних регіонів 120-200 років,
- степові екосистеми на лесах (Україна) 100-150 років.

Тривалість вторинних сукцесій, тобто таких, що починаються після повного зведення рослинності, але із збереженням ґрунту (наприклад, після вирубки, пожеж, на перелозі тощо), значно менша: для екосистем тундри, степу, луків, злакових прерій 20-40, ялинових лісів 120-150, дібров 180-200 років.

Ландшафтна сукцесія може блокуватися зовнішніми факторами на деяких стадіях і утримуватись на них дуже довгий час. *Наприклад:*

- геосистеми схилів - сукцесія блокується внаслідок постійного змиву новоутвореного ґрунтового дрібнозему та гумусу із стрімких схилів;
- геосистеми плавнів - сукцесія затримується на тривалий час (на кілька сотень років) внаслідок виносу течією ріки органіки, що утворюється з відмиранням водних рослин.

Дослідження ландшафтної сукцесії важливе як у теоретичному, так і в суто практичному відношеннях. Лісоводи США, користуючись моделями сукцесій, штучно затримують її на бажаних стадіях (власне, на стадії з домінуванням сосни, яка становить більшу промислову цінність, ніж широколистяні породи, що її змінюють). В Україні співробітниками Донецького ботанічного саду та Дніпропетровського ун-ту розробили методи рекультивації земель, що ґрунтуються на штучному прискоренні сукцесій шляхом підсівання в ініціальні геосистеми рослин, які в природних умовах з'являються на заключних сукцесійних стадіях.

## ***5. Загальні закономірності еволюції геосистем.***

Загальними закономірностями ландшафтної еволюції є її універсальні риси, властиві всім еволюційним змінам геосистем будь-яких типів та рангів. Можна визначити п'ять загальних закономірностей еволюційних змін геосистем.

***Прогресивність*** - еволюційні зміни спрямовані на формування нових геосистем, а не на повторення тих, що вже були, і збереження існуючих. Прогресивність еволюції геосистем не слід ототожнювати з їх більшою досконалістю. Це лише процес формування нового, яке взагалі з певної точки зору може бути менш досконалим (наприклад, якщо за критерій досконалості прийняти продуктивність геосистем, то найбільш «прогресивними» виявляться 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 суцесійний, але не еволюційний характер змін. Цей принцип відомий під назвою «закону Л. Долло», який у 1912 р. дав таке його чітке визначення: «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 твердження цілком справедливе і для геосистем.

***Поступовість*** - зміни геосистем еволюційного характеру; вони не раптові, стрибкоподібні, а здійснюються через ряд ступенів (етапів). Таким чином, під поступовістю еволюції розуміється також її етапність - властивість історії розчленовуватись на окремі самостійні відрізки часу.

***Довготривалість*** - при еволюції формування нових геосистем займає значний проміжок часу, для геосистем хоричного та регіонального рівнів здебільшого займає час у декілька тисяч років. Раптова кардинальна перебудова структури геосистеми внаслідок стихійних процесів (зсуви, виверження вулканів тощо) 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 як її вертикальних, так і територіальних структур входять деякі елементи, що практично не змінилися при еволюції. У вертикальній структурі ними можуть бути «реліктові» горизонти ґрунту, види рослин, поховані шари гірських порід тощо. У територіальній структурі багатьох макрогеохор зустрічаються наногеохори та геотопи, що збереглися практично незмінними від минулих еволюційних етапів. Загалом при ландшафтній еволюції старе й нове взаємодіють між собою і з них утворюється деякий цілісний сплав - нова геосистема.

## ***6. Динаміка та еволюція ландшафтних територіальних геосистем.***

***Територіальна*** (синонім — хорологічна) ***ландшафтна динаміка*** - це зміна в часі конфігураційної впорядкованості ландшафтної територіальної структури. Ця зміна може проявлятися в:

- зміні місцеположення ландшафтних меж, що, зокрема, призводить до зміни площі та форми окремих контурів геосистем;
- появі нових контурів геосистем;
- зникненні деяких контурів геосистем;
- зміні ширини та особливостей ландшафтних меж.

У результаті цих процесів змінюються хорологічна різноманітність та складність ЛТС, її позиційні особливості. При цьому склад видів геосистем ЛТС залишається незмінним, має місце лише певний перерозподіл площ між видами геосистем.

