

21. ДЕШИФРУВАННЯ КОСМІЧНИХ ЗНІМКІВ. КОСМОГЕОЛОГІЧНІ КАРТИ

Космічні знімки, які отримують за допомогою фотографічних, телевізійних та сканувальних систем, мають суттєві відмінності від АФЗ і потребують спеціального підходу до їх дешифрування. Майбутні геологи повинні володіти певною інформацією, а саме

Знати:

- ❖ як поділяються космічні знімки за рівнем генералізації та які типи відповідних геологічних карт можуть бути отримані за результатами їх дешифрування;
- ❖ як групується геологічна інформація, отримана після дешифрування;
- ❖ який комплекс методів зазвичай використовують при космогеологічному картуванні;
- ❖ які карти відносять до розряду космогенетичних;

Уміти:

- ❖ розрізняти тектонічні, літолого-петрографічні та історико-геологічні види інформації на космознімку;
- ❖ мотивувати особливість загальноприйнятої методики дешифрування космознімків;
- ❖ пояснювати місце та роль польових досліджень при космофотогеологічному картуванні;
- ❖ «читати» космогеологічні та космогенетичні карти.

21.1. Космічні знімки та їх інформативність

Космічні знімки відрізняються високою оглядовістю та генералізацією зображення. Можливості їх геологічного дешифрування залежать від масштабу та просторової роздільної здатності (розміри мінімального об'єкта, який відрізняється на КЗ). Космічні знімки та складені за їх допомогою карти [12] ранжують за рівнем генералізації (табл. 21.1).

Широкий діапазон масштабів КЗ надає можливість вивчати геологічні об'єкти різних рівнів генералізації. Тому інформативність КЗ повинна розглядатись з урахуванням масштабу та цілей дослідів.

КЗ глобального рівня генералізації дозволяють виявляти великі лінеаменти, встановлювати особливості взаєморозташування геоструктурних областей та структурних форм другого порядку в їх межах. За даними дешифрування цих знімків виділені кільцеві структури, діаметр яких складає багато сотень кілометрів. На КЗ глобального рівня генералізації виявляють зв'язки геологічної будови поверхні з глибинною будовою літосфери.

КЗ континентального рівня генералізації дозволяють відокремлювати речовинно-структурні комплекси, розриви та зони розломів, а також великі кільцеві структури різного генезису. Найбільш цінною є інформація про розломну тектоніку.

Класифікація геологічних карт та матеріалів дистанційних зйомок (МДЗ) за рівнем масштабної генералізації

Типи геологічних карт	Масштабний ряд	Рівень генералізації МДЗ	Масштабний ряд
Зведені	1:5000000	Глобальний	1:15000000 – розділення більше 1000 м
	1:2500000	Континентальний	1:2500000 – розділення сотень метрів
Регіональні дрібномасштабні	1:1000000 (1:500000)	Регіональний	1:1000000-1:500000 – розділення декілька десятків метрів
Середньомасштабні	1:200000 (1:100000)	Локальний	1:200000-1:100000 – розділення перших десятків метрів
Великомасштабні	1:50000 (1:25000)	Детальний	Більше 1:100000 – розділення близько десятків метрів та менше

Регіональний рівень генералізації суттєво додає інформації при виділенні речовинно-структурних та речовинних комплексів, дешифруванні внутрішньої структури геологічних формацій, картуванні вікових і генетичних комплексів новітніх утворень, виявлення невеликих за розмірами порушень та кільцевих структур. На КЗ цього масштабного ряду чітко встановлюється просторовий зв'язок геологічних утворень, кільцевих структур і розривних порушень.

КЗ локального рівня генералізації за своєю інформативністю наближуються до висотних дрібномасштабних АФЗ. На знімках можуть бути дешифровані елементи структури та геологічні межі, а також різноманітні геологічні тіла невеликого розміру.

Основні види геологічної інформації, які можуть бути отримані з КЗ, групуються таким чином [12]:

А. Тектонічна: – розривні порушення;
– складчасті структури;
– блокові структури.

Б. Літолого-петрографічна:

– літолого-генетичні комплекси новітніх утворень;
– речовинні та структурно-речовинні комплекси стратифікованих утворень;
– метаморфічні утворення;
– інтрузивні утворення.

