

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ІВАНА ФРАНКА**

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
ДО ЛАБОРАТОРНИХ ЗАНЯТЬ
зі структурної геології та геологічного картування
"ГЕОМЕТРИЧНІ ОСНОВИ СКЛАДАННЯ ГЕОЛОГІЧНИХ КАРТ"

Львів 2016

Методичні вказівки до лабораторних занять зі структурної геології та геологічного картування для студентів II-го курсу/ укл.: Богданова М.І.
– Львів: Львівський університет імені Івана Франка, 2016. – с.

Укладач: Богданова М.І.

Рецензент: Сіворонов А.О.

Відповідальний за випуск:

Редактор:

Відповідальний за друк:

Затверджено
на засіданні кафедри загальної та регіональної геології
(протокол № 14 від 6 квітня 2016 р.)

Зміст

Вступ.....	3
1.Елементи залягання поверхні.....	5
2. Аналіз геологічних карт із зображенням горизонтальної структури.....	8
3. Операції з геологічними поверхнями.....	11
3.1. Визначення елементів залягання геологічної поверхні за трьома точками.....	12
3.2.Визначення елементів залягання нахиленої геологічної поверхні за допомогою стратоізогіпс.....	18
3.3. Визначення кута видимого нахилу геологічної поверхні в скісному розрізі.....	20
3.4.Визначення елементів залягання геологічної поверхні за двома спряженими скісними розрізами (задача шурфу).....	25
4.Потужність плаstopодібного тіла.....	29
4.1.Визначення істинної потужності пласта за видимою потужністю і кутом падіння, виміряними вхрест простягання пласта.....	30
4.2.Визначення істинної потужності шару за видимою потужністю, виміряною у скісному розрізі.....	34
5.Побудова виходу нахилено залягаючого шару (пласта) на топооснові....	40
6.Незгідності та їх типи.....	43

ВСТУП

Структурна геологія займає ключове положення в розумінні геології як Землі загалом, так і дрібних її частин. Вона вивчає, з одного боку, геометрію і просторові співвідношення геологічних тіл, а з іншого – процеси, які встановили ці співвідношення.

Головним методом структурної та польової геології є структурно-геометричний (або геометричний метод). Він слугує для вивчення зовнішнього вигляду (форми, розмірів) структурних форм, доступних прямому спостереженню в процесі геологічної зйомки. Оскільки будь-які форми залягання гірських порід можна уявити в вигляді геометричних фігур, то у процесі їхнього вивчення проводять геометричні дії, пов'язані з вимірюванням і обчисленням різних елементів цих природних фігур.

Методи структурної геології спрямовані на збір польових матеріалів і представлення їх у зручній для аналізу та інтерпретації формі. Такою формою є геологічна карта. Геологічне картування продовжує слугувати головним джерелом структурних даних.

В основі складання геологічних карт лежать деякі прості геометричні закони, що пов'язують геологічну будову (структуру) з рельєфом поверхні Землі.

Геологічна структура являє собою сукупність геологічних тіл, різних за складом і походженням : осадові шари, складки, вулканічні покрови і потоки, інтрузивні масиви, розривні порушення. Геологічні тіла мають неоднакові розміри і відрізняються за формою. Форми перебування у земній корі геологічного тіла називають структурними формами, або формами залягання,

Під заляганням розуміють просторове положення в земній корі геологічних тіл(шарів,пластів,товщ,тощо), а також їхнє положення по відношенню до підстиляючих або вміщуючих порідІ до первинного їх положення. Просторове положення геологічних тіл визначається їх елементами залягання,тобто простяганням та падінням. Відносно підстиляючих товщ відрізняють згідне та незгідне залягання; відносно початкового положення

шарів вирізняють первинне (непорушене) і вторинне (порушене, утворене внаслідок деформацій первинних структурних форм).

Будь-яке геологічне тіло завжди обмежене геологічними поверхнями: тіла пластоподібні – **поверхнями нашарування** (покрівля і підшва), тіла інтрузивні – **поверхнями контакту**, розривні порушення являють собою **поверхні зміщувачів, або власне зміщувач.**

Головним об'єктом аналізу є взаємне просторове розміщення тих геологічних поверхонь, які в сукупності й визначають форму, розміри та ступінь порушення геологічного тіла. Звідси стає зрозумілою важливість уміння оперувати з геологічними поверхнями.

Рельєф земної поверхні, з яким перетинаються геологічні поверхні, знаходить свій вираз на карті з горизонталями (топографічній основі). Створення такої карти – компетенція геодезистів. Однак геолог має досконало володіти методом читання такої карти і виконувати на ній будь-які операції.

Отже, перед геологом постають два завдання: перше - скласти правильне уявлення про геологічні тіла у природній обстановці, визначити елементи залягання площин, які обмежують ці тіла, і нанести все на топографічну основу, тобто побудувати геологічну карту. Інше завдання – обернене першому – прочитати раніше складену геологічну карту і скласти правильне уявлення про геологічну структуру, зображену на ній.

Мета даних методичних вказівок – допомогти студентів-геологу оволодіти прикладними методами геологічного картування. Матеріал викладено, починаючи від способів опрацювання елементарних геометричних форм, які використовуються в геології: геологічна площина, елементи залягання геологічних площин, потужність шару.

Видання має на меті навчити студентів основ читання та побудови геологічних карт, розвинути просторову уяву і підготувати до навчальної практики з геологічного картування.

В основу даних методичних вказівок покладені методичні розробки колишніх викладачів кафедри загальної та регіональної геології А.В. Алексеєнка, І.О. Ковальчука, І.О. Марушкіна, Ю.Ф. Мисника, В.І. Павлова, Д.П. Резвого, В.В. Шевчука.

Кожен розділ посібника містить роботи для самостійного опрацювання, виконання яких для успішного засвоєння курсу є обов'язковим.

1. Елементи залягання геологічної поверхні

Кожна ділянка геологічної поверхні (покрівля та підосва шару, поверхня незгідності, контакт інтрузивного тіла, змішувач розлому), ототожнена на певній незначній відстані з площиною, може бути орієнтована у просторі за допомогою її елементів залягання. У це поняття входить лінія простягання, лінія падіння та кут падання. Напрямки цих ліній визначаються їх азимутами.

Азимутом заданого напрямку називається правий горизонтальний кут між північним напрямком географічного меридіана та шуканим напрямком, тобто це правий кут між проєкціями на горизонтальну площину меридіана та шуканого напрямку (лінії ходу, лінії падіння та ін.).

Лінія простягання будь-якої геологічної поверхні – це лінія перетину цієї поверхні з горизонтальною площиною. Таким чином, будь-яка горизонтальна лінія, що перебуває на геологічній поверхні, є лінією простягання. Положення у просторі лінії простягання характеризується азимутами обох її кінців, що відрізняються один від одного на 180° .

Лінією падіння називається вектор, перпендикулярний до лінії простягання, який розташований на геологічній поверхні та спрямований в бік її нахилу. Ця лінія утворюється в результаті перетину геологічної поверхні вертикальною площиною, перпендикулярною до лінії простягання. Лінія падіння характеризується азимутом лише одного свого кінця, спрямованого вниз.

Кут падіння геологічної поверхні – це кут між лінією падіння та її проекцією на горизонтальну площину. Він змінюється в межах $0-90^\circ$ і вимірюється кудинометром гірничого компаса або транспортиром на профілі. Запис елементів залягання у повній формі виглядає так:

Аз. простягання ПнС - 45° - ПдЗ - 225°

Аз. падіння ПдС - 135°

Кут падіння $\angle 45^\circ$

Оскільки лінія простягання завжди перпендикулярна до лінії падіння, то скорочений варіант запису може бути таким:

Аз. пад. ПдС - $135^\circ \angle 45^\circ$

У геологічній практиці слово "лінія" часто випускають і кажуть: "простягання", падіння" та "кут падіння". Широко застосовується вираз "вхрест простягання", який вказує, що проходка гірничої виробки, проведення маршруту чи побудова профілю здійснюються перпендикулярно до лінії простягання шарів. Будь-який інший напрям вважається скісним ("косим").

Трикутник, утворений лінією падіння, її горизонтальною проекцією та вертикальною лінією, називають **трикутником падіння**. Це поняття зручне для різноманітних геометричних побудов.

Лінії простягання будь-якої геологічної поверхні, проведені на певній висоті, називаються **ізогіпсами** цієї поверхні, а у випадку з шаром – **стратоізогіпсами**. Як правило, їх проводять через рівні проміжки. Найменша відстань між проекціями ізогіпс на горизонтальну площину (карту, план) називається **закладанням стратоізогіпс**.

У цьому виданні не розглядаються прийоми роботи з гірничим компасом для вимірювання елементів залягання, оскільки, студенти знайомі з ним із курсу загальної геології та з першої навчальної геологічної практики. Зате наводяться приклади, коли орієнтація геологічних поверхонь у просторі

виконується за допомогою інших даних, отриманих у процесі геологічної зйомки та гірничих робіт.

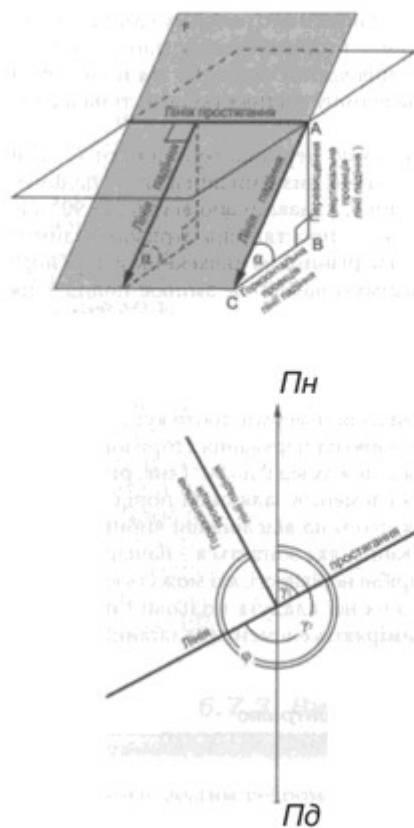


Рис. 1 Елементи залягання геологічної поверхні

α – кут падіння геологічної поверхні

F – геологічна поверхня

γ_1, γ_2 – азимут простягання, значення яких різниця на 180°

φ – азимут падіння. Відрізняються від азимутів простягання на $\pm 90^\circ$

2. Аналіз геологічних карт із зображенням горизонтальної структури

Первинні форми залягання виникають під час формування самих порід і тісно пов'язані з умовами їх утворення.. Такі форми залягання шарів широко розповсюджені серед молодих, сучасних утворень, які не відчули впливу тектонічних процесів.

Під час утворення пластів (осадонагромадження) шари зазвичай розташовуються приблизно паралельно до тієї поверхні, на яку вони залягають. Отже, їхнє первинне залягання – *горизонтальне*. Горизонтальна форма залягання геологічних тіл на великих площах має обмежене поширення і притаманна платформовим структурам.

Якщо зображена на геологічній карті границя пласта повсюдно має одні й ті ж висотні відмітки, то пласт залягає горизонтально. Геологічні межі між стратиграфічними комплексами (шарами порід) є паралельні до горизонталей або збігаються з ними. Древні верстви будуть зображені на карті в місцях із найменшими абсолютними відмітками, а виходи наймолодших пластів спостерігатимуться на ділянках, обмежених горизонталями з найбільшими відмітками.

При горизонтальному заляганні шарів потужність будь-якого пласта визначається на карті за різницею відміток підшви та покрівлі. Визначавши по геологічній карті послідовність залягання верств та їх потужність, можна скласти колонку нормального розрізу району, зображеного на карті (Рис. 2). Для з'ясування геологічної структури району та відносного стратиграфічного положення пластів по карті складають геологічний розріз. У зв'язку з тим, що в регіонах із горизонтальною структурою потужність горизонтів часто невелика, геологічні розрізи зазвичай будують із перевищенням вертикального масштабу щодо горизонтального. Величину такого перевищення вибирають таким чином, щоб на розрізі міг бути зображений горизонт із мінімальною потужністю.

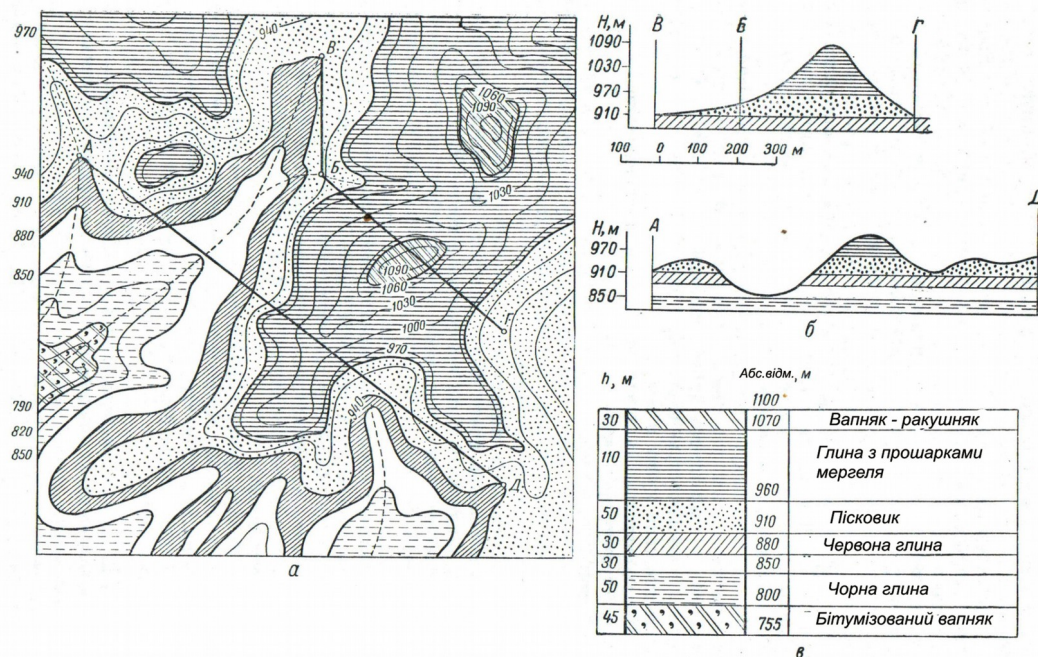


Рис. 2. Горизонтальне залягання шарів:

a – геологічна карта; *б* – вертикальний розріз по лінії *AD* і *BB'*; *в* – нормальна колонка відкладів з визначенням послідовності і потужності усіх шарів

Не слід забувати, що для шарів, які залягають горизонтально, елементи залягання не вимірюють, оскільки для цього немає потреби.

