

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

ГЕОЛОГІЯ

Практикум

*Рекомендовано Методичною радою КПІ ім. Ігоря Сікорського
як навчальний посібник для здобувачів ступеня бакалавра за освітньою
програмою «Геоінженерія» спеціальності 184 «Гірництво»*

Київ
КПІ ім. Ігоря Сікорського
2021

Геологія: Практикум [Електронний ресурс]: навч. посіб. для здобувачів ступеня бакалавра спеціальності 184 «Гірництво»/ КПІ ім. Ігоря Сікорського; уклад.: С.М.Стовпник, Т.В.Косенко. – Електронні текстові дані (1 файл: 8,6 Мбайт). – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 43 с.

*Гриф надано Методичною радою КПІ ім. Ігоря Сікорського (протокол № 6 від 25.02.2021 р.)
за поданням Вченої ради інституту енергозбереження та енергоменеджменту (протокол
№ 8 від 25.01.2021 р.)*

Електронне мережне навчальне видання

ГЕОЛОГІЯ

Практикум

Укладачі: *Стовпник Станіслав Миколайович, к.т.н., доц.
Косенко Тетяна Володимирівна, ст. викладач*

Відповідальний редактор: *Гайко Г.І., д.т.н., проф. кафедри геоінженерії*

Рецензент: *Чала О.М., к.т.н., с. н. с. Інституту гідромеханіки НАН України*

У представленому навчальному виданні викладено основні положення щодо виконання практичних робіт, тематика яких обіймає розділи курсу з вивчення форм залягання гірських порід, елементів залягання похилих шарів, побудови інженерно-геологічного перерізу. Навчальне видання до виконання практичних робіт містить завдання по роботі, основні теоретичні відомості, порядок виконання роботи, приклади та питання для самоперевірки.

У посібнику розглянуто: основні питання з визначення форм залягання гірських порід, елементів залягання похилих шарів за допомогою гірничого компасу, за даними трьох свердловин, за виходом на поверхню на геологічній карті; послідовність дій з побудови виходу горизонтальних і похилозалагаючих шарів на поверхню, побудови інженерно-геологічного перерізу.

Навчальне видання призначене для здобувачів ступеня бакалавра за спеціальністю 184 «Гірництво», освітньою програмою «Геоінженерія».

ЗМІСТ

Вступ	4
1. Визначення форм залягання гірських порід	5
2. Визначення елементів залягання похилого шару	15
3. Побудова виходу горизонтального і похилозалягаючого шару на поверхню	25
4. Побудова інженерно-геологічного перерізу	32
Додатки	41
Література	43

ВСТУП

Дане навчальне видання призначене для здобувачів ступеня бакалавра за спеціальністю 184 «Гірництво» денної та заочної форми навчання відповідно до робочої програми кредитного модуля «Геологія-1. Геологія».

Практичні роботи проводяться за розділами: «Ендогенні геологічні процеси», «Екзогенні геологічні процеси», «Будова земної кори і літосфери», «Основи структурної геології».

Навчальне видання являє собою збірник інструкцій з виконання практичних робіт, кожна з яких складається з наступних частин: теоретичних відомостей, де наведені основні поняття і приклади, які необхідні для виконання роботи; порядку виконання роботи; списку контрольних питань і завдань, які допоможуть підготуватися до захисту практичної роботи; літератури.

Для успішного виконання практичної роботи студент повинен ознайомитися з теоретичними відомостями, прикладами і умовами виконання завдань, а потім виконувати завдання.

По завершенню роботи студент повинен оформити звіт про її виконання. Текст звіту друкується на одній стороні листа А4 з рамкою. Звіти по кожній роботі оформлюються студентами індивідуально.

1. ВИЗНАЧЕННЯ ФОРМ ЗАЛЯГАННЯ ГІРСЬКИХ ПОРІД

Ціль роботи: навчитися розрізняти форми залягання гірських порід різних типів за характерними ознаками, визначити елементи складок і типи складок.

Теоретичні відомості

Гірські породи утворюють тіла різної форми. Розрізняють первинні і вторинні форми залягання гірських порід.

Первинні форми залягання гірських порід виникли разом з формуванням самої породи.

Первинні форми залягання осадових порід (рис. 1.1).

Шар – геологічне тіло пласкої форми великої протяжності, обмежене двома приблизно паралельними площинами, що характеризується більш-менш однорідним складом.

Первинне залягання шарів є горизонтальним. Нижнє обмеження шару називається *підшовою*, верхнє – *покрівлею*. Потужність шару (відстань по нормалі від покрівлі до підшови) може бути від декількох метрів до десятків метрів.

Шари осадових порід не завжди мають правильну форму, обмежену горизонтальними площинами. Якщо в шарі відбувається значне зменшення потужності, після чого вона збільшується, то місце потоншення називається *пережимом*. Якщо шар потоншується до повного зникнення, то таке залягання називається *виклинюванням*.

Часткове виклинювання шару на невеликій відстані від центру до периферії дає *лінзи*. Зустрічаються шари у вигляді пропластків, що мають невелику потужність і велике розповсюдження, і у вигляді прошарків, що мають обмежене розповсюдження і невелику потужність.

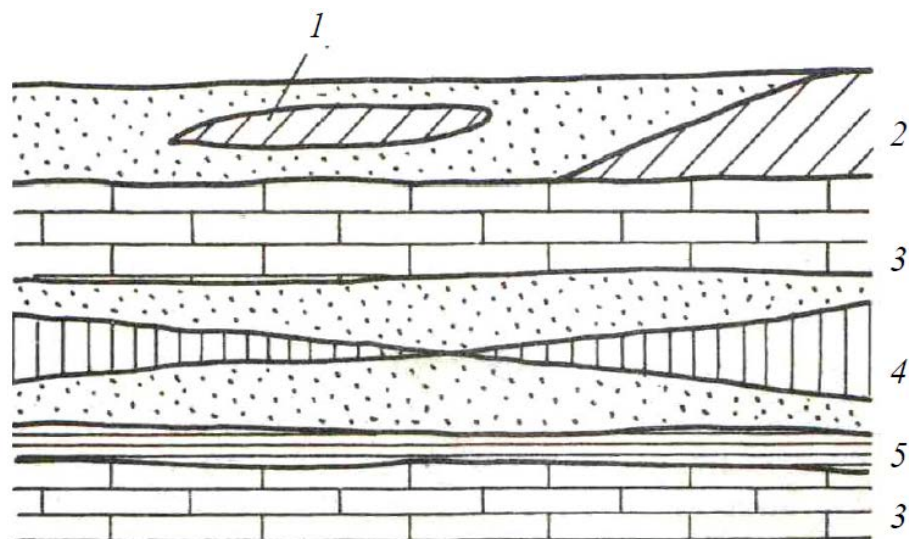


Рис. 1.1. Первинні форми залягання осадових порід: 1- лінза, 2 – виклинювання, 3 – шар, 4 – перезим, 5 – прошарок

Первинні форми залягання магматичних інтрузивних порід (рис. 1.2).

Інтрузиви по відношенню до порід, що їх вміщують, поділяють на **узгоджені і неузгоджені**. *Узгоджені* тіла залягають узгоджено з шарами вміщуючих порід, розсувають їх, але не зминають у складки: сіли, лаколіти, лополіти. Якщо магма при проникненні в породу перетинає шари, зминає в складки, то таке залягання називається *неузгодженим*: дайкі, штоки, батоліти.

