

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ
до виконання самостійних робіт
з курсу "Геоінформаційні технології та геокартування"

1. Редагування стратиграфічної колонки за сучасними вимогами

Стратиграфічні колонки до групи листів складаються за структурно-формаційними (фаціальними) зонами. Якщо районі виділяється кілька одновікових чи різновікових формаційних зон, стратиграфічні колонки будуються кожної зони.

На стратиграфічних колонках повинні бути показані у віковій послідовності всі дочетвертинні відкладення, відомі на вивченій площі, як оголені, так і розкриті свердловинами та гірськими виробками. На колонках відображаються всі серії, що виділяються на геологічній карті, свити, підсвіти, а також товщі, підтовщі, пачки, що маркують горизонти.

Зліва від колонок у віковій послідовності показуються загальні та регіональні підрозділи, з якими зіставляються місцеві та допоміжні підрозділи. При цьому дробність загальної та регіональної стратиграфічних шкал має бути такою самою, як в умовних позначеннях до геологічної карти.

На самих стовпчиках стратиграфічні підрозділи розфарбовуються кольорами, використаними на геологічній карті. У виділених підрозділах склад порід відображається горизонтально розташованими чорними знаками з детальністю, що відображає загальну будову свити.

Характер співвідношень між підрозділами (згодне залягання, структурна незгода тощо) зображується спеціальними знаками. Знаки фауни та флори ставляться на відповідному стратиграфічному рівні.

Поруч із колонкою (ліворуч) вказуються індекси стратиграфічних підрозділів, праворуч наводяться цифри товщини кожного підрозділу (в метрах) та назви місцевих підрозділів. Між колонками проводяться кореляційні лінії, що показують, як зіставляються між собою стратиграфічні (літостратиграфічні) підрозділи різних формаційних (фаціальних) зон. При малих потужностях стратиграфічних підрозділів і дробового розчленування розрізу кореляція дається для найбільш характерних і важливих у практичному відношенні підрозділів.

Вертикальний масштаб колонок вибирається так, щоб можна було відобразити основні особливості внутрішньої будови виділених підрозділів. Колонка будується за максимальними потужностями відкладень. Якщо через велику товщину одного або двох стратиграфічних підрозділів довжина колонки різко збільшується, то допускається робити переривки («розриви») усередині однорідних інтервалів розрізу (не більше двох-трьох на колонку), які зображуються тонкою подвійною (з проміжками 2 мм) хвилястою лінією. Якщо потужності окремих частин розрізу (наприклад, відкладів мезозою і палеозою) різко різні, дозволяється складати їм колонку в різних масштабах, обумовивши це у примітці, поміщеному під колонкою.

Стратиграфічні колонки розміщуються, зазвичай, тому ж аркуші, де даються умовні позначення геологічної карти. При великій кількості чи великій довжині колонок вони можуть бути винесені на окремий лист.

2. Побудова профілю рельєфу за геологічною картою

Побудова рельєфу проводиться згідно методів, опанованих студентами у школі в межах "Фізичної географії" та на курсі "Топографія з основами геодезії". Робота є перевіркою набутих раніше навичок.

3. Побудова плану горизонту за геологічною картою

Будується карта окремого горизонту з тих, що нанесені на геологічну карту з горизонтальними верствами. Обирається горизонт, що виклинюється в межах карти. Будується його контури з урахуванням:

- виклинювання під більш молодими відкладами;
- сучасного ерозійного розчленування.

На карту наносяться ізопахіти (лінії рівних товщин) горизонту. Вони будуються за допомогою визначення товщини горизонту у певній точці на підставі різниці відміток його покрівлі та підосви.

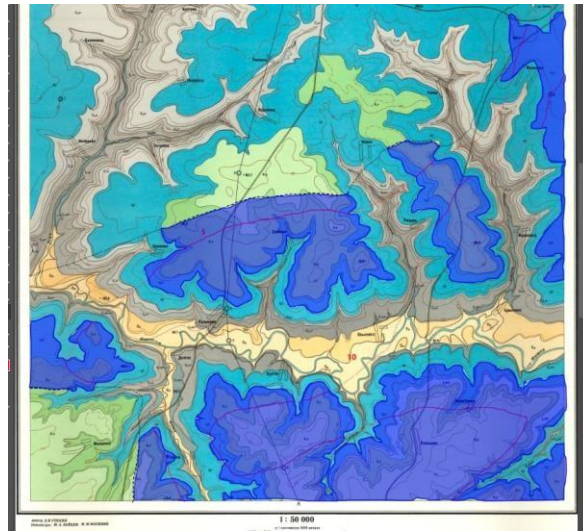


Рис. 3.1.

4. Побудова виходу похилої границі на рельєф

На карті геологічні об'єкти показані в межах своїх геологічних границь - поверхонь обмеження. Границі можуть мати різну орієнтацію у просторі - від горизонтальних до похилих і вертикальних, а нахил поверхні за азимутом може змінюватись на всі 360^0 . Геологічна границя на карті - це лінія перетину поверхні тіла і поверхні рельєфу. Вона за орієнтацією може співпадати з простяганням границі, а може дуже сильно від нього відхилитись. Загальне правило - чим менший кут нахилу поверхні, тим більше це відхилення і тим більш складну форму має лінія виходу контакту на рельєф.

Зокрема, при горизонтальному заляганні форма лінії виходу геологічної границі на рельєф суцільно обумовлена конфігурацією рельєфу (формою ізоліній, якими показаний на карті рельєф).

Положення будь-якої границі на рельєфі можна побудувати, виходячи лише з одного заміру елементів залягання границі. Ця можливість має дуже велике значення при винесенні контурів тіл на геологічні карти. Щоб побудувати на карті вихід границі (контакту), треба мати якісну топографічну основу та елементи залягання границі у точці на поверхні або на відомій глибині.

На місцевості (на схилі балки) спостерігається геологічна границя з елементами залягання - аз. пад. $45 < 20$ (рис. 4.1). Треба побудувати лінію виходу цієї границі на схилах балки.

Алгоритм побудов наступний.

