**Тема 8. Еколого-геохімічні дослідження**

**Еколого-геохімічні дослідження виконуються з метою**:

1. - оцінки геохімічного стану ландшафтів та окремих компонентів ГС (вміст і поширення природних і техногенних елементів, сполук, речовин);
2. - вивчення і оцінка аномальних геохімічних полів та високо контрастних геохімічних аномалій, техногенних геохімічних ореолів у різних середовищах (породах зони аерації, грунтах, донних відкладах постійних і тимчасових водотоків, поверхневих і підземних водах, рослинності);
3. - вивчення ландшафтно-геохімічних умов міграції та накопичення хімічних елементів та їх сполук, інших забруднювачів природного і техногенного походження;
4. - встановлення і вивчення джерел геохімічного забруднення ГС, зон їх впливу, складу і токсичності відходів.

Основними **видами еколого-геохімічних досліджень** є літохімічне, радіогеохімічне, гідрогеохімічне, атмогеохімічне, біогеохімічне опробування.

Види та кількість компонентів ГС, що опробовуються, щільність та методичні особливості відбору проб визначаються залежно від еколого-геологічної вивченості, ландшафтно-геохімічних умов, характеру господарського використання та рівня техногенних змін території досліджень, а також конкретними задачами геологічного завдання на проведення еколого-геологічного картування.

**Опробування** окремих компонентів ГС на кожному пункті (точці) повинно бути комплексним, максимально спряженим, з урахуванням даних попередніх робіт.

Щільність опробування визначається з урахуванням наявності репрезентативних даних попередніх робіт та досліджень і повинна складати в середньому (для фонових територій з малими градієнтами зміни показників та параметрів) один пункт відбору проб на 4 км2 території, що вивчається. Кількість проб, відібраних із кожного компонента ГС, повинна забезпечувати обґрунтовані висновки щодо його екологічного стану. Допускається збільшення щільності опробування.

Опробування на кожному пункті (точці) відбору проб повинно супроводжуватись описом ландшафтних, геологічних, гідрогеологічних, еколого-геологічних умов ділянки робіт, проявів природних і техногенних процесів та явищ.

Контроль опробування, обробка і підготовка проб для лабораторно-аналітичних досліджень виконується згідно “Инструкции по геохимическим методам поисков рудных месторождений” (1983р). Контрольному опробуванню підлягають, перш за все, виявлені комплексні аномалії, геохімічні бар’єри та ділянки, на яких одним із методів виявлено аномалії, які не підтверджуються іншими методами.

**Методи еколого-геохімічних досліджень.**

У багатьох країнах світу, у тому числі і в Україні, проводяться широкі міждисциплінарні екологічні дослідження, або екологічний моніторинг, тобто контроль стану і змін природних систем під впливом антропогенних навантажень (спостереження, вивчення екологічної ситуації та її прогноз). Традиційно екологічний моніторинг ділиться на два основні види – **фоновий**, що полягає у спостереженні за біологічними, геохімічними і геофізичними параметрами довкілля в районах, розташованих поза сферою впливу локальних джерел забруднення, і **імпактний**, спрямований на оцін­ку ступеня забруднення і трансформації середовища в промислових, урбанізованих і сільськогосподарських районах.

Серед геохімічних методів, що використовуються у **фоновому** моніторингу довкілля, можна вирізнити три основних:

1. Метод кларків.

2. Вивчення геохімічної структури ландшафту.

3. Метод біогеохімічних циклів.

**Метод кларків** – дослідження, пов’язані з оцінкою поширеності хімічних елементів у різних природних середовищах, – від  глобальних геосфер до локального рівня ландшафтів або екосистем.

Розрізняють глобальні, регіональні і локальні кларки елементів. Нині встановлено низку глобальних кларків літосфери і основних типів гірських порід.



Вміст хімічних елементів у різних типах гірських порід, як правило, відрізняється від кларка літосфери. Кількісно цю відмінність Вернадський запропонував виражати *кларком концентрації*(КК), що є відношенням вагового вмісту певного елемента в природному об’єкті Сі до кларка літосфери К:

>1.