Сіли – пластоподібні тіла, які залягають паралельно нашаруванню вміщуючих порід, утворюються на порівняно невеликих глибинах. Потужність їх коливається від декількох сантиметрів до сотень метрів, а площа досягає декількох тисяч кілометрів. Складені різними за складом породами.

Лополіти – узгоджені чашеподібні або блюдцеподібні тіла різних розмірів, від невеликих покладів до гігантських (декілька сотень кілометрів у поперечнику) масивів. Склад переважно основний, ультраосновний і лужний.

Лаколіти – невеликі за розміром (не більше 5000 м у поперечнику) грибоподібної або каравасподібної форми тіла, утворені внаслідок нагнітання магми між шарами під тиском. Шари, що покривають лаколіт, вигинаються

догори. Залягають на невеликих (до 3 км) глибинах. Склад порід – середній і лужний.

Дайки – плитоподібні тіла, довжина яких у багато разів перевищує їх потужність, а площини контактів практично паралельні, розміщуються, як правило, в тріщинах земної кори. Можуть бути представлені як ефузивними, так і інтрузивними породами. Розміри дайок різноманітні. Більшість їх залягають круто або вертикально, з вміщуючими породами мають різко виражені контакти.

Штоки – стовпоподібні інтрузиви, складені переважно гранітоїдами з площею виходу на поверхню менше 100 км². Форма штоків округла чи видовжена, інколи неправильна.

Батоліти – гігантські інтрузиви гранітоїдного складу значної потужності і значної площі (сотні і тисячі квадратних кілометрів).

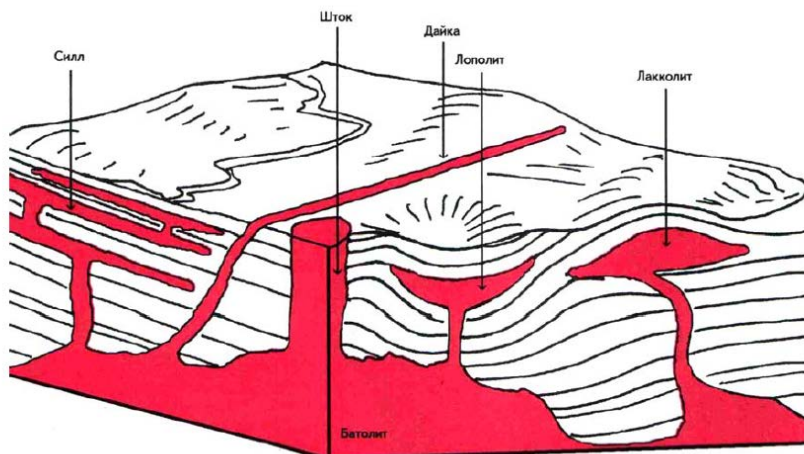


Рис. 1.2. Первинні форми залягання інтрузивних гірських порід

Первинні форми залягання магматичних ефузивних порід.

Покрови утворюють значні площі при відносно малих потужностях. Їх пов'язують з тріщинними виверженнями. Складаються зазвичай базальтами.

Потоки – тіла, що мають в плані різко подовжену форму зі слідами течії.

Екструзії мають форму куполів з різкою крутизною схилів. Зазвичай купола підвищуються над землею на висоту близько 100 м.

Вторинні форми залягання гірських порід. Утворюються в результаті наступних деформацій первинних форм під дією тектонічних сил. Найбільш розповсюдженими є два види порушень (дислокацій) – *складчасті і розривні*.

Складчасті порушення формуються без порушення суцільності шарів: монокліналь, флексура, складки.

Монокліналь – найбільш проста форма складчастих порушень, пов'язана з похилим заляганням шарів, які падають в одному напрямку (рис. 1.3). Якщо на фоні горизонтального або моноклінального залягання шарів відбувається коліноподібний перегін, то така структурна форма називається *флексурою* (рис. 1.4).

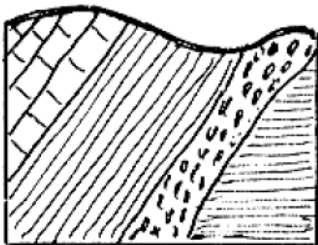


Рис. 1.3. Монокліналь

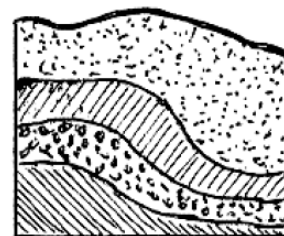


Рис. 1.4. Флексура

Складки – тектонічні порушення, що представляють собою хвилеподібні вигини шарів гірських порід.

Елементи будови складок (рис. 1.5)

Крила - бічні частини складки. Кожна складка має два крила. Положення крил складки в просторі визначається відносно сторін світу (західне і східне крило, північне і південне, південно-західне і північно-східне і так далі). Якщо синклінальні складки чергуються з антиклінальними, то крило антикліналі є одночасно крилом синкліналі.

Замок - частина складки, що прилягає безпосередньо до місця переходу одного крила в інше (у поздовжньому перетині). Нерідко замок антиклінальної складки називають склепінням.

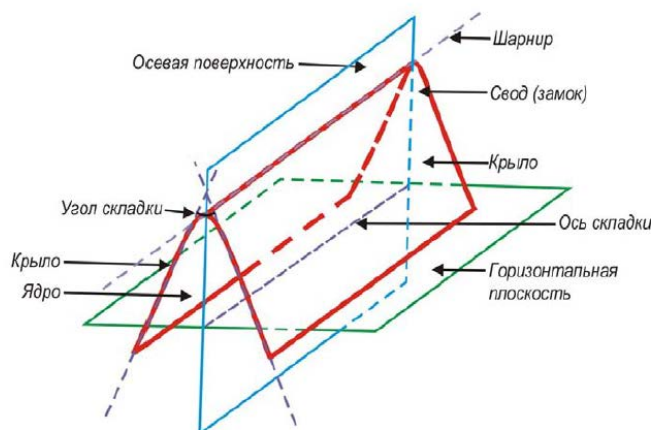


Рис. 1.5. Елементи складки

Між крилами і замком складки немає чіткої границі. *Кут складки* – це кут, що утворюється площинами крил, умовно продовжених до їх перетину. Кут можна визначити при графічному зображенні поперечного перерізу складки.

Осьова поверхня – уявна поверхня, що поділяє кут складки навпіл. *Вісь складки* – умовна лінія, яка одержується при перетинанні осьової поверхні з горизонтальною площиною.

Шарнір складки – лінія, яка утворюється при перетині осьової поверхні складки з поверхнею будь-якого пласта, що складає складку, або лінія, що проходить через точки максимального перегину будь-якого одного шару в замку складки. У складці можна виділити стільки шарнірів, скільки пластів її утворюють.

Ядро складки – внутрішня частина складки.

Складки класифікують за різними критеріями:

1) за формою і внутрішньою будовою:

- синклінальні – складки, у яких замок розташований знизу, в крила зверху (рис. 1.6);

- антиклінальні – складки, у яких замок зверху, а крила – знизу
(рис. 1.7).

