**МЕТОДИ ПОШУКІВ РОДОВИЩ КОРИСНИХ КОПАЛИН**

Найбільш важливі методи пошуків різняться технічними прийомами виявлення як геологічних передумов, так і пошукових ознак, ураховують наявність існуючих родовищ, рудопроявів і аномалій у районі пошуків. Існує велика кількість методів пошуків, що залежать від типів родовищ і від місцевих умов. Розрізняють аерокосмічні, геолого-мінералогічні, геохімічні, геофізичні і гірничо-бурові методи пошуків.

У свою чергу, геолого-мінералогічні методи поділяються на візуальні пошуки, а також уламково-річковий, валунно-льодовиковий і шліховий методи. Геохімічні методи поділяються на літохімічний, гідрохімічний, атмохімічний і біохімічний, а геофізичні на магнітометричний, гравіметричний, сейсморозвідувальний, електророзвідувальний, радіометричний.

***1. Аерокосмічні методи пошуків***

Космічні знімки використовуються при визначенні і вивченні великих структур і пов'язаних з ними корисних копалин, які у своїй більшості непомітні при наземних спостереженнях. На знімках спостерігаються основні риси геологічної будови, лінійні і кільцеві структури. Космічні знімки дають укрупнену уяву про геологічну будову великих регіонів. Лінеаменти якоюсь мірою відбивають розломи фундаменту, сховані під наносами, які можуть мати відношення до контролю зруденіння.

Кільцеві структури мають різний генезис. Найбільш великі мають космічне походження і є слідами метеоритного бомбардування поверхні Землі в минулі періоди. Добре відомий Аризонский кратер у США. Він виражений у рельєфі у вигляді круглої западини діаметром близько 1200 м і глибиною 180 м, що виникла 50000 років тому. Відомий Попігайский кратер у Сибіру, утворений 36 млн років тому в результаті падіння небесного тіла масою близько 7 т. Кратер занесений молодими кайнозойскими осадками і спостерігається у вигляді кільцевої структури з космосу. Діаметр кратера близько 100 км. Структура цікава тим, що в неї за рахунок вуглецьвмісних порід утворилося багато дрібних кристалів технічного алмаза. В основі кратера розташована брекчия частково переплавлених порід (імпактити, зювіти).

Кільцеві структури меншого розміру (кілометри – десятки кілометрів) пов'язані з магматичними тілами (ізометричними інтрузіями, вулканічними побудовами, кальдерами вулканів). Часто вони перекриті молодими осадками і не спостерігаються при наземних дослідженнях. Найбільш дрібні кільцеві структури (сотні метрів, до кілометра) зазвичай пов'язані з карстовими воронками. У Тургайському прогині на аерофотознімках видні ознаки карстових бокситоносних воронок, навіть якщо вони перекриті 50- метровою товщею осадків. У багатьох карстових воронках розташовані поклади бокситів.

Аерофотознімки використовуються не тільки для розшифрування геологічної структури району, що досліджується, але й для виявлення ознак зруденіння даної території. Виконуються звичайно в чорно-білому зображенні, хоча іноді використовують кольорові, спектрозональні та інфрачервоні фотознімки. Добре різняться шари гірських порід, їхнє залягання, незгідності в заляганні, розривні порушення, інтрузивні масиви, вулканічні побудови, рельєф і ландшафт місцевості та багато інших геологічних особливостей. Аерофотознімки піддають наземному дешифруванню з використанням геологічних маршрутів, що дозволяє складати геологічні карти великого масштабу. Крім того, аерофотознімки застосовують і для складання детальних топографічних карт.

Аерофотозйомка супроводжується дистанційними геофізичними методами: аеромагнітною, аерогравітаційною та аерорадіометричною зйомками, які сприяють виявленню геофізичних аномалій. Аерофотозйомка дозволяє не тільки складати карти територій різного масштабу, але й дає пошукову інформацію: наявність рудоконтролюючих горизонтів і структур, сприятливі для рудоутворення форми рельєфу, у деяких випадках можна виявити виходи рудних тіл або змінених навколорудних порід.

***2. Геолого-мінералогічні методи***

Пошуки родовищ твердих корисних копалин геолого-мінералогічними методами полягають у візуальному виявленні безпосередніх ознак зруденіння і простежуванні ореолів і потоків механічного розсіювання. Відповідно до цього, виділяються візуальні пошуки, уламково-річковий, валунно-льодовиковий і шліховий методи.

*Візуальні маршрутні пошуки* передбачають, в першу чергу, проведення геологічних маршрутів, у яких можна візуально (особливо в умовах гарної відслоненості) виявляти і оконтурювати виходи багатьох корисних копалин або жильних мінералів за характерними пошуковими передумовами та прямими і опосередкованими пошуковими ознаками. У геологічних маршрутах проводиться ретельний огляд порід у природних відслоненнях і висипках, за мінеральним складом утворень та їхнім структурно-текстурним особливостям можна прогнозувати ймовірний склад незмінених руд і передбачувані концентрації в них корисних компонентів.

Відомі з глибокої стародавності візуальні методи пошуків, зберегли своє значення і сьогодні. Візуальні методи є складовою частиною будь-якого комплексу робіт з геологічної зйомки і пошукових досліджень. Особливо велика їхня роль при дрібно- середньомасштабних геологорозвідувальних роботах у малодосліджених районах, де шанси на відкриття нових родовищ за візуальними спостереженнями найбільш високі. При великомасштабних дослідженнях рудних районів візуальні методи пошуків включаються до складу геолого-зйомочних робіт масштабу 1:50000.

Геологічна ефективність візуальних пошуків залежить, насамперед, від досвіду і знань геолога, а також геологічної обстановки (ступені відслоненості району, характеру рельєфу і річкової мережі, інтенсивності ерозійних процесів, морфології та умов залягання рудних тіл та інших факторів). Успіху пошуків сприяє гарна відслоненість району, активна ерозійна діяльність сучасної гідромережі і наявність родовищ, що представлені стійкими до хімічного розкладання рудами і мінералами. До таких родовищ належать природні концентрації заліза, хрому, титану, золота, платини, алмазів, олова, танталу, ніобію, вольфраму, алмазів, корунду та інші.

Родовища, які представлені рудами і мінералами, що легко руйнуються, виявляються візуальними методами, в основному, на ділянках річкових долин з активною сучасною ерозією і на крутих гірських схилах. Малоефективні візуальні методи пошуків у районах сильно задернованих, заболочених і перекритих потужними наносами.

*Уламково-річковий метод* передбачає вивчення алювіальних, делювіальних і елювіальних ореолів механічного розсіювання рудної речовини. Головною задачею цього методу є виявлення рудних уламків з підвищеною стійкістю до вивітрювання або супутніх індикаторних порід і мінералів, наприклад, метасоматитів, та їхньому систематичному простежуванні в напрямку зносу рудного матеріалу до корінних виходів родовища.