В. Історико-геологічна:

– структурні поверхи;
– проявлення неотектонічних рухів.

Основним видом геологічної інформації, яку отримують за дешифруванням КЗ, є відомості про розривну тектоніку. Розривні порушення дешифруються достатньо чітко на знімках будь-якого рівня генералізації та в районах усіх типів. Виключення складають розриви, які орієнтовані вдовж складчастості, визначення яких є найбільш важким. На знімках різних масштабів установлюються розриви різних таксонометричних рангів, у тому числі приховані під новітніми утвореннями. Інформативність КЗ в аспекті розривної тектоніки перевищує інформативність у цьому геологічних карт близького масштабу.

Космічні методи, спрямовані на картування складчастих структур, суттєво менш інформативні. Більш результативно ці структури дешифруються в умовах ерозійних плато, низько- та середньогірського рельєфу для шаруватих осадових та метаморфічних товщ. На високогір'ї, а також в областях розвитку глибокометаморфізованих товщ, при дешифруванні КЗ здебільшого встановлюються лише фрагменти складчастих структур. Визначення блокових структур різного рангу є вагомим досягненням космології. За допомогою КЗ доведена мозаїчно-блокова структура земної кори. Особливо суттєва інформація про блокову будову платформ, у тому числі тих, що повністю перекриті молодими геологічними утвореннями. У багатьох випадках КЗ дозволяють установити наявність старих рифтів, до того ж завжди можна визначити існування молодих. Відносно до роздільної здатності та враховуючи вихід проекцій блоків на денну поверхню, космічні методи перевищують усі інші методи геологічних досліджень.

Літолого-генетичні комплекси новітніх утворень виявляються на КЗ всюди з детальністю, яка необхідна для карт відповідного масштабу. Облік зображень їх генетичних типів практично ідентичний для різних районів. Дешифрування цих комплексів здійснюється за геоморфологічними ознаками. При виділенні контурів четвертинних відкладів різного генезису КЗ перевищують розділення інших методів у всіх випадках за винятком районів з великою кількістю лісів.

Інформація про речовинні та структурно-речовинні комплекси стратифікованих утворень багато в чому залежить від природних умов досліджуваних територій. Найбільш ефективно вивчення "відкритих" територій, які мали довгу денудацію в умовах незначного проявлення тектонічних рухів. Можливості отримання речовинних характеристик підвищуються при використанні багатозональних або синтезованих знімків. За допомогою ІЧ-знімків для окремих груп порід удається встановлювати їх склад безпосередньо шляхом інтерпретації оптичних характеристик. Роздільна здатність картування літологічних границь для району не поступається методу їх простеження на місцевості.

У районах з гумідним кліматом виділення та картування літологічних комплексів менш надійно, тому що доводиться використовувати індикатор – рослинність, на яку впливають, крім літогенного, інші фактори.

В умовах високогір'я літологічне дешифрування можливо здійснювати фрагментарно, що пов'язано з широким розповсюдженням схилових утворень, а також з обмеженням огляду крутих схилів на планових знімках.

Глибоко метаморфізовані комплекси досить чітко відокремлюються від стратифікованих, але розділення їх за складом шляхом дешифрування недостатньо надійно.

Інтрузивні утворення дешифруються неоднаково в залежності від багатьох факторів. Найбільш ефективно встановлюються посткладчасті інтрузивні масиви, які проривають стратифіковані комплекси порід. Можуть бути визначені й оконтурені тіла не вскритих або частково вскритих інтрузивів сумісно із зонами їх впливу на оточуючі породи. Менш надійно та не завжди можливо виділення співкладчастих та передкладчастих утворень.

Відзнаки умов залягання комплексів порід, зміна простягань структурних елементів, ступінь дислокованості, метаморфізму та ін. дозволяє встановлювати межі структурних поверхів (рівень генералізації від регіонального не менш надійний, ніж межі літологічних або структурно-речовинних комплексів).