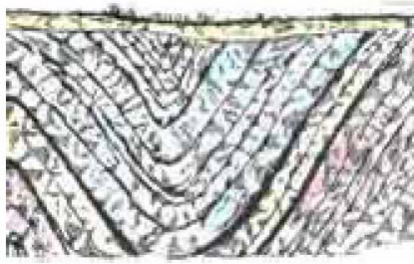


Рис. 1.6. Синклінальна складка



Рис. 1.7. Антиклінальна складка

2) за формою замка і співвідношенню крил (рис. 1.8):

- відкриті складки з пологим нахилом шарів на крилах;
- нормальні (звичайні) – складки, кут яких складає 90° ;
- ізоклінальні – складки з субпаралельним розташуванням крил;
- гострі (килевидні) – складки з гострим замком;
- сундучні – складки з широким замком і крутими крилами;
- віялоподібні – складки з широким замком і перетиснутим ядром;
- конічні – складки, у яких лінії перетину крил з горизонтальною поверхнею не паралельні;
- асиметричні – складки, крила яких несиметричні відносно їх осьових поверхонь.

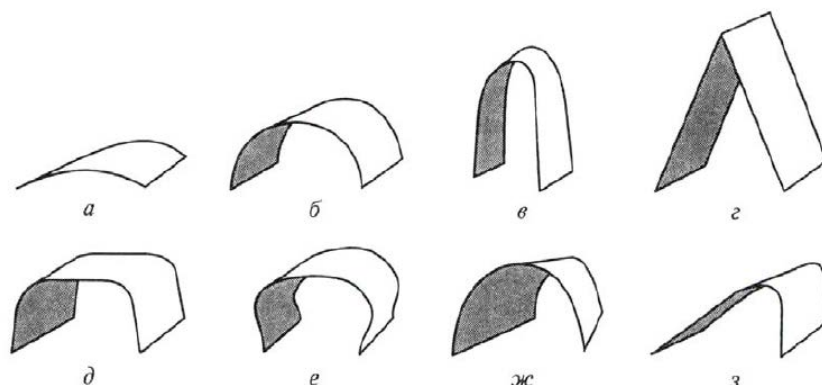


Рис. 1.8. Класифікація складок за формою зразка і співвідношенню крил:
а – відкриті, б – нормальні (звичайні), в – ізоклінальні; г – гострі, д – сундучні,
е – віялоподібні, ж – конічні, з - асиметричні

3) за положенням осьової поверхні (рис. 1.9):

- вертикальні – осьова поверхня вертикальна або близька до вертикальної;
- похилі – осьова поверхня є похилою і крила нахилені в різні боки;
- перекинуті – осьова поверхня також похила, але при цьому крила нахилені в один бік;
- лежачі – осьова поверхня горизонтальна або майже горизонтальна;
- пірнаючі (перевернуті) – осьова поверхня повернута відносно прямої складки на кут, більший 90° .

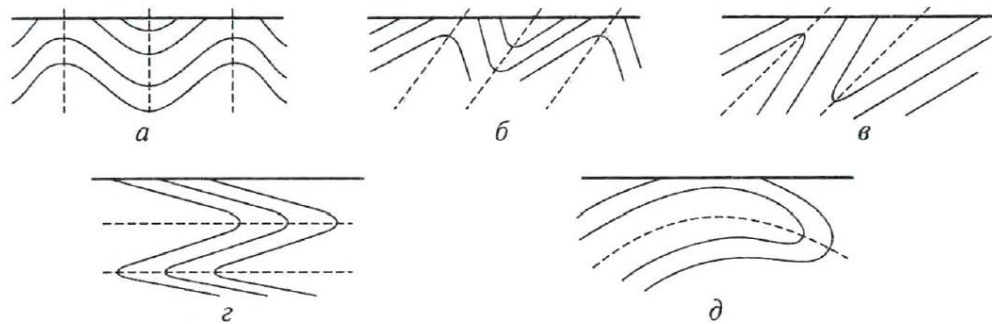


Рис. 1.9. Класифікація складок за положенням осьової поверхні: а – прямі, б – похилі, в – перекинуті, г – лежачі, д – пірнаючі

Розривні порушення (дислокації) – порушення зі зміщенням суцільності залягання: скиди, підкиди, грабени, горсти, зсуви, насуви.

Скид – розривне порушення, коли рухома частина земної кори опустилася вниз по відношенню до нерухомої (порушення, у якого площина розриву нахилена убік висячого крила) (рис. 1.10).

Підкид – розривне порушення, коли рухома частина земної кори піднялася в результаті тектонічного руху по відношенню до нерухомої (площина розриву підсунута під висяче крило) (рис. 1.11).

У випадку вертикального (або близького до нього) положення площини розриву стає важко класифікувати тип порушення (скид чи підкид). При цьому, крило, що займає більш високе положення, іменують звичайно піднятим, а більш низьке – опущеним.

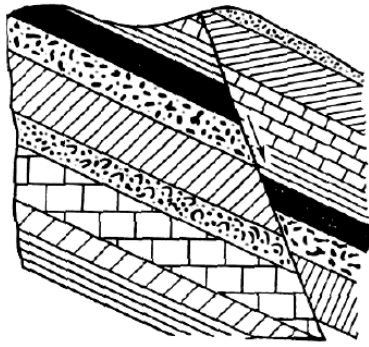


Рис. 1.10. Скид

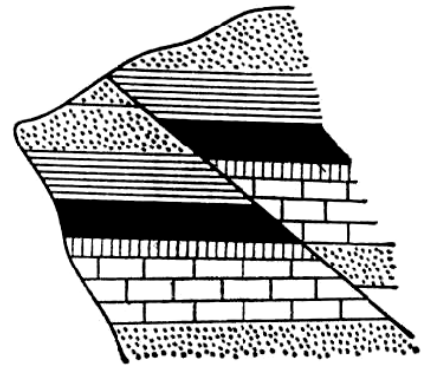


Рис. 1.11. Підкид

Зсув – розривне порушення, при якому відбувається горизонтальне зміщення гірських порід вздовж поверхні розриву (рис. 1.12).

Насув – підкид з більш пологою поверхнею розриву (рис. 1.13).

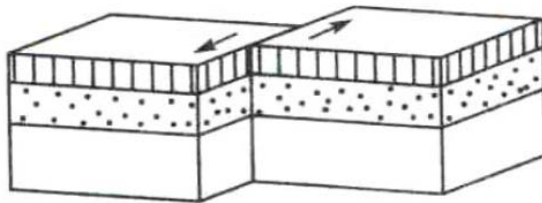


Рис. 1.12. Зсув

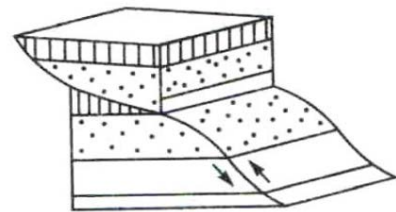


Рис. 1.13. Насув

Грабен – ділянка рухомої земної кори, яка опустилася по відношенню до двох нерухомих ділянок в результаті тектонічного руху (рис. 1.14). Грабени складені в центрі відносно молодими породами, а у крайових частинах - більш древніми.

Горст – ділянка рухомої земної кори, яка піднялася по відношенню до двох нерухомих (рис. 1.15). При їх розмиві центральна частина буде складене більш древніми породами, ніж крайові.