1. Точка заміру позначається на топографічній карті.
2. Від неї проводиться лінія (вектор) падіння і лінія простягання. Лінія простягання має певну висотну відмітку і є стратоізогіпсою.
3. Встановлюється інтервал проведення ізоліній рельєфу на топографічній карті (через 10, 20, 100 м тощо).
4. Проводяться допоміжні побудови. Будується прямокутний трикутник: вертикальний катет - це інтервал між ізолініями рельєфу карти (у масштабі карти), а гіпотенуза має нахил кута падіння геологічної границі. Тоді горизонтальний катет визначає просторове зміщення лінії простягання при зниженні на інтервал між ізолініями рельєфу (в масштабі карти). Ця величина називається *закладанням*.

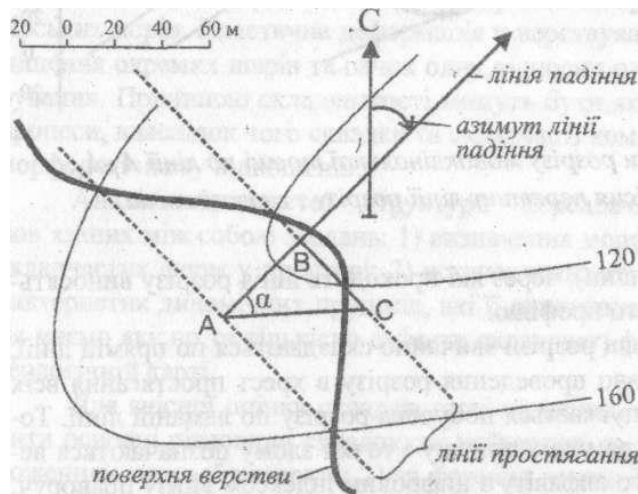


Рис. 4.1

5. На карті від побудованої лінії простягання вздовж лінії падіння відкладаються відрізки закладання (один з них - відрізок AB на рис. 5.1). Ним приписуються висотні відмітки.

6. Від цих точок будуються інші лінії простягання (стратоізогіпси), перпендикулярні лінії падіння. Кожна з них має свою висотну відмітку.

7. На карті помічаються точки перетину ліній простягання і ізоліній рельєфу з однаковими висотними відмітками.

8. Токи з'єднуються плавною кривою. Треба слідкувати, щоб крива перетинала горизонталі тільки у згаданих вище точках перетину. Ця крива лінія і є лінією виходу похилої границі на поверхню рельєфу.

Неважко бачити, що ця лінія не паралельна лініям простягання.

5. Визначення елементу залягання границі з геологічної карти

Є зворотною задачею відносно попередньої. Алгоритм побудов наступний.

1. На карті позначаються точки перетину геологічної границі з ізолініями рельєфу, які мають однакову висоту над рівнем моря.

2. Між такими точками з однаковою висотою проводяться лінії. Вони мають однакові відмітки і тому за визначенням є лініями простягання.

3. Між двома сусідніми лініями проводиться перпендикуляр до обох. Це, за визначенням, є проекція лінії падіння на горизонтальну площину карти.

4. Проводяться допоміжні побудови. Будується прямокутний трикутник: вертикальний катет - це інтервал між ізолініями рельєфу карти (у масштабі карти), а горизонтальний катет дорівнює інтервалу між обраними лініями простягання при зниженні на інтервал між ізолініями рельєфу (в масштабі карти). Гіпотенуза має нахил кута падіння геологічної границі.

5. З трикутника транспортиром вимірюється *кут падіння* границі. З карти транспортиром вимірюється *азимут падіння*. Азимут та кут падіння границі є вирішенням задачі.

6. Істинне падіння по двом видимим на сітці Вульфа

Сітка Вульфа - це особлива проекція півсфери на площину. Проектування проведено таким чином, що при переміщенні будь-якої фігури по сфері її проекція на площину не змінює форми, але змінює розміри. Тому сітку Вульфа ще називають рівноугольною проекцією.

По оточуючому колу діаграми проведено розбивку азимутів. Від правого кінця "екватору", прийнятому за 0^0 , помічені азимути через 10^0 , проти годинникової стрілки та без останнього нуля (як це зроблено на лімбі гірського компасу). В середині діаграми дугами проведені "меридіани" та "паралелі" з кроком у 2^0 . Ними позначаються кути нахилу від 0^0 на краю діаграми до 90^0 у центрі. Кожний десятий градус помічений більш грубою лінією.

Для роботи сітка Вульфа наклеюється на тверду основу (дошку). У центрі проекції розміщується голка, на яку наколюється лист напівпрозорої кальки. Калька повинна перек-

ривати всю діаграму та вільно обертатись на голці. На краю кальки навпроти оточуючого лімба діаграми робиться позначка (стрілка). Так сітка Вульфа готується до роботи.

Проектування орієнтації ліній та площин на сітці проводиться на верхню або нижню півсферу. Це обирається заздалегідь і не міняється при побудовах. У структурній геології прийнято проектування на верхню півсферу. У структурній петрології - на нижню. Це не має значення, тому що результати побудов (у цифрах) будуть однакові, але вигляд діаграм буде різний. В подальшому ми використовуватиме проектування на верхню півсферу.

Для встановлення істинних елементів залягання границі по двом видимим проводяться наступні операції.

1. Стрілка кальки обертанням встановлюється на потрібний азимут першого виміру. Калька фіксується.

2. На лівій частині екватору (на лівому півекваторі) відраховується кут падіння першого виміру від краю діаграми (згідно градацій меридіанів). На кальці ставиться крапка.

3. Те саме (операції 1 - 2) проводяться для другого виміру. На кальці ставиться друга крапка.

4. Обидві крапки обертанням кальки розміщуються на один меридіан у лівій частині діаграми.

5. По стрілці, що на кальці, зчитується азимут істинного падіння, а з меридіану - кут падіння.

Задачу вирішено. Неважко бачити, що застосування сітки Вульфа значно полегшує вирішення таких задач.

7. Істинне падіння границі по трьом точкам

Головним джерелом корисної інформації щодо будови надр при бурінні є керн. За керном можна не тільки описати породи, вивчити їх структуру, текстуру, але й визначити елементи залягання контактів. Однак відзначимо, що останнє завдання вирішувати за допомогою однієї свердловини досить трудомістке, бо воно пов'язане з вилученням орієнтованого керну та точним визначенням просторового положення стовбура свердловини.