Задачі для самостійної роботи:

На топографічній основі (дадаток 1) зобразити горизонтально залягаючі пласти, якщо в одній із точок відслонена підшва стратиграфічного підрозділу (пласта) з наведеного нижче розрізу. Відповідно до "Інструкції..."¹ скласти стратиграфічну колонку, умовні позначення та побудувати геологічний розріз.

№	Т.с.	Відслонена підшва	№	Т.с.	Відслонена підшва
---	------	-------------------	---	------	-------------------

¹ Инструкция по организации и производству геологосъемочных работ и составлению Государственной геологической карты СССР масштаба 1:50000 (1:25000). – Л.: Изд-во ВСЕГЕИ, 1986. – 243 с.

1	1	Верхнього кембрію	13	6	Нижнього девону
2	5	Одовицької системи	14	7	Кам'яновугільної системи
3	4	Лудловського ярусу	15	1	Нижнього тріасу
4	3	Дністровського горизонту	16	5	Верхнього тріасу
5	6	Кам'яновугільної системи	17	4	Дністровського горизонту
6	2	Індського ярусу	18	3	Середнього тріасу
7	1	Середнього тріасу	19	6	Індського ярусу
8	7	Нижньокарнійського під'ярусу	20	2	Кам'яновугільної системи
9	5	Аргунської серії	21	7	Палеоцену
10	4	Беріаського ярусу	22	5	Нижньокарнійського під'ярусу
11	3	Касьянівської свити	23	4	Палеоцену
12	2	Лудловського ярусу	24	3	Кам'яновугільної системи

Розріз відкладів

1. Нижньокембрійські мармури з залишками *Archaeoceatus species*
Потужність 35 м.
2. Верхній відділ кембрійської системи. Касьянівська свита. Базальтові порфірити зеленувато-сірого кольору. Потужність 15 м.
3. Ордовицько-нижньосилурійські андезити і їхні туфи вишнево-бурого кольору. Потужність 10 м.
4. Лудловські рожево-сірі вапняки з *Pentamerus species* Потужність 15 м.
5. Нижній девон. Дністровський горизонт. Червоноколірні гравеліти і пісковики з *Pteraspis species* . Потужність 15 м.
6. Нерозчленовані нижньо-середньокам'яновугільні аргіліти. Потужність 15 м.
7. Індський і оленьокський яруси об'єднані. Ритмічне перешарування пісковиків, алевролітів і аргілітів. Потужність 15 м.
8. Середньотріасові псефітові літокластичні туфи дацитів. Потужність 10 м.

9. Нижньокарнійські сургучно-червоні ріолітові ігнімбрити. Потужність 5 м.
10. Аргунська серія юрського віку. Чорні покривельні сланці з *Mytilus species*. Потужність 20 м.
11. Беріас-валанжинські глауконітові пісковики з *Toxaster species*, дрібно- і середньозернисті, зеленувато-сірого кольору. Потужність 5 м.
12. Палеоценові рожево-сірі криноїдно-моховаткові вапняки. Потужність 15 м.
13. Білі літотамнієві вапняки міоцену. Потужність 10 м.
14. Пліоценові крупнокристалічні гіпси коричнево-сірого кольору. Потужність 30 м.

3. ОПЕРАЦІЇ З ГЕОЛОГІЧНИМИ ПОВЕРХНЯМИ

Тектонічні рухи земної кори призводять до порушення первинного залягання. Найпростішим видом порушеного залягання є **нахилене, або моноклінальне залягання**. Моноклінальне залягання інколи (при незначних кутах нахилу до 1-2) може формуватись як первинна форма залягання. Проте найчастіше воно поширене як специфічна структурна форма, тобто шари виведені тектонічними процесами з первинного стану і набувають певного нахилу.

Шарами, які залягають моноклінально, називають такі, які нахилені суворо в один бік і мають постійний кут падіння.

Для нахилених шарів замірюють елементи їхнього залягання і потужності.

Однак не завжди вдається виміряти простягання, падіння, кут нахилу і потужність шару безпосередньо у відслоненні, оскільки досліджуваний шар може не відслонюватися на поверхню або бути відслонений не повністю. У подібних випадках ці величини визначають непрямыми методами – шляхом геометричних побудов за визначеними даними буріння і проходження

гірничих виробок. При таких побудовах приймаємо, що потужність шару, напрям і кут його падіння залишаються величинами практично сталими.

3.1. Визначення елементів залягання геологічної поверхні за трьома точками

У геологічній практиці подібна задача виникає при визначенні просторового орієнтування геологічної поверхні (покрівлі чи підшви пласта) за даними бурових свердловин або у випадку, коли положення трьох точок поверхні, що не лежать на одній прямій, позначене на топографічній карті (додаток 2).

Розв'язуючи це завдання, необхідно знати абсолютне значення висотного(гіпсометричного) положення кожної точки корінного відслонення, тобто її висоту (h). Це значення збігається з позначенням горизонталі на топооснові.

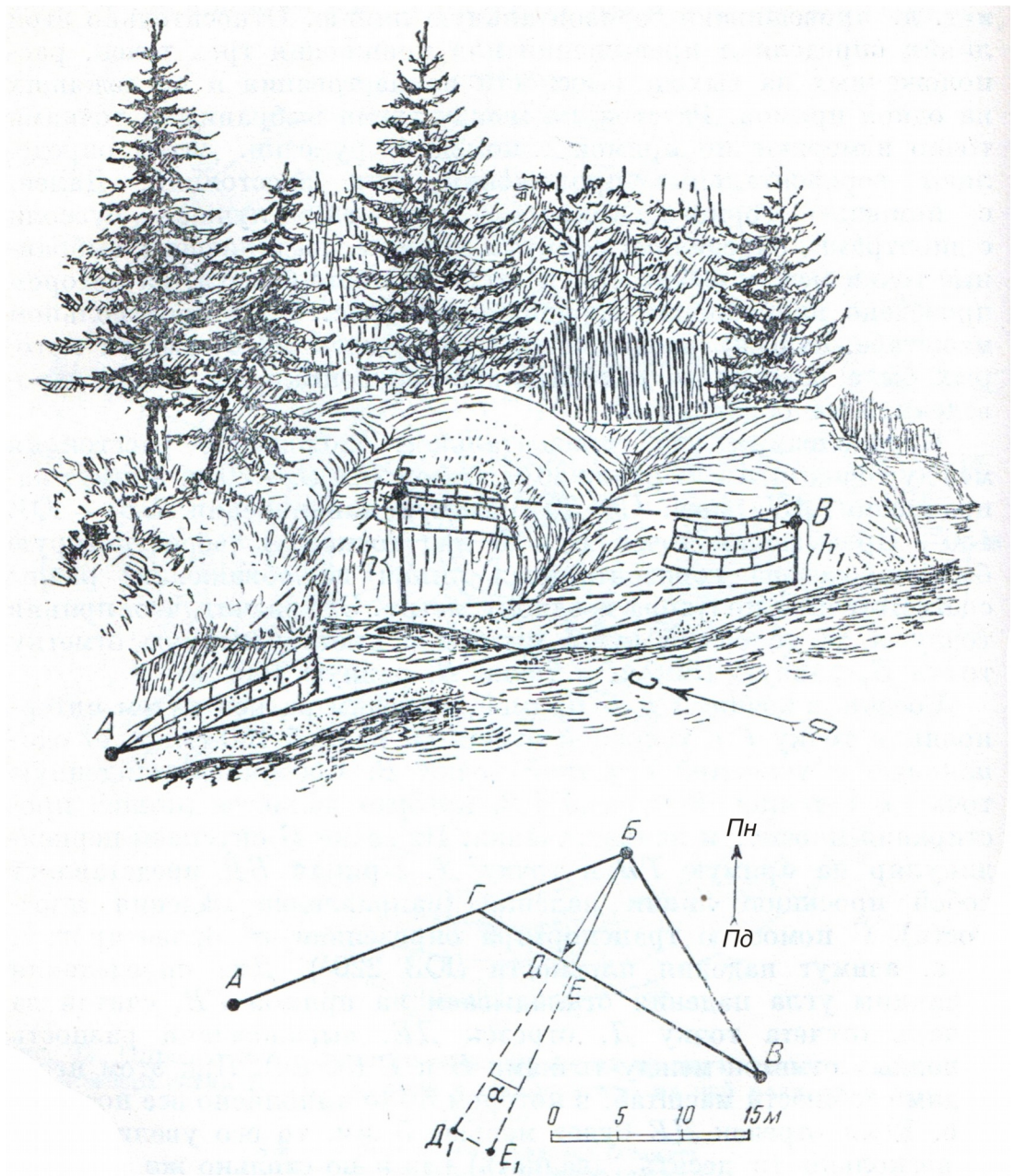


Рис. 3. Визначення елементів залягання за трьома точками, що не лежать на одній прямій.

$ABVГ$ – точки виходу однієї і тієї ж площин нашарування ;

h і h_1 – перевищення точок B і V над точкою A ;

В нижній частині рисунка наведено графічне визначення елементів залягання порід за даними трьох точок

Хід розв'язання (рис.3).

1. Прямою лінією з'єднують точки максимального (A) та мінімального (B) гіпсометричного рівня на покрівлі шару пісковиків.. На відрізку AB методом інтерполяції визначають положення певної точки Γ висота якої дорівнює висоті третьої заданої точки (B). Очевидно, лінія $B\Gamma$, що з'єднує однакові висотні відмітки на геологічній поверхні, буде лінією простягання цієї поверхні. Азимут простягання вимірюють транспортиром як правий горизонтальний кут (γ) між напрямком на північ (вісь X) і лінією простягання ($B\Gamma$).

2. Від точки з мінімальною або максимальною висотною відміткою (B) ставлять перпендикуляр до лінії простягання. Отримана лінія BD є горизонтальною проекцією лінії падіння. Напрямок нахилу поверхні показуватиме вектор, проведений від точки з більшою до точки з меншою альтитудою ($B \rightarrow D$). Азимут падіння поверхні вимірюють транспортиром (кут φ).

3. Визначення кута падіння поверхні зводиться до побудови трикутника падіння, утвореного лінією падіння, її горизонтальною проекцією та відрізком, який характеризує перевищення точки B над точкою D . З точки B встановлюють перпендикуляр до проекції лінії BD і відкладають на ньому в масштабі плану різницю висотних відміток точок B і D . Таким чином, знаходять точку E , яку потім з'єднують з точкою B . Шуканий кут падіння поверхні вимірюють транспортиром ($BDE = \alpha$).

Завдання: Визначити елементи залягання пласта, якщо його покрівля трапляється в пунктах, показаних на карті (додаток 2).

При наявності значного покрову наносів, порлоному заляганні шарів, сильних притоків води застосовують картувальне буріння свердловин. Для визначення елементів залягання шарів в цих умовах необхідно закладання трьох свердловин.

При розв'язку подібної задачі за даними бурових свердловин приймаємо, що точки – це знаходження гирла свердловин. Місце знаходження заданих точок визначається їх координатами. Звичайно використовують систему прямокутних координат, в котрій (з урахуванням зближення меридіанів) вісь X відповідає напрямку північ-південь, вісь Y - напрямку схід-захід, а вісь Z характеризує висотне положення точки над рівнем моря, її альтитуду.

Слід нагадати, що в системі прямокутних координат за вісь Y береться проекція екватора, за вісь X - проекція осьового меридіана. При цьому для отримання додатних значень усіх ординат у межах зони координати точки перетину осьового меридіану з екватором умовно вважаються: $X_0 = 0$; $Y_0 = +500$ км.

Оскільки число, яке виражає значення ординат, на один знак менше від значень абсцис, то умовились на місці тисяч кілометрів у значеннях ординат дописувати номер зони, в якій перебуває дана точка.

При розв'язуванні задачі по вертикальних свердловинах альтитуду точки перетину поверхні шару свердловиною (Z_w) вираховують як різницю абсолютної висоти гирла свердловини (Z_e) та глибини залягання геологічної поверхні в цій свердловині (h). Наприклад, покрівля шару вугілля перетята трьома свердловинами А,В,С, (рис.4.1)

Хід розв'язання (рис.4.2)

1. Вибравши попередньо масштаб, проекції обчислених точок геологічної поверхні наносять на план по координатах X та Y . Альтитуди точок підписують в абсолютних числових значеннях.

2. Визначають орієнтацію лінії простягання геологічної поверхні. Для цього прямою лінією з'єднують точки максимального ($A = 500$) та мінімального ($C = -400$) гіпсометричного рівня на покрівлі шару. На лінії АС методом інтерполяції визначають положення деякої точки D, висота якої дорівнює висоті третьої заданої точки (В). Очевидно, лінія ВD, що з'єднує однакові висотні відмітки на геологічній поверхні, буде лінією простягання цієї поверхні. Азимут простягання вимірюють транспортиром як правий

горизонтальний кут (γ) між напрямком на північ (вісь X) і лінією простягання (BD).

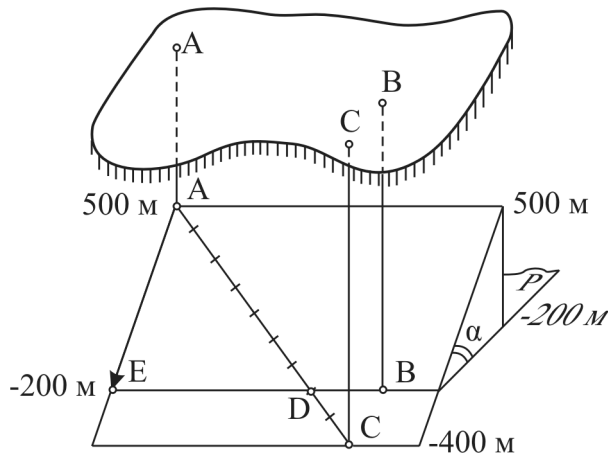


Рис. 4.1

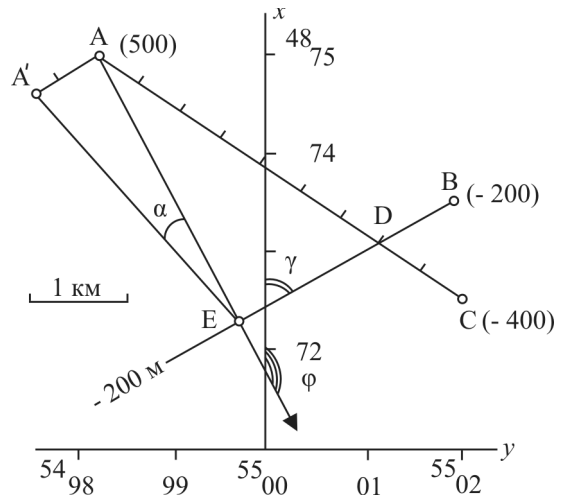


Рис. 4.2

Рис.4. Визначення елементів залягання за даними вертикальних свердловин

3. Від точки з мінімальною або максимальною висотною відміткою (A) ставлять перпендикуляр до лінії простягання. Отримана лінія AE є горизонтальною проекцією лінії падіння. Напрямок нахилу поверхні показуватиме вектор, проведений від точки з більшою до точки з меншою альтитудою ($A \rightarrow E$). Азимут падіння поверхні вимірюють транспортиром (кут φ).

