**Ландшафтна екологія**

**12.2 Картографічний метод дослідження**

Картографічний метод дослідження застосовують у дослідженні не тільки законо­мірностей, а й взаємозв’язків або динаміки розвитку явищ. Простий прийом для дослідження взаємозв’язків – накладення  двох карт і вивчення узгодженості конту­рів на них. Існує багато прийомів складання, віднімання або множення поверхонь географічних явищ, а також візуальних або картометричних способів кореляції гео­графічних явищ.

Для вивчення динаміки явищ у просторі і часі також широко застосовують карти. Динаміка в просторі найчастіше простежується фіксацією станів. Іноді стрілками різного напрямку будують векторні поля для переміщень, наприклад, заготовленої деревини та ін.

Найчастіше динаміку змін у часі досліджують на різночасових картах.

**12.3 Математичні та космічні методи**

Математичні методи дають змогу створювати особливі описи географічних явищ і процесів – їхні  математичні моделі. Суть математичного моделювання полягає в абстрагованому і спрощеному відображенні дійсності логіко-математичними фор­мулами, що передають у концентрованому вигляді дані про структуру, взаємозв’язки і динаміку досліджуваних географічних явищ. Ці моделі очищено від непотрібних де­талей і зайвих подробиць задля ясності характеристик найважливіших властивостей і закономірностей. Абстрактність математичної моделі виявляється навіть у характе­ристиці конкретних властивостей: у будь-якій формулі зазначають лише величини тих або інших показників, але не розкривається їхній зміст.

Математичні моделі здатні добре відображати структуру, взаємозв’язки і динаміку спостережуваних явищ, але треба стежити за їхньою відповідністю властивостям модельованої дійсності. Для поліпшення результатів моделювання дуже важливе постійне корегування моделей за допомогою обліку і контролю проміжних даних.

З різних розділів сучасної математики найширше використовують методи матема­тичної статистики (факторний аналіз і метод головних компонент).

Не менш популярні статистичні алгоритми класифікації географічних об’єктів на основі комплексів показників, що характеризують їх (метод потенційних функцій, метод гіперплощин, метод гіперсфер та ін.).

Космічні методи – це  методи вивчення структури і розвитку географічного сере­довища за матеріалами космічного знімання, отриманими за допомогою реєстра­ції відображеного сонячного і штучного світла і власного випромінювання Землі з космічних літальних апаратів. В основі ландшафтних досліджень за допомогою космічних методів лежить теорія оптичних властивостей природного середовища, зумовлених взаємодією сонячного випромінювання з географічною оболонкою. Дешифрування знімків ґрунтується на використанні кореляційних зв’язків між пара­метрами географічних об’єктів і їхніми оптичними характеристиками.

Зараз отримують знімки в усіх діапазонах спектра електромагнітних хвиль, вико­ристовуваних у сучасних дистанційних методах, – видимому  і близькому інфрачер­воному, тепловому інфрачервоному і радіодіапазоні (мікрохвильовому і ультрако­роткохвильовому).

Космічні знімки земної поверхні є моделями місцевості, що відображають реальну географічну ситуацію на момент знімання. Найцінніші їхні властивості:

1.Комплексне зображення ландшафтної структури, включаючи основні природні і антропогенні компоненти.

2.  Широкий спектральний діапазон знімання, про що сказано вище.

3. Високий огляд знімків (вони можуть охоплювати площі від 10 тис. км2до півкулі Землі  загалом).

4. Велика різноманітність масштабів зйомки (більше 1:200 000 – 1:100 000 000).

5. Різна періодичність знімання – від  десятків хвилин до десятків років.

            6. Багатократне покриття зніманням Земної кулі.

            Космічні методи вдало доповнюють традиційні наземні і аерометоди. Їх сумісне використання забезпечує дослідження одночасно на локальному, регіональному і глобальному рівнях.

            Найширше дистанційне знімання застосовують у картографуванні рельєфу, його багаторічної динаміки, природних і антропогенних процесів утворення рельєфу. За дистанційними зображеннями вивчають морфологічні характеристики водних об’єктів, простежують гідрологічний режим водних об’єктів, здійснюють моделю­вання стоку, картографування гідрологічної мережі.