Ще один з важливих елементів дешифрування космознімків – виявлення кільцевих структур різного розміру та генезису. Виявлення великих (150 км і більше) полігенних кільцевих структур практично неможливо без використання космознімків. Деякі з цих структур відповідають ядрам консолідації літосфери, інші мають тектономагматогенну природу, але всі впливають на особливості геологічної будови та на геологічну історію регіонів.

21.2. Методика дешифрування космознімків

Космофотогеологічне картування (КФГК) потребує використання геологічних, геофізичних, а також геохімічних матеріалів. Лише комплексний підхід до інтерпретації даних дешифрування дозволяє побудувати достатньо обґрунтовану геологічну модель території, яка вивчається.

Роботам з інтерпретації та картоскладанню передують етап попереднього аналізу геолого-геофізичних матеріалів, на базі яких складається фізико-геологічна модель середовища. Подальші роботи із складання КФГ-карти виконуються в декілька етапів: дешифрування КЗ та інтерпретація геофізичних матеріалів, сумісний аналіз дешифрування і геофізики; перевірні й деталізовані польові дослідження; повторне дешифрування КЗ та додаткова інтерпретація геофізичних даних; розробка легенди і складання КФГ-карти.

Дешифрування КЗ проводиться за загальноприйнятою методикою з виділенням площадкових об'єктів, лінійних та кільцевих структур. На стадії дешифрування площадкових об'єктів треба розглядати дві послідовні операції: 1) аналіз зображення знімку з виділенням об'єктів; 2) визначення геологічного змісту об'єктів. Визначення геологічної природи об'єктів потребує обов'язкового використання геологічних матеріалів (карт), а також аналізу відображення на фотознімках зовнішніх компонентів ландшафту.

Дешифрування слід починати з ділянок, на які є найбільш повні та детальні карти. Ці ділянки використовують як еталони. Дані геологічних карт можуть не збігатися з результатами дешифрування, що потребує їх переосмислення у зв'язку з новою інформацією, особливо при ідентифікації геологічних тіл, які зображені на картах різних авторів. Як свідчить практика дешифрування КЗ, доцільно неодноразово повертатися до одного й того ж знімка з перервою в декілька днів (принцип "повернення").

Після завершення робіт з геологічного дешифрування та інтерпретації зображення на КЗ отримані дані переносяться на фотокарту (фотоплан). В процесі перенесення здійснюється графічне об'єднання віддешифрованих контурів, уточнюється ідентифікація геологічних об'єктів, проводиться ранжування розривних порушень за їх структурною роллю та кінематичними характеристиками і таким чином складається попередній варіант КФГ-карти. На цій стадії інтерпретація відокремлених об'єктів може бути не повною, але якщо вони мають геологічну природу, обов'язково повинні бути відображеними на карті.

Паралельно з дешифруванням КЗ проводиться інтерпретація геофізичних матеріалів (гравітаційні, магнітні, сейсмічні). Далі сумісно аналізуються результати дешифрування КЗ і дані інтерпретації геофізики. На цьому етапі користуються картами, які складені раніше. У роботі також застосовуються комп'ютерні технології, але превалює візуальний метод. У процесі комплексного аналізу вивчаються геохімічні характеристики космогеологічних об'єктів та встановлюються в загальному вигляді закономірності розподілення геохімічних аномалій, пов'язаних у першу чергу з корисними копалинами.

За результатами сумісного аналізу всієї інформації виявляють перелік питань, які потребують вирішення в польових умовах, та складається програма польових робіт. При КФГК польові роботи проводяться в невеликих обсягах, а саме: маршрутні пересічення, обробка еталонних найбільш складних або незрозумілих ділянок, відбір проб на різноманітні види аналізів, організація неважких геофізичних та геохімічних робіт, аеровізуальні спостереження.

Заключний етап КФГК – створення кінцевого варіанта карти в легенді, яка забезпечує найбільшу її інформативність відповідно до завдання.