4. Визначення кута падіння поверхні зводиться до побудови трикутника падіння, утвореного лінією падіння, її горизонтальною проекцією та відрізком, який характеризує перевищення точки A над точкою E. З точки A встановлюють перпендикуляр до проекції лінії AE та відкладають на ньому в масштабі плану різницю висотних відміток точок A і E. Таким чином знаходять точку A' , яку потім з'єднують з точкою E. Шуканий кут падіння

поверхні вимірюють транспортиром ($\angle AEA' = \alpha$). Відрізок, рівний AA' , можна відкласти і на лінії DE .

а) Визначити елементи залягання пласта, якщо його покрівля трапляється в пунктах, показаних на карті (додаток 2).

№	Точки розташування свердловин			Глибина залягання покрівлі шару у вертикальній свердловині, м		
	А	В	С	А	В	С
1	18	19	25	0	0	0
2	10	13	15	30	10	0
3	9	13	20	20	600	160
4	5	6	10	55	0	40
5	6	9	15	20	190	210
6	9	13	14	220	360	40
7	3	4	6	90	200	40
8	3	4	5	0	420	280
9	12	13	16	100	210	300
10	23	24	25	0	360	230
11	23	24	25	240	270	0
12	23	24	25	140	50	220
13	19	21	25	10	200	165
14	21	25	26	0	40	10
15	21	25	26	110	50	0

б) Визначити елементи залягання пласта, якщо його підшва вскрита буровими свердловинами (X, Y, Z – координати гирла свердловин; H - глибина до підшви пласта по свердловині; λ, ν - азимут та кут нахилу забою свердловин в градусах):

	Нумерація задач									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Свердловина А									
<i>X, км</i>	6065	6067	4875	4612	4906	4900	5078	6066	4204	4238
<i>Y, км</i>	4313	4311	5498	5499	5500	4497	4500	6317	7450	7499
<i>Z, м</i>	150	1500	560	310	220	1340	970	210	850	620
<i>H, м</i>	2200	1950	60	840	1000	2600	970	890	810	200
λ	40	340	-	260	65	-	35	330	-	80
ν	55	60	90	70	40	90	80	65	90	70
	Свердловина В									
<i>X, км</i>	6066	6067	4873	4614	4907	4902	5078	6070	4204	4236
<i>Y, км</i>	4313	4312	5502	5499	5498	4501	4502	6322	7452	7499
<i>Z, м</i>	40	1160	430	260	150	370	200	820	950	980
<i>H, м</i>	2300	900	1630	80	1200	1220	2800	1150	840	1230
λ	130	10	90	-	-	180	250	190	-	-
ν	45	70	40	90	90	30	55	35	90	90
	Свердловина С									
<i>X, км</i>	6066	6068	4872	4613	4908	4900	5079	6070	4205	4238
<i>Y, км</i>	4312	4311	5502	5501	5500	4499	4501	6319	7451	7501
<i>Z, м</i>	570	980	410	520	140	750	280	220	430	590
<i>H, м</i>	2400	230	2810	1150	1260	1500	2230	840	950	1190
λ	210	-	270	10	40	290	330	-	120	250
ν	30	90	65	35	50	70	60	90	25	30

3.2. Визначення елементів залягання нахиленої геологічної поверхні за допомогою стратоізогіпс

У практиці часто виникає необхідність визначити елементи залягання нахиленої геологічної поверхні, виходи якої зображені на карті з горизонталями (рис. 5). Нагадаємо, що для визначення положення площини у просторі необхідно й достатньо знати положення трьох точок, розташованих на цій площині, що не лежать на одній лінії (за умови, що елементи залягання у певній частині геологічної поверхні не змінюються).

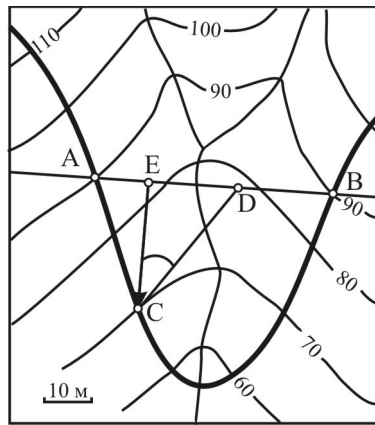


Рис.5 Визначення елементів залягання методом стратоізогіпс.

Знаходимо на карті дві точки перетину лінії виходу геологічної поверхні з однією й тією самою горизонталлю (точки А і В). З'єднавши їх прямою лінією, отримаємо стратоізогіпсу з відміткою 90 м. З точки перетину геологічної поверхні з іншою горизонталлю, наприклад 70 м, опустимо перпендикуляр на стратоізогіпсу АВ.

Лінія СЕ є проекцією лінії падіння геологічної поверхні, яка нахилена від точки Е з альтитудою 90 м до точки С з альтитудою 70 м. Для визначання кута падіння необхідно побудувати трикутник падіння СЕD, у якому відрізок ED дорівнює різниці відміток Е і D (20 м). Кут між лінією падіння CD та її ортогональною проекцією СЕ є кут падіння α .

Якщо геологічна границя не перетинається з іншими горизонталями, то проводять додаткову горизонталь або приблизно обчислюють висоту третьої точки, довільно взятої на досліджуваній геологічній поверхні. У цьому разі азимут падіння може бути визначений точно, а кут падіння - з відповідною похибкою, яка залежить від величини перерізу рельєфу горизонталями.

Якщо для якоїсь геологічної поверхні неможливо провести стратоізогіпси, то її елементи залягання визначають за положенням на ній трьох точок, що не лежать на одній прямій.

Задачі для самостійної роботи:

На геологічних картах (додатки 3, 4) визначити елементи залягання геологічних поверхонь за допомогою стратоізогіпс.

3.3. Визначення кута видимого нахилу геологічної поверхні в скісному розрізі

У геологічній практиці часто виникає потреба побудувати геологічний розріз не вхрест простягання геологічних структур, а в довільному напрямку. Такий розріз називають скісним. Його характеризують напрямком і кут видимого нахилу геологічної поверхні. Видимим нахилом (падінням) геологічної площини називають нахил по-будь-якому видимому у відслоненні напрямку, що не співпадає з істинним нахилом. Кут, утворений лінією видимого нахилу і горизонтальною площиною називають кутом видимого нахилу. (Рис.6).

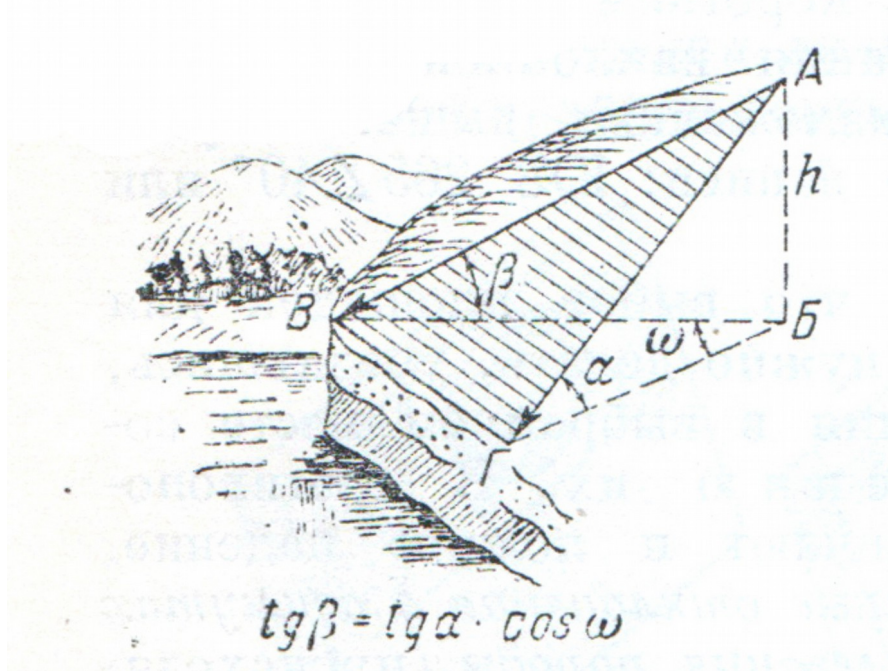


Рис.6.Співвідношення між видимим і істинними кутами падіння

AD - лінія видимого падіння за напрямком OD ;

AC - лінія істинного падіння за напрямком OC ;

β - кут видимого падіння;

α - кут істинного падіння;

ω - кут між азимутами істинного і видимого падіння;

h - висота за AB

Таким чином, виникає задача визначення кута видимого нахилу в заданому скісному розрізі по елементах залягання верстви. Обернена задача, відповідно, передбачає визначення істинного кута падіння поверхні за азимутом і кутом її видимого нахилу. Слід зазначити, що кут видимого нахилу завжди менший ніж істинний кут падіння.

На рис. 6.1 зображена похила площина P , яку перетинають розрізи вхрест простягання (AC) і скісний (AD). Просторове положення площини P визначається азимутами лінії простягання (CD) і падіння (AC) та кутом падіння (α). Будь-яка лінія, наприклад AD , яка не є паралельною лінії падіння, буде лінією скісного розрізу, OD – її горизонтальна проекція, кут α_1 – кут видимого нахилу площини. Кут γ характеризує відхилення азимута простягання скісного розрізу від азимута падіння, а кут φ – відхилення скоісного розрізу від лінії простягання. Порівнюючи трикутники падіння нормального та скісного розрізів, легко довести, що видимий" кут завжди менший ніж істинний кут падіння площини ($\alpha > \alpha_1$). У разі побудови розрізу по простяганню (кут $\gamma = 90^\circ$) кут видимого нахилу α_1 дорівнює нулю.

Розв'язати поставлену задачу можна математичним методом. Для цього потрібно розв'язати рівняння трьох суміжних прямокутних трикутників: $AO:OD = \operatorname{tg}\alpha_1$; $AO:CO = \operatorname{tg}\alpha$; $OC:OD = \cos \gamma$, звідки $\operatorname{tg}\alpha_1 = \operatorname{tg}\alpha \cdot \cos \gamma$.

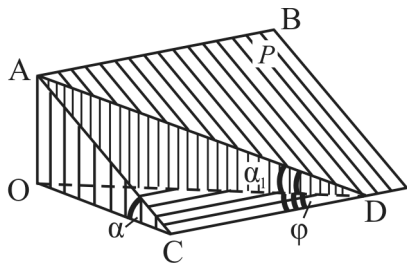


Рис. 6.1

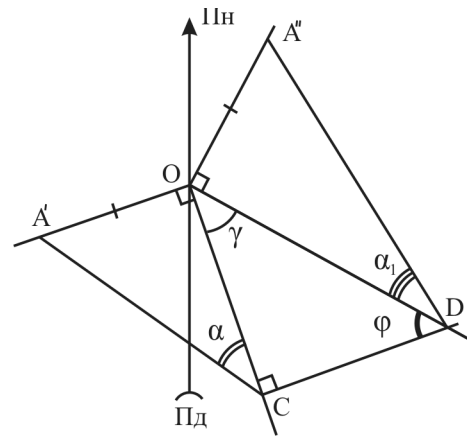


Рис. 6.2

Рис. 6. Графічний спосіб визначення кута видимого нахилу геологічної поверхні в скісному розрізі..

Для визначення кута нахилу поверхні в напрямках, не перпендикулярних її простяганню, побудована номограма² та розраховані цифрові дані.

Для графічного розв'язання задачі трикутники падіння нормального та косого розрізів (АОС і АОД), які лежать у вертикальних площинах, повертають довкола їх основ до суміщення з горизонтальною площиною.

Хід розв'язання (рис. 6.2.)

1. Позначивши на плані напрямок північ-південь, будують по заданих азимутах кут γ . Одна з його сторін (ОС) відповідає горизонтальній проекції лінії падіння, друга (ОД) – горизонтальній проекції косого розрізу.

2. З вершини кута γ встановлюють до його сторін перпендикуляри, спрямовані в різні боки, та відмірюють на цих перпендикулярах довільні, але рівні відрізки (А'О і А''О).

3. Якщо відомий кут падіння пласта (α), то доповняльний до нього кут ($90-\alpha$) будують при перпендикулярі до проекції лінії падіння з вершиною в

² Михайлов А.Е. Структурная геология и геологическое картирование. – М.: Недра, 1984. – С.463.

точці A' . Продовживши сторону цього кута до перетину з проекцією лінії падіння, отримують точку C .

4. Через точку C проводять лінію простягання (перпендикуляр до горизонтальної проекції лінії падіння) до перетину її з горизонтальною проекцією лінії скісного розрізу (точка D). Точку D з'єднують з точкою A'' . Шукану величину кута α скісному розрізі ($\angle ODA = \alpha_1$) вимірюють транспортиром.

Примітка. Для випадку, коли розв'язують обернену задачу, тобто коли в умові задачі даний кут у скісному розрізі α_1 , а також доповняльний до нього кут $90-\alpha_1$, будують вже при перпендикулярі до горизонтальної проекції лінії скісного розрізу з вершиною в точці A'' . Продовживши сторону цього кута до перетину з проекцією лінії косого розрізу, знаходять точку D . Потім проводять через точку D лінію простягання пласта, опускаючи перпендикуляр з точки D на проекцію лінії падіння. Істинний кут падіння пласта ($\angle OCA' = \alpha$) вимірюють транспортиром.

Зазначимо також, що у разі, коли кут між проекціями лінії падіння та лінії косого розрізу перевищує 90° ($\gamma > 90^\circ$), будують кут $180^\circ - \gamma$, отримуючи, таким чином, напрямок, векторіально зворотний орієнтації косого розрізу. В інших побудовах методика зберігається.