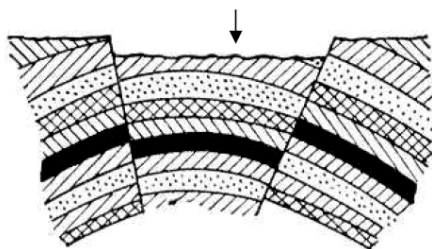


Рис. .114. Грабен

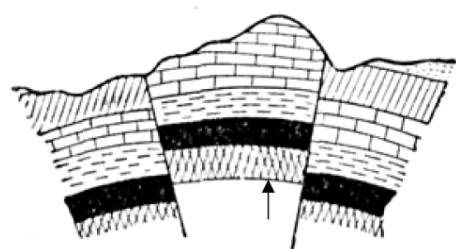


Рис. 1.15. Горст

Завдання до роботи

1. Роздивіться запропоновані варіанти різних форм залягання гірських порід. Заповніть табл.1.1. Схематично зарисуйте запропоновані форми залягання гірських порід.

Таблиця 1.1.

Форми залягання гірських порід

Первинні форми залягання	Осадові г.п.	Вид	Рис.№ ...	
		Вид	Рис.№ ...	
	Інрузивні г.п.	Вид	Рис.№ ...	
		Вид	Рис.№ ...	
	Ефузивні г.п.	Вид	Рис.№ ...	
		Вид	Рис.№ ...	
	Вторинні форми залягання	Складчасті	Вид	Рис.№ ...
			Вид	Рис.№ ...
Розривні		Вид	Рис.№ ...	
		Вид	Рис.№ ...	

2. Роздивіться запропоновані фотографії складок. Зробіть їх описання, визначивши тип кожної складки:

- за формою і внутрішньою будовою;
- за формою замка і співвідношенню крил;
- за положенням осьової поверхні.

Зарисуйте складки і підпишіть їх елементи.

3. Зробіть висновки як визначається форма залягання гірських порід.

Питання для самоперевірки

1. Яким чином класифікуються форми залягання гірських порід?
2. Перелічити первинні форми залягання осадових порід і дати їх характеристику.
3. Перелічити первинні форми залягання інтрузивних порід і дати їх характеристику.
4. Перелічити первинні форми залягання ефузивних порід і дати їх характеристику.
5. Перелічити складчасті порушення і дати їх характеристику.
6. Дати визначення поняття «елементи складки» і перелічити їх.
7. За якими критеріями класифікуються складки?
8. Перелічити розривні порушення і дати їх характеристику.

2. ВИЗНАЧЕННЯ ЕЛЕМЕНТІВ ЗАЛЯГАННЯ ПОХИЛОГО ШАРУ

Ціль роботи: навчитися визначати елементи залягання похилого шару.

Теоретичні відомості

Для визначення положення в просторі будь-якого похилого площинного або лінійного структурного елемента (наприклад, площина шару, крило складки або її шарнір, поверхня розривного порушення) в геології введено поняття про елементи залягання.

Елементи залягання характеризують положення будь-якої похилої поверхні в просторі. До них відносяться лінія простягання, лінія падіння, кут падіння (рис. 2.1).

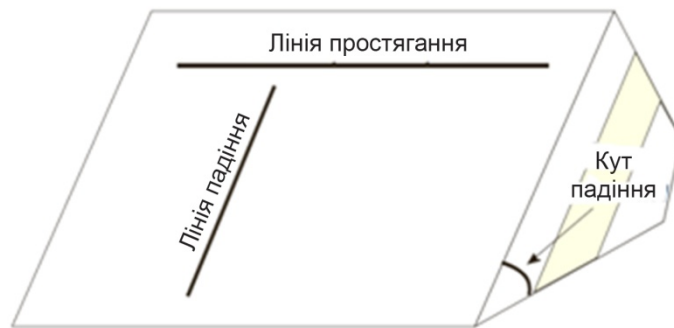


Рис. 2.1. Елементи залягання похилої поверхні

Лінія простягання площинного елемента – будь-яка горизонтальна лінія, що лежить в його площині.

Лінія падіння – лінія, що лежить в площині і спрямована в бік її найбільшого ухилу. Положення цієї лінії легко визначити, якщо капнути водою на похилу площину. Слід течії води по площині і буде лінією падіння. З лінією простягання лінія падіння утворює прямий кут.

Кут падіння – кут, що утворюється площиною структурного елемента і горизонтальною площиною.

Самі по собі ці елементи лише належать певній похилій площині, але не визначають її положення в просторі. Для того, щоб зорієнтувати площину в просторі, необхідно визначити положення її лінії простягання і лінії

падіння відносно сторін світу. Таке орієнтування проводиться шляхом визначення азимутів.

Азимут – горизонтальний кут, що відліковується за ходом годинникової стрілки від північного напрямку магнітного меридіану до заданого напрямку. Кути, що відліковуються від північного напрямку географічного меридіану до напрямку лінії простягання називаються *азимутом простягання*, до напрямку проекції лінії падіння на горизонтальну площину – *азимутом падіння*.

Способи визначення елементів залягання похилого шару

1. Вимірювання елементів залягання похилого шару гірничим компасом

Вимірювання азимутів простягання і падіння на місцевості проводять гірничо-геологічним компасом (рис.2.2).



Рис. 2.2. Компас гірничо-геологічний

Оскільки азимут – горизонтальний кут, при вимірюванні будь-яких азимутів компас потрібно завжди тримати строго горизонтально.

На рис. 2.3 зображені похило залягаючі шари гірських порід і показано положення компасу при замірі азимутів простягання і падіння. Шари перерізані уявною горизонтальною площиною. Лінія перетину цієї площини з площиною шару, на якій проводяться вимірювання, є *лінією простягання*. Вона має два рівноправних напрямку. *Лінія падіння* проєцирується на

горизонтальну площину. У цієї лінії всього один напрямок, що відповідає нахилу шару.

При вимірюванні азимутів компас в горизонтальній площині орієнтується нулем на лімбі (віссю ПД – ПН) у напрямку, азимут якого потрібно знайти. В цьому випадку значення азимуту береться за північним кінцем магнітної стрілки. Азимут простягання шару можна виміряти по будь-якому з напрямків лінії простягання. Значення будуть відрізнятися на 180° . В прикладі, що наведений на рис.2.3, значення азимуту простягання становить 145° , а значення по протилежному напрямку – $145^\circ+180^\circ=325^\circ$. На це значення кута вказує південний кінець магнітної стрілки.