Якщо у розпорядженні геолога є дані буріння трьох або більше свердловин, які розкрили похилу поверхню та не розташовані на одній прямій, то істинні елементи залягання можна знайти графічним методом за різницею відміток, про що й піде мова далі.

Абсолютні відмітки шуканої поверхні можна визначити як різницю абсолютної відмітки устя свердловини та глибини залягання даної поверхні від устя. Вихідні дані фіксуються у буровому журналі. Вихідними даними для цієї роботи є схема розташування свердловин та абсолютні відмітки шуканої поверхні (наприклад, покрівлі верстви). Побудови проводяться у вибраному, зручному масштабі. Алгоритм дій наступний.

1. Обирається масштаб карти (плану) та лінія "Північ - Південь" на ній. На карту або план виносяться устя свердловин у обраному масштабі карти (плану). Важливо, щоб їхні співвідношення відповідали реальним координатам розміщення свердловин.

2. Біля кожної свердловини проставляється значення абсолютної відмітки залягання поверхні верстви.

3. Устя свердловин з'єднуються прямими лініями.

4. Лінії розбиваються на пропорційні відрізки так, щоб на них можна було проставити абсолютні відмітки, кратні 10 (або 20, 50, 100 і т. ін.) метрам.

5. Будь-яка лінія, що з'єднує дві точки на двох прямих з однаковими відмітками, є лінією простягання (має уклін = 0). Водночас вона має однакову відмітку. Тому ще ця лінія називається стратоізогіпсою (лінією простягання). За проведеними побудовами всі ізогіпси у межах трикутника паралельні.

6. Тоді, за визначенням, лінія падіння - це перпендикуляр (вектор) до лінії простягання (стратоізогіпси), побудований від довільної точки на цій лінії у бік меншого значення абсолютної відмітки поверхні верстви. Азимут вектора падіння вимірюється транспортиром.

Щоб визначити кут падіння похилої поверхні, треба виконати додаткові побудови.

7. Лінію падіння проводять до сусідньої ізолінії глибини.

8. Проводяться допоміжні побудови. Будується прямокутний трикутник: вертикальний катет - це інтервал між вертикальними відмітками стратоізогіпс (у масштабі плану), а горизонтальний катет дорівнює відстані між обраними стратоізогіпсами у масштабі плану. Гіпотенуза трикутника має нахил кута падіння геологічної границі. Він вимірюється транспортом.

8. Побудова изогіпс поверхні по даним буріння

Найчастіше для побудови карт изогіпс поверхні використовуються дані буріння свердловин. Для побудови карти обирається один якийсь горизонт. Назвемо його опорним.

1. На топографічну основу з рельєфом, відображеним горизонталями, виносяться устя свердловин згідно їхніх координат (рис. 8.1). На рисунку - винесені на топографічну основу свердловини, мережа трикутників та схема пропорційного поділу боків трикутників. Цифри біля позначок свердловин показують їх номер (чисельник) та абсолютну висотну відмітку опорної поверхні (знаменник).

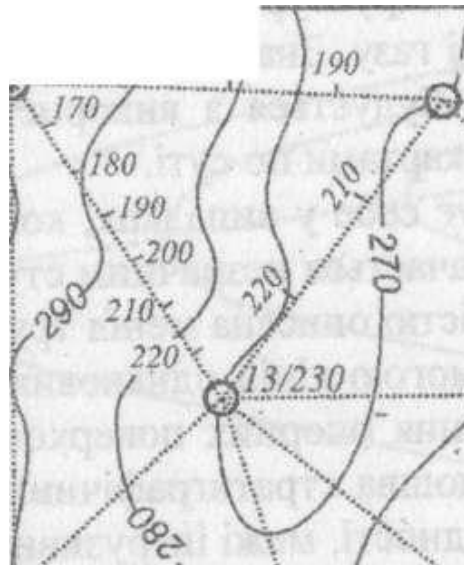


Рис. 8.1.

2. З документації кожної свердловини вибираються дані про глибину, на якій опорний горизонт було пройдено свердловиною. При цьому треба бути впевненим, що свердловина має вертикальний стовбур. Якщо за даними каротажу зафіксовані скривлення, треба їх врахувати.

3. Знаючи глибину опорного горизонту та абсолютну висотну відмітку устя свердловини, обчислюється абсолютна відмітка поверхні.

4. На карті поряд з порядковим номером свердловини вказується абсолютна відмітка поверхні, яка обчислена.

5. Устя усіх свердловин з'єднуються прямими лініями таким чином, щоб утворилася мережа трикутників. Найкращі результати досягаються тоді, коли трикутники рівнобічні. Зрозуміло що в реальній ситуації цього досягти неможливо, але до цього треба прагнути. Деякі вигини опорної поверхні з'являються тільки завдяки неправильно розбитій мережі трикутників, а це небажано.

6. На боках трикутників методом пропорційного поділу наносяться значення висот (глибин), які займають проміжне положення між значеннями на вершинах трикутників (рис. 9.1). Інтерполяцію можна проводити за допомогою спеціальної палетки.

7. Однакові відмітки на боках трикутників з'єднуються плавними кривими лініями, які і є стратоізогіпсами (рис. 8.2). Значення стратоізогіпс обираються виходячи із принципу доцільності: вони мають, з одного боку, в повній мірі нести структурну інформацію, а, з іншо-

го, не повинні заважати сприйманню цієї інформації. На кінцях стратоізогіпс або в спеціальних вирізах наводяться значення їх висоти (глибини).