21.3. Картографічне відображення космогеологічних досліджень

КФГ-карти на відміну від традиційних геологічних містять інформацію про більш глибокі горизонти літосфери. Залежно від геологічної будови району КФГ-карти можуть бути складені в двох видах. Перший вид прийнятний для регіонів розвитку плитних комплексів, другий – для всіх інших. У першому виді застосовується легенда, яка близька до геологічної карти, де площадкові геологічні об'єкти відокремлені за літолого-стратиграфічним принципом. У другому – спеціалізована легенда, де як площадкові об'єкти відокремлюються речовинно-структурні комплекси. Особливе положення мають КФГ-карти територій, які майже повністю перекриті новітніми утвореннями. Такі карти несуть в основному структурне навантаження і тому їх називають космогенетичними.

Незалежно від принципів відокремлення геологічних тіл суттєве значення в змісті карт мають віддешифровані та геологічно проінтерпретовані лінійні й кільцеві об'єкти. Вони відображають розломи та геологічні тіла або структури центрального типу, які виходять на поверхню чи розташовані на деякій глибині. На КФГ-картах, крім того, показують об'єкти, які не одержали впевненої геологічної інтерпретації.

При складанні КФГ-карт застосовується принцип домінантності космічної інформації, за яким на карту виносяться тільки ті геологічні об'єкти, що

дешифруються на КЗ. Геологічні, геофізичні та інші матеріали використовуються тільки для визначення космофотогеологічних об'єктів. Ті об'єкти, які відображені на геологічних картах, але не встановлені на КЗ, на КФГ-карту не виносять. Виключення складають розломи і зони розломів, установлені за геофізичними даними, жильні та дайкові серії.

При складанні легенди до КФГ-карти та виборі умовних позначень застосовують низку засобів, які відмінні від традиційного геологічного картування. Зокрема, легенда площадкових об'єктів може бути побудована за двовимірним принципом, де враховується як склад порід, так і превалюючий характер дислокацій. Для інтрузивних утворень порід з традиційно прийнятим розділенням за петрографічним складом та віком відокремлюються також ділянки переважного розвитку у дешифрувальному контурі тіл інтрузивних гірських порід, які знаходяться на глибині, але не вскриті ерозією. Границі геологічних тіл підрозділяють на надійно та передбачувано дешифрувальні, а також встановлені за геологічними даними.

Лінійні структури (розломи і зони розломів) розділяють за рангом, структурним значенням, глибинністю, а також за часом утворення (якщо це можливо). Градація їх підкреслюється товщиною лінії або кольором у помаранчово-червоній гамі. Розломи, які виходять на поверхню, позначають суцільної лінією, а ті, що перекриті новітніми утвореннями, але встановлені при дешифруванні за їх проявом у ландшафті – штриховою або штрих пунктирною. Застосовані умовні позначки повинні легко читатися та одночасно не заважати сприйняттю інших об'єктів, відображених на КФГ-карті.

Кільцеві геологічні структури або їх фрагменти наносять відмінним від інших контурів кольором. Навісним знаком того ж кольору позначають їх генетичні типи: тектонічні, метаморфогенні, вулканогенні, плутогенні, змішаного та складного генезису (рис. 21.1). Відсутність навісного знаку означає, що генезис кільцевої структури не встановлено, але передбачається її геологічна природа.

Поряд з тими трьома типами геологічних об'єктів відображують дешифрувальні елементи шаруватості та сланцюватості гірських порід або тріщинуватості, концентричні елементи внутрішньої будови кільцевих структур та інші, які мають значення для більш всебічного і глибокого пізнання геологічної будови регіону.

При побудові наступних інтерпретаційних схем або карт на основі КФГ-карти інформація з неї береться вибірково відповідно до існуючих завдань.

Питання для самоконтролю

1. Який рівень генералізації на КЗ масштабом 1:200000?
2. Яку інформацію дозволяють отримувати КЗ континентального рівня генералізації?
3. До якої групи належить інформація на КЗ про структурні поверхні?
4. Як розташувати за рівнем надійності дешифрування такі інтрузії: соскладчасті, передкладчасті та посткладчасті?
5. За якими ознаками визначають еталонні ділянки при дешифруванні КЗ?
6. На які категорії розподіляють межі геологічних тіл на КФГ?