Досліджуються основні річки та їхні притоки до появи, ознак близькості корінного родовища. Такими ознаками є збільшення розміру і відсутність обкатаності уламків, зникнення рудних уламків вище за течією річки. Далі ретельно вивчаються делювіальні і елювіальні відклади схилів. Маршрути розташовуються по горизонталях рельєфу вхрест простягання ореолу розсіювання. Для виявлення контуру ореолу проходяться гірничі виробки (розчистки, копуши, канави, шурфи). При пологих схилах долин, що переходять у маловідслонений вододільний простір, для виявлення корінного одовища використовують шліхові і геохімічні методи.

У сприятливих природних умовах цей метод ефективний для пошуків різноманітних корисних копалин, стійких у зоні гіпергенезу, на ділянках окварцьованих і метасоматичних змінених порід.

*Валунно-льодовиковий метод* полягає в пошуках родовищ, перекритих плащем льодовикових відкладів. Підставою для постановки пошуків служить виявлення уламків руд і порід-індикаторів при геологічній зйомці або інших дослідженнях. Пошуки проводяться в кілька етапів. Спочатку вивчаються льодовикові відклади в місцях знахідок рудних валунів, геоморфологічна обстановка, склад валунного матеріалу, сліди переміщення льодовика по корінних породах (баранячий лоб, льодовикові шрами) і виявляється напрямок зносу уламкового матеріалу. Потім намічаються маршрутні лінії, які розташовують поперек напрямку руху льодовика. По цих лініях вивчають валунний матеріал з поверхні, канавами і шурфами (при малій потужності пухких відкладів) розкриваються і аналізуються моренні відклади. Особлива увага під час пошуків рудних валунів приділяється нижнім горизонтам донних морен, матеріал яких найкраще відображає склад підстіляючих порід. Місця виявлення рудних валунів наносяться на карту четвертинних відкладів для з'ясування контурів їхніх ореолів навколо корінних рудних виходів.

Як правило, від корінного родовища валуни розходяться у вигляді віяла, що розширюється в напрямку руху льодовика (рис. 1).



***Рис. 1 Схема валунно-льодовикового віяла***

1 – рудні валуни; 2 – напрямок льодовикових штрихів; 3 – умовні границі віяла; 4 – ділянка для пошуків корінних рудних виходів

Отримані матеріали співставляють із геологічною картою і визначають можливе місце джерела утворення рудного віяла розносу. Наступні роботи виконуються на обмеженій площі, що була виявлена «валунними пошуками», і спрямовані на виявлення рудних тіл. При значній потужності порід льодовикового покриву застосовується комплекс геофізичних робіт з перевіркою виявлених аномалій свердловинами або гірничими виробками.

Валунно-льодовиковий метод з успіхом застосовується для пошуків родовищ у районах, що піддані материковому зледенінню. За допомогою цього методу виявлено багато промислових родовищ рудних і нерудних корисних копалин у колишньому Радянському Союзі, Канаді, і Скандинавських країнах (Фінляндії, Швеції, Норвегії).

*Шліховий метод* полягає у вивченні механічних шліхових ореолів розсіювання, які утворилися при ерозії корінних порід. Метод передбачає систематичне шліхове опробування пухких відкладів, вивчення складу шліхів, простежування і оконтурювання ореолів розсіювання та виявлення по них корінних і розсипних родовищ корисних копалин. Шліх це залишок (концентрат), що представляє собою дрібну фракцію важких мінералів, отриману після промивання пухких гравійно-піщано-глинистих відкладів (або шліхової проби). Шліх може бути отриманий і в результаті промивання штучно подрібнених гірських порід і мінеральних утворень, у такому випадку він називається протолочкою. Збагачення проб проводиться у воді за допомогою лотків, ковшів, бутар, вашгердів і на гвинтових сепараторах.

Основним об'єктом шліхових досліджень є продукти вивітрювання корінних порід і руд. Метод є ефективним для пошуків розсипів і корінних родовищ благородних металів, а також інших корисних копалин, які утворюють мінерали, стійкі до фізичного і хімічного вивітрювання. Шліховий метод застосовується при пошуках золота, платиноїдів, алмазів, каситериту, вольфраміту, циркону, монациту, танталіту-колумбіту, кіноварі і багатьох інших мінералів.

Можна сформулювати три основні задачі шліхового методу пошуків або три основні області його застосування:

- пошуки корінних і розсипних родовищ мінералів стійких фізично і хімічно, що мають значну густину;

- пошуки в районах геологічно малодосліджених, перспективна оцінка зруденіння району;

- вивчення асоціацій важких мінералів, що належать до різних геологічних або рудних комплексів з метою їхньої кореляції.

Результати шліхового опробування можуть бути використані для перспективної оцінки району; виявлення ділянок підвищеної концентрації цінних мінералів у пухких відкладах; оконтурювання ділянок промислових розсипів і покладів рудної і нерудної мінеральної сировини; визначення мінералогічного складу проб і вмісту цінних мінералів у розсипах і корінних родовищах; підрахунку запасів корисних копалин у розсипних родовищах на стадіях пошуків і попередньої розвідки.

Шліхова зйомка включає наступні операції: вибір місця взяття проб, відбір проб, збагачення проб (одержання шліху), вивчення шліхів, документацію опробування, узагальнення і аналіз результатів опробування. Шліхові проби відбирають із пухких елювіальних, делювіальних, і алювіальних відкладів у місцях найбільш імовірного накопичення цінних мінералів. Переважне значення при використанні шліхового методу мають алювіальні відклади. Проби намагаються відбирати на тих ділянках русла річки, де можлива максимальна концентрація рудних мінералів. Це ділянки різкого розширення річкових долин, круті повороти русла, перекати, пороги, нижче водоспаду, перед валунами, деревами, що впали, нерівне тріщинувате дно, коси, причому та частина коси, яка вище за течією, обмілини, де меншується швидкість водного потоку і відбувається накопичення уламкового матеріалу. Саме нижче перекатів і порогів, вище приток алювіальні відклади максимально збагачуються важкими мінералами.

Застосування шліхового методу при опробуванні делювію і елювію має на меті виявлення корінних джерел живлення вже відомих розсипів, визначення рудного зносу, прогнозування просторового положення рудних тіл, простежування по простяганню зон корінної мінералізації. Делювій і елювій опробуються поблизу вододілів і на вододілах. Опробування ведеться по обом бортам долини річки у підніжжя схилів корінних берегів, де проходять лінію копуш або шурфів і відбирають шліхові проби. Виробки розташовують по лінії, залежно від масштабу пошуків, на відстанях 50-100-200м. Відбирають проби пухких порід, що знаходяться безпосередньо під ґрунтовим шаром. Глибина відбору проб залежить від крутості схилів, гранулометричного складу делювію. При пологому рельєфі проби бажано відбирати поблизу плотика, тоді як на крутих схилах опробування ведеться на глибині перших десятків сантиметрів.