Задачі для самостійної роботи:

а) Визначити кут видимого нахилу шару α_1 в скісному розрізі:

№	γ	α	№	γ	α	№	γ	α
1	30	28	9	150	60	17	32	36
2	32	25	10	111	20	18	126	32
3	48	30	11	28	30	19	150	40
4	44	28	12	45	40	20	145	50
5	136	50	13	20	20	21	45	55
6	60	65	14	90	55	22	80	75
7	120	48	15	110	65	23	65	65
8	80	75	16	55	50	24	40	40

№	Аз. пд геол. поверхні	Кут пд. геол. поверхні	Аз. косого розрізу	№	Аз. пд геол. поверхні	Кут пд. геол. поверхні	Аз. косого розрізу
25	355	43	30	37	315	35	180
26	40	18	250	38	185	22	235
27	147	23	180	39	120	34	145
28	105	45	310	40	45	36	75
29	25	30	230	41	30	44	160
30	100	19	315	42	136	23	20
31	170	56	35	43	190	55	320
32	30	65	120	44	15	60	120
33	100	60	20	45	340	70	100
34	310	55	20	46	190	65	70
35	255	45	10	47	280	75	20
36	225	50	285	48	110	50	200

б) Визначити істинний кут падіння шару α за видимим кутом нахилу геологічної поверхні в скісному розрізі:

№	γ	α_1	№	γ	α_1	№	γ	α_1
1	42	20	9	140	40	17	46	32
2	40	30	10	145	39	18	144	32
3	20	32	11	38	40	19	140	30
4	44	45	12	28	28	20	111	16
5	108	16	13	45	25	21	60	25
6	80	20	14	70	20	22	80	10
7	120	15	15	110	50	23	50	40
8	60	30	16	60	35	24	40	35

№	Аз. косого розрізу	Кут видим. нахилу	Аз. пд геол. поверхні	№	Аз. косого розрізу	Кут видим. нахилу	Аз. пд геол. поверхні
25	10	30	230	37	225	28	75
26	118	37	143	38	142	25	172
27	215	20	245	39	280	35	315
28	350	46	205	40	15	32	225

29	85	42	230	41	132	44	5
30	175	38	35	42	220	18	60
31	300	36	115	43	330	33	120
32	120	25	30	44	120	10	15
33	20	30	100	45	340	30	100
34	280	15	210	46	190	35	80
35	10	35	255	47	20	14	280
36	20	20	20	48	110	25	190

3.4. Визначення елементів залягання геологічної поверхні за двома спряженими скісними розрізами (задача шурфу)

У випадках, коли безпосередньо заміряти елементи залягання шару або пласта неможливо, ці заміри виконують за двома вертикальними розчистками (в берегових уступах, стінках кар'єру, тощо) чи за двома суміжними вертикальними стінками шурфу. На рис.7.1 зображені дві різноорієнтовані стінки берегового уступу з різними азимутами простягання самих стінок: AB - лінія першого видимого падіння під кутом β ; AB - лінія другого видимого падіння під кутом β_1 ; $AЖ$ - лінія істинного падіння під кутом α .

Вимірявши азимуту і кути видимого падіння геологічної поверхні в кожній з стінок, можна графічним способом визначити елементи залягання цієї геологічної площини (знайти $A \rightarrow Ж$ - лінію істинного падіння та α - кут істинного падіння).

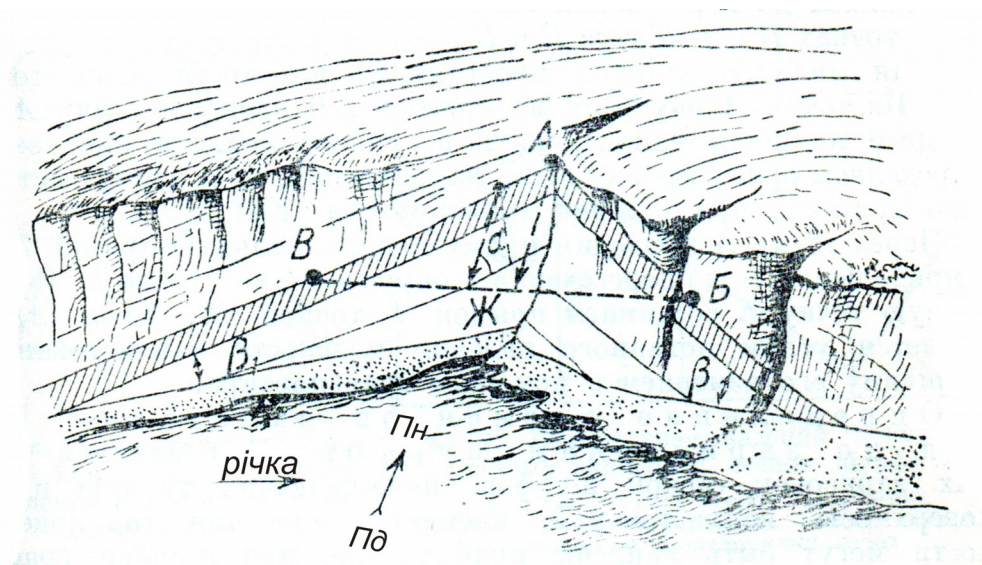


Рис. 7.1. Визначення істинного падіння порід за двома видимими падіннями

AB - лінія першого видимого падіння під кутом β ;

AB - лінія другого видимого падіння під кутом β_1 ;

$AЖ$ - лінія істинного падіння під кутом α ;

На рис.7.2.а зображені: дві стінки вертикальної гірничої виробки (наприклад, шурфу), умовно орієнтовані за азимутами α_1 і α_2 з видимими падіннями геологічної поверхні AB і AB . Перетнемо обидві стінки шурфу довільною горизонтальною площиною. Тоді OB і OB будуть азимутами видимого падіння геологічної поверхні. Точки B і B належать одночасно двом площинам геологічній ($BAБ$) і горизонтальній ($BOБ$). Отже лінія перетину цих площин (BB) є лінією простягання. Перпендикуляри до неї: AG - лінія падіння геологічної поверхні; α - кут падіння цієї поверхні. Розв'язання задачі полягає в побудові у горизонтальній площині трикутників $AOБ$, AOB , $AOГ$. Відзначимо, що всі ці трикутники мають один спільний катет AO .

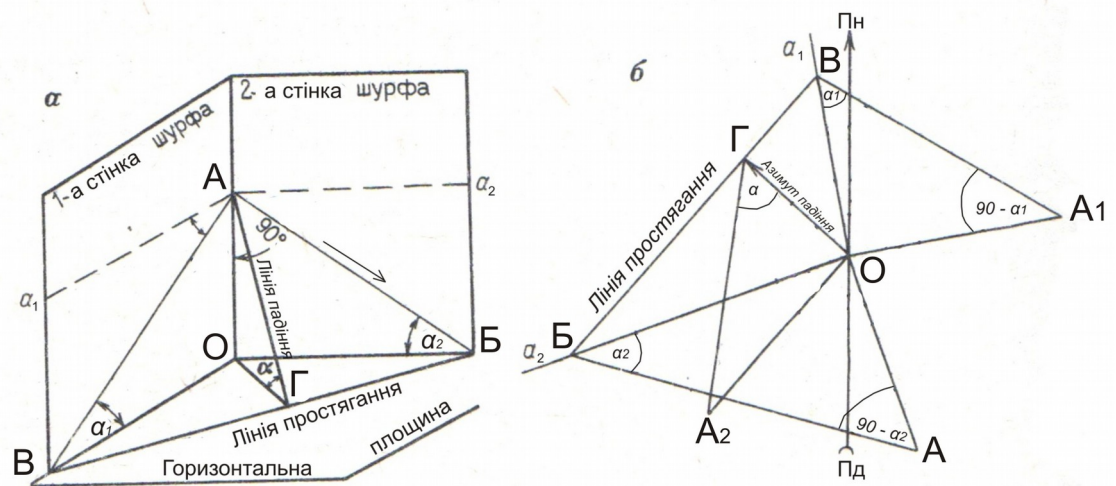


Рис. 7.2. Графічний спосіб визначення елементів залягання геологічної поверхні за двома спряженими скісними розрізами (задача шурфу)

Хід розв'язання (рис.7.2.б):

1. За заданими напрямками стінок шурфу будують кут БОВ.
2. З вершини цього кута до кожної сторони встановлюють перпендикуляри, на яких відмірюють довільні, але рівні відрізки $OA = OA_1$.
3. У точках A і A_1 будують додаткові кути $90-\alpha_1$ та $90-\alpha_2$ в результаті чого отримують точки B і V .
4. З'єднавши точки B і V , отримуємо лінію простягання.
5. Опустивши з точки O перпендикуляр OG , отримуємо горизонтальну проекцію лінії падіння (азимут падіння).
6. Кут падіння пласта α визначають, побудувавши трикутник OGA . Для цього з точки O встановлюємо перпендикуляр до OG на якому відмірюємо відрізок $OA_2 = OA_1 = OA$. Лінія AG є лінією падіння. Кут між лінією падіння AG та її горизонтальною проекцією OG є шуканим кутом падіння шару α .

Задачі для самостійної роботи

Визначити елементи залягання геологічної поверхні за двома спряженими скісними розрізами:

Номер задачі	Розріз1			Розріз2		
	Азимут простягання розрізу	Азимут видимого падіння	Кут видимого нахилу	Азимут простягання розрізу	Азимут видимого падіння	Кут видимого нахилу
1	0	180	48	90	90	12
2	45	45	44	130	310	28
3	70	250	35	150	330	25
4	310	130	28	220	40	44
5	317	317	60	230	50	19
6	270	90	30	190	10	48
7	268	268	58	178	358	15
8	227	47	20	142	322	42
9	222	222	32	130	310	40
10	184	4	26	84	264	55
11	172	172	34	80	260	16
12	135	315	55	140	60	10
13	133	133	10	225	45	36
14	90	270	36	170	350	52
15	95	95	24	180	0	38
16	48	48	52	240	320	14
17	50	230	38	130	310	21

18	355	175	16	80	260	42
19	5	185	40	85	85	18
20	130	310	18	40	40	34
21	275	275	21	5	185	33
22	230	50	42	320	320	20
23	270	270	33	0	180	45
24	320	140	15	225	225	58
25	85	85	19	165	165	60

4. Потужність плаstopодібного тіла

Істинною потужністю (товщиною) шару (m) називається найкоротша відстань між його підшовою і покрівлею. В геологічній практиці безпосередньо виміряти істинну потужність вдається не завжди. В горизонтальних і нахилених гірничих виробках або на денній поверхні доводиться вимірювати відстань між підшовою та покрівлею по напрямках, що не збігаються з найкоротшими. Така потужність називається видимою.

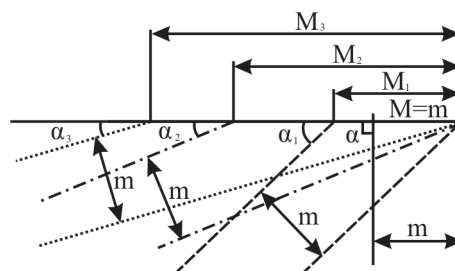


Рис. 8 Залежність видимої потужності (ширини виходу) шару на горизонтальну площину від його кута нахилу.

Видима потужність (M) - це відстань між покрівлею та підшовою пласта по лінії, довільно орієнтованій у просторі щодо простягання пласта. Особливою різновидністю видимої потужності є потужність вертикальна (**M_v**), яка вимірюється по вертикалі (у свердловинах, уступах, урвищах і т.п.). Видиму потужність, виміряну на карті вхрест простягання шару, називають **шириною виходу (M)**. Для одного й того ж пласта видима й істинна потужності – величини взаємозалежні. Пласт, якому властива постійна істинна потужність (m), при перетині з горизонтальною площиною

характеризується тим більшою видимою потужністю (M), чим менший кут його падіння (рис.8). Видима потужність не може бути меншою від істинної. У разі, коли точне положення підшови або покрівлі пласта невідоме, говорять про неповну потужність (M_n).

4.1. Визначення істинної потужності пласта за видимою потужністю і кутом падіння, виміряними вхрест простягання пласта

Найбільш поширеним є графічний спосіб визначення істинної потужності пласта. Він полягає в побудові розрізу вхрест простягання. Для цього на лінії профілю денної поверхні, нахиленої під кутом щодо горизонтальної площини, відкладають відрізок, який відповідає видимій потужності пласта в масштабі профілю (M). По дійсному куту падіння пласта (α) в кінцевих точках відрізка будують підшову та покрівлю пласта. Істинну потужність (m) вимірюють по перпендикуляром між покрівлею і підшовою.

Для визначення істинної потужності пласта нерідко застосовують аналітичний спосіб. Різні випадки розрахунку потужності нахилених пластів у розрізах, перпендикулярних їхньому простягання, показані на рис. 9.

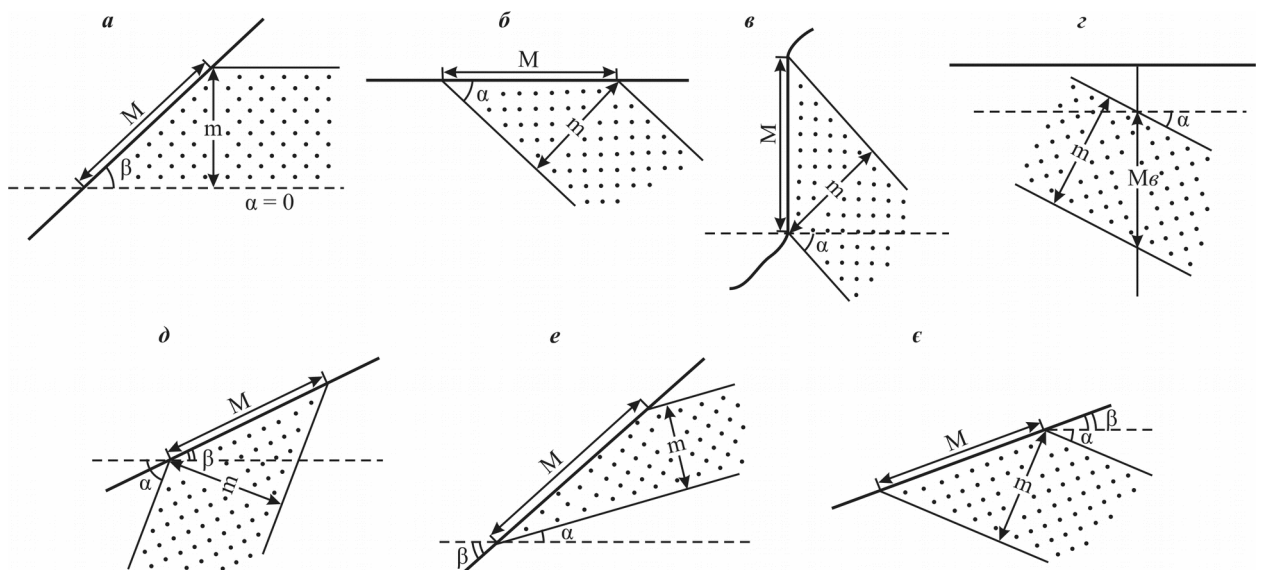


Рис. 9 Визначення істинної потужності пласта за видимою потужністю і кутом падіння, виміряними вхрест простягання пласта

Задачі для самостійної роботи:

Визначити істинну потужність пласта на розрізі вхрест простягання.