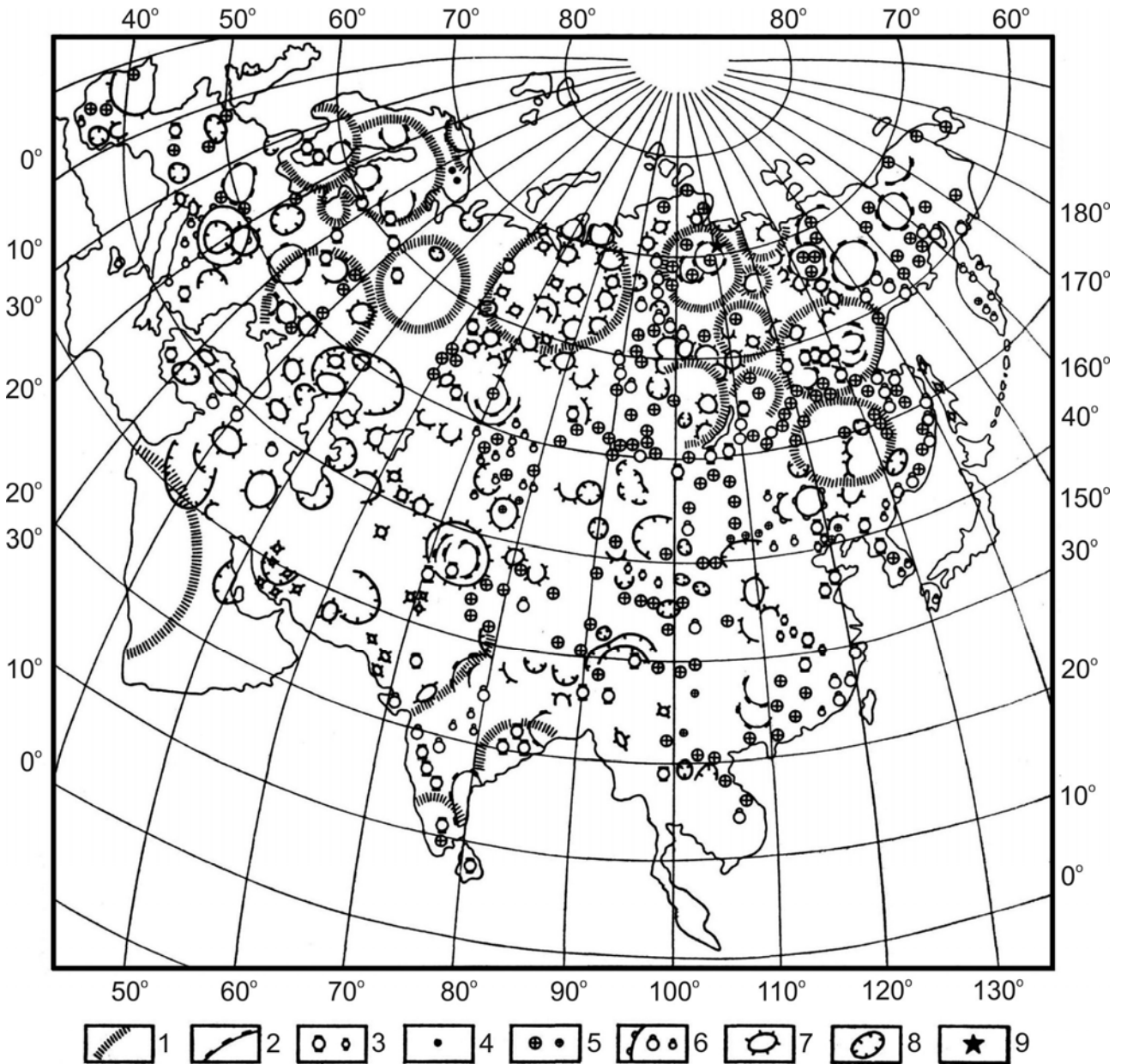


Рисунок 21.1. Схема розташування найбільших кільцевих структур Євразії: 1 – нуклеари; 2 – гнейсові складчасті овали; 3 – граніто-гнейсові куполи; 4 – плутонічні підкорові структури; 5 – плутонічні корові структури; 6 – вулканічні структури; 7 – тектонічні позитивні структури; 8 – тектонічні негативні структури; 9 – імпактні структури