Ця величина завжди більше 0. Якщо КК = 1, то і вміст елемента в об’єкті дорівнює його вмісту в літосфері. У тому разі, коли Сі набагато менше К, для отримання ці­лих чисел і більшої контрастності показника доцільно розраховувати зворотні вели­чини – *кларки  розсіювання*(КР), що показують, у скільки разів кларк більше вмісту елемента в певному об’єкті:

<1.



*Кларки гідросфери***.**Гідросфера Землі складається з трьох нерівних за масою склад­ників – вод  Світового океану (93%), поверхневих (озерних і річкових), підземних і ґрунтових вод. Води кожного з цих складників мають свій середній хімічний склад.

Особливо сильно за ступенем мінералізації, іонним і мікрокомпонентним складом, формами існування елементів відрізняються води континентального блоку і води Світового океану.

Великі коливання глобальних і глобально-регіональних кларків у гідросфері харак­терні для штучно створених забруднювальних речовин (пестициди, поліхлорбіфеніли та ін.), високі концентрації яких, на відміну від сполук, що існують у природі, наприклад, важких металів, стосуються регіонів з найбільш інтенсивною промисловою і сільськогосподарською діяльністю.

*Кларки живої речовини***.**Як і інші глобальні геохімічні константи, кларки живої ре­човини лише умовно характеризують середній хімічний склад організмів Землі.

Між складом живої речовини і земної кори загалом немає прямої пропорцій­ної залежності. У складі літосфери за масою переважають слабо рухомі елементи – кремній, залізо, алюміній, яких мало в живих організмах. Кисень, якого багато і в живих організмах, і в літосфері, міститься в них у різних формах: в організмах він разом з воднем утворює воду й органічні сполуки, а в літосфері він входить до скла­ду силікатів, оксидів, органогенних порід та інших сполук. Живі організми вибірково поглинають з довкілля тільки доступні їм рухомі форми елементів. Тому вони збага­чені так званими біофілами–фосфором, сіркою, калієм, бором.

Як правило, використовують три основні методи вираження хімічного складу біоло­гічних об’єктів: *з розрахунку на живу (сиру) масу організму, на масу сухої органічної речовини і на золу,*тобто на кількість мінеральних речовин, що містяться в організмі. Кожний з цих способів розрахунку застосовується в різних цілях. За порівняння складу живої речовини і літосфери використовують, як правило, дані про вміст хімічних елемен­тів у золі. На глобальному рівні одні з найзагальніших параметрів, що характеризують специфіку хімічного складу біосфери, – кларки концентрації елементів, розраховані на сиру масу живої речовини, які Перельман назвав *біофільністю елементів.*Най­більшу біофільність мають вуглець (7800 КК), азот (160 КК) і водень (70 КК). Висока біофільность у сірки, фосфору, кальцію, калію, бору, брому, цинку, йоду, срібла.

Хімічний склад рослин залежить від двох головних чинників:

1.Ландшафтно-геохімічного (екологічного), який визначає геохімічну обстановку росту рослин (рівні вмісту елементів у живильному середовищі, рухомі, до­ступні для рослин форми знаходження).

2.Генетичного, що визначає біогеохімічну спеціалізацію окремих родин, родів і видів рослин.

***Кларки літосфери, гідросфери і живої речовини постійно уточнюют****ь* і деталізують для окремих районів, типів гірських порід, класів вод і систематичних груп рослин.

Разом з перевагами (масовість, зіставність та ін.) метод кларків має низку недоліків, пе­редусім пов’язаних із зайвою узагальненістю даних, отриманих у результаті їхньої статистичної обробки, а найголовніше – відсутністю  цілісного підходу до таких складних систем, якими є ландшафти. Тому у здійсненні фонового геохімічного моніторингу дані, отримані за допомогою методу кларків, повинні поєднуватися з виокремленням і детальним вивченням ландшафтно-геохімічних систем і їхньої геохімічної структури.