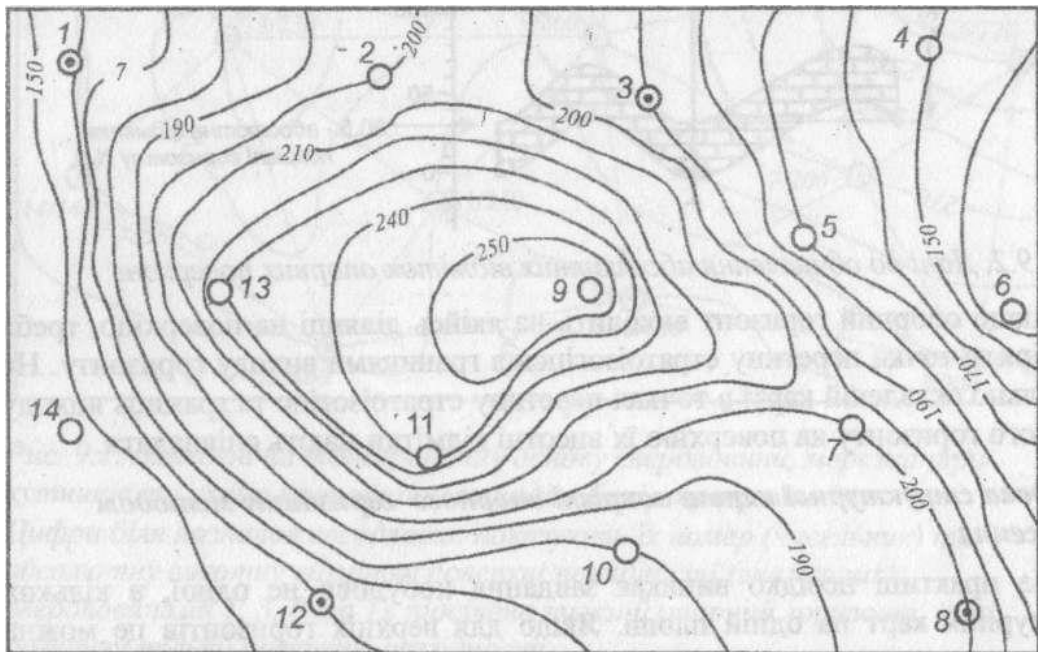


Рис. 8.2.

8. Якщо опорний горизонт виходить на якійсь ділянці на поверхню, треба перевірити точки перетину стратоізогіпс з границями виходу горизонту. На правильно складеній карті в точках перетину стратоізогіпс та границь виходу опорного горизонту на поверхню їх висотні відмітки мають співпадати.

9. Побудова розрізу складчастих товщ

Геологічний розріз - це проекція геологічних границь на вертикальну площину, зорієнтовану у потрібному напрямку. Глибина побудови розрізу залежить від цілей вивчення території та наявності фактичних даних.

Розрізи повинні бути точно узгоджені з геологічною картою - рельєфом, контурами, кольором, крапом, індексами, нахилами границь, товщинами підрозділів. На розрізах відображуються усі геологічні об'єкти, які перетинаються лінією розрізу - інтрузії, розломи, маркуючі горизонти, продуктивні пласти, зони гідротермальних змін порід тощо. На розрізах чорними пунктирними лініями можна показувати продовження геологічних границь вище земної поверхні.

При складанні розрізів треба повністю використовувати дані геологічних спостережень, гірничих виробок, буріння і геофізичних досліджень.

Геологічні розрізи через складчасті області складають переважно вхрест осям складок та з однаковими вертикальним та горизонтальним масштабами. Якість розрізу залежить від повноти інформації, яку має геолог. В ідеальному випадку це повинні бути не тільки дані про падіння верств на крилах складок в межах лінії розрізу, але й характеристика шарніру. Якщо ця інформація є, то побудова розрізу перетворюється на суто технічну роботу. Значно частіше виникає потреба побудови розрізу лише за елементами залягання верств, а буває, що й без них. В останньому випадку може бути побудований лише схематичний розріз.

9.1. Побудова розрізу за елементами залягання верств. На геологічній карті, за якою будують розріз, визначають положення осьових поверхонь складок. На розріз з профілем рельєфу наносяться усі точки перетинання лінії розрізу з геологічними границями та осями складок.

Усі дані про кути падіння, які розташовані на лінії розрізу або неподалік від неї, переносяться на лінію розрізу по простяганню. При необхідності елементи залягання верств можуть бути визначені на карті за пластовими трикутниками. В залежності від відхилення лінії розрізу від лінії падіння верстви, істинні кути падіння перераховуються на видимі.

Одним з важливих завдань при побудові розрізу є визначення глибини залягання шарніру складки у окремому горизонті (глибина перегину даної верстви). Якщо відомий кут занурення шарніру, то це місце визначають за допомогою побудови додаткового елементарного розрізу у площині осі складки так, як це показано на рис. 9.1.

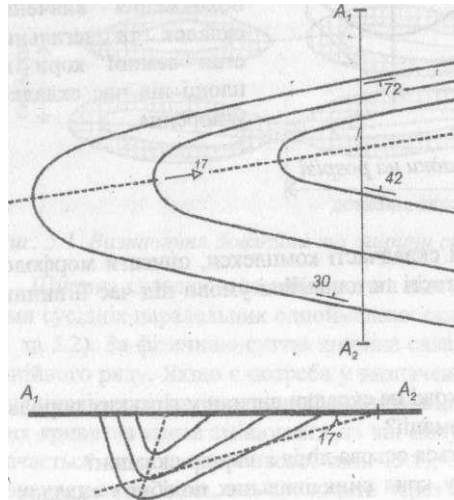


Рис. 9.1. Побудова розрізу синклінальної складки

У разі, коли є тільки дані про елементи залягання верств, місця перегину поверхонь можуть бути визначені з використанням метода радіусів (за В.М. Вебером). Для цього проводять наступні побудови.

1. У кожній точці на розрізі, де винесені елементи залягання, до напрямку падіння верств будують перпендикуляри, які ділять увесь розріз на сектори.

2. Верстви, які залучаються до кожного з секторів, креслять з допомогою циркуля. Ніжку циркуля розміщують у точці перетинання двох суміжних перпендикулярів. Від точок виходу верств на поверхню в кожному секторі проводять дуги (рис. 9.2).

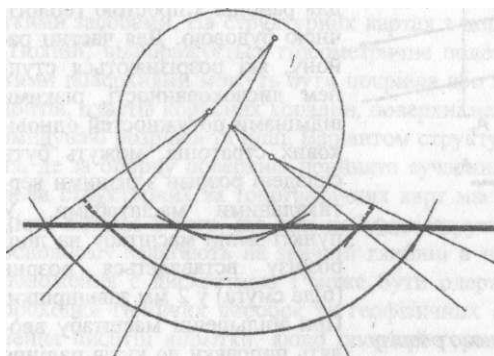


Рис. 9.2. Побудова розрізу синклінальної складки методом радіусів

3. Далі ніжку циркуля переставляють до наступної точки перетинання перпендикулярів і подовжують верстви у сусідньому секторі. У тих випадках, коли перпендикуляри виявляються паралельними, верстви між ними проводять у вигляді прямих ліній згідно видимим кутам падіння.