На розподіл мінералів у товщі уламкових порід впливають властивості самих мінералів, головним чином, їхня густина. Чим вище густина мінералу, тим швидше він переміщується в низи делювію, де і утворює збагачений горизонт. Так, Au, маючи високу густину, збагачує найглибші горизонти делювію, поблизу плотика; каситерит, з меншою густиною, концентрується в середній частині розрізу делювіальних відкладів; монацит, з невисокою густиною, характерний для поверхневих частин делювію, що підстилають ґрунтовий горизонт. На вихід шліху впливає також метеорологічна обстановка в момент взяття проби. Найбільш сприятливим для шліхового опробування є період швидкого спаду води після повені або тривалих ильних дощів. У цей час відбувається чергове збагачення кіс і верхньої частини руслових відкладів важкими мінералами.

Мінералогічний склад шліху залежить від мінерального складу матерінських порід; стійкості шліхових мінералів у зоні вивітрювання і при перенесенні водними потоками; пізнішого мінералоутворення в зоні акумуляції.

Вихідна маса шліхової проби залежить від вмісту в породах важких мінералів, а також від обраної методики пошуків. Вона повинна бути такою, щоб після промивання мінімальний вихід шліху склав не менше 10-15г. Для одержання достовірних результатів шліхового опробування, необхідно, щоб первинна маса була стандартної і постійної не тільки протягом одного сезону, але і протягом усього часу роботи в одному районі. Стандартним об’ємом початкової шліхової проби, що підлягає промиванню, вважається 0,02м3 або 32 кг.

Шліхові проби промивають у найближчому водоймі за допомогою лотка або інших пристосувань. У процесі промивання із проб відбираються гальки і валуни, шляхом відмулювання вимиваються глинисті частки, а потім відмивається і легка піщана фракція.

Вихід шліхів із проб пухких порід, їхній мінеральний склад, кількісні вмісти залежать від якості роботи промивальника, а також фізичних і морфологічних параметрів мінералів, таких як форма і розмір зерен, габітус кристалів, густина, твердість і механічна стійкість. Зокрема, найбільш ефективне промивання при розмірі зерен 0,3-1,0 мм. Зерна менших розмірів можуть загубитися при промиванні, тому що вплив густини зменшується зі зменшенням їхнього розміру.

Зерна ізометричного вигляду краще утримуються в лотку, а мінерали призматичної, подовженої форми можуть при промиванні змиватися з лотка.

Найбільші втрати відзначаються при промиванні матеріалу з пластинчастою формою зерен. Механічно нестійкі мінерали в результаті активного перемиву стираються, розколюються і легше вимиваються з проби.

Таким чином, втрати шліхових мінералів вибірні; збільшення втрат характерно переважно для мінералів з відносно невисокою густиною, призматичного або пластинчастого вигляду, зерна яких мають невеликі розміри і знижену механічну стійкість.

У польових умовах проба відмивається тільки до сірого шліху, а доведення проб до чорного шліху здійснюється зазвичай в стаціонарних умовах. Сірий шліх необхідний для виявлення мінералів із густиною більше 3т/м3, а чорний шліх – для вивчення мінералів, у тому числі благородних металів, із густиною більш 5 т/м3.

Найпоширеніший мінерал у шліхах – магнетит, тому шліх звичайно має чорний колір, звідки він і одержав назву, але іноді «чорний» шліх може мати і інший колір залежно від мінералу, що переважає, наприклад: червоний колір від кіноварі, помаранчевий від монациту та ін.

Шліх може піддаватися скороченому або повному мінералогічному аналізу в польових або лабораторних умовах. Скорочений аналіз застосовується, коли оцінюється один або декілька найцінніших мінералів. Наприклад, при пошуках золота зазвичай визначається лише кількість зерен золота в шліху.

Кожне зерно називається «знак». Коли кількість знаків велика (десятки), то застосовують термін «вагова кількість». Коли золота в шліху багато, те його виділяють зі шліху і зважують, щоб визначити питомий вміст золота в шліховій пробі в грамах на кубічний метр. При аналізі шліху звертають увагу на ступінь обкатаності зерен, яка прямо пов'язана з далекістю досліджуваних мінералів від корінного джерела.

Повний аналіз шліху застосовується рідше. Схема його включає поділ шліху на фракції за розміром зерен, за магнітною сприйнятливістю і за густиною. Найбільш представницька фракція для характеристики шліху – робоча фракція розміром 0,25-0,5 мм. У кожній фракції визначається мінеральний склад.

Ділення робочої фракції за магнітною сприйнятливістю здійснюються магнітом. У магнітній фракції знаходиться, в основному, магнетит, його зростки з іншими мінералами, а також шматочки техногенного заліза. Рідко може бути присутнім моноклінний піротин. В електромагнітній фракції зустрічаються гематит, ільменіт, хроміт, залізистий сфалерит , вольфраміт, залізисті силікати та інші слабомагнітні мінерали. У немагнітній фракції кількість мінералів набагато більша, тому її розділяють на важку і легку фракції за допомогою важких рідин. Найчастіше застосовується бромоформ із густиною 2,9 т/м3, рідше – рідина Клеричи із густиною 4,2 т/м3. У важкій фракції знаходяться в основному рудні мінерали і деякі нерудні з підвищеною густиною, такі, як сфен, циркон та ін. Легка фракція має невеликий інтерес, тут переважають польові шпати і кварц.

Вихідний шліх і всі фракції зважують, і в найважливіших фракціях визначають кількість усіх або частини мінералів візуальним способом під бінокуляром, що дозволяє, знаючи густину мінералів, перерахувати їхня вміст в одиниці маси. Деякі мінерали, наприклад магнетит, можна виділити в окрему фракцію і зважити її. Іноді виникає необхідність діагностувати деякі мінерали шліху, що здійснюють за допомогою оптичних методів, мікрохімічних реакцій, ультрафіолетового джерела або порівнянням з еталонами. Наприклад, зерна алмаза і шеєліта під ультрафіолетовим висвітленням зазвичай мають яскраво-блакитний колір.

Усі операції шліхового опробування документуються в журналі опробування. У цьому журналі відбиваються такі дані як дата і номер проби; місце взяття проби; геоморфологічна характеристика ділянки відбору проби – тераса та її висота, нижня частина коси і т.д.; характер опробуваних відкладів; глибина відбору; об’єм проби; результати візуального перегляду проби і лабораторного шліхового аналізу.

Графічна обробка результатів шліхових пошуків полягає в побудові шліхових карт, карт ореолів розсіювання, які є одним з видів геолого-пошукових карт. На цих картах показані шліхові ореоли, найважливіші мінерали та їхня кількість у знаках або в одиницях маси і в умовних позначках інших видів. Розрізняють точкові, кружкові і стрічкові шліхові карти.

На точковій карті крапками відзначаються місця взяття проб, а індексами вказуються виявлені рудні мінерали (рис.2.). Але такі карти мають малу інформативність.

На кружкових картах у місця взяття проби зображується кружок, розміри якого пропорційні об’єму проби. Кружки ділять на сектори, кількість і розмір яких відбиває кількість і вміст мінералів шліху (рис.3.). Кожний сектор штрихується або розфарбовується умовним кольором. Такі карти більш наочні та інформативні, але незручні для дрібномасштабних карт, оскільки кружки перевантажують карту.