**Геохімічна структура ландшафту *(R,*L-аналіз).**Різним ландшафтно-геохімічним си­стемам властиві свої зональні, провінційні і місцеві особливості. Тому для цілісної характеристики фонового стану елементарних і каскадних ландшафтно-геохіміч­них систем запропоновано поняття *фонова геохімічна структура,*під якою розумі­ють співвідношення між різними підсистемами ландшафту, виражене, наприклад, набором ландшафтно-геохімічних коефіцієнтів – радіальної  і латеральної міграції, біологічного поглинання та ін.

Фонова геохімічна структура складається з радіальної і латеральної структур, що ха­рактеризують відповідно вертикальну і горизонтальну (схил) диференціацію ланд­шафтів. Залежно від поєднання зональних і азональних чинників фонові території відрізняються певними радіальними і латеральними структурами. У межах однієї природної зони і підзони, як правило, є кілька варіантів таких структур. Саме тому для ландшафтів і ґрунтів розрахунок глобальних кларків або кларків великих регіонів хоча й має певне значення, але не відображає складної картини просторового роз­поділу хімічних елементів і сполук у цих системах. Таким чином, у рамках цього методичного підходу основного значення набуває не скільки рівень вміста елементу в ґрунтах, рослинах, водах (метод кларків), як типи перерозподілу і взаємозв’язку елементів між підсистемами і компонентами фонових ландшафтів.

**Радіальна геохімічна структура ландшафту (R-аналіз).**Перший етап ландшафтно-геохімічного аналізу території – вивчення  геохімічної диференціації вертикального профілю різних елементарних ландшафтів.

Радіальна геохімічна структура ландшафту характеризується низкою геохімічних коефіцієнтів.

Так, для характеристики накопичення або винесення елементів у генетичних го­ризонтах ґрунтів щодо ґрунтоутворювальних порід використовують *коефіцієнти радіальної диференціації R,*що є відношенням вмісту (валового або рухомого) хі­мічного елемента в тому або іншому генетичному горизонті ґрунту до його вмісту в ґрунтоутворювальній породі. У кожному горизонті профілю, як правило, є кілька груп елементів з різною радіальною диференціацією, наприклад, сильного накопичення (Л>5), середнього накопичення *(R =*2-5), винесення *(R <*1) та ін. Ці групи або утворені ними ряди в першому наближенні відображають радіальну ґрунтово-гео­хімічну структуру елементарного ландшафту.

Інший важливий складник радіальної структури ландшафтів – взаємодія  в системах типу літосфера – рослинний  покрив, ґрунт – рослини, порода – ґрунт – рослини  та ін. Їх вивчення дає змогу встановити основні «фонові» типи зв’язків між живими організмами і довкіллям, що уможливлює визначення ступеня їхнього порушення в техногенних умовах.

Конкретний метод оцінки інтенсивності біологічного поглинання елементів живи­ми організмами, в основному рослинами, – зіставлення їхнього вмісту в золі рос­лин із вмістом у живильному середовищі – породах, ґрунтах, водах.

Запропонований Полиновим показник Перельман назвав *коефіцієнтом біологічного поглинання (Ах):*

Ах=,



де l – вміст  елемента в золі рослин; *п —*вміст цього ж елемента в ґрунтах.

У літературі трапляються різні позначення (Кб, КБП) і модифікації цього коефіцієнта.

Співвідношення мінеральних форм елементів у рослинах і ґрунтах відображає ніби потенційну біогеохімічну рухливість елементів. Доступність елементів рослинам і ступінь використання ними рухомих форм елементів, що містяться в ґрунті, харак­теризує порівняння складу сухої речовини рослин і рухомих форм елементів (во­дорозчинних, сольових, органомінеральних), що витягуються з ґрунтів слабкими розчинниками. Це відношення називають *коефіцієнтом біологічної рухливості*(Вх),який у більшості елементів, як правило,  набагато вищий, ніж Ах,розрахований для валового вмісту.