Методом Вебера на розрізах будуються циліндричні (концентричні) складки, тому цей метод не може бути застосований для побудови складок з неоднаковою товщиною верств на крилах та у замку.

9.2. Побудова схематичного геологічного розрізу. На практиці іноді виникає потреба у побудові схематичних розрізів для ділянок карт зі складчастою структурою, на яких не показані елементи залягання. У такій ситуації треба використовувати загальні дані про властивості складок.

Якщо рельєф відлогий, то менший уклін має крило з більш широким виходом верств на поверхню. У синклінальних складок осьова поверхня нахилена у бік більш крутого крила, у антиклінальних - навпаки.

Глибина перегину верстви звичайно визначається як половина відстані між виходами верстви на поверхню на лінії розрізу. Форма замикання складки на глибині близька формі замикання складки у плані:

- якщо у плані замикання стрілчасте, то стрілчасте воно й на розрізі;
- параболічне у плані - параболічне й на розрізі, і т. ін.

9.3. Побудова розрізів для різних структурних поверхів. Для районів, які мають двоповерхову геологічну будову (наприклад, нескладчастий осадовий чохол та складчаста область під ним) можлива побудова розрізу з різними вертикальними масштабами. Поверхи розрізняються ступенем дислокованості, відмінами товщин стратонів, наявністю/відсутністю магматизму тощо.

Збільшення вертикального масштабу припустимо лише для поверху з простою геологічною будовою (за звичай - верхнього). У пункті зміни масштабу на лінії розрізу вставляється розрив (біла смуга) у 2 мм завширшки.

10. Визначення елементів складки

Орієнтація елементів складки (кута складки, нахилу шарніру, осьової поверхні) встановлюється на підставі вимірювань залягання крил складки. Зручно встановлювати геометричні елементи складки за допомогою сітки Вульфа. Проводяться наступні операції.

1. Стрілка кальки обертається встановлюється на потрібний азимут виміру падіння першого крила складки. Калька фіксується.

2. На *лівій* частині екватору (на *лівому* півекваторі) відраховується кут падіння першого виміру від краю діаграми (згідно градацій меридіанів). На кальці накреслюється даний меридіан (дуга). Це - проекція площини першого крила складки на діаграму.

3. Те саме (операції 1 - 2) проводяться для другого виміру залягання другого крила. На кальці з'являється друга дуга, проекція площини другого крила складки на діаграму.

4. Точка **1** перетину дуг - це проекція лінії шарніру складки на діаграму (за визначенням). Обертанням кальки точка 1 ставиться на *лівий* півекватор.

5. По стрілці, що на кальці, зчитується *азимут нахилу шарніру*, а з меридіану - *кут нахилу*. Задачу визначення орієнтації шарніру складки вирішено.

6. Дуга-проекція першого крила обертається на "свій" меридіан, по якому вона накреслювалась. Вздовж дуги від точки шарніру по паралелях відраховується 90^0 . Там на дузі ставиться ще одна точка 2. Ця точка - це проекція на діаграму перпендикуляру до лінії шарніру, побудованого у площині першого крила.

7. Те саме робиться для дуги-проекції другого крила. Отримуємо точку 3, яка є проекцією на діаграму перпендикуляру до лінії шарніру, побудованого у площині другого крила.

8. Точки **2** та **3** обертанням кальки розміщуємо на один меридіан діаграми. Прокреслюємо дугу **2-3** по меридіану. Це - побудова площини, перпендикулярної до лінії шарніру. Кальку фіксуємо.

9. Вздовж дуги **2-3** рахуємо *кількість градусів* між точками **2** та **3** по паралелях. Задачу визначення кута складки вирішено.

10. На дузі **2-3** ставимо точку **4**, яка поділяє дугу на рівні частини.

11. Точку **1** (шарнір) та точку **4** (середину дуги) обертанням кальки розміщуємо на один меридіан у *лівій* частині діаграми. Кальку фіксуємо. Прокреслюємо дугу меридіану на кальці. Це ми побудували проекцію бісектральної площини, яка поділяє кут складки навпіл - тобто, *осьову поверхню складки* за визначенням.

12. По стрілці, що на кальці, зчитується *азимут нахилу осьової поверхні*, а з меридіану - *кут її нахилу*. Задачу визначення орієнтації осьової поверхні складки вирішено.

11. Простеження складок на геологічній карті

На навчальній геологічній карті аналізуються складки території. По карті прокреслюються вісі синкліналей та антикліналей, вказується їхня довжина та ширина. Звертається увага на можливе розгалуження/злиття вісей складок, області їхнього периклінального або центриклінального замикання.

12. Визначення віку складчастості

Проводиться на підставі аналізу геологічної карти. Вік складчастості визначається за віком пов'язаного з ним кутового неузгодження. На карті визначаються ці неузгодження на підставі власне карти, геологічного розрізу, стратиграфічної колонки та легенди.

Вік складчастості визначається як такий, що молодший від віку наймолодших верств, зім'ятих у складки, та древніший від віку найдревніших верств, не зім'ятих у ці складки (рис. 12.1). Визначаються епохи складчастостей (каледонська, герцинська тощо). Визначаються структурні поверхні території.

13. Орієнтація еліпсоїду деформацій по тріщинуватості

Тріщини у гірських породах виникають як результат деформації, яка перевищує межу міцності породи. Твердотільна деформація описується *тензором деформації*, який геометрично можна представити у вигляді трьохвісьового еліпсоїду (рис. 13.1). Він має три вісі - вісь максимального розтягнення (σ_1) максимального стиснення (σ_3) та проміжну (σ_2).

Виділяють тріщини сколу та відриву. Вони утворюються сумісно або поодиноці, займаючи закономірне положення відносно напрямків деформації. Це дозволяє встановити орієнтацію осей колишньої деформації, якщо відома орієнтація народжених нею тріщин.