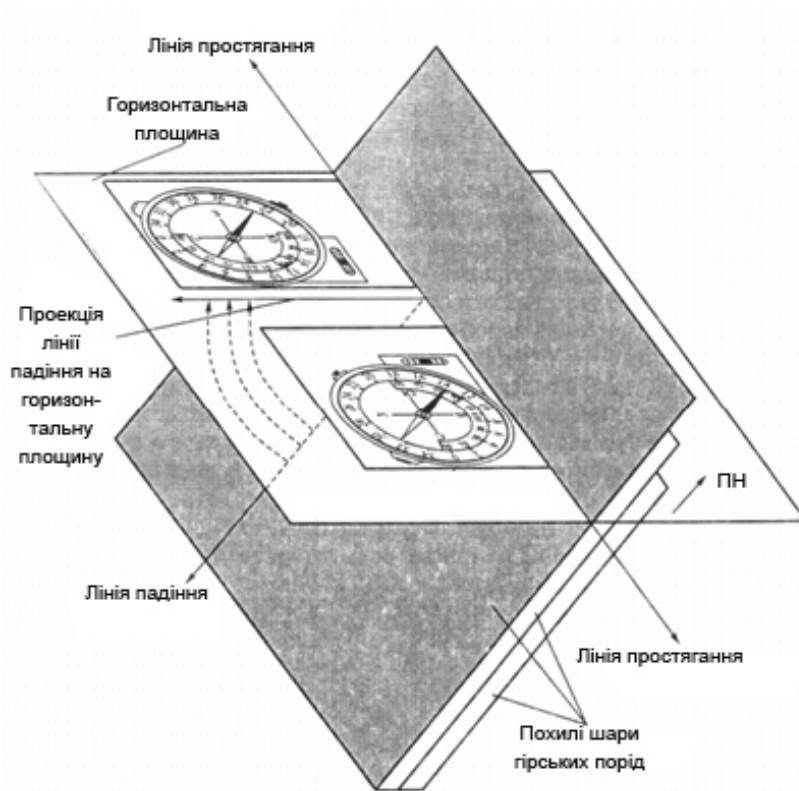


Рис. 2.3. Вимірювання азимутів залягання похилого шару гірничим компасом

Азимут падіння похилого шару всього лише один. Його значення відрізняється від значення азимутів простягання на 90° . Компас орієнтується нулем на лімбі у напрямку падіння. Азимут падіння площини шару згідно показанням компасу дорівнює 235° (показання північного кінця магнітної стрілки). Це показання легко перевірити: $145^\circ+90^\circ=235^\circ$, $325^\circ-90^\circ=235^\circ$.

Крім азимутів вимірюється також кут падіння похилого шару (рис. 2.4). Для вимірювання вертикальних кутів в гірничому компасі передбачений спеціальний пристрій – клінометр (відвіс). Під час вимірювання вертикальних кутів магнітна стрілка компаса повинна бути обов'язково затиснена за допомогою спеціального гвинта.

Вимірюючи кут, компас ставлять вертикально ребром більшої сторони основи, поблизу якої розташована шкала клінометра, на лінію падіння шару. Відпустивши фіксатор клінометра, визначають кут падіння шару (в даному випадку 50°). На рисунку видно, що при горизонтальному заляганні шарів відвіс клінометру показує 0.

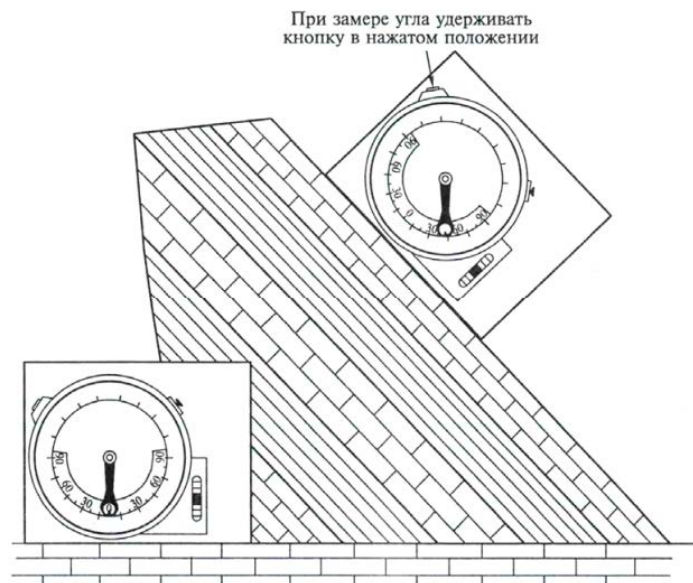


Рис. 2.4. Вимірювання кута падіння шару гірничим компасом

Проведені вимірювання елементів залягання спеціальним чином записуються у польовий журнал. Під час запису простягань і падінь крім азимуту (в градусах) записується також чверть (румб), який належить значення горизонтального кута (Пн-Сх, Пд-Сх, Пн-Зх, Пд-Зх).

Повний запис вимірювань елементів залягання виглядає наступним чином: Пр Пд-Сх 145, Пд Пд-Зх 235 < 50. Отримані значення наносять на карту за допомогою спеціального знака у вигляді довгої риски, що відповідає положенню простягання, і перпендикуляру до неї, що відходить від середини

у вигляді більш короткої риски, яка вказує напрям падіння. Кут падіння позначається цифрою біля кінця короткої риски.

2. Вимірювання елементів залягання похилого шару за даними трьох свердловин

В тих випадках, коли шар не виходить на поверхню, а розкривається свердловинами, елементи його залягання можна визначити по трьох точках (свердловинах), що не лежать на одній прямій. Для вирішення цієї задачі необхідно знати розташування свердловин на площині і глибини розкриття покрівлі або підосви шару. Розташування свердловин на території може бути задано або координатами їх устя або відстанями між свердловинами (АВ=900 м, БВ=480 м, АВ=510 м) і азимутами напрямків, що з'єднують свердловини (наприклад, азимут лінії АВ – Пн-Сх 55° , свердловина В розташована в південно-східному напрямку від цієї лінії). Абсолютні відмітки устя свердловин становлять: А=+600 м, Б=+500 м, В=+300 м, глибини, на яких свердловина перетинає шар: А=250 м, Б=50 м, В=150 м.

Для визначення елементів залягання шару на лист паперу наносять проекції трьох свердловин в масштабі карти (наприклад, 1:10000). На лінії з азимутом 55° наносять свердловини А і Б на відстані 9 см (в масштабі карти), потім відмічають свердловину В, яка розташована в південно-східному напрямку відносно лінії А-Б. При цьому відстань між свердловинами А і В буде 5,1 см, а відстань між свердловинами Б і В буде 4,8 см. Біля кожної свердловини вказують абсолютні відмітки шару, віднімаючи від абсолютних відміток устя свердловини глибину залягання шару (для св.А це значення становить +350 м (600 м - 250 м), для св. Б - +450 м, для св. В - +150 м).

Для наочності зображують просторове положення шару за даними бурових свердловин (рис. 2.5). Для цього в якості базової поверхні обирають поверхню з відміткою +150 м (рівень положення шару в свердловині В) і в точках А і Б визначають перевищення шару відносно рівня +150 м. В т.А це перевищення становить 200 м, в т.Б – 300 м. Відкладають ці значення в

масштабі карти вертикально вгору над точками А і Б і отримують точки А' і Б'. З'єднують між собою точки А', Б' і В і отримують просторове положення шару, що вивчається.

Лінія АГ' буде для шару лінією простягання, оскільки розташована в площині шару і горизонтальна (проведена на рівні +350 м), лінія О'В – лінія падіння шару, оскільки лежить в площині шару, перпендикулярна до лінії простягання і спрямована по падінню шару. Лінія ОВ – проекція лінії падіння на горизонтальну площину.