№ з/п	Видима потужність М	Кут падіння пласта α	Кут нахилу денної поверхні β
А. Пласт і рельєф нахилені в різні боки			
1.	200	30	15
2.	9	45	90
3.	124	35	17
4.	305	40	20
5.	7	60	90
6.	408	15	5
7.	149	25	30
8.	321	75	8
9.	215	10	45
10.	175	23	50
11.	82	65	43
12.	400	8	5
13.	8	50	90
14.	67	60	25
15.	95	45	10

№ з/п	Видима потужність М	Кут падіння пласта α	Кут нахилу денної поверхні β
Б. Пласт і рельєф нахилені в один бік			
1.	421	3	15
2.	360	50	65
3.	517	12	37
4.	470	35	43
5.	290	34	42
6.	170	20	63
7.	195	42	13
8.	227	62	35
9.	335	47	22
10.	275	70	30
11.	380	53	27
12.	155	45	14
13.	12	45	15
14.	9	15	30
15.	14	35	10

4.2. Визначення істинної потужності шару за видимою потужністю, виміряною у скісному розрізі.

Часто в польових умовах вдається виміряти лише видиму потужність пласта в скісному розрізі (M_1). У цьому разі для визначення істинної потужності треба знати азимут скісного розрізу, кут нахилу місцевості в скісному розрізі β_1 , азимут і кут падіння пласта α . Таку задачу зручніше розв'язувати графічним способом (рис. 10).

1. Знаходять видиму потужність пласта (M) у площині його істинного падіння, для чого суміщають у вертикальній площині трикутники ABC і BCE , які мають спільну висоту BC . Побудову виконують у такій послідовності: по видимій потужності пласта в скісному розрізі ($M_1 = AB$), взятій у вибраному масштабі, і куту нахилу місцевості вздовж розрізу (β_1) будують трикутник ABC . У точці C будують кут γ , утворений горизонтальними проекціями ліній скісного розрізу та падіння пласта. З точки A проводять лінію простягання, для чого опускають перпендикуляр на горизонтальну проекцію лінії падіння і знаходять на ній точку перетину E . Відрізок CE відміряють на лінії AC , де точка E займе положення E' . Відрізок BE являє собою видиму потужність пласта у площині, проведеній по лінії падіння.

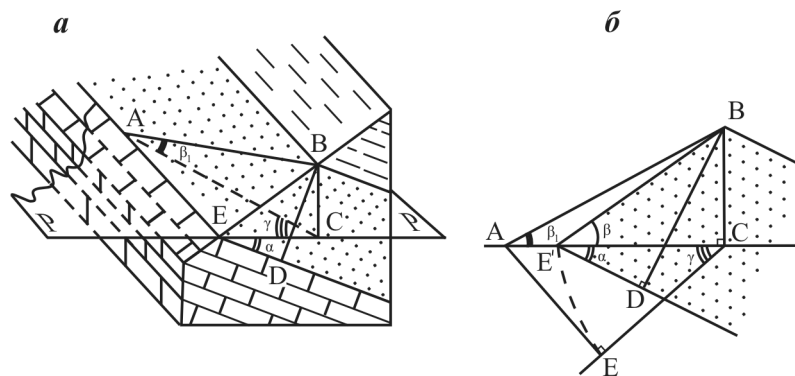


Рис. 10 Визначення істинної потужності шару за видимою потужністю, виміряною у скісному розрізі.:*a*- зображення на блок-

діаграмі; б – графічна побудова.

2. Істинну потужність пласта визначають, побудувавши розріз по лінії падіння, аналогічно одному з варіантів на рис. 9. Для цього в точках Е' і В будують підшву та покрівлю пласта по куту α та напрямку його падіння. Перпендикуляр ВD між покрівлею та підшвою буде відповідати істинній потужності у масштабі креслення.

Для визначення істинної потужності пласта по видимій, виміряній в довільному напрямку, є формула І.Я. Фурмана, М.П. Леонтовського, П. Пеннебекера і В. Хеппа. На жаль, вони досить громіздкі, не мають граничних умов застосування, тому в практиці геологічних робіт ними користуються рідко.

Задачі для самостійної роботи:

Визначити істинну потужність пласта за такими даними.

№	Азимут ходу	Кут схилу по ходу β_1	Видима потужність уздовж ходу	Азимут падіння пласта	Кут падіння α
1	10	+15	70	45	60
2	25	+8	130	80	32
3	40	-20	280	15	20
4	80	-10	65	25	45
5	105	+5	330	245	15
6	130	-25	48	350	50
7	165	+13	29	295	55
8	185	+18	90	300	30
9	220	+7	170	260	10
10	245	-30	7	195	65
11	280	-23	215	210	40
12	310	+9	300	100	15
13	340	-15	85	100	22
14	15	+20	65	230	40
15	50	+25	30	275	10

16	30	+30	70	180	45
17	170	-20	35	140	35
18	270	-25	60	240	60
19	40	+40	40	340	40
20	320	+20	550	280	50
21	65	-30	140	100	70
22	110	+25	60	260	65
23	195	-18	45	220	35
24	35	+35	35	235	55
25	20	+40	80	40	20

4.3. Визначення потужності моноклінально залягаючих верств методом ламаного ходу.

Розглянуті вище способи застосовуються при визначенні потужності окремих шарів. У той самий час при складанні стратиграфічних розрізів виникає необхідність вимірювання потужностей цілих пачок або світ. Зрозуміло, що у таких випадках немає можливості проводити вимірювання по всьому розрізу точно вхрест простягання або хоча б під постійним кутом до напряду падіння шарів. Реальна відслоненість змушує вести геологічні спостереження на схилах та гребнях вододілів, вздовж річкових долин, тощо, котрі можуть мати круті вигини як в горизонтальній, так і у вертикальній площинах. В результаті реальні маршрути мають вигляд складних ламаних ходів, на основі яких слід побудувати геологічний розріз вхрест простягання, щоб визначити істинну потужність шарів, пачок, світ.

Для прикладу (рис.11.1) на блок-діаграмі зображена місцевість, де пройдено ламаний хід 1-7, вздовж якого виміряна ширина виходу кожного шару (або пачки). Спроекуємо хід розрізу на вертикальну площину ВВ₁, паралельну лінії падіння, для чого через кожну точку виходу пластів на ламаному ході і через всі точки перегину рельєфу проведемо лінії простягання до їх зустрічі з вказаною площиною. В результаті отримаємо геологічний розріз вхрест простягання, де потужності шарів (пачок) будуть істинними.

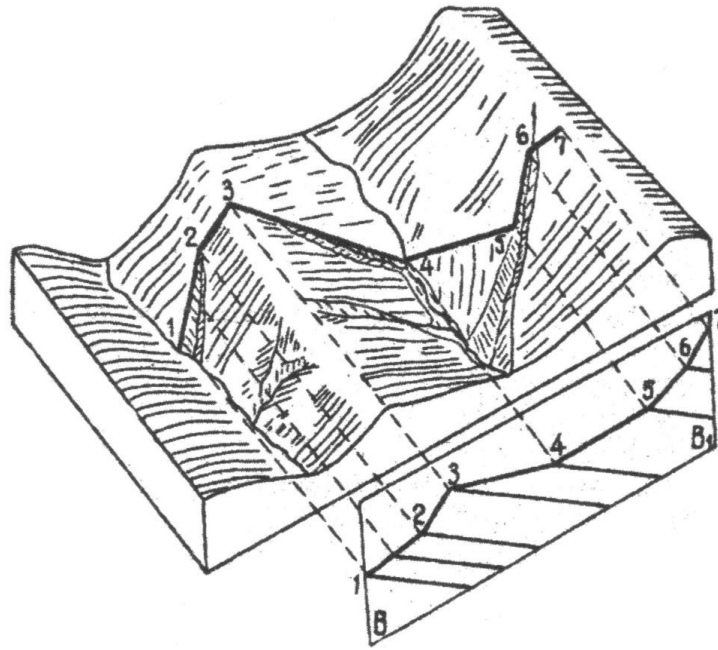


Рис. 11.1. Блок-діаграма із зображенням пройденого ламаного ходу 1-7 та розріз вхрест простягання BB₁.

Для розв'язання задачі графічним способом необхідно мати такі дані, отримані при проходженні маршруту: азимути напрямів з кожної точки ходу на наступну точку переходу; відстань між точками, висотні відмітки точок (або їх відносні перевищення); точне положення на лінії ходу підосви та покрівлі кожного шару (пачки); елементи залягання шарів. У тих випадках, коли відстань між точками вимірюється по схилу (l_c), а перевищення однієї точки над іншою – в градусах (кут нахилу поверхні рельєфу в напрямку вимірювальної відстані β_c), для подальших побудов потрібно знайти горизонтальне прокладення вимірюваних відстаней (l_z), та визначити відносне перевищення точок в метрах (h). Знаходження цих величин графічним способом показано на рис.11.2а. Зауважимо, що ці ж величини можуть бути визначені й аналітичним способом:

$$l_z = l_c \cos \beta_c; \quad h = l_c \sin \beta_c$$

На основі вказаних даних будують проекцію пройденого ламаного ходу 1-7 у плані (рис.11.1б).

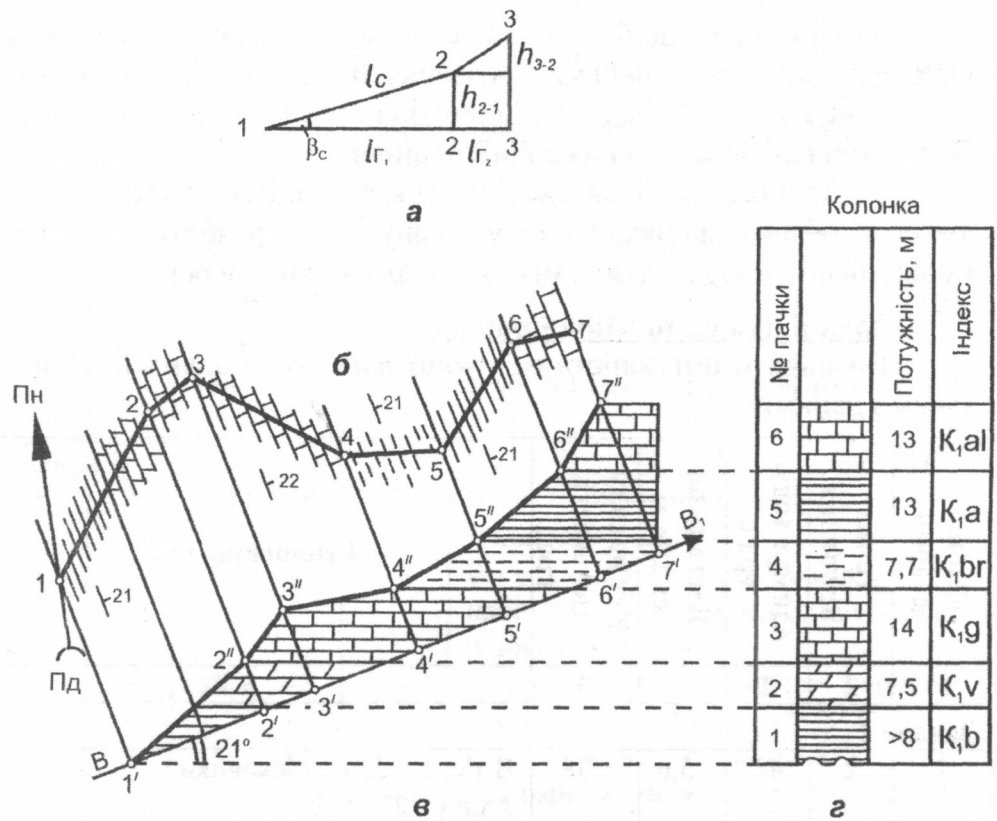


Рис.11.2 Графічний спосіб визначення потужності моноклінально залягаючих верств методом ламаного ходу.

Хід розв'язання:

1.3 точки стояння 1 прокреслюють по вимірному азимуту ходу напрям на точку візування 2, відкладають на ньому в обраному масштабі горизонтальне прокладання ходу l_2 і наносять геологічні межі (підоснову і покрівлю) шару, а також елементи залягання. Аналогічно будують горизонтальний план решти частин ламаного ходу 2-7 (рис.11.2б).

2. По вимірному азимуту падіння на довільній відстані від ламаного ходу проводять усереднену горизонтальну проекцію лінії падіння BB_1 і на цю пряму за лініями простягання проектують усі точки зламу рельєфу та геологічні межі шарів (верств). Слід нагадати, що лінії простягання є перпендикулярами догоризонтальної проекції лінії падіння BB_1 .

У результаті, на прямій BB_1 отримуємо точки $1'7...3$, 2 , 4 , котрі є горизонтальними проекціями точок геологічного розрізу, побудованого по лінії падіння.

3. Будують умовний топографічний профіль по лінії падіння. Для цього в обраному масштабі плану відкладають перевищення точок зламу рельєфу h на лініях, перпендикулярних до горизонтальної лінії падіння (тобто на лініях простягання). Отримуємо точки $2''$, $3''$, ..., $7''$. З'єднавши знайдені точки отримуємо умовний топографічний профіль в площині падіння.

4. З точок перетину профілю з лініями простягання підошви чи покрівлі шарів (пачок) проводять лінії падіння під істинним кутом падіння, враховуючи напрям нахилу пластів (рис. 11.2в).

У побудованому таким способом геологічному розрізі вхрест простягання можна виміряти істинні потужності шарів і на основі цих вимірювань скласти зведений стратиграфічний розріз (колонку) вивчених відкладів (рис. 11.2г).

За бажанням, щоб колонка мала вертикальне розташування, потрібно "північний напрям" розвернути на суму кутів падіння шарів та азимута їх падіння, відлічуючи від горизонтальної лінії, тобто почати креслення з лінії падіння.