 Стрічкові карти найбільш компактні і виразні (рис. 4). На них у місцях відбору проб, пропорційно кількості виявленого корисного мінералу проводять лінії поперек річки. Потім бічні частини ліній з'єднують, одержуючи стрічки, ширина яких відбиває зміну вмістів корисного компонента за течією річки або за напрямком опробування. На карті можуть бути одночасно показани кілька важливих мінералів.

Шліхова карта є підсумком застосування шліхового методу пошуків. Головне її призначення – дати наочну уяву про просторове розміщення в пухких відкладах різних видів корисних компонентів та їхніх типоморфних супутників, оконтурити ореоли розсіювання і встановити їхні можливі зв'язки з корінними утвореннями, тобто дає можливість прогнозувати місце розташування корінного або розсипного джерела рудних мінералів.

До шліхової карти прикладаються геоморфологічна карта і карта четвертинних відкладів. Якщо такі карти відсутні, то на шліхову карту наносять річкові тераси, ділянки давнього алювію, льодовикові утворення. При опробуванні схилів долин і вододілів шліхові карти складаються в ізолініях вмістів корисних мінералів. Такі карти дають уяву про морфологію і масштаб ореолів розсіювання рудних мінералів і дозволяють встановити місця максимальної концентрації продуктивних мінералів.



***Рис. 2; 3; 4. Шліхові карти:***

*Точкова; Кружкова:*

1 – золото, 2 – шеєліт, 3 – гранат, 4 – золото, шеєліт і гранат відсутні, 5 – багато мінералу, 6 – середня кількість мінералу, 7 – мала кількість мінералу, 8 – місце відбору проб;

*Стрічкова:*

1 – номер і місце відбору проби, 2 – золото, 3 – шеєліт, 4 – гранат

***3. Геохімічні методи пошуків***

 Безумовною перевагою геохімічних методів пошуків є можливість їхнього використання на різних стадіях геологорозвідувального процесу і у широких діапазонах ландшафтно-кліматичних умов, відслоненості і розчленованості рельєфу районів, що досліджуються, а також об'єктивність, висока інформативність і оперативність досліджень. З їхньою допомогою представляється можливим визначити досить низькі концентрації хімічних елементів по великій кількості проб і виявити аномальні ділянки з підвищеними вмістами корисних компонентів.

Геохімічні методи пошуків застосовуються широко і є одним з основних методів пошуків більшості ендогенних корисних копалин, використовуються також при проведенні стандартної геологічної зйомки масштабів 1:200000 і 1:50000. Вони засновані на виявленні, оконтурюванні та оцінці локальних ореолів елементів-індикаторів рудної мінералізації і елементів-супутників у корінних породах, пухких відкладих, природних водах, газах і рослинах. Відповідно до цього, виділяються:

- літохімічний;

- гідрохімічний;

- атмохімічний;

- біохімічний методи пошуків.

Найпоширеніші літохімічні методи. Залежно від цілей і завдань, природних умов, літохімічні пошуки проводяться по первинним (ендогенним), вторинним (гіпергенним) ореолам або по потоках розсіювання рудоутворюючих елементів-індикаторів. Інші геохімічні методи мають явно підлегле значення.

*Літохімічний метод* базується на вивченні первинних і вторинних ореолів і потоків розсіювання хімічних елементів. Сутність методу полягає в систематичному опробуванні порід з метою визначення вмісту в них рудних елементів і виявлення характеру і форми їхніх ореолів і потоків розсіювання. На фоні середнього для району вмісту виявляються аномальні ділянки з підвищеними значеннями елементів – індикаторів руд.

З урахуванням геологічної і геоморфологічної обстановки, на основі вивчення ореолів розсіювання елементів виявляються ділянки, перспективні для виявлення корінних родовищ корисних копалин. Рудні тіла, що виходять на поверхню, а також сховані на глибині можуть бути виявлені за первинними літохімічними ореолами. За вторинними ореолами і потоками розсіювання виявляються родовища і рудні поклади, сховані під пухкими відкладими.

Застосування літохімічного методу припускає виконання наступних операцій: вибір місць і щільності мережі опробування, відбір і обробку проб, аналіз проб, узагальнення і інтерпретацію результатів опробування. Вибір місця узяття проб і густоти мережі опробування визначаються проектним завданням і характером ореолів розсіювання.

Пошуки за первинними ореолами полягають в опробуванні корінних порід або уламкової фракції елювіально-делювіальних відкладів і в значних об’ємах проводяться на стадіях пошуків, оцінки і розвідки родовищ, а також при виконанні спеціальних прогнозно-металогенічних робіт. Відбір геохімічних проб проводиться із природніх відслонень корінних порід, поверхневих і підземних гірничих виробок і керна свердловин роздільно для незмінених порід, зон тектонічних порушень, прожилково-вкрапленої, жильної, рудної і нерудної мінералізації. Це, насамперед, ендо- і екзоконтакти рудоносних інтрузивів, мінералізовані зони гідротермальних змін і дроблення порід, продуктивні фації вулканогенно-осадових порід та ін.

Вивчення вторинних ореолів розсіювання передбачає відбір проб з верхнього шару елювію і делювію (при малій потужності пухких відкладів – перші метри). Глибина опробування змінюється від 15-20 см у сухих і посушливих районах до 40-80 см у районах з вологим кліматом. При детальних пошуках раціональну глибину відбору проб визначають експериментально. При геологічних зйомках дрібного і середнього масштабу (1:1000000-1:100000) проби відбираються попутно по лінії геологічних маршрутів. При пошуках масштабу 1:50000-1:10000 і крупніше проводиться інструментальна розбивка прямокутної пошукової мережі з розташуванням пошукових ліній вхрест простягання очікуваних рудоносних структур. В умовах потужних наносів поховані ореоли розсіювання вивчаються за керном картувальних свердловин.

Пошуки за потоками розсіювання одержали найменування методу пошуків по донних осадках. Цей метод найбільш ефективний в умовах гірського рельєфу з добре розвинутою гідромережею. Об'єктом опробування при даному методі є тонкі мулисто-глинисті фракції алювію (донні відклади) дрібних рік, струмків, сухих балок і конусів виносу делювіальних і алювіальних відкладів. Таким шляхом вивчаються потоки розсіювання, які прослідковуються іноді на більш значні відстані в порівнянні з великими ріками, де рудні компоненти швидко розубожуються до фонових вмістів. В умовах платформ із потужним чохлом пухких відкладів і в пенепленизованих областях з малорозвинутою гідромережею пошуки по донних осадках неефективні. Позитивні проби говорять про можливість виявлення в районі корінних родовищ, що виходять на ерозійний зріз.

Відібрані проби документують, указують місце взяття, тип відкладів (скельні, пухкі, піщані або галькові, конуси виносу, тераси та ін.), дату і номер проби. Обробку і аналіз літохімічних проб проводять у лабораторних умовах.