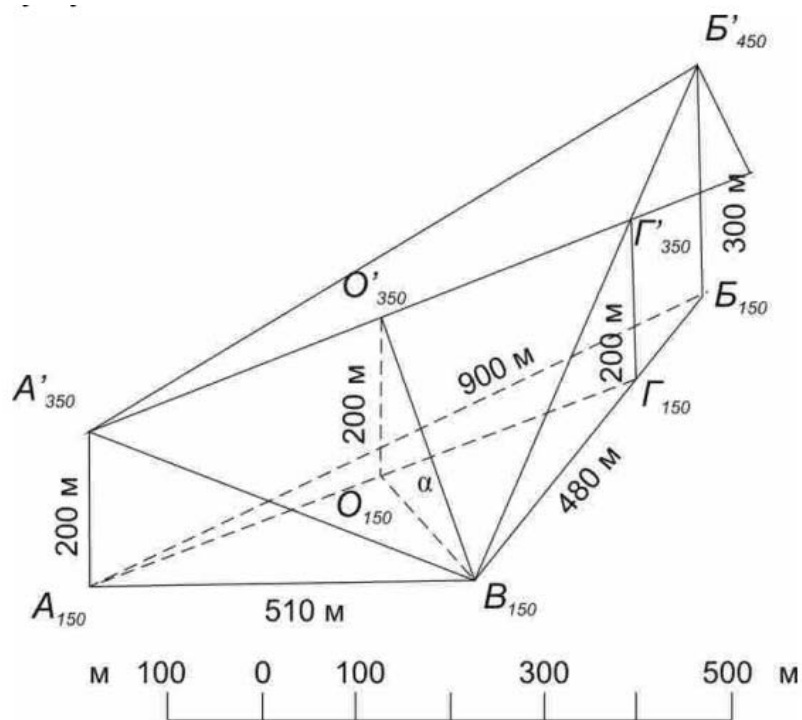


Рис. 2.5. Визначення елементів залягання шару по трьох свердловинах методом різності відміток. Просторове зображення

Для визначення елементів залягання шару виносять точки, де пробурені свердловини, на план і показують поряд з ними абсолютні відмітки залягання. Враховуючи, що шар в межах бурової ділянки знаходиться в інтервалі абсолютних відміток від +150 м (св.В) до +450 м (св. Б), для побудови лінії простягання обираємо проміжне значення +350 м. Для побудови лінії простягання необхідно знати дві точки шару з даною абсолютною відміткою. Одна з них – це відмітка шару в св. А, іншу точку знаходять шляхом інтерполяції відстані між точками Б (+450 м) і В (+150 м).

В результаті інтерполяції отримуємо точку Г, де абсолютна відмітка шару буде +350 м. Таким чином, лінія, що проведена через точки А і Г, буде лінією простягання (рис. 2.6). Провівши з точки В перпендикуляр на лінію простягання, отримують проекцію лінії падіння на горизонтальну площину – це відрізок ОВ. Провівши з точки О вертикальну вісь ОС, отримують напрямком на північ. В цьому випадку, кут між напрямком на північ (ОС) і лінією простягання буде азимутом простягання (γ_1), а кут між напрямком на північ і проекцією лінії падіння (ОВ) буде азимутом падіння шару (γ_2).

Для того, щоб визначити кут падіння, необхідно розвернути на горизонтальну площину трикутник О'ОВ (рис. 5). Кутом падіння в цьому випадку буде кут О'ВО або α .

Після побудови плану в масштабі азимуту γ_1 , γ_2 і кут падіння α – вимірюються транспортиром. Результат записується у вигляді:

Пр Пн-Сх 80, Пд Пд-Сх 170 < 42.

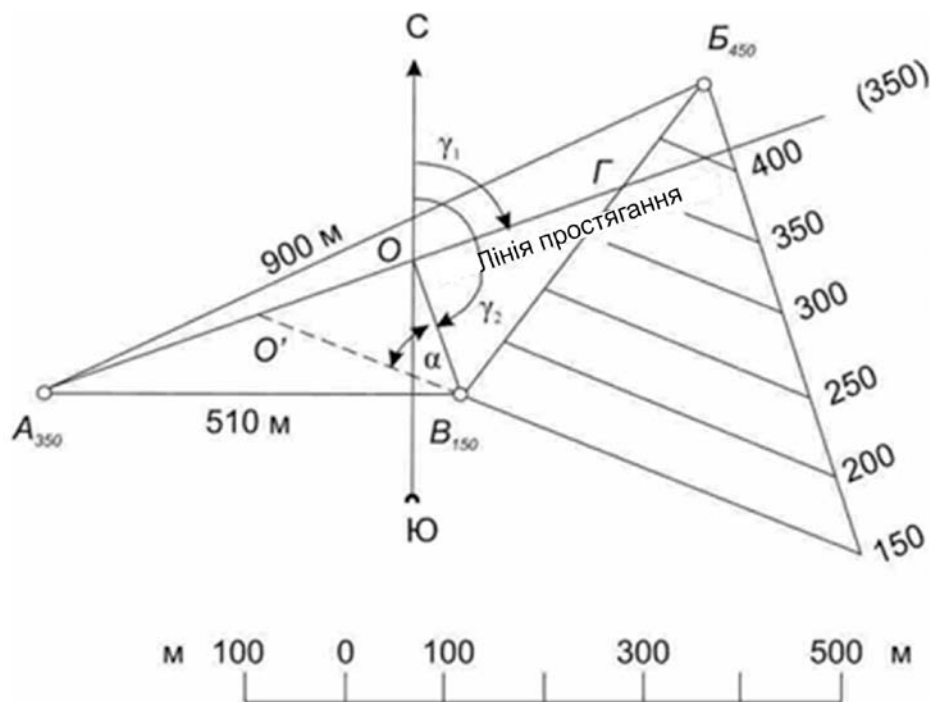


Рис. 2.6. Визначення елементів залягання шару по трьох свердловинах методом різності відміток. Планове зображення

3. Визначення елементів залягання шару за його виходами на геологічній карті

Методика визначення елементів залягання буде розглянута на прикладі геологічної карти масштабу 1:50000 з перерізом горизонталей через 100 м (рис. 2.7).

Для визначення елементів залягання шару потрібно знайти лінію простягання і проекцію лінії падіння на горизонтальну площину. Лінію простягання можна побудувати, з'єднавши між собою дві точки покрівлі або подошви шару, які мають однакову абсолютну відмітку. Такими точками будуть точки, де шар (покрівля або подошва) перетинаються з однаковою горизонталлю. На рис. 2.7 такими точками будуть А і Б, в них подошва перетинається з горизонталлю +600 м, і точки Г і Д, в яких подошва перетинається з горизонталлю, що має відмітку +500 м. Вимірюємо азимут простягання шару, для цього необхідно провести вертикальну лінію (напрямок на північ). Далі проводимо лінію перпендикулярну лінії простягання у південно-західному напрямку, оскільки шар нахилений в цьому напрямку. Ця лінія – проекція лінії падіння на горизонтальну площину. Кут між напрямком на північ і цією лінією є азимутом падіння шару.

Побудовані лінії простягання називаються *стратоізогіпсами* шару. Під *стратоізогіпсами* розуміють лінії, які з'єднують між собою точки стратиграфічної поверхні (покрівлі або подошви шару), що мають однакові абсолютні відмітки.

Для визначення кута падіння шару побудуємо переріз. В масштабі карти проведемо дві горизонтальні лінії, що знаходяться на відстані 100 м один від одного (в масштабі карті це 2 мм), оскільки стратоізогіпси відрізняються між собою на 100 м. Найкоротша відстань між стратоізогіпсами в плані називається *закладанням* – *t*. В нашому випадку – це проекція відрізка лінії падіння, що знаходиться між гіпсометричними рівнями +600 і +500 м. Величину відрізка закладання відкладаємо на двох

відповідних стратоізогіпсах і проводимо лінію падіння. Кут між горизонтальною площиною і лінією падіння є кутом падіння шару ($\lambda=15^\circ$).