            За космічними знімками успішно встановлюють просторову диференціацію ґрун­тового покриву і здійснюють його картографування, визначають багато параметрів ґрунтів, таких, як механічний склад, засоленість, вологість, температура. Такі дослі­дження особливо важливі для оцінки родючості ґрунтів на оброблюваних землях, розроблення комплексних меліоративних заходів, підбору сівозмін та ін.

            За допомогою різномасштабних знімків виявляють і картографують просторову структуру біоценозів, здійснюють біоценометричні, фенологічні, медико-географічні дослідження.

            У ландшафтознавстві космічні методи широко застосовують у вивченні і картографу­ванні просторової структури, сезонної ритміки і багаторічної динаміки ландшафтів, у палеогеографічних дослідженнях. За знімками розпізнають різноманітні природні ландшафти, їхні антропогенні модифікації і техногенні комплекси. Для охорони природи за дистанційними зображеннями здійснюють комплексні природоохоронні дослідження, контроль негативних процесів знелісення. Водночас здійснюють оцін­ку антропогенної дії на природне середовище, а також контроль забруднення повіт­ряного і водного басейнів, сніжного покриву, земної поверхні.

            Великий інтерес становить застосування космічних знімків у вивченні генезису й історії розвитку природних ландшафтів.

            Комплексні дослідження історії розвитку ландшафтів з урахуванням природних і антропогенних чинників формування за космічними знімками мають самостійне наукове значення, а також дають змогу найоб’єктивніше оцінити сучасні процеси утворення ландшафтів і вирізнити тенденції майбутніх перетворень.

            В основі вивчення природного середовища космічними методами лежить дешиф­рування знімків. За наявною методикою воно здійснюється на базі знання геогра­фічної ситуації на досліджуваній території із залученням текстових і картографічних матеріалів, а за потреби і польових досліджень. Загальну методику дешифрування космічних знімків дотепер розроблено достатньо детально на базі методики, прий­нятої раніше в аерозніманні. Водночас комплексне дешифрування природного середовища має свою специфіку. Комплексне дешифрування базується на найваж­ливішій властивості природного середовища – тісному  взаємозв’язку і залежності всіх ландшафтних компонентів. Велика роль у його здійсненні належить індика­ційному дешифруванню, що дає змогу найоб’єктивніше охарактеризувати сучасні ландшафти, їхній зв’язок з геологічними і гідрологічними умовами території і за­лежність від економічних, екологічних і соціальних чинників.

            Кінцевий результат дешифрування знімків – складання  схем дешифрування або карт.

**12.4 Геофізичні та геохімічні методи**

Геофізичні методи в ландшафтознавстві – це  сукупність прийомів, за допомогою яких вивчають фізичні властивості геосистем: процеси обміну речовиною, енергі­єю та інформацією геосистем з довкіллям і всередині себе (метаболізм).

Для опису фізичної сторони взаємодії компонентів геосистем, потоків речовини та енергії із зовнішнього середовища в геосистему, сезонних і річних станів геосистем використовують два самостійні підходи.

Перший базується на зв’язаному аналізі-синтезі чотирьох основних балансів гео­систем: радіаційного, теплового, водного і балансу речовини. Для геофізики ланд­шафту балансовий метод – один  з основних, але його, як правило, використовують разом з порівняльним географічним.

Другий підхід базується на зв’язаному описі засобами фізики станів аеро-, фіто-, літо-, гідро- і маси органічних рештків ПТК (опалого листя та ін.), типізації станів у розрізі сезонів року.

Одні із сучасних методів дослідження Землі – геохімічні  методи, які дають змогу вивчати розподіл, процеси міграції і концентрації хімічних елементів і їхніх сполук у різних геосферах.

Приклади найбільш поширених напрямів геохімії ландшафтів.