Робота проводиться на сітці Вульфа. Вихідними даними є виміри залягання тріщин скалування та відриву. Алгоритм дій наступний.

1. Припустимо, що в нас є виміри двох різних тріщин сколу. На сітці будується проекція однієї тріщини як дуга, що перетинає діаграму.

2. Так само будується проекція другої тріщини.

3. Точка перетину дуг з'єднується з центром діаграми. Ця лінія є віссю σ_2 .

4. Далі аналізується гострий кут між тріщинами сколу. Проводиться побудова допоміжної площини, яка перпендикулярна до вісі σ_2 .

5. Дуга-проекція першої тріщини крила обертанням кальки повертається на "свій" меридіан, по якому вона накреслювалась. Вздовж дуги від точки σ_2 по паралелях відраховується 90° . Там на дузі ставиться ще одна точка *I*. Ця точка - це проекція на діаграму перпендикуляру до лінії вісі σ_2 , побудованого у площині першої тріщини.

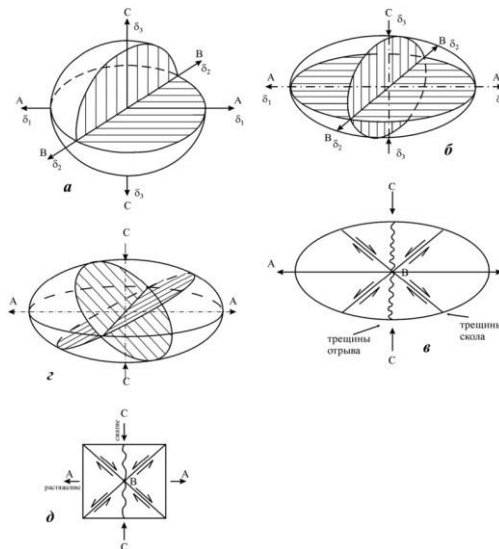


Рис. 13.1. Еліпсоїд деформації

6. Те саме робиться для дуги-проекції другої тріщини. Отримуємо точку **2**.

7. Точки **1** та **2** ставимо на один меридіан у лівій частині діаграми і прокреслюємо дугу меридіану **1-2**. Отримуємо дугу-проекцію площини, перпендикулярної до вісі σ_2 .

8. Вздовж дуги **1-2** рахуємо *кількість градусів* між точками **1** та **2** по паралелях. На дузі **1-2** ставимо точку **3**, яка поділяє дугу на рівні частини. Точку σ_2 та точку **3** (середину дуги) обертанням кальки розміщуємо на один меридіан у *лівій* частині діаграми. Кальку фіксуємо. Прокреслюємо дугу меридіану на кальці. Це ми побудували проекцію бісектральної площини, яка поділяє кут між тріщинами навпіл.

9. Вздовж дуги σ_2 -**3** від вісі σ_2 по паралелях відраховується 90° . Там на дузі ставиться ще одна точка. Вона поєнується з центром діаграми. Лінія - це вісь σ_1 .

10. Вісі σ_1 та σ_2 обертанням кальки встановлюємо на один меридіан у *лівій* частині діаграми. Прокреслюємо дугу меридіану на кальці. Кальку фіксуємо. Вздовж екватору відраховуємо 90° . Ставимо точку на екваторі і поєднуємо її з центром діаграми. Лінія - це вісь σ_3 .

14. Розрахунок істинної амплітуди зміщення по розлому

Робота проводиться методом ізоліній. Вихідними даними є:

- простягання та кут падіння лінії розлому на карті;
- орієнтація (азимут та кут падіння) геологічної границі, що зміщена розломом; вона розбита на дві частини, що розміщуються тепер у різних блоках;
- видима на карті горизонтальна амплітуда зміщення границі вздовж розлому;
- азимут напрямку істинного зміщення блоків по даному розлому.

Алгоритм дій наступний.

1. Визначаємо масштаб плану побудов. Прокреслюємо лінію "Північ - Південь".

2. Наносимо на план лінію розлому згідно його природної орієнтації.

3. Згідно кута його падіння будуємо серію ізогіпс поверхні розлому на глибину з певним кроком по глибині (100, 200, 500 м - за вибором). Горизонтальну відстань на плані між ізогіпсами визначаємо побудовою допоміжного трикутника згідно алгоритму з *задачі 4*.

4. Наносимо на план лінію геологічної границі у висячому блоці згідно її природної орієнтації. Згідно кута її падіння будуємо серію ізогіпс поверхні границі на глибину з тим самим кроком по глибині (100, 200, 500 м - який обрано). Побудови ведуться аналогічно п. 3.

5. Точки перетину ізогіпс розлому та ізогіпс границі з однаковими відмітками з'єднуємо плавною лінією. Вона належить водночас і площині розлому, і площині границі. Тому ця лінія є *лінією перетину (схрещення) розлому та границі*.

6. Від точки перетину побудованої геологічної границі з розломом *вздовж розлому* на плані *згідно амплітуди видимого зміщення* ставимо точку перетну геологічної границі з роз-

ломом у протилежному (лежачому) блоці. Від цієї нової точки будуємо продовження зміщеної границі у лежачому блоці.

7. Для границі у лежачому блоці будуємо таку саму множину ізогіпс поверхні з тим самим кроком (як у п. 4).

8. Будуємо лінію схрещення границі та розлому для цього блоку (згідно п. 6).

9. Від однієї лінії схрещення до іншої будуємо вектор істинного зміщення згідно його орієнтації, заданої умовами задачі.

10. Визначаємо параметри істинної амплітуди зміщення по розлому. Проводяться допоміжні побудови. Будується прямокутний трикутник:

- вертикальний катет - це інтервал між відмітками побудованого вектору зміщення (у масштабі плану);

- горизонтальний катет - це довжина побудованого вектору (у масштабі плану);

- гіпотенуза - це амплітуда вектору істинного зміщення. Довжина визначається згідно масштабу плану (графічних побудов).

Кут нахилу вектору амплітуди - це кут зміщення (в залежності від типу зміщення - нахилу чи повстання). Вимірюється транспортиром.

Таким чином, ми отримали повну характеристику вектора зміщення по розлому: азимут зміщення - з умов задачі, амплітуду та кут нахилу - з графічних побудов.