 Узагальнення і інтерпретація результатів літохімічного опробування полягає в нанесенні даних аналізів на графічні матеріали і їхнє вивчення. При маршрутних пошуках складаються геохімічні розрізи, а при площадних – геохімічні карти в ізолініях вмістів аналізованих елементів. Вивчення геохімічної інформації на фоні геологічної обстановки з урахуванням геоморфологічних даних дозволяє встановити місцезнаходження рудних тіл, що визначили появу ореолів розсіювання. В умовах рівнинного рельєфу рудні тіла зазвичай розміщаються в контурі ореолу розсіювання, а на схилах гір – вище по схилу, іноді за межами ореолу.

*Гідрохімічний метод* полягає у дослідженні хімічного складу природних поверхневих і підземних вод. Принципова основа цього методу – здатність води до розчинення гірських порід, її активна участь у хімічних перетвореннях мінералів і властивості води як рухливого середовища. Зв'язок між хімічним складом води і наявністю поблизу водного джерела покладів корисних копалин не викликає сумнівів і є однією із причин виникнення гідрохімічних аномалій, що мають пошукове значення.

Виявлення гідрохімічних ореолів розсіювання, що є основною задачею методу, передбачає виконання наступних операцій: відбір проб води, попередній їхній аналіз на місці відбору, геологічну і гідрогеологічну документацію проб, хімічний і спектральний аналіз води в лабораторіях, обробку матеріалів та інтерпретацію результатів опробування.

Проби води обсягом 0,5-1,0 л беруть із джерел і колодязів, свердловин, шурфів і канав, дрібних струмків і річок, ставків, дрібних озер, з низинних боліт, що живляться джерелами, переважно в районах з гумідним кліматом, бажане в суху пору року. У свердловинах перед відбором проб води необхідно робити відкачку до повного видалення глинистого розчину. У зонах багаторічної мерзлоти проби води можна брати тільки зі свердловин, які досягли ґрунтових вод. В арідному кліматі проби беруть після випадіння атмосферних опадів при високому стоянні рівня підземних вод. Під час відбору проб намагаються не допускати забруднення води іншими домішками. Не рекомендується користуватися оцинкованим посудом, який різко змінює склад проб води. Для зберігання проб води найкраще підходить скляний посуд.

Щільність пунктів взяття проб води коливається в широких межах і часто визначається розміщенням джерел води. Лише в невеликих річках можна брати проби через 500-1000 м.

У пробах води вимірюють водневий показник (рН), окисно-відновний потенціал (Eh), загальну мінералізацію, вміст іонів Cl, Ca, Mg, SO4 та ін. Для пошукових цілей важливе значення мають відношення іонів Br/Cl, K/Na. Високий вміст іона SO4 є індикатором сульфідних родовищ, підвищені вмісти Br і К вказують на можливість виявлення калійних солей.

Гідрохімічні методи застосовуються при дрібно-, середньо- і крупномасштабних пошукових роботах, рідше на стадіях оцінки і розвідки. Ефективність гідрохімічних досліджень визначається високим площадним представництвом гідрохімічної проби, простотою операції, низькою вартістю і можливістю одержання результатів вже в період польових робіт. Цей метод має найбільшу серед усіх геохімічних методів глибинність, яка визначається урізом долини і становить у середньому 200-500 м, а для висхідних напірних вод може досягати 1 км. Це дозволяє успішно використовувати метод для пошуків похованого і перекритого зруденіння.

Недоліком гідрохімічного методу пошуків є залежність робіт від багатьох причин: кількості і тривалості випадання атмосферних опадів, пори року, рівня ґрунтових вод, інтенсивності процесів окислення, активності водообміну, наявності геохімічних бар'єрів, техногенних факторів та ін.

Найбільш сприятливими для застосування цього методу пошуків є гірські райони, що характеризуються розвинутою гідромережею з невисокою загальною мінералізацією вод (до 1 г/л) і вологим кліматом. Ефективність гідрохімічних досліджень у цілому нижче, чим літохімічних.

*Атмохімічний метод* полягає у виявленні і оконтурюванні вторинних газових ореолів розсіювання в підґрунтовому повітрі і приповерхніх шарах атмосфери. Газоподібними індикаторами зруденіння є ртуть, метан, сірчистий газ, сірководень, вуглекислий газ, галогени, радон, гелій, аргон.

Сутність газових зйомок полягає у відборі проб повітря з підґрунтового, рідше із приповерхнього шару атмосфери за допомогою трубчастих пробовідбірників з наступним їхнім аналізом на вміст вказаних вище газів. Проби відбираються зі свердловин діаметром 43-65 мм з глибини близько 1,5м. Буріння неглибоких свердловин здійснюється мотобурами. Відбір проб може проводиться також з більших глибин – до 600 м (з гірничих виробок і свердловин). Відібрані проби газу піддають хроматографічному аналізу для визначення окремих складових газу.

 Накопичення газоподібних індикаторів зруденіння може бути пов'язане не тільки з родовищами, але і з іншими природними процесами, наприклад з вулканізмом, а також з техногенним впливом на навколишнє середовище.

*Метан* є індикатором родовищ горючих корисних копалин (природного газу, нафти, кам'яного вугілля). Він вміщується в ґрунтах, болотах, виникає при біохімічних процесах, значна частина метану надходить в атмосферу із глибин Землі, виділяється при вулканічних і відновних процесах за рахунок реакції вуглекислоти з воднем, при вкорінення інтрузій, у гідротермах, при взаємодії водню або парів води на глибині.

*Вуглекислий газ* є найпоширенішим газовим компонентом рудних родовищ і має різноманітне походження. Він виділяється в процесі життєдіяльності організмів у ґрунті і при окисненні органічної речовини киснем поблизу поверхні, є присутнім у низькотемпературних гідротермальних процесах, що може вказувати на можливість виявлення родовищ. Він з'являється при розкладанні карбонатів під дією кислот, таких як сірчана або сірчиста, які виникають при окисленні сульфідів. Вуглекислий газ супроводжує вугільні родовища, широко розвинений у вулканічних процесах. Локальний підвищений вміст вуглекислоти в атмосфері може вказувати на виділення вуглекислого газу з надр.

*Ртуть* у газоподібному стані супроводжує більшість гідротермальних родовищ. Вона в якості домішки присутня в багатьох рудних мінералах. При температурі близько 300 °С, звичайної для багатьох постмагматичних процесів, вона виділяється з мінералів, у тому числі з кіноварі. Ртуть накопичується і в інших геологічних об'єктах: наприклад, нею часто збагачені мули на дні річок, ґрунтові води та ін. Усі вони утворюють газові ртутні ореоли.

*Сірчистий газ* і *сірководень* виникають при окисно-відновних процесах сульфідних родовищ, крім того, вони є звичайними складовими частинами вулканічних газів.

*Галогени* утворюються при окисленні деяких рудних мінералів, що містять хлор, рідше бром і йод. Йод і бром присутні в нафтових родовищах, які також можуть бути джерелом галогенів.

*Радон* − індикатор радіоактивних руд. Він виникає в ланцюжках розпаду ізотопів урану і торію і може накопичуватися в підґрунтових газах і в ізольованих об'єктах природного і техногенного походження.

*Гелій* має не стільки пошукове значення, скільки використовується для виявлення глибинних розривних порушень у кристалічному фундаменті.