Про зміни еволюційної спрямованості свідчать:

- поява в ЛТС нових видів геосистем, частка яких прогресивно збільшується (*наприклад*, поява та ріст ярів, яких раніше не було; поява та розширення площі солончаків, які раніше в ЛТС не були представлені; створення нових біоцентрів з «екзотичною» для колишньої біоцентрично-сітьової ЛТС популяційною структурою, тощо);
- зникнення цілого ряду типологічно близьких видів геосистем (*наприклад*, зникнення при зниженні рівня ґрунтових вод усіх гідроморфно-елювіальних ландшафтних смуг у парадинамічному районі; зникнення усіх урочищ карстових воронок; усіх біоцентрів певного типу тощо);
- перехід домінантної ролі від геосистем одного виду до іншого.

Залежно від типу ЛТС її територіальна динаміка та еволюція виявляються специфічно. Найбільш динамічною є біоцентрично-сітьова ЛТС, більш консервативні - генетико-морфологічна та басейнова. Трансформація ЛТС одного типу зумовлює і зміни інших типів ландшафтних структур. *Наприклад*, така зміна басейнової ЛТС, як переймання річкових долин, крім докорінної (еволюційної) зміни власне басейнової структури, зумовлює суттєву зміну й позиційно-динамічної, і парагенетичної, і генетико-морфологічної ЛТС.

Динаміка ЛТС, яка фіксується насамперед зміною місцеположення ландшафтних меж, їх появою та зникненням, 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 (зрошувальні, осушувальні меліорації, інтенсифікація землеробства тощо),
- просторовою взаємодією між геосистемами, яку можна назвати еволюційно-зумовленою боротьбою за простір.

Часова розмірність цих факторів різна. Так, із зрошенням пов'язані більш швидкі зміни ЛТС, ніж з тектонічними рухами.

**Сучасні тектонічні рухи** додатного знаку зумовлюють такі основні зміни місцеположення ландшафтних меж:

1. Межі, провідним фактором формування яких є різниця в морфології рельєфу, змінюються так:

- а) бровка схилу зміщується в бік вододілу;
- б) підошва - до тальвегу;
- в) межі вздовж ліній перегинів схилу зміщуються до менш стрімкої частини схилу, причому це зміщення тим інтенсивніше, чим більша різниця між стрімкістю ділянок схилу, розділених лінією його перегину;
- г) межі лощин та балок, вироблених у літологічно однорідній товщі, спрямляються;
- д) вододілів - викривлюються;
- е) площі геосистем конусів виносу та пролювіально-делювіальних шлейфів розширюються;
- є) геосистеми водозбірних знижень при верхів'ях лощин та ярів набувають ланцетоподібної або витягнутої форми.

2. Межі, зумовлені різним ступенем змитості ґрунтів, зміщуються в бік геосистем з менш змитими ґрунтами, причому чим важчий механічний склад ґрунтів і стрімкіший схил, тим це зміщення інтенсивніше.

3. Межі, зумовлені різницею у зволоженості геосистем, звужуються за рахунок більш гідроморфних геосистем, нерідко їх контури поза межами заплави щезають.

4. Ландшафтні межі, зумовлені лише літологією корінних порід, лишаються сталими. В умовах тектонічних опускань ці тенденції змінюються на протилежні.

**Зміни зволоженості** регіону в сучасних умовах визначаються не тільки чисто природними факторами (кліматичними осциляціями), а й водними меліораціями. Ці зміни проявляються в зниженні чи підвищенні рівня ґрунтових вод та зміні кількості вологи, що надходять на поверхню ґрунту (за рахунок атмосферних опадів, зрошення).

Антропогенні чинники можуть суттєво трансформувати ЛТС. Характер цієї трансформації залежить від виду антропогенного фактора та ландшафтно-екологічних особливостей регіону. Так, при масовому зрошенні ландшафтів степової зони України практично всюди розширюються ареали геосистем із солонцюватими ґрунтами, подекуди - із засоленими.

Землеробство тут призводить до зменшення площ геосистем з високогумусними чорноземами, а при значному насиченні сівозмін просапними культурами - до досить інтенсивного зміщення меж геосистем із слабкозмитими ґрунтами в бік геосистем з нееродованими ґрунтами.

***Фактор «боротьби за простір».***

Розглянуті закономірності зміни ЛТС зумовлені зовнішніми факторами. Проте є підстави вважати, що ЛТС притаманні і деякі риси самоорганізації (саморозвитку, самовпорядкування). Одна з таких рис полягає в тому, що геосистеми, краще пристосовані до існуючих умов зовнішнього середовища (тобто таких, що знаходяться в області оптимуму своєї ландшафтно-екологічної ніші), здатні захоплювати площу в геосистем, менш стійких у цих умовах (що знаходяться біля меж ніші). Це може призводити до зміщення ландшафтних меж між ними.