Задачі для самостійної роботи

Визначити істинну потужність моноклінально залягаючих пластів і побудувати стратиграфічну колонку за такими даними:

Точка стояння	Точка візування	Азимут ходу, град.	Відстань по схилу, м	нахилу місцевості, Кут град.	Геологічні дані
1	2	3	4	5	6
Задача 1					
1	2	42	25,6	+38	В т.с. 1 і далі пісковики Аз.пд. 72°, кут 22°
2	3	59	35	+28	В т.с. 2 – подошва, а через 19 м по ходу маршруту – покрівля алевролітів.
3	4	88	28	-15	В т.с. 3 – покрівля кременистих сланців .Аз.пд.73°, 23°.
4	5	105	15,3	+31	В т.с. 4 – покрівля мергелів.Аз.пд.73°, кут 22°.
5	6	72	7,5	+13	В т.с. 5 – покрівля вапняків.
6	7	60	18	-11	В т.с. 6 – покрівля гравелітів. Аз.пд.72°, кут 23°.
7	8	95	20,5	-15	В т.с. 7 – покрівля.Аз.пд. 72°, кут 22°.
8	9	109	23	+19	В 10 від т.с. 8 – покрівля аргілітів, далі – вапняки.
Задача 2					
1	2	345	37	+20	В 25 м від т.с. 1 - покрівля гравелітів, далі пісковики.
2	3	8	28	+13	В т.с.3 – покрівля пісковиків. Аз.пд.32°, кут 36°.
3	4	20	45	-10	В 32 м від т.с. 3 - покрівля базальтових порфіритів. Аз.пд.34°, кут 37°.
4	5	41	55	+15	В 10 м від т.с. 4 - покрівля

					глинистих сланців, далі – кременисті сланці.
1	2	3	4	5	6
5	6	55	38	-10	В т.с. 5 - покрівля кременистих сланців.Аз.пд. 33°, кут 37°.
6	7	78	43	+18	В т.с. 6 – покрівля глинистих сланців, даліф – кварцеві порфіри.
7	8	27	54	-6	В т.с. 7 і далі – алевроліти .Аз.пд.34°, кут 38°.
8	9	358	37	+24	В т.с. 8 і далі - конгломерати . Аз.пд.33°, кут 37°.
Задача 3					
1	2	350	28	+16	В т.с. 1 – підшва пісковики . Аз.пд.309°, кут 31°.
2	3	10	37	-5	В т.с. 2 - підшва алевролітів з прошарками аргілітів;в 25 м від т.с. 2 – підшва мергелі.
3	4	36	42	-3	Між т.с. 3 та т.с. 4 - мергелі з прошарками аргілітів.Аз.пд. 310°, кут 32°
4	5	15	48	+13	В т.с. 4 і далі 28 м – вапняки з кременистими стяжіннями.
5	6	340	34	+18	В інтервалі 0-16 м - такі ж вапняки, далі - пісковики з прошарками мергелів.Аз.пд.309°, кут 31°.
6	7	301	45	-8	В т.с. 6 і далі- алевроліти.Аз.пд. 310°, кут 32°.
7	8	282	58	-11	В т.с. 7 і далі 42 м – аргіліти , потім – мергелі.
8	9	322	51	+9	В т.с. 8 – підшва вапняків.Аз.пд. 311°, кут 32°.
1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6
Задача 4					
1	2	295	26	+28	В 15м від т.с.1 - покрівля конгломератів, далі гравеліти.

					Аз.пд.303°, кут 40°.
2	3	345	18	-13	В т.с. 2 – підшва пісковиків.
3	4	285	14	+5	В т.с. 3 – підшва алевролітів.Аз.пд.303°, кут 39°.
4	5	295	32	+11	В т.с. 4 і далі 17м – глинисті сланці, потім мергелі.
5	6	7	12	+22	В т.с. 5 – підшва вапняків. Аз.пд.305° кут 39°.
6	7	335	30	+9	В т.с.6 – підшва пісковиків. Аз.пд.303°, кут 40°.
7	8	295	47	-12	В т.с. 7 і далі 28м – алевроліти,потім різнобарвні аргіліти.
8	9	345	38	-	Між т.с.8 і т.с.9 – ангідрити. Аз.пд.304°, кут 39°.
Задача 5					
1	2	75	33	+27	В 22м від т.с.1 – покрівля алевролітів. Аз.пд.105°, кут 24°.
2	3	130	25	+15	В т.с. 2 -- покрівля аргілітів Аз.пд.105°, кут 24°.
3	4	85	37	-10	В т.с. 2 -- покрівля мергелів Аз.пд.104°, кут 23°.
4	5	50	42	+12	В т.с. 4 – покрівля вапняків, в інтервалі 0-28м – мергелі з прошарками аргілітів,далі – пісковики. Аз.пд.105°, кут 24°.
1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6
5	6	92	31	-8	В 25м від т.с.5 – покрівля пісковиків.
6	7	125	26	+20	В 15м від т.с.6 – покрівля алевролітів.
7	8	110	17	+8	В т.с.7 – покрівля аргілітів. Аз.пд.106°, кут 25°.
8	9	60	30	-11	В т.с.8 - покрівля кременистих сланців, далі – базальти
Задача 6					
1	2	325	50	+20	В т.с.2 - покрівля конгломератів. Аз.пд.225°, кут

					26°.
2	3	300	42	+28	В 20м від т.с.2 - покрівля гравелітів Аз.пд.225°, кут 27°.
3	4	275	60	-12	В т.с.3 - покрівля пісковиків
4	5	251	49	+30	В т.с.4 - покрівля алевролітів Аз.пд.256°, кут 26°.
5	6	290	37	-8	В т.с.5 - покрівля андезитів.
6	7	303	50	+22	В т.с.6 - покрівля мергелів. Аз.пд.254°, кут 26°.
7	8	265	25	-7	В 10м від т.с.7 – покрівля базальтів, далі кременисті сланці.
8	9	240	33	+10	В 15м від т.с.8 – підшва алевролітів. Аз.пд.255°, кут 25°.

Задача 7

1	2	61	41,5	+10	В 9м від т.с.2 - покрівля пісковиків Аз.пд.39°, кут 34°.
2	3	90	34,5	+8	В т.с.3 - покрівля глинистих сланців. Аз.пд.38°, кут 33°.
1	2	3	4	5	6

1	2	3	4	5	6
3	4	57	11	+5	В т.с.4 - покрівля вапняків
4	5	26	28	+20	В 5м від т.с.5 – покрівля конгломератів.
5	6	119	15	+5	Туфіти
6	7	20	43	+10	В т.с.7 - покрівля туфітів. Аз.пд.39°, кут 34°.

Задача 8

1	2	90	30	+15	В т.с.1 і далі – аргіліти. Аз.пд.68°, кут 40°.
2	3	30	25	-20	В 5м від т.с.3 – підшва алевролітів.
3	4	55	45	-17	В т.с.3 – підшва пісковиків Аз.пд.70°, кут 43°.
4	5	110	35	-15	В т.с.3 підшва гравелітів
5	6	128	43	+10	В 12м від т.с.5 – підшва пісковиків. Аз.пд.71°, кут 42°.

Задача 9

1	2	160	17	+12	В т.с.1 - покрівля вапняків. Аз.пд.17°, кут 35°.
---	---	-----	----	-----	--

2	3	130	15	+20	В 4м від т.с.2 - покрівля мергелів.Аз.пд16°, кут 33°.
3	4	200	23	+25	В 7м від т.с.3 - покрівля вапнистих алеролітів.Аз.пд17°, кут 35°.
4	5	240	20	-16	В т.с.4 - покрівля глауконітових пісковиків.
5	6	135	18	-10	В 5м від т.с.6 - покрівля гравелітів.
6	7	200	15	+18	В т.с.7 – підшва гравелітів. Аз.пд15°, кут 34°.
1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6
Задача 10					
1	2	250	15	-10	В т.с.1 – підшва агломератових туфів андезитів.Аз.пд.260°, кут 40°.
2	3	220	18	-15	В т.с.2 – підшва псамітових туфів андезитів.
3	4	290	24	+13	В 3м від т.с.3 – підшва вулканотеригенних пісковиків.
4	5	330	16	+10	В т.с.4 – підшва фтанітів.Аз.пд.264°, кут 37°.
5	6	225	20	+15	В т.с.5 – підшва туфів дацитів.
6	7	290	15	+12	В 6м від т.с.6 – підшва кременистих вапняків.Аз.пд.261°, кут 39°..

5. Побудова виходу нахилено залягаючого шару (пласта) на топооснові.

У процесі вирішення пошуково-розвідувальних завдань і проведення геологічного знімання виникає необхідність простежити вихід пласта (шару), прихованого під наносами сучасних або четвертинних порід.

Для побудови прихованого під наносами пласта необхідно мати топографічну основу району, де точно позначене хоча б одне корінне відслонення цього пласта і визначені його елементи залагання та потужність.

Побудова зводиться до побудови виходу двох його поверхонь – підшови та покрівлі. Розглянемо методику побудови окремої геологічної поверхні на топооснові.

Припустимо, що у точці K , розташований на горизонталі рельєфу з висотою 60 м, на денну поверхню відслонена покрівля пласта певної потужності й нахилена під кутом по азимуту 0 (Рис.12.1,*a*). Потрібно побудувати лінію виходу цієї геологічної поверхні на карті масштабу 1:2000, з горизонталями, проведеними через 10 м.

Хід побудови :

1. Наносимо на карту в точці K згідно з елементів залягання геологічної поверхні лінію простягання та горизонтальну проекцію лінії падіння $A'B'$, вказавши напрямок падіння. Лінія простягання буде одночасно стратоізогіпсою геологічної поверхні з альтитудою точки K , тобто 60 м.

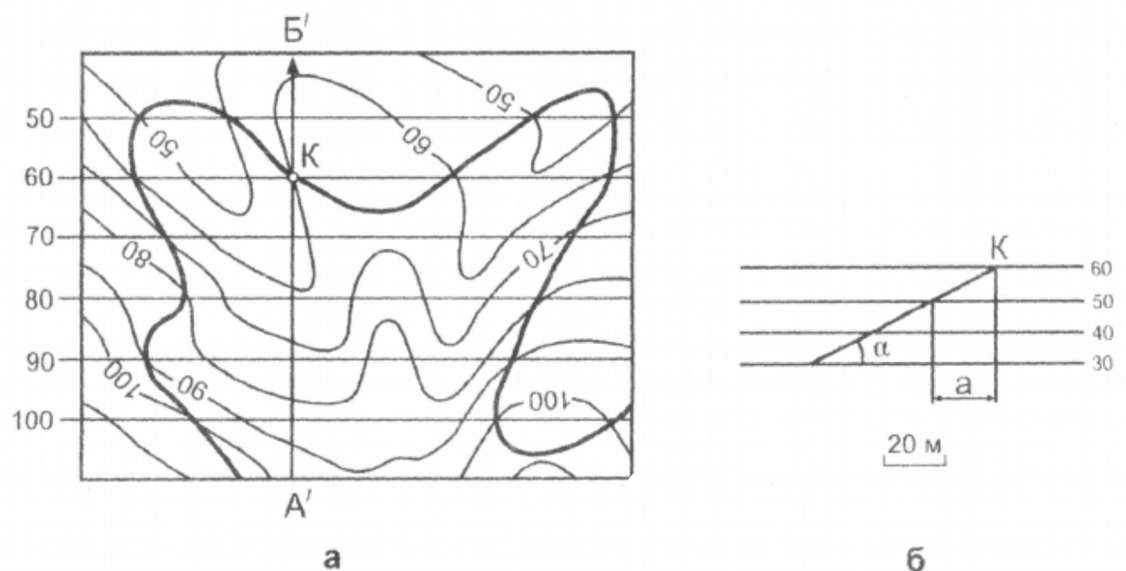


Рис. 12.1 Побудова лінії виходу геологічної поверхні

2. Будуємо вертикальний розріз геологічної поверхні вхрест простягання (рис.12.1,*б*) та визначаємо величину закладення стратоізогіпс a .

3. На проекції лінії падіння $A'B'$ по обидва боки від точки K відкладаємо відрізки, рівні закладенню стратоізогіпс a .

4. Через отримані на лінії А`Б` точки паралельно стратоізогіпсі з висотою 60 м проведемо інші стратоізогіпси та позначимо їхні абсолютні відмітки. Стратоізогіпси, розташовані від точки К по падінню геологічної поверхні, матимуть менше значення. У напрямку протилежному падінню, відмітки зростатимуть. Подібна система стратоізогіпс отримала назву *висотної арфи*.

5. Позначаємо точки перетину стратоізогіпс з одноіменними горизонталями, і з'єднавши їх плавною кривою, отримуємо зображення на карті лінії виходу геологічної поверхні.

6. Для побудови другої геологічної поверхні пласта (підосви) слід відзначити точку Л на лінії розрізу А`Б` , через яку проходить стратоізогіпса підосви з висотою точки К. Для цього на графіку закладення стратоізогіпс відкладають потужність пласта в масштабі карти і проводять лінію підосви пласта (рис.12.2).

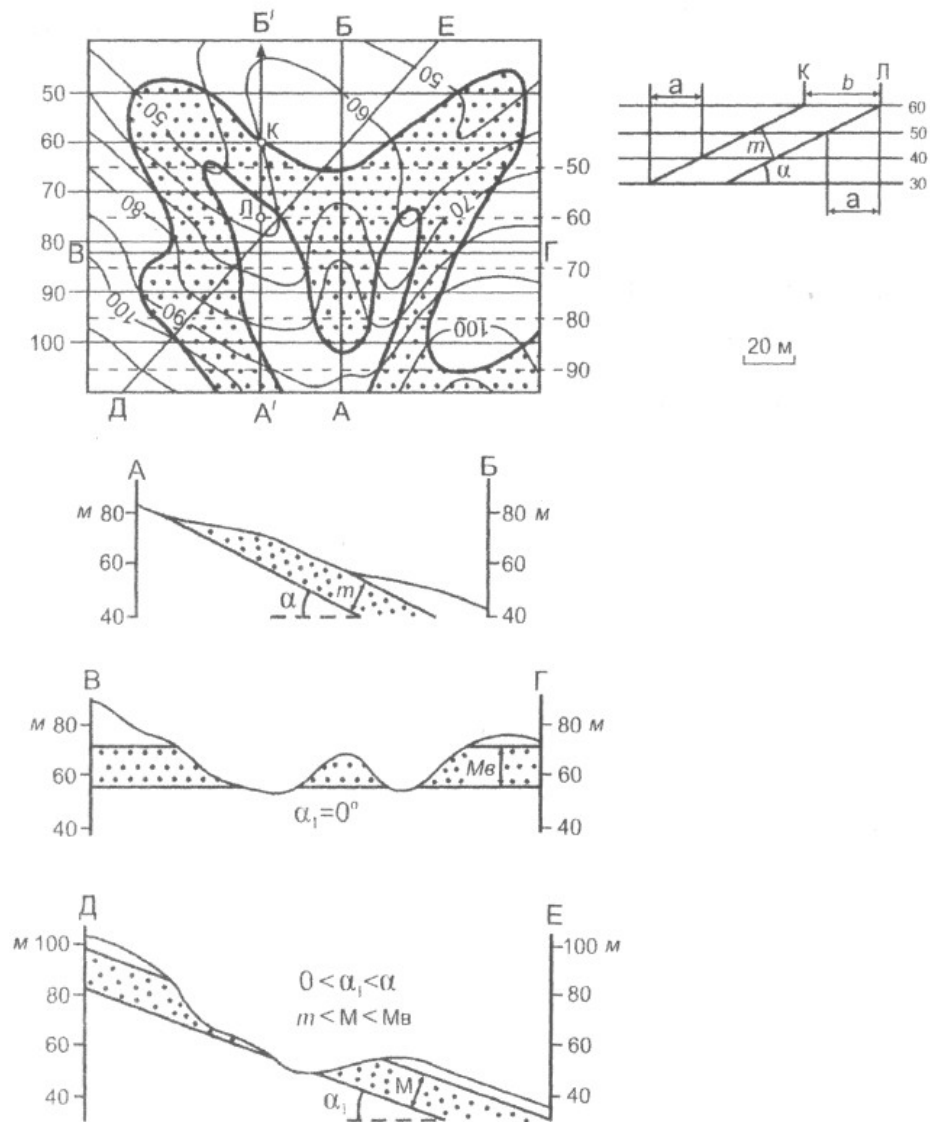


Рис. 12.2 Побудова виходу нахилено залягаючого пласта

7. Далі визначаємо відстань b між точками К і Л уздовж горизонталі. Отриману відстань відкладають на топокарті від точки К на горизонтальній проекції лінії падіння АБ. Слід пам'ятати, що підосва пласта на топооснові, за умови його нормального залягання, буде завжди лежати в напрямку за падінням пласта (шару).