*Аргон* характерний для галогенних руд і газових виділень глибинних розломів.

Найчастіше для пошуків родовищ використовують ореоли розсіювання парів ртуті, метану і радону.

На вимірюванні концентрації радіоактивних газів у ґрунтовому повітрі розроблений еманаційний метод пошуків. Радіоактивні еманації включають радон і торон, які поширюються від джерела радіоактивного розпаду в навколишнє середовище переважно дифузійним шляхом і накопичуються в ґрунтах над рудними тілами урану, торію.

Метод еманаційної зйомки територій має високу чутливість і забезпечує виявлення ореолів розсіювання в породах і рудах урану зі вмістом у тисячні частки відсотка. Тому цей метод може використовуватися для пошуків не тільки уранових, але і інших рудних і нерудних родовищ. У таких рудах повинна бути хоча б мінімальна кількість радіоактивних елементів – U, Th, K. До таких руд відносяться рідкіснометалеві і слюдяні родовища пегматитів, фосфоритів, бокситів, залізних, титанових, ванадієвих, рідкісноземельних руд. Проби газу відбираються з пухких відкладів спеціальними пробовідбірниками із неглибоких свердловин. Глибина опробування залежить від потужності пухких відкладів і складає, в середньому, від 1 до 2 м.

Важливе практичне значення при пошуках похованих родовищ має велика проникна здатність газових компонентів, що мігрують на значні відстані від рудних тіл через товщі пухких відкладів. Атмохімічні пошуки в цілому є опосередкованими, однак ретельний аналіз фізико-хімічних умов утворення газових ореолів часто дає достатні підстави для впевненої геологічної інтерпретації виявлених аномалій і встановлення зв'язків з родовищами.

*Біохімічний метод*  полягає у вивченні біохімічних ореолів розсіювання, які, у свою чергу, залежать від здатності організмів відбивати особливості навколишнього середовища в хімічному складі, морфології і видових асоціаціях. У теперішній час, серед великої різноманітності живих організмів, практичне значення має тільки геоботанічний метод, що використовує в якості об'єктів опробування наземні рослини і їхні залишки (торф, лісову підстилку і гумусовий шар ґрунтів).

Сутність методу полягає у відборі рослинних проб, їхньому спалюванні, аналізі золи проб і узагальненні результатів опробування, головна мета якого – виявлення вторинних ореолів розсіювання шляхом аналізу особливостей розподілу хімічних елементів-індикаторів зруденіння.

Існує певний, далеко не завжди лінійно-пропорційний, зв'язок між концентраціями хімічних елементів у поживному середовищі і їхньому розподілі у рослинах. Однак, безумовним є той факт, що при високому вмісті корисного компонента в породі, більшість (до 95%) видів і частин рослин, а також їхніх залишків накопичують цей елемент.

Кількість видів рослин і їхніх частин, які накопичують рудні елементи пропорційно їхньому вмісту в поживному середовищі невелике, але саме вони, у першу чергу, використовуються в пошукових цілях. Визначається вміст рудних елементів у пробах рослинності після їхнього озолення. В одну пробу відбирається маса рослин з площі в кілька квадратних метрів. У деревних рослин (сосни, модрини, осики та ін.) опробується верхній корковий шар кори, у якому накопичується уран, свинець, цинк, берилій, фтор, літій, цирконій і деякі інші елементи. Біохімічні пошуки золоторудних родовищ ефективні при використанні для опробування кори і листів берези, хвої і сухих гілок модрини, сосни, а також полині, саксаулу, верблюжої колючки і живого мохо-лишайникового покриву.

При виборі видів рослин з можливими відносно високими концентраціями елементів-індикаторів родовищ вони повинні бути попередньо згруповані за відносним вмістом елементів у різних видах.

Краще опробувати не живі частини багаторічних трав'янистих рослин, а їхні сухі торішні залишки і при цьому нижні частини стебел, а не всю надземну біомасу. Найбільш сприятливим часом відбору надземних частин трав'янистих рослин є осінній і осінньо-зимовий період після закінчення вегетації і дозрівання насінь. При відборі проб рослин перевага віддається тим, які мають більш глибоку кореневу систему, оскільки від глибини проникнення коріння у ґрунт залежить ефективність методу. Зазвичай рослини використовують для живлення гpунтові води на глибині 5-20 м, в арідному кліматі коріння рослин можуть досягати глибини до 50 м. Неефективний біохімічний метод пошуків у зоні багаторічної мерзлоти, де водообмін припиняється на глибині не більш 2 м.

До недоліків методу можна віднести складність інтерпретації біогеохімічних аномалій, пов'язану з необхідністю врахування біологічних, техногенних і антропогенних факторів, які іноді в значній мірі впливають на концентрацію металів у золі рослин, що помітно знижує достовірність результатів біохімічного методу пошуків. До них відносяться викиди і відходи гірських і промислових підприємств, забруднення рослин під час перевезення руд, внесення в ґрунт різних мікроелементних добрив та ін.

Таким чином, біохімічні дослідження розглядаються в якості одного із прямих глибинних методів пошуків рудних покладів. Вони найбільш ефективно використовуються на стадіях крупномасштабних геологозйомочних, пошукових і оцінювальних робіт. Доцільність їхнього застосування визначається можливістю пошуків і оцінки зруденіння в закритих лісових територіях, швидкістю одержання корисної інформації, глубинністю і відносною ефективністю цього методу.

***4. Геофізичні методи пошуків***

 Ця група методів полягає у вивченні природних або штучно створених фізичних полів, у яких відбиваються відмінності гірських порід і руд за фізичними властивостями. Методи застосовуються для виявлення і оконтурювання аномальних фізичних полів, виділення і оцінки локальних аномалій, пов'язаних з конкретними видами корисних копалин.

За видами полів, що досліджуються, геофізичні методи розділяються на магнітометричні, гравіметричні, електророзвідувальні, сейсмічні і радіометричні. За місцем проведення вимірів виділяються повітряні, наземні, морські (у тому числі підводні), підземні зйомки, дослідження в свердловинах і лабораторні визначення.

Геофізичні методи застосовують практично при пошуках будь-яких видів корисних копалин.

*Магнітометричні методи (магніторозвідка)* застосовуються для вирішення геологорозвідувальних задач, що пов'язані з пошуками родовищ, руди яких мають високу магнітну сприйнятливість. У якості прямого пошукового методу магнітометрична зйомка використовується для виявлення і оцінки магнетитових і корінних титаномагнетитових родовищ, у сприятливих умовах може використовуватися для оконтурювання і деталізації магнітних полів деяких мідно-нікелевих, хромітових і слабомагнітних залізорудних родовищ, виявлення і оконтурювання розсипних титаномагнетитових родовищ. При особливо сприятливих умовах, у комплексі з іншими методами – для пошуків бокситів і деяких золотих і платинових розсипів, в яких у помітних кількостях присутній магнетит. В усіх наведених вище випадках, застосування магнітних зйомок ефективно, якщо об'єкти пошуків розташовані в розрізах слабомагнітних порід.