15. Реєстрація растру у ГІС-програмі

Це - стартова операція при графічній (цифровій) обробці старих растрових карт та планів. Проводиться на прикладі державних топографічних карт м-бу 1 : 100 000 стандартної розграфки. Вони не є секретними растровими (піксельними) зображеннями.

ГІС-програми дозволяють працювати як з растровими, так і з векторними зображеннями. Обидва варіанти - на реальних координатах віртуального глобусу. Тому реєстрація растру у ГІС-програмі - це прив'язка растру до цього віртуального глобусу.

У обраній ГІС-програмі проводяться операції прив'язки певних пікселів зображення до певних (відомих заздалегідь) координат. Піксель з наданими йому координатами називається опорною точкою. Прив'язка растру потребує не менше 4-х таких точок для бажаної точності проектування.

У якості опорних точок для зазначених топографічних карт доцільно використовувати кутові точки рамки карти, тому що для них координати позначені на самій карті. Засобами ГІС-програми проводиться присвоєння певному пікселю карти (куту рамки карти) реальних координат. Так оброблюються усі 4 кути. В результаті карта опиняється "наклеєною" на віртуальний глобус. Інформація з карти стає доступною для подальшої обробки.

16. Побудова карти алювію по топокарті у ГІС-програмі

На основі вирішення завдання 15 проводиться побудова нового векторного слою.

Зміст інформації на ньому - контури сучасного алювію в межах заплав річкової сітки території. Заплава - це частина долини, яка заливається водою у повінь. На топографічній карті вона виділяється малюнком ізоліній рельєфу, відсутністю забудови та можливою заболоченістю і наявністю стариць.

Контури заплави треба проводити таким чином, щоб відмітки її границі по обидві боки долини були однакові.

Контури заплав будуються як полігони. Через те, що контури ці дуже звивисті, за один раз їх оконтурити неможливо. Потрібно будувати кілька полігонів з частковим перекриттям, а потім об'єднувати їх за допомогою булівських операцій, вбудованих у ГІС-програму. Після такого об'єднання потрібна перевірка полігонів на відсутність перекручувань, непотрібних дірок та подвоєних зайвих вершин.

По завершенні об'єднання проводиться перевірка побудованих контурів на топографічну коректність стосовно правила, наведеного вище.

17. Опис стратиграфії по геологічній карті

На початку глави дається загальна характеристика зведеного стратиграфічного розрізу району. Потім послідовно, починаючи з найдавнішої, описуються всі виділені в районі свити (товщі). Опис ведеться за такою схемою:

- загальна характеристика свити (товщі),
 - основні ділянки поширення,
 - взаємовідносини з підстилаючими та перекриваючими утвореннями,
 - перелік більш дрібних стратиграфічних підрозділів, що виділяються у складі свити (товщі);
 - характеристика у віковій послідовності, починаючи з найдавнішої, підсвіт (підтовщ):
 - основні типи порід,
 - основні риси будови,
 - відмінні риси, поширення, ключові ділянки та оголення,
 - умови залягання,
 - типові розрізи,
 - фаціальні зміни,
 - відомості про знахідки викопних органічних залишків.
 - літолого-петрографічна, геохімічна та петрофізична характеристика порід;
 - обґрунтування віку свити за сукупністю всіх даних, порівняння її зі стратотипом.
- Якщо підсвіту (свиту) поділено на пачки, зазначені відомості наводяться окремо для кожної пачки.

18. Опис магматизму по геологічній карті

Розділ починається з перерахування інтрузивних та вулканічних комплексів. Далі наводиться опис кожного комплексу від давніх до молодих за наступною схемою:

- загальна характеристика комплексу,
- основні ділянки поширення,
- взаємини з іншими стратиграфічними та нестратиграфічними підрозділами;
- перелік підкомплексів (фаз, зон тощо), що виділяються у складі комплексу, та їх послідовна характеристика: відмінні особливості, основні ділянки поширення, ключові ділянки та оголення, умови залягання, морфологія контактів, взаємовідносини з іншими комплексами (фазами); фізичними характеристиками (якщо комплекс не розчленований на підкомплекси або фази, зазначені відомості наводяться для комплексу в цілому);
- обґрунтування віку комплексу із сукупності даних;
- порівняння з одновіковими утвореннями інших районів.

19. Опис тектоніки по геологічній карті

Визначається становище району у тектонічній структурі регіону, перераховуються основні структурні підрозділи (структурні поверхи чи яруси, складчасті комплекси, головні тектонічні зони). Далі наводиться опис із використанням геофізичних та інших матеріалів кожного структурного підрозділу, меж між ними — поверхонь неузгоджень, зон розривних порушень, зминання, меланжу тощо.

У межах основних структурних підрозділів виділяються конседиментаційні, метаморфогенні, магматогенні та деформаційні тектонічні структури. Для кожної тектонічної структури описуються генетичний тип, морфологія, розміри, характерні структурні форми та співвідношення із сусідніми структурами. Для конседиментаційних структур встановлюється зв'язок із фаціальними особливостями відкладень та його потужностями.

Для кожної магматогенної структури характеризується поведінка окремих тіл стосовно вулканічним центрам та доінтрузивним розломам.

При характеристиці деформаційних тектонічних структур розглядаються основні післякладчасті та складові розривні порушення, великі складчасті форми, найважливіші системи другорядних розривних порушень, тектонічних тріщин, дрібних складок, поверхонь кри-

сталізаційної сланцюватості та кліважу. Визначаються закономірності поєднань структурних форм та тектонічних структур, виділяються структурні парагенези, час та послідовність їх утворення.

20. Складання легенди геологічної карти

Наявність легенди карти – одна із найважливіших її складових. Легенда деталізується стосовно специфіки геологічної будови кожного аркуша, а інколи й різних його частин. Легенда (система умовних знаків) являє собою систематизоване зведення всіх використаних на карті і розрізах умовних знаків і пояснень їх змісту.

Легенда складається з таких блоків:

- геологічні підрозділи;
- знаки речовинного складу порід;
- взаємовідносини геологічних підрозділів (елементи залягання верств, геологічні границі), інші елементи геологічної будови (розривні порушення, осі складок, флексури та ін.);

- інші позначення (місцезнаходження викопних органічних залишків і т.ін.).