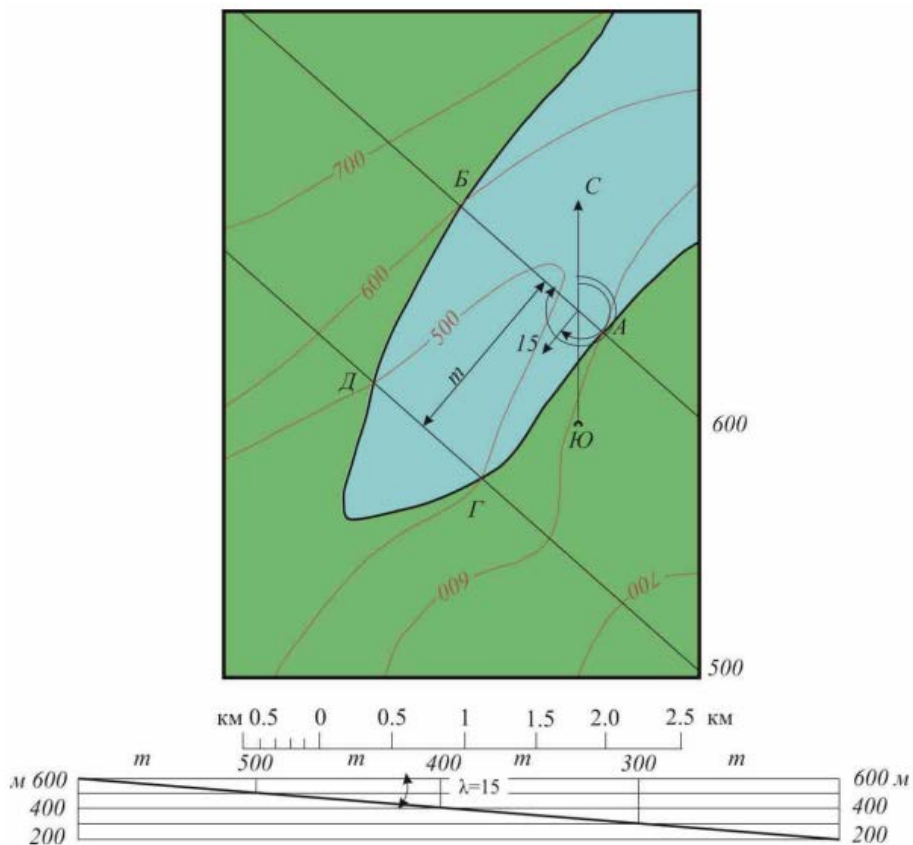


Рис. 2.7. Визначення елементів залягання шару по геологічній карті з горизонталями

Завдання до роботи

1. Вивчити методику визначення елементів залягання похилого шару гірничим компасом.
2. Визначити елементи залягання похилого шару за даними трьох свердловин за заданим варіантом.
3. Зробити висновки по роботі.

Питання для самоперевірки

1. З якою ціллю в геології введено поняття елементів залягання похилого шару? Назвати їх і дати визначення.
2. Дати визначення понять азимутів простягання і падіння.

3. В чому полягає відмінність гірничо-геологічного компаса від географічного?
4. Описати порядок заміру азимутів простягання і падіння похилого шару за допомогою гірничого компаса.
5. Описати порядок визначення елементів залягання за даними 3-х свердловин.
6. Описати порядок визначення елементів залягання по геологічній карті.

3. ПОБУДОВА ВИХОДУ ГОРИЗОНТАЛЬНОГО І ПОХИЛОЗАЛЯГАЮЧОГО ШАРУ НА ПОВЕРХНЮ

Ціль роботи: навчитися будувати лінію виходу горизонтального і похилозалягаючого шару на поверхню.

Теоретичні відомості

1. Побудова виходу горизонтального шару на поверхню

Для побудови геологічної карти з горизонтальним заляганням шарів на існуючій топооснові необхідно визначити абсолютні відмітки всіх стратиграфічних горизонтів, розкритих свердловиною. З цією метою від абсолютної відмітки устя свердловини необхідно відняти значення потужності верхнього шару. Отримане значення є абсолютною відміткою підосви цього шару і покрівлі наступного. Далі від цієї відмітки віднімають потужність наступного шару і т.д. Наприклад, якщо абсолютна відмітка устя свердловини +227 м, а покрівля наступного шару розкрита на глибині 12 м, тоді абсолютна відмітка покрівлі буде +215 м.

Отримавши таким чином абсолютні відмітки границь шарів, проводять їх на карті паралельно горизонталям, зафарбовують простір між покрівлею і підосвою кожного шару у відповідності до геохронологічної шкали і підписують індекси відповідних стратиграфічних горизонтів.

Побудову геологічної карти з горизонтально залягаючими шарами розглянемо на прикладі вирішення наступної задачі.

Задача. Дана топографічна карта масштабу 1:25000 (рис. 3.1) і геологічний переріз по свердловині, що пробурена на висоті з відміткою 267 м. Розкриті свердловиною шари залягають горизонтально. Згори вниз свердловиною розкриті:

- піски і галечники верхнього відділу крейдової системи потужністю 8 м;
- глини сірі піщанисті кимериджського ярусу верхнього відділу юрської системи потужністю 20 м;

- піски глауконітові оксфордського ярусу верхнього відділу юрської системи потужністю 21 м;
- глини чорні келловейського ярусу середнього відділу юрської системи потужністю 32 м;
- вапняки нижнього відділу каменновугільної системи потужністю 19 м.

Побудувати геологічну карту району ріки Дауг.