На основі магнітометричних методів виявляються і оконтурюваються аномальні магнітні поля, які відповідають рудним покладам, деталізуються і оцінюються їхні аномальні ділянки, зони і локальні аномалії.

Магніторозвідка найбільш дешевий і швидкий метод пошуків родовищ корисних копалин, які супроводжуються магнітними мінералами, в основному магнетитом, іноді моноклінним піротином.

Виділяються три модифікації магніторозвідки: повітряна (аеромагнітна зйомка), наземна і глибинна (магнітний каротаж свердловин).

Аеромагніторозвідка застосовується для швидкого вивчення магнітного поля великих територій, а також є основним геофізичним методом пошуків кімберлітових трубок. Зокрема, з її допомогою виявлені практично всі відомі на сьогоднішній день об'єкти в Архангельській області Росії. Середньо-, високомагнітні кімберлітові трубки в магнітному полі виділяються позитивними локальними аномаліями, що мають у плані переважно ізометричну або овальну форму.

Наземна магніторозвідка використовується для деталізації магнітних аномалій. Глибинна магніторозвідка дозволяє виявити маси магнітних порід в навколосвердловинном просторі. При дослідженні декількох свердловин і даних наземної магнітної зйомки можна досить точно визначити просторове положення магнетитових руд. Зокрема, на залізорудних родовищах пошукові та розвідувальні свердловини закривають тільки після проведення свердловинної магніторозвідки, щоб переконатися, що нижче забою свердловини немає більше магнітних тіл.

За допомогою магнітометричних методів можна не тільки вирішувати питання пошуків родовищ, але і вивчати розташування гірських порід на глибині, картувати їх, якщо вони різняться ступенем намагніченості.

Проведення магнітометричних досліджень передбачає зазвичай вивчення напруженості магнітного поля, рідше використовується градієнт магнітної напруженості або магнітна індукція. При застосуванні метода наземної магніторозвідці вибирається пункт, віддалений від аномалії, який приймається за початок відліку. Далі вимірюється збільшення напруженості в пунктах вимірів відносно початкового пункту. Щільність мережі вимірів залежить від масштабу зйомки. За результатами магнітної зйомки будується карта напруженості магнітного поля у вигляді ізоліній. Інтерпретація карти напруженості магнітного поля дозволяє оцінити прогнозні ресурси магнетитових руд.

Глибина дії магніторозвідки залежить від кількості магнітного мінералу. У більшості випадків магнітометричні методи дозволяють виявляти магнетитові руди на глибині від сотні метрів до 1 км; до 2-3 км можна виявити великі рудні тіла.

*Гравіметричні методи (гравірозвідка)* полягає у вивченні гравітаційного поля району, що досліджуєтся і використовуються для пошуків родовищ, що створюють аномалії сили тяжіння та є невід'ємною частиною комплексу геофізичних робіт на різних стадіях геологорозвідувального процесу.

Об'єктами пошуків є поклади залізних, хромітових, мідно-нікелевих та інших руд; баритоносні горизонти, баритові, барит-свинцево-цинкові тіла, що відрізняються від вміщуючих порід підвищеною густиною. Такі об'єкти дають позитивні аномалії сили тяжіння. Негативними гравітаційними аномаліями характеризуються викопні солі, соляні куполи, кальдери вулканів та ін. Рідкіснометалеві, мідно-порфірові, золото-кварцові рудні райони фіксуються мінімумами гравітаційного поля складних обрисів.

На розмір аномалій впливає рельєф місцевості, у тому числі і підземний рельєф. Тому чутливість гравірозвідки нижче, чим магнітометричного методу, але глибинність її більше. За допомогою цього методу можна виявити об'єкти залежно від їхніх розмірів на глибині до декількох кілометрів.

 Гравіметричні методи використовуються на денної поверхні, під час морських досліджень, у повітрі (аерогравіметричні роботи), а також у свердловинах і підземних гірничих виробках.

*Електророзвідувальні методи (електророзвідка)* поєднують численні геофізичні методи, які полягають у вивченні постійних і змінних електромагнітних полів. Електророзвідка широко застосовується при пошуках родовищ. Існує велика кількість методів електророзвідки. Це обумовлене тим, що, на відміну від магнітного і гравітаційного полів, які визначені природою, електричні і електромагнітні поля можна створювати штучно в різних варіантах.

Розглянемо найпоширеніші електророзвідувальні методи.

Метод *електропрофілювання* дозволяє виявити об'єкти з малим опором у надрах Землі, наприклад суцільні сульфідні руди. Сутність методу полягає у вимірі уявного опору установкою при її переміщенні уздовж заданих напрямків (профілів). Через два електроди, що віддалені на деяку відстань один від одного, подається постійний струм і вимірюється опір у надрах. Далі вся схема кілька разів переміщюється на якийсь крок уздовж лінії, і знову проводяться виміри. Необхідно, щоб лінія переміщення була розміщена вхрест простягання рудних тіл, що прогнозуются. У такий спосіб можуть бути виявлені об'єкти з малим уявним опором, які не виходять на денну поверхню. Глибина пошуків за допомогою методу електропрофілювання залежить від відстані, на яку рознесені електроди. Чим більше ця відстань, тим більш глибокозалягаючі рудні тіла можуть бути виявлені. Зазвичай метод електропрофілювання дозволяє виявити рудні тіла на глибинах у десятки – перші сотні метрів.

 За допомогою методу *вертикального електричного зондування (ВЕЗ)* можливе простежування глибокозалягаючих рудних тіл. Передавальні і приймаючі електроди розносяться на різні відстані, але не переміщуються уздовж лінії як в електропрофілюванні. Чим далі рознесені електроди, тим на більшу глибину можна вимірювати опір. Цей метод застосовується для виявлення горизонтальних або пологопадаючих рудних тіл з малим опором, що залягають на глибині в десятки метрів.

Метод *викликаної поляризації (ВП)* призначений в основному для виявлення суцільних або вкраплених сульфідних руд і полягає у використанні електрохімічних явищ, які відбуваються на границі порід з іонною провідністю або електронних провідників (руд) з рідиною, що їх оточує – електролітом, під дією електричного струму, що пропускається в землі.

При проведенні пошукових робіт методом викликаної поляризації комбінація вимірів на земній поверхні і в свердловинах дозволяє одержати уяву про просторову структуру поля викликаної поляризації, уточнити положення руд у розрізі.

Метод *перехідних процесів* полягає у вивченні вторинного магнітного поля, що створено незаземленим джерелом змінного струму. Застосовується для пошуків родовищ сульфідних руд, що мають дуже високу електропровідність. Метод має меншу, ніж інші методи електророзвідки, чутливість до змін рельєфу місцевості і потужності пухких відкладів та забезпечує більшу, ніж інші індуктивні методи, глибинність дослідженнь.

*Радіохвильове просвічування* застосовується при пошуках струмопровідних рудних тіл у міжсвердловинному, навколосвердловинному просторі, а також між підземними гірничими виробками. Застосовується при пошуках і розвідці сульфідних, золото-сульфідних, золото-срібних, олово- і вольфрамо- поліметалевих рудних тіл, залізорудних родовищ, кімберлітових трубок, вугільних шарів тощо.