8. У точці Л проводять стратоізогіпсу та будують вихід підосви пласта аналогічно до побудови виходу його покрівлі.

9. Проміжок між лініями виходу подошви і покрівлі шару та смугою виходу пласта. Його зафарбовують кольором вікового позначення або позначають літологічним крапом.

З метою самоперевірки необхідно побудувати три розрізи: АБ - вхрест простягання, зобразиться пласт з істинною потужністю та кутом падіння.; ВГ – розріз за простяганням, де пласт залягатиме горизонтально і матиме вертикальну потужність; ДЕ – скісний розріз, де видима потужність і кут видимого значення матимуть проміжне значення. Зазначимо, що вертикальна потужність скрізь буде однакова.

Задачі для самостійної роботи:

Побудувати вихід шару певної потужності на денну поверхню за даними елементами залягання, якщо його подошва або покрівля відслонені у вказаних точках (додаток 4). Побудувати геологічні розрізи за падінням, за простяганням і в довільному напрямі.

6. Незгідності та їхні типи.

Аналіз геологічних карт із зображенням незгідного (неузгодженого) залягання пластів

Незгідне (неузгоджене) залягання обумовлене перервою в осадонакопиченні, що у свою чергу, пов'язано з різкими змінами палеогеографічної обстановки. У природі існує кілька варіантів незгідного (неузгодженого) співвідношення шаруватих товщ. Вони розпізнаються насамперед за порушенням вікової послідовності залягання пластів і обумовлені “випаданням” із загального розрізу певної його частини.

При паралельній незгідності молоді відклади залягають на розмитій поверхні давніших пластів без помітної різниці в елементах залягання. Незгідність виявляється лише у відслоненнях за наявністю кишень розмиву, виповнених, як правило, грубоуламковими утвореннями з уламками порід підстилаючих верств. На геологічній карті паралельна незгідність читається

лише по вікових індексах, а самі границі незгідно залягаючих товщ можуть бути паралельними.

Для кутової незгідності (неузгодження), крім обов'язкового порушення стратиграфічної послідовності, є характерними розбіжності в кутах падіння різновікових товщ. При цьому кут незгідності може досягати 180° . У разі плоского рельєфу зображення кутової незгідності в плані має такий самий вигляд, як і при паралельній незгідності (рис.13а). Незгідність із кутом меншим 1° , яка до того ж фіксується на значній території, називають географічною незгідністю.

Азимутальна незгідність (неузгодження)– це різновид кутової; вона характеризується незбігом азимутів простягання більш давніх і молодих комплексів. У такому разі на геологічній карті лінія незгідності (лінія перетину денної поверхні з поверхнею незгідності) "зрізатиме" під кутом різні горизонти підстилаючої товщі, утворюючи так званий Т-подібний контакт. Водночас у розрізі вона залишиться паралельною стратиграфічним границям перекриваючої товщі (рис.13,в).

Картина структурної незгідності має особливо контрастний вигляд у тому разі, коли давні породи зім'яті у складки (рис.13,г). На розрізах структурні незгідності проявлені різницею в кутах падіння контактуючих товщ.

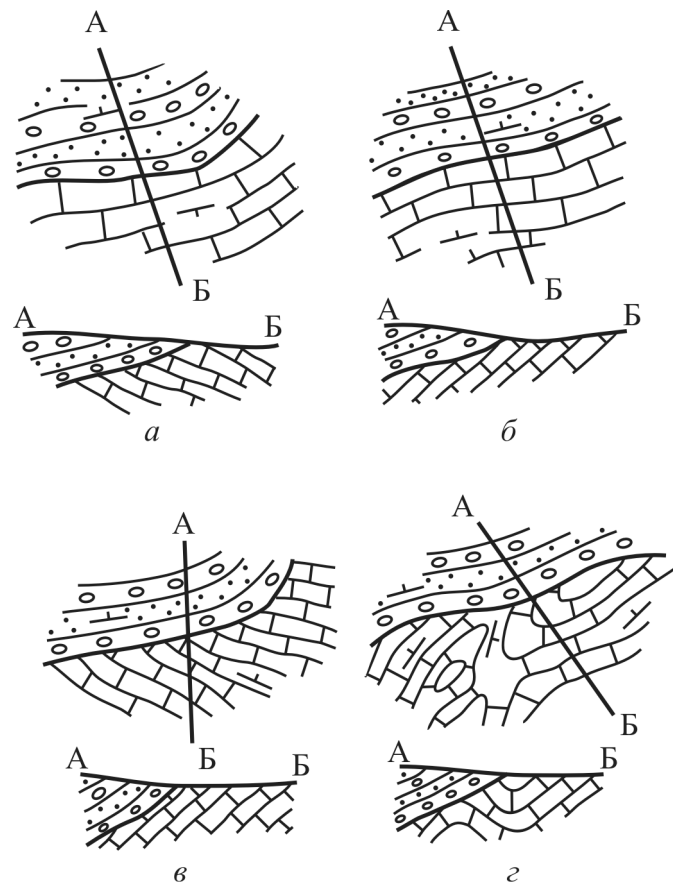


Рис. 13 Типи незгодженого залягання в плані і на розрізах.

За площею розповсюдження виділяють регіональні та місцеві (локальні) незгодження (незгідності). Регіональні незгідності відзначаються на великих територіях, оскільки пов'язані висхідними рухами цілих регіонів та подальшою денудацією. Місцеві ж незгідності відображають рухи, пов'язані з розвитком локальних геологічних структур. Тому одні й ті самі відклади в одних місцях можуть залягати незгідно, а в інших – згідно на підстилаючих товщах.

Серед локальних незгоджень (незгідностей) розрізняють внутріформаційні незгідності, що виникають унаслідок сингенетичного розмиву відкладів донними течіями, облягання та прилягання. Під

обляганням розуміють плащоподібне перекриття похилих нерівностей давнього рельєфу. При цьому поверхні нашарування розташовуються субпаралельно поверхні незгідності.

Прилягання спостерігається лише в межах невеликих ділянок зчленування молодих шарів з крутими схилами давнього рельєфу.

На схематичній карті (рис. 14), що ілюструє неузгоджене залягання, зображено дві товщі, одна з яких об'єднує ордовицько-пермські, а друга юрсько-неогенові відклади.

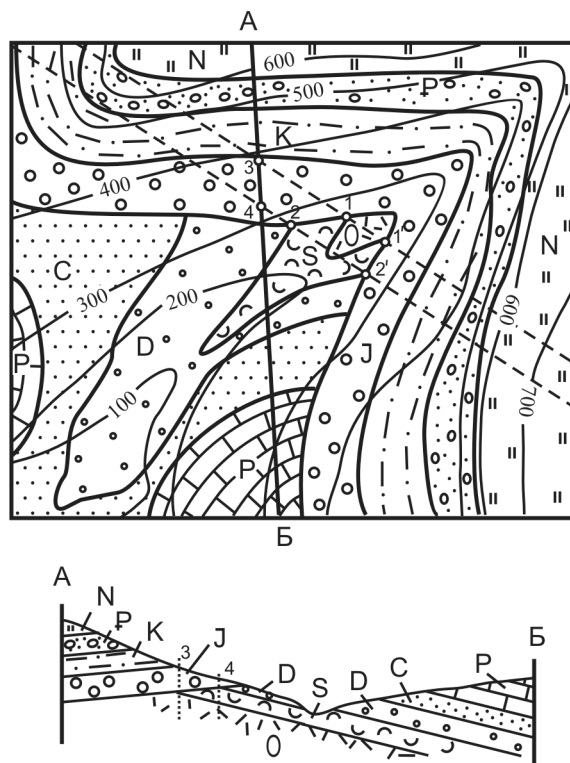


Рис. 14 Схематична карта із зображенням неузгодженого залягання товщ та геологічний розріз за лінією А-Б.

За допомогою методу стратоізогіпс визначаємо елементи залягання монокліналей підстилаючої та перекриваючої товщ. Палеозойські шари нахилені на південний захід, а мезозойсько-кайнозойські - на північний схід. До речі, такий характер залягання товщ легко встановити і за правилом пластового трикутника.

Побудова розрізу через неузгоджено залягаючі товщі потребує певної послідовності операцій:

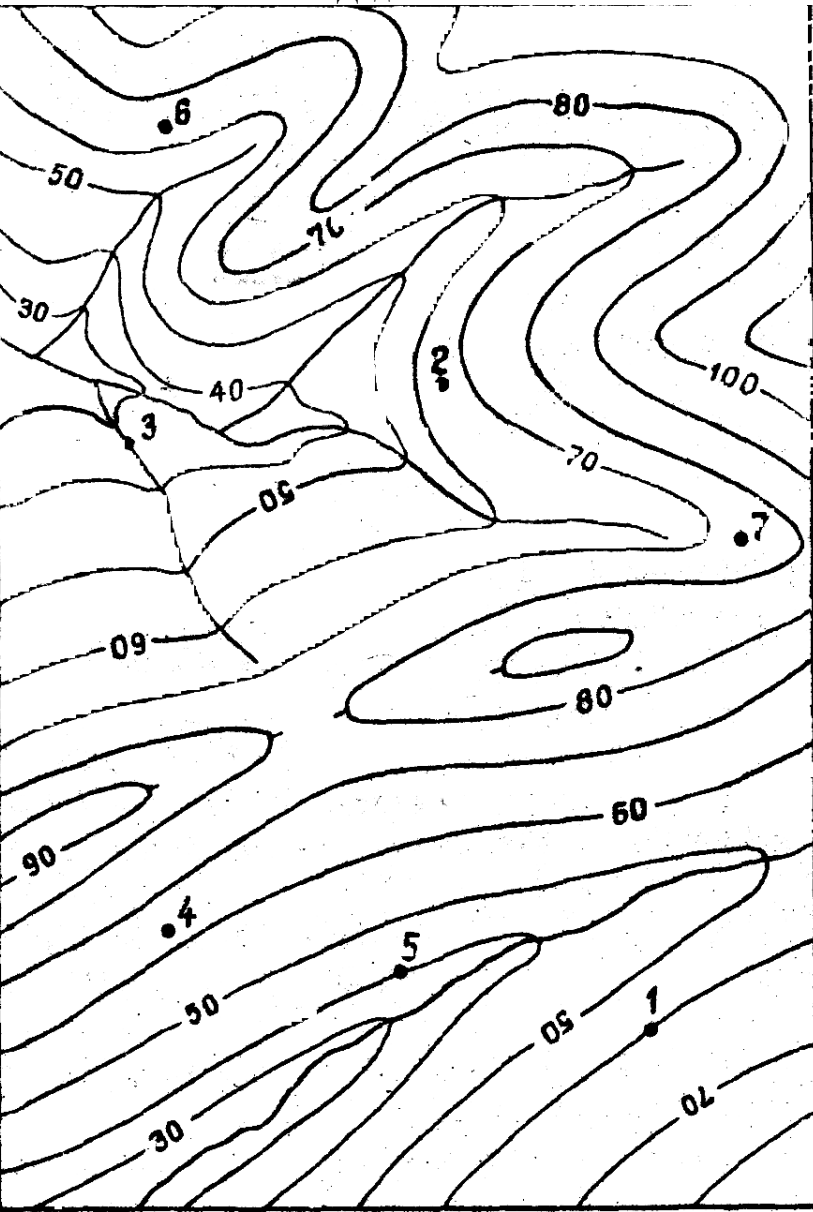
1 - визначити елементи залягання нижньої та верхньої товщ методами трьох точок або стратоізогпс; 2 - помітити лінію розрізу (АБ) та побудувати по ній топопрофіль; 3 - визначити видимі кути падіння товщ щодо лінії розрізу (кути в скісному розрізі), 4 - побудувати по видимих кутах падіння розріз верхньої товщі, а потім нижньої (рис. 14).

Певні труднощі виникають при винесенні на розріз підосви та покрівлі силуру. Точки 2 і 2' одночасно належать покрівлі силуру та підосві юри. Нагадаємо, що в обмеженому об'ємі геологічну поверхню можна вважати площиною. Тоді пряма 2-2' одночасно лежатиме як на покрівлі силуру, так і на підосві юри, тобто представлятиме лінію перетину цих площин. Спроектуювши точки 4' та 3' на поверхню незгідності (підосву юри), отримаємо точки 4 та 3 (рис. 14), з яких паралельно покрівлі девону проводимо сліди покрівлі та підосви силуру відповідно.

Задачі для самостійної роботи

Проіндексувати і розфарбувати геологічну карту (додатки 5,6). По заданих лініях побудувати розрізи через неузгоджено залягаючі товщі. Побудувати колонку в одній із заданих точок.