Окрім біофільності, потенційної і актуальної біогеохімічної рухливості, що харак­теризуються коефіцієнтами *Ах і Вх, є*низка інших загальних і приватних показ­ників. Наприклад, Глазовська запропонувала *коефіцієнт біогеохімічної активності KB –*відношення  споживання елемента живою речовиною в рік до його винесення з іонним стоком з континентів в океан або з великих річкових басейнів; *коефіцієнт деструкційної активності Ка —*відношення надходження елемента в біосферу (ви­добуток, складування) до споживання рослинністю та ін.

**Латеральна геохімічна структура (L – аналіз).** Для встановлення основних особли­востей просторової геохімічної структури (L-аналіз) території базовими є локальні каскадні системи — ландшафтно-геохімічні (ґрунтово-геохімічні) *катети – ряди ландшафтів або ґрунтів, розташованих на одному схилі.*

Залежно від складності літогенного субстрату ґрунтово-геохімічні *катени діляться на монолітні і гетеролітні.*Монолітні катени розвинені в найменших водозбірних басейнах 1–2-го порядків. Тут геохімія долин практично повністю визначається міграцією речовин з автономних ландшафтів, вони називаються *автохтонними*,або *геохімічно-підлеглими катенами.*У каскадних системах високих порядків (великих рі­чок) всі катени, як правило, гетеролітні, в них надходить речовина з інших ландшафтів, вони називаються *геохімічно слабо підпорядкованими,*або *алохтонними катенами.*

У цих видах катен геохімічні дослідження спрямовані на вирішення різних завдань. Монолітні катени є зручними об’єктами для вивчення латеральної міграції елемен­тів у каскадних ладшафтно-геохімічних системах, що характеризуються *коефіцієн­том місцевої міграції*Км*(відношення вмісту елемента у ґрунтах підлеглих ландшаф­тів до його вмісту в ґрунтах і корі вивітрювання автономних ландшафтів).*Тільки у монолітних катенах можливий розрахунок Км без поправки на   літогеохімічну неоднорідність. Тому сучасну міграцію і концентрацію елементів у ландшафтах до­цільно вивчати в районах з порівняно простою геологічною будовою, особливо з пухкими покривними відкладеннями однорідного літологічного складу. На гетеролітному субстраті міграція елементів маскується геохімічною специфікою ґрунто­утворювальних порід, і тому аналіз Км з позицій тільки латерального перенесення методично не виправданий. У цьому разі такі показники називають *коефіцієнтами латеральної диференціації або контрастності (L).*

Так само, як радіальна геохімічна структура відображає характер взаємодії і спів­відношення між компонентами і блоками елементарних ландшафтів, латеральна структура характеризує відношення в геохімічно-зв’язаних каскадних системах різ­них рівнів (катенах, водозбірних басейнах та ін.).

Аналіз радіальної і латеральної геохімічної структури ландшафтів є основним ме­тодом геохімії ландшафтів, що лежить в основі практично всіх фундаментальних і прикладних ландшафтно-геохімічних досліджень.

**Метод біогеохімічних циклів елементів.**Біогеохімічний підхід до аналізу живої речо­вини, заснований на ідеях В.Вернадського, полягає передусім у зіставленні хіміч­ного складу живих організмів зі складом інших природних систем – гірських   порід, ґрунтів, вод, атмосферного повітря. Це створює можливості для системного аналізу біологічного кругообігу хімічних елементів, біогеохімічних циклів у ландшафтах і біосфері загалом. Інший спосіб пізнання міграційних циклів елементів у природних системах – детальне  вивчення балансу хімічних елементів у системах різного рівня: від локального до глобального. Нині моделі кругообігу речовин краще розроблено для першого (елементарні ландшафти, катени) і останнього рівнів (біосфера).

Для елементарних ландшафтно-геохімічних систем моделі розробляють на основі інформації, яку отримують за стаціонарних досліджень. Моделі глобальних біогео­хімічних циклів елементів мають поки що орієнтовний характер.