 *Сейсмічні методи (сейсморозвідка*) полягають у вивченні поширення в земній корі пружних хвиль, що збуджуються штучним шляхом – вибухом, ударом або вібрацією. Методи призначені для виявлення підземних структур, що контролюють родовища корисних копалин, а також інших структурних елементів земної кори.

Сейсморозвідка застосовується для вирішення широкого кола геологічних задач: пошуків структурних пасток нафти і газу, вивчення структури рудних родовищ; за допомогою сейсмічних методів можна з’ясувати внутрішню будову Землі, виявити розплавлені магматичні осередки у вулканах, визначити рельєф фундаменту під наносами молодих відкладів; оскільки швидкість проходження сейсмічних коливань залежить від густини гірських порід, можна встановлювати щільність середовища, а також вирішувати багато інших питань.

Сейсмічні методи мають найбільшу глибинність серед інших геофізичних методів. За допомогою цих методів вивчена глибинна будова земної кулі, визначена товщина земної кори, виявлені границі мантії, рідкого і твердого ядра Землі. Сейсморозвідку можна застосовувати для визначення продуктивних горизонтів на глибині декількох кілометрів, встановлювати не тільки глибину їхнього залягання, але і розташування розривних порушень.

Сейсморозвідка успішно застосовується при крупномасштабних картувальних і пошукових роботах для локалізації в розрізі геологічних неоднорідностей (рудних тіл, кімберлітових трубок, зон тріщинуватості та інших), розчленування розрізів при пошуках родовищ, що залягають на значній глибині: поліметалів, нікелю, заліза, апатитів, сірки та інших корисних копалин.

*Радіометричні методи* використовуються, в першу чергу, для пошуків родовищ радіоактивних руд. Однак, досить часто застосовуються для виявлення й інших корисних копалин, таких як фосфоритові, тантал-ніобієві, рідкісноземельні та інші руди, що містять постійні домішки радіоактивних металів, або, що супроводжуються незначними концентраціями радіоактивних елементів у руді і вміщуючих породах.

Методи полягають у виявленні і оконтурюванні радіаційних полів, ділянок, зон і локальних аномалій у приземному шарі атмосфери, на земній поверхні і в свердловинах, а також радіоактивних газів – у підґрунтовому шарі або тріщинах гірських порід. До радіоактивних елементів відносяться уран, торій і продукти їхного розпаду, а також ізотоп калію 40К. При розпаді атомів виникає кілька видів випромінювання. Найбільш часто використовується гамма-випромінювання, у зв'язку з чим і методи виміру сумарного радіоактивного гамма-випромінювання з наступним виділенням ділянок підвищеної радіоактивності, називаються гамма-методами. Велику радіоактивність мають не самі елементи уран і торій, а деякі продукти їхнього розпаду, такі як радій, радон, торон та інші.

Гамма-зйомка часто застосовується для геологічного картування, оскільки різні типи гірських порід відрізняються за ступенем радіоактивності. Наприклад, за рівнем і характером радіоактивності чітко диференціюються гранітоїди, вапняки, пісковики, деякі глинисті породи, вугілля та інші типи гірських порід. Нерідко можна картувати вміщуючі породи за ступенем радіоактивності.

За умовами застосування існують повітряні (аерорадіометричні) методи; наземні (автомобільні і пішохідні); глибинні (каротаж у шпурах і свердловинах).

Аерорадіометричні є найбільш швидкісними методами пошуків родовищ радіоактивних і пов'язаних з ними металів. Вони полягають у виявленні в приземному шарі атмосфери радіаційних гамма-ореолів урану (радію), торію і калію за допомогою високочутливих радіометрів-аналізаторів, які монтуються на літаках.

Наземні радіометричні методи використовують площадні автогамма-зйомки масштабу 1:10 000, якими покриваються перспективні площі порядку десятків км2.

Пішохідні гамма-зйомки є основним видом наземних пошуків радіоактивних руд і рудопроявів. Широка їхня поширеність пояснюється універсальністю застосування, високою результативністю, низькою собівартістю і можливостями тісного взаємозв'язку радіометричних і геологічних спостережень.

Але радіометричні методи мають невелику глибинність. Глибина проникнення гамма-променів у гірські породи, і пухкі відклади, що їх перекривають, не перевищує трьох метрів. Вважається, що шар ґрунту потужністю 5 м повністю поглинає природнє гамма-випромінювання. Однак за рахунок розвитку в породах вторинних ореолів розсіювання радіоактивних елементів глибина проникнення часто виявляється значно більшої, досягаючи 10 м і більше.

Особливу увагу слід приділити застосуванню радіометричних методів у свердловинах – гамма-каротаж. Останній здійснюється навіть в обсадних трубах, які не заважають виміру радіоактивності, тоді як інші геофізичні методи (магнітний і електричний каротаж) виконуються за межами обсадних труб.

***5. Гірничо-бурові методи пошуків.***

 Ці методи поєднують такі способи і прийоми виявлення корисних копалин, при яких гірничо-бурові роботи набувають самостійне або профілююче значення.

Гірничо-бурові методи полягають у використанні пошукового буріння і пошукових гірничих виробок. Вони є єдиним способом підтвердження даних, отриманих іншими пошуковими методами. З їхньою допомогою створюються штучні відслонення гірських порід і рудних тіл. Характерною рисою гірничо-бурових робіт на пошуковій стадії є значні відстані між виробкими і невелика глибина перетинів.

При пошуках родовищ використовуються в основному поверхневі гірничі виробки: копушки і розчистки на схилах, канави, одиничні траншеї по простяганню виявлених рудних тіл, одиничні шурфи. Вони широко застосовуються для взяття шліхових і геохімічних проб, перевірки геофізичних аномалій, а також для розкриття виходів рудних тіл, їхнього простежування і оконтурювання, відбору проб з метою одержання необхідних даних для перспективної оцінки виявлених рудопроявів і родовищ. Із цими ж задачами, але при більшій потужності наносів використовуються свердловини.

Самостійне значення гірничо-бурові роботи набувають тоді, коли фізичні і мінералого-геохімічні властивості вміщуючих порід і руд різняться вкрай незначно, тому геофізичні і геохімічні методи тут не дають надійних результатів. Прикладом можуть бути пошуки слюдоносних пегматитів, що залягають у кварц-польовошпатових породах і перекриті пухкими відкладами. Пошуки сліпого зруденіння доводиться здійснювати шляхом буріння свердловин. При цьому відстань між пошуковими лініями визначається можливою протяжністю потенційних покладів за простяганням, а крок між свердловинами по лініях вибирається з таким розрахунком, щоб не пропустити об'єкти, що прогнозуються.

Буріння свердловин як самостійний пошуковий метод здійснюється і для розкриття рудних тіл у закритих районах платформ (наприклад, осадових родовищ заліза, марганцю, бокситів і т.д.) шляхом систематичного розбурювання перспективних площ.