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.http://bookwu.net/imgs/1414103919image001.gif

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:

http://bookwu.net/imgs/1414103919image002.gifhttp://bookwu.net/imgs/1414103919image002.gifhttp://bookwu.net/imgs/1414103919image003.gifhttp://bookwu.net/imgs/1414103919image004.gif>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:

http://bookwu.net/imgs/1414103919image002.gifhttp://bookwu.net/imgs/1414103919image002.gifhttp://bookwu.net/imgs/1414103919image005.gifhttp://bookwu.net/imgs/1414103919image006.gif<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 уточнюють 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=http://bookwu.net/imgs/1414103919image007.gif,

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 ландшафтів нині стало вирішення проблем довкілля, зокрема виявлення кризових екологічних ситуацій через оцінку забруднення ландшафтів. Ландшафтно-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

**12.5 Етапи ландшафтно-геохімічних досліджень**

Ландшафтні, ландшафтно-геохімічні та геолого-екологічні дослідження містять чотири послідовні етапи: *підготовчий, польовий, лабораторний і камеральної оброб­ки інформації.*

Підготовчий етап ландшафтно-екологічних досліджень складається з:

-планування робіт з визначенням території, масштабів, термінів, завдань і кін­цевих результатів робіт;

-складання та затвердження проектно-кошторисної документації з визначенням сполучення компонентів усіх послідовних видів робіт, їх складу й обсягів;

-збір та узагальнення попередніх досліджень на території робіт; складання по­передньої схеми ландшафтної або ландшафтно-геохімічної структури терито­рії досліджень з визначенням точок або маршрутів польових спостережень.

Точки спостережень розміщують у профільному або площинному варіантах. Профі­лі вибирають за лініями геохімічного сполучення ландшафтів. Цей вид дослідження раціонально вибирати при поглибленому вивченні закономірностей міграції хімічних елементів у разі достатнього обсягу інформації про ландшафтну структуру терито­рії досліджень. Це дає змогу комплексного сполученого аналізу всіх компонентів ландшафту та використання багатьох аналітичних досліджень за рахунок скоро­чення загальних обсягів робіт. За правилом профільний варіант використовують на полігонах екологічного моніторингу, для дослідження рухомих форм хімічних елементів, розроблення науково-методичних питань ландшафтної екології. У пло­щинному варіанті точки розташовують на сітці відповідно до масштабу досліджен­ня. Відстань між точками спостережень становить: 5 км – при  масштабі 1: 500 000; 2 км – при   масштабі 1:200 000, 1 км – при  масштабі 1:100 000; 0,5 км – при  масштабі 1:50 000; 0,25 км – при  масштабі 1:25 000; 0,1-0,01 км – при  масштабі   1:10 000. Пло­щинний варіант застосовують найчастіше для визначення структури і складу техно­генних аномалій та ореолів розсіювання за умов відомого джерела антропогенного впливу на ландшафти або техногенного забруднення, а також у регіональних дослі­дженнях ландшафтно-екологічної структури територій.

Польовий етап у загальному випадку містить:

-уточнення точок спостережень;

-комплексний опис геоморфологічних, ботанічних гідрологічних, гідрогеологіч­них, ґрунтових ознак ландшафтів, прояву  антропогенних і техногенних процесів;

-відбір проб рослинності, ґрунтів, ґрунтоутворювальних порід, підземних і по­верхневих вод, донних відкладень, іноді – ґрунтового  й атмосферного повітря, промислових стоків і твердих скидів.

*Об’єкти*польових спостережень – території  ландшафтів і компоненти їхньої струк­тури. Межі ландшафтів, антропогенні зміни природного стану, ознаки та джерела техногенного забруднення, визначені на попередній схемі ландшафтної або ланд­шафтно-геохімічної структури території, уточнюються маршрутами та розкриттям ґрунтових розрізів. Визначаються території та ділянки прояву екзогенних процесів, заболочування, підтоплення та антропогенних чинників їх посилення.

*Точки спостережень*та їхні номери виносять на карту фактичного матеріалу польо­вих ландшафтно-екологічних досліджень.

*Опис природних та антропогенно-техногенних ознак точки спостережень*вносять до польового журналу.

Найбільш повний комплекс спостережень містить такі характеристики:

1*. Місцезнаходження точки спостережень:*назву населеного пункту, найближчого водотоку, переважаючі висотні позначки, шляхові магістралі та ін.

2*. Геоморфологічну характеристику:*розташування точки у рельєфі (рівнинна поверхня, схил – пологий  чи крутий, підвищення, зниження – улоговина, видо­линок, балка), фація, елементарний ландшафт.