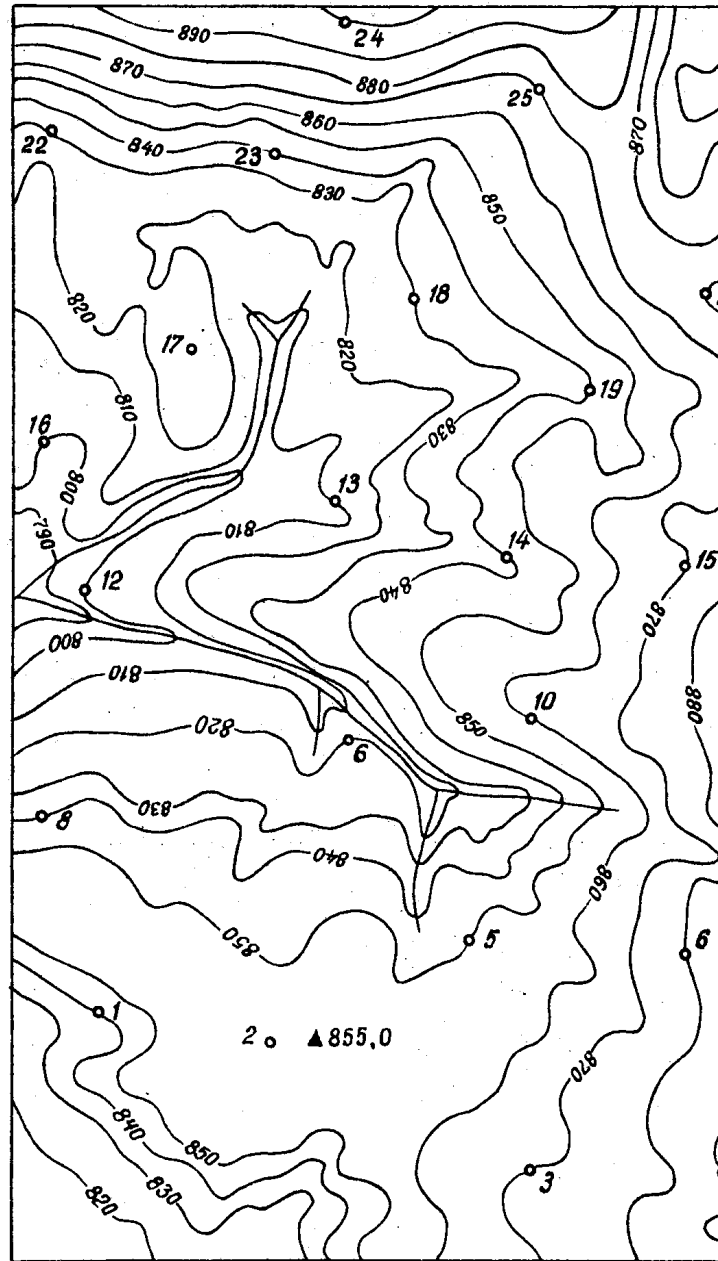
Додаток 1



Масштаб 1:2000

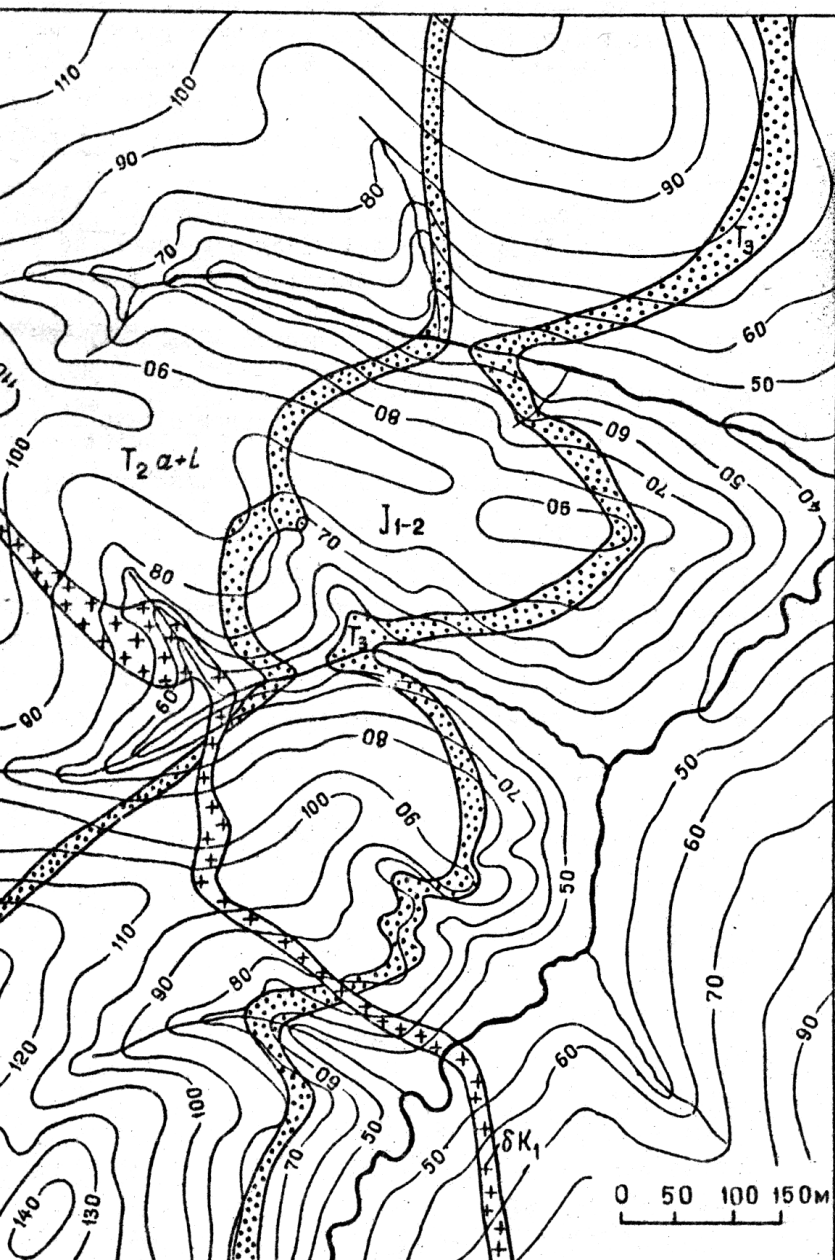
Додаток 3

Додаток 2

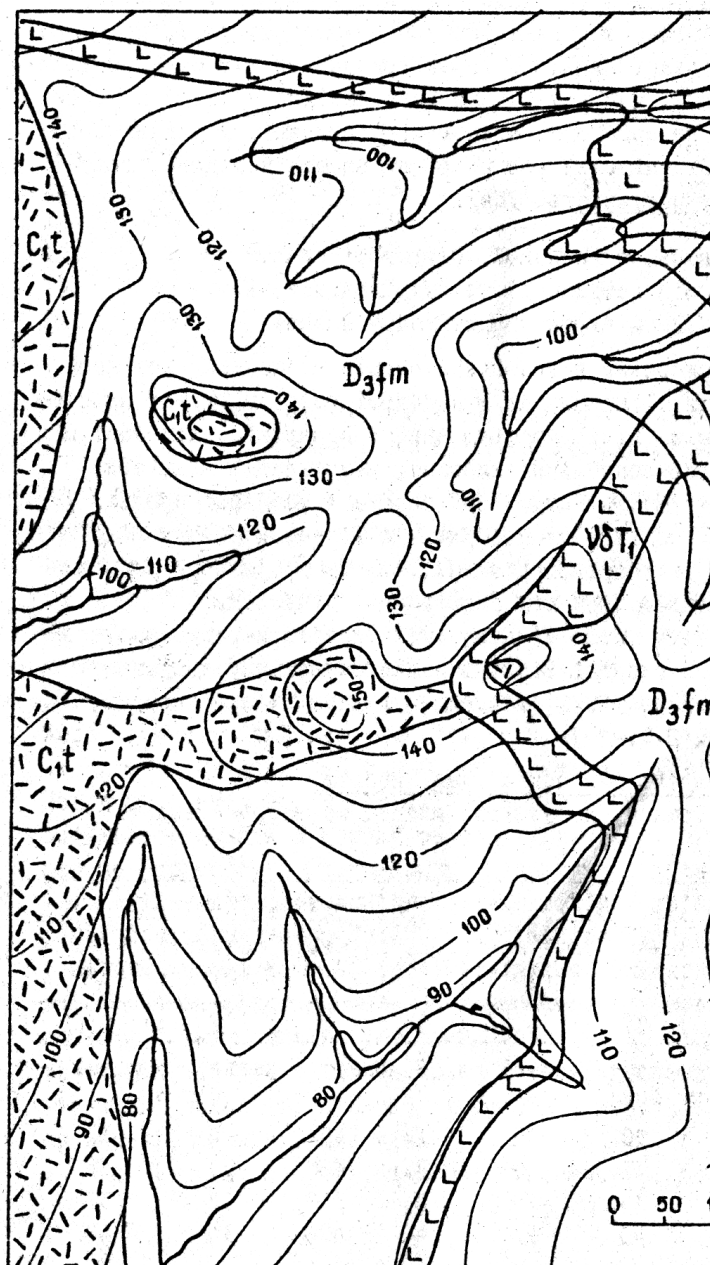


1:10000

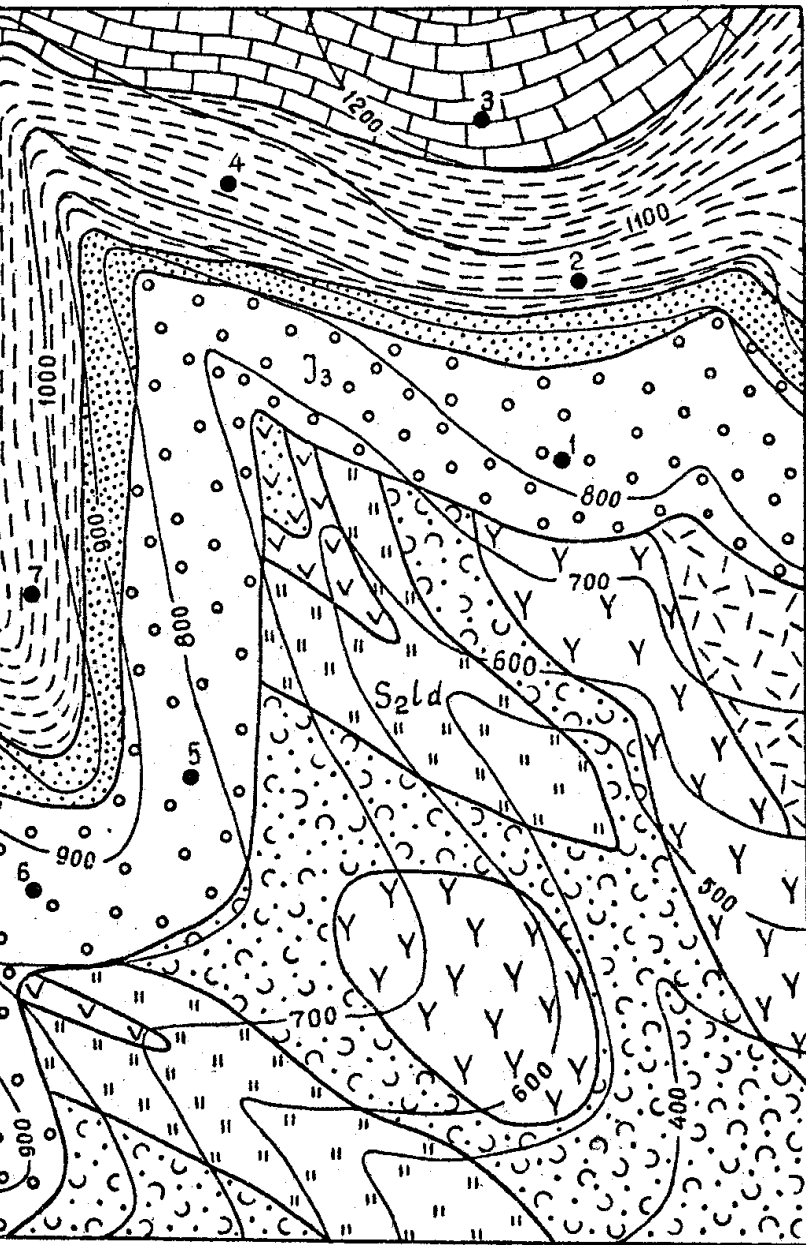
Додаток 4



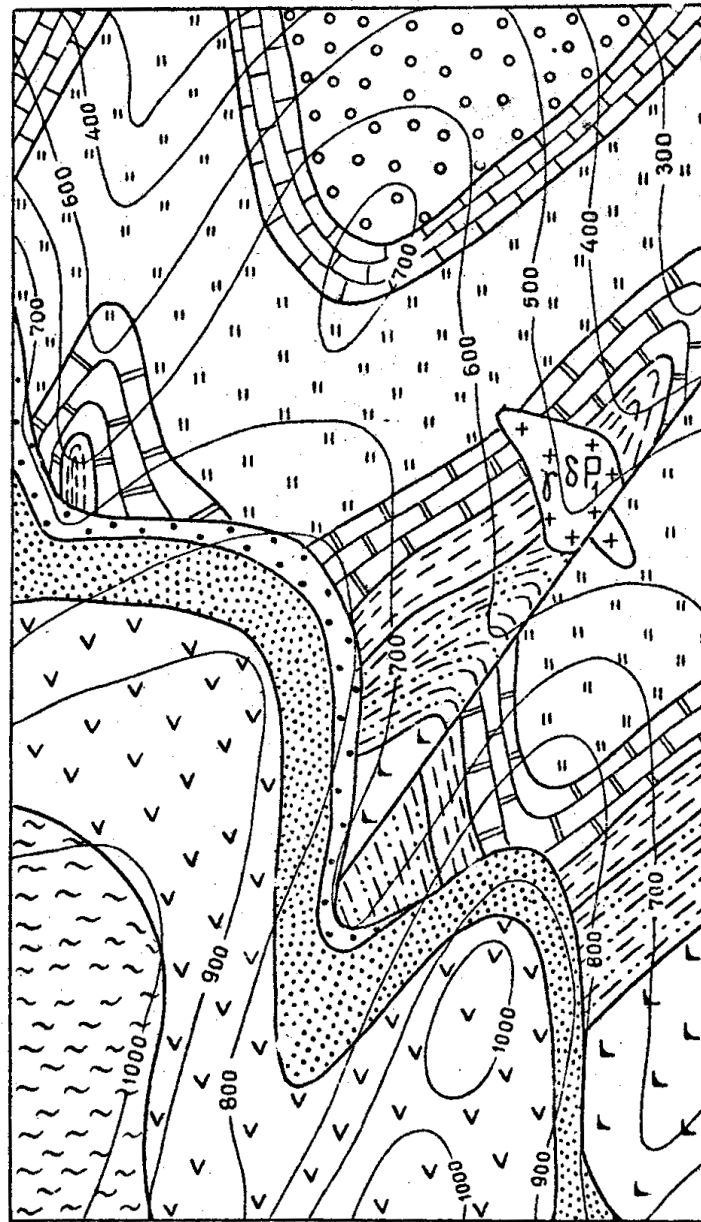
Додаток 5



Додаток 6



Масштаб 1:50 000



Масштаб 1:50 000