Перший блок легенди - умовні позначення геологічних підрозділів - у залежності від типу та складності геологічної будови вивченої площі має різні способи побудови й форми зображення.

Основним є спосіб побудови першого блоку легенди у вигляді двох вертикальних рядів, у лівому з яких розташовані позначення стратиграфічних підрозділів (світ, підсвіт, товщ і т.ін.), а в правому - нестратифікованих (комплексів, підкомплексів, фаз). Ліворуч від цих рядів розташовується відповідна частина загальної геохронологічної шкали (належність до її підрозділів може показуватися за допомогою фігурних дужок), праворуч - короткий пояснювальний текст, що вміщує найменування й таксономічний ранг геологічних підрозділів, відомості про їх речовинний склад та товщини. Знаки стратиграфічних і нестратифікованих підрозділів розташовуються в точній відповідності з їх положенням у загальній геохронологічній шкалі. Доведене вікове скочвання границь підрозділів зображується похилою лінією, нижній та верхній кінці якої розташовуються на відповідних часових рівнях.

Умовні знаки геологічних підрозділів будуються у вигляді матриць або мікроколонок, що складаються із суцільно розташованих по вертикалі або горизонталі прямокутників, розташування яких відображає положення в розрізі й по латералі світ, товщ, комплексів та їх більш дрібних складових - підсвіт, підтовщ, підкомплексів, фаз.

Характер контактів між підрозділами відображається конфігурацією нижньої лінії, яка обмежує мікроколонку або прямокутник.

Суцільні колонки прямокутників треба робити для підрозділів розрізу, які відносяться до єдиного циклу осадконакопичення (наприклад, для світ, що розчленовані більш дрібно) і для єдиних багатофазних вулканогенних та інтрузивних комплексів.

Усі прямокутники й мікроколонки фарбують кольором цих підрозділів, як на карті. Індокси підрозділів проставляють всередині прямокутників. При фаціальній мінливості або неоднаковій детальності розчленування підрозділу в різних частинах району умовний знак підрозділу конструюється з прямокутників різної форми й величини.

Для нестратифікованих підрозділів число прямокутників з відповідними символами визначається кількістю найбільш широко розповсюджених порід, менш розповсюджені різновиди речовинного складу з їх символами перелічуються в надписах.

Позначення пов'язаних з конкретними інтрузивними й ультраметаморфічними комплексами дайок, жильних і гідротермально-метасоматичних утворень показуються в окремих прямокутниках, розташованих праворуч і разом з прямокутниками відповідних комплексів (підкомплексів, фаз).

Належність світ до серії показується за допомогою фігурної дужки, яка охоплює зліва умовні позначки світ, назва серії при цьому пишеться так, щоб початок її було повернено до нижнього краю аркуша.

Геологічні підрозділи, що не виходять на поверхню і не відображені на карті, але зображені на розрізах, показують в легенді на відповідному геохронологічному рівні й супроводжують вказівкою «тільки на розрізі». Стратиграфічні та нестратифіковані підрозділи, які приймають участь в геологічній будові району, але не відображені на графічних матеріалах, в легенді не фарбують.

Якщо на окремих геохронологічних (стратиграфічних) інтервалах розвинуті різні за складом підрозділи, які характеризують різні структурно-фаціальні (структурно-формаційні) зони (підзони), то легенда будується за зональним принципом: для кожної зони (підзони) у межах цих інтервалів складаються окремі вертикальні ряди умовних позначень стратиграфічних і нестратифікованих підрозділів-мікроколон, прямокутників та їх сполучень з пояснювальним текстом і точною прив'язкою до геохронологічної шкали, розташованої в лівій частині легенди. Над вертикальними рядами позначень даються географічні назви зон (підзон), а на вільних місцях зарамочного поля карти розміщуються схеми геологічного (палеотектонічного, палеогеографічного, структурно-фаціального) районування для вказаних часових інтервалів, на яких відображається розташування зон, їх назви й геологічний зміст. Масштаб схем - 1:500 000 - 1:1 000 000.

У районах покривно-складчастої будови, які характеризуються розвитком тектонічних покривів, що розрізняються складом і повнотою розрізів, допускається позначення геологічних підрозділів окремими блоками для кожної з цих структур. У цьому випадку блоки умовних позначень подаються послідовно (знизу вгору) від зовнішньої структури до внутрішньої (наприклад, для складчастих Карпат - Скибовий покрив, Кросненська зона, Чорногірський покрив, Дуклянський покрив і т.ін.) і підписуються зверху географічною назвою структури із зазначенням її тектонічної природи (наприклад, Самбірський покрив, Покутська зона насувів тощо). Будова легенди для кожної структури підпорядковується правилам, наведеним вище. Для блоку умовних знаків кожної структури вказують систему, відділ та ярус, до яких відносяться виділені підрозділи.

При використанні охарактеризованої форми легенди доцільно наводити схему кореляції геологічних підрозділів. Вона складається у вигляді таблиць, вертикальні стовпці якої відповідають тектонічним, структурним (структурно-фаціальним) зонам і т. ін., що наведені в легенді. Зліва від них розташовується загальна стратиграфічна шкала (до ярусного розчленування) в індексах і шкала регіональних підрозділів. В середині вертикальних стовпців на відповідних стратиграфічних рівнях індексами позначаються підрозділи, які характеризують розріз кожної з виділених структур (зон тощо).

Якщо на площі аркуша присутні розчленовані й нерозчленовані утворення одного віку, то позначення нерозчленованих утворень розташовуються або над позначеннями розчленованих, або правіше, на одному рівні з останніми.

При комп'ютерному відтворенні карти всі знаки в прямокутниках і індекси порід у пояснювальних записках підлягають нумерації (оцифровці) зверху вниз, що не відображається при тиражуванні карти.

При складанні інших блоків легенд слід керуватись відомими макетами. Можливе застосування й інших форм, як основних, так і допоміжних блоків легенди. Обов'язковим при цьому є точне дотримання умов їх компактності й високої інформативності, зручності сприйняття й раціонального розташування.

Література

Організація та проведення геологічного довивчення раніше закартованих площ масштабу 1:200000, складання та підготовка до видання Державної геологічної карти України масштабу 1:200000. - К., 1999;