І в тому, і в іншому разі набагато повніша інформація є про цикли макроелемен­тів — кисню, азоту, вуглецю, фосфору, сірки. Цикли мікроелементів, пестицидів та інших органічних речовин (поліциклічних ароматичних вуглеводів – ПАВ, поліхлорбіфенілів та ін.) вивчено ще слабо. У цілій низці випадків даних недо­статньо для опису повного міграційного циклу яких-небудь елементів і сполук у природній системі. Тоді важливе значення мають багаторічні або сезонні ряди спостережень за тими або іншими середовищами, які мають високу динамічність і варіабельність (повітря, вода).

Таким чином, можна вирізнити два напрями дослідження станів ландшафтів. Пер­ший з них користується ніби методом кларка, але з урахуванням тимчасових змін параметрів. Цей методичний напрям загалом переважає зараз у здійсненні про­грами фонового геохімічного моніторингу в біосферних заповідниках і на станціях моніторингу. Виконано дуже великий обсяг вимірювань різних показників, у низці випадків виявлено їхні динамічні коливання залежно від природних і техногенних чинників. У цих дослідженнях, як правило, слабо враховують просторову диференці­ацію параметрів, механізми міграційних процесів і потоки речовин між блоками і компонентами ландшафту.

Другий напрям – це  аналіз фонового функціонування ландшафту на основі ви­вчення потоків і балансів речовини й енергії, біогеохімічних кругообігів елементів.

Основною сферою застосування методів геохімії нині стало вирішення проблем довкілля, зокрема виявлення кризових екологічних ситуацій через оцінку забруднення довкілля. Еколого-геохімічні методи використовують на всіх стадіях оцінки стану локальних і регіональних природно-антропогенних геосистем. На регіональному рівні такі оцінки містять такі блоки:

-оцінку природного геохімічного фону регіону;

-аналіз геохімічного впливу сільського господарства на природні геосистеми;

-оцінку стану і ступеня забруднення промислових центрів, впливи гірничодо­бувного виробництва на довкілля;

-комплексне еколого-геохімічне картографування і районування території за ступенем забруднення на відповідь реакціям і стійкості природних геосистем до техногенних дій.

Головними напрямками еколого-геохімічних досліджень в Україні є еколого-геохімічне картування міських агломерацій і територій техногенних об'єктів та моніторингові дослідження забруднених середовищ довкілля. Такі роботи переважно виконуються в масштабі 1:50 000 і крупніше.

**Еколого-геохімічне картування міських агломерацій і територій техногенних об'єктів** Еколого-геохімічне картування базується:

1) на дослідженні середовищ довгостроково депонуючих техногенне забруднення (ґрунти, донні відклади),

2) на середовищах які тимчасово депонують забруднення (рослинність, сніговий покрив), а також на транспортуючих середовищах (поверхневі води інколи ґрунтові).

**Мета еколого-геохімічного картування:**

1. уявити структуру та обсяг забруднення;
2. виявити сучасне забруднення, котре достовірно фіксується у сніговому покриву та рослинності;
3. виявити підприємства, котрі вимагають підвищеного контролю за роботою очисних споруд;
4. встановити наявність природних геохімічних бар’єрів котрі обмежують розповсюдження техногенного забруднення;
5. надати прогноз розвитку забруднення у випадку припинення чи роботи тих чи інших підприємств

**Екологічні завдання картування**

**1.** визначення шляхів міграції забруднення в навколишнє середовище та оцінка його екологічної дії (вивчення снігового покриву, рослинності та поверхневих вод водостоків і водойм).

**2.** визначення просторових меж, складу та інтенсивності сформованого забруднення в поверхневих та донних відкладах

Але не завжди можливо розрізнити забруднення за його екологічною дією (пряма чи віддалена) на населення та біоту, і оцінити, які гігієнічні та медико-біологічні наслідки може спричинити це забруднення.