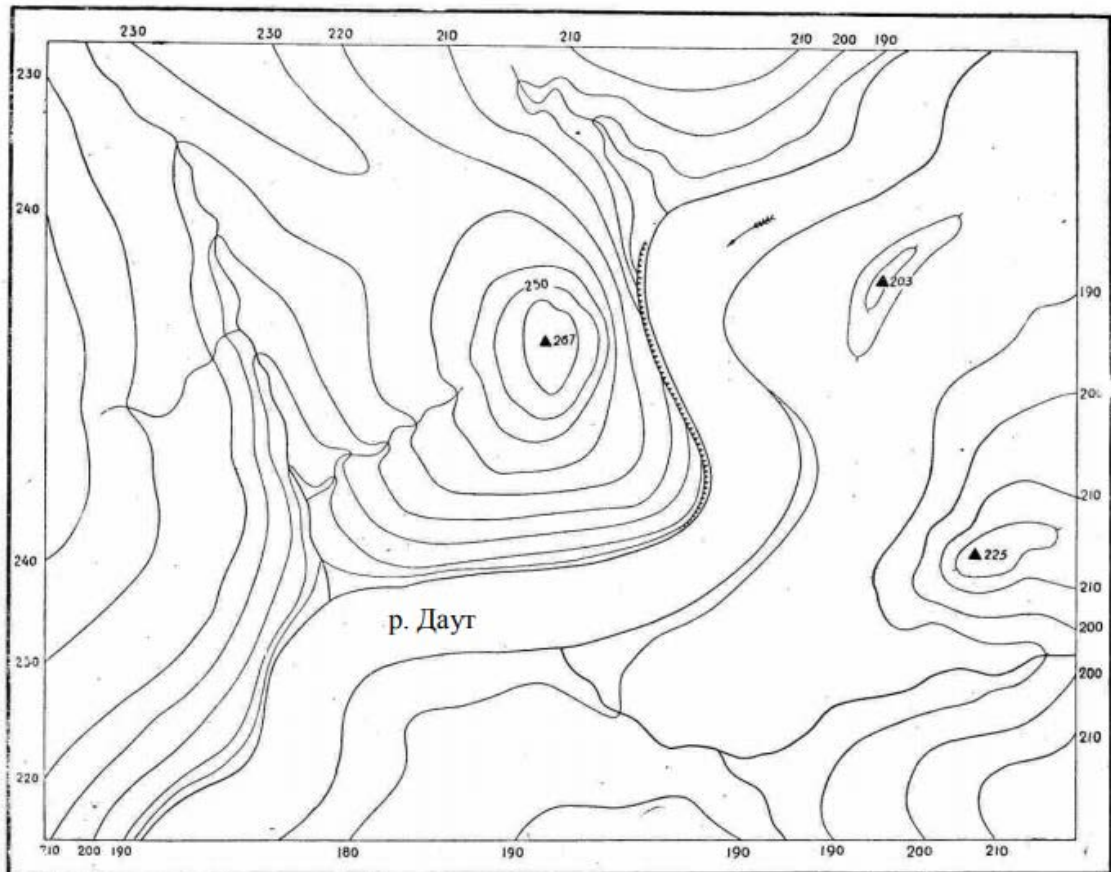


Рис. 3.1. Топографічна основа для побудови геологічної карти

Вихідні дані для побудови геологічної карти заносяться до таблиці 3.1: задані вихідні дані вказані чорним кольором і розраховані – червоним кольором.

Визначивши абсолютні відмітки покрівлі і підшови шарів, на задану топооснову наносять лінії виходу цих шарів на поверхню, зафарбовують відповідним кольором згідно з загальною стратиграфічною шкалою, вказують індекси порід відповідно до їх віку і отримують геологічну карту (рис. 3.2).

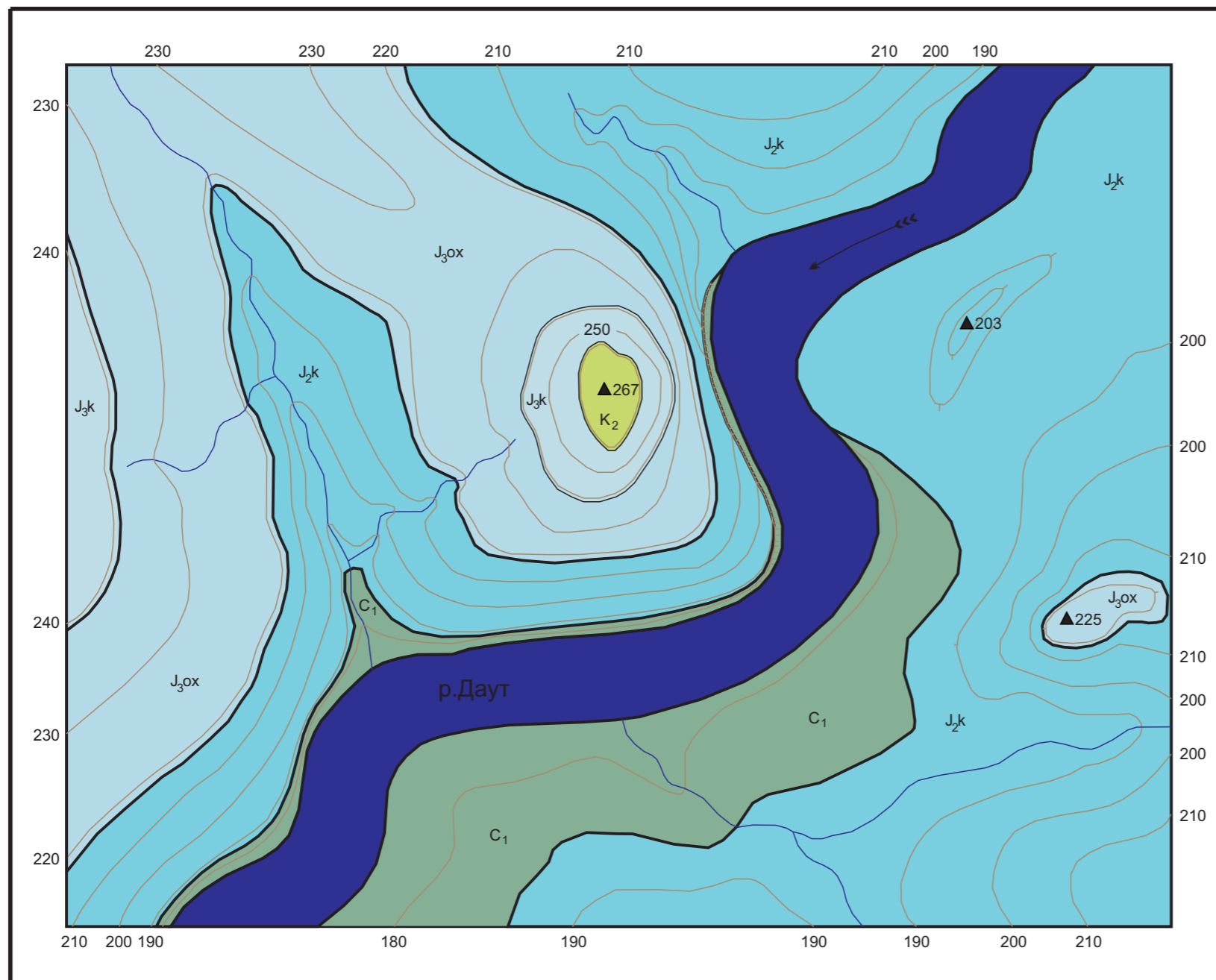
Вихідні дані

Порода	Вік	Індекс	Потужність шару, м	Абсолютні відмітки, м	
				підшви шару	покрівлі шару
1. Піски і галечники	Верхній відділ крейдової системи	K_2	8,0	$267,0-8,0=$ $259,0$	267,0
3. Глини сірі піщанисті	кімериджський ярус верхнього відділу юрської системи	J_3k	20	$259,0-20,0=$ $239,0$	259,0
3. Піски глауконітові	оксфордський ярусу верхнього відділу юрської системи	J_3ox	21	$239,0-21,0=$ $218,0$	239,0
4. Глини чорні	келловейський ярус середнього відділу юрської системи	J_2k	32	$218,0-32,0=$ $186,0$	218,0
5. Вапняки	нижній відділ каменновугільної системи	C_1	19	$186,0-19,0=$ $167,0$	186,0

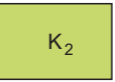

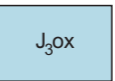
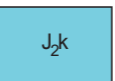
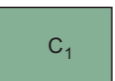


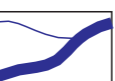

2. Побудова виходу похилозалагаючого шару на поверхню

Виходи на поверхню похилозалагаючих шарів на геологічній карті мають різні обриси. Це залежить від елементів залягання шарів і характеру рельєфу земної поверхні. При виході поверхні нашарування (підшви або покрівлі) похилозалагаючого шару хоча б в одній точці, де елементи залягання відомі, на карті з горизонталями можна побудувати всю лінію виходу цієї поверхні. Для цього користуються закладанням, яке представляє собою проекцію на горизонтальну площину відрізка лінії падіння шару, що знаходиться між двома лініями простягання різних гіпсометричних рівнів, проведених по підшві або покрівлі шару.

ГЕОЛОГІЧНА КАРТА
М 1:25 000
район ріки Даут

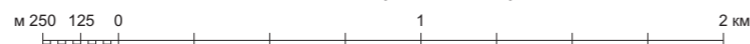


Умовні позначення

- | | | | |
|---|---|--|---|
| Юрська система | Верхній відділ |  K₂ | Верхній відділ крейдової системи. Піски