3*. Гідрогеологічну характеристику:*зволоженість і рівень появи ґрунтових вод, рі­вень води у колодязях, динамічний тип джерел, фізичні і хімічні властивості під­земних вод – температура, прозорість, запах, механічні й органічні домішки.

4.*Гідрологічну характеристику:*форма та розмір русла, структура долини річки, гли­бина та ширина водної поверхні, фізико-механічний склад алювіальних утво­рень водостоків (донні відкладення), фізичні властивості поверхневих вод – тем­пература, прозорість, запах, швидкість руху, механічні й органічні домішки.

5*. Геологічну характеристику*четвертинних і дочетвертинних відкладень, вкритих ерозійною сіткою: літологічний склад осадових відкладень, назва порід, текстура та структура порід, колір, мінералогічний склад, імовірний генезис і геологічний вік.

6. *Опис рослинного покриву:*тип і видовий склад рослинності, замкненість крон лісу, густина та склад ярусу кущів, проектне покриття дерновим шаром поверхні ґрун­ту, висота та фенологічні фази трав’яного покриву, вияв фітопатології рослин (суховершинність, побуріння, плямистість листя та ін.), антропогенний вплив на рослинність (вирубування, пожежі, висаджування дерев, випасання худоби).

7. *Опис ґрунтового розрізу,*включаючи ґрунтоутворювальну породу: визначення гене­тичних горизонтів, їхні потужності й індекс, колір і механічний склад горизонтів, структура, текстура, вологість, механічні й органічні домішки, новоутворення.

8*. Джерела техногенного впливу*на поверхню ландшафту: дороги, відвали, відстій­ники, будівлі, смітники та ін.

            У точках спостережень здійснюють відбір проб природних вод, ґрунтів, рослиннос­ті, позначаючи їх номер у польовому журналі та на етикетці стандартного зразка. Кількість проб та інтервали опробування відповідають проектній документації, об­сяги проб – виду  лабораторних досліджень. Номери проб, вид проби та запланова­ний метод аналітичних вимірів заносять до польового журналу, вносять на етикетку проби та до журналу опробування.

            Лабораторний етап досліджень суттєво відрізняється залежно від цільового змісту робіт. Вимоги до лабораторних робіт пов’язані з їхньою точністю та чутливістю методів аналізу. Достовірність лабораторних аналізів визначають за матеріалами лабораторного контролю, що виконується в обсязі 5% контрольних вимірювань, — контрольні проби відбирають як частину основної, надаючи їм інший номер. За основними та контрольними вимірами розраховують систематичні та випадкові похибки вимірювань.

До найбільш *загальних методів ландшафтно-екологічних  досліджень*належать:

-визначення агрохімічних характеристик ґрунтів;

-визначення зольності рослинності;

-визначення хімічного складу проб ґрунтів, донних відкладень, золи рослинності, природ­них вод;

-визначення форм існування елементів, включаючи передусім рухомі форми.

Актуальність питання пов’язана з вибірною властивістю рослин поглинати та за­своювати хімічні елементи у специфічних рухомих формах існування.

До*супутніх аналітичних досліджень* входять:

1.Фізичні методи дослідження: приблизно-кількісний спектральний з визначен­ням до 40 елементів на спектрографах ДФС, СТЕ та ін.; кількісний спектраль­ний аналіз на квантометрі ОФС і спектрографах ДФС.

2.Фізико-хімічні методи: атомно-абсорбційний аналіз – виконують  на атомно-абсорбційних аналізаторах АА – 1  «Сатурн».

3. Хіміко-спектральний аналіз.

4. Хімічні методи аналізу природних вод і ґрунтового витягання. Застосовують ме­тоди колориметричні, хроматографічні та ін.

Методи обробки й аналізу ландшафтно-екологічних матеріалів визначають пере­дусім відповідно до цільового завдання та завдань досліджень загалом, які можна об’єднати у три групи питань:

            1. З’ясування радіальної та латеральної структури ландшафтів території досліджень.

            2. Якісно-кількісна оцінка антропогенно-техногенного стану, процесів, явищ і джерел впливу на територіях відповідних ландшафтів.

            3. Прогнозна оцінка динаміки техногенних процесів та антропогенних змін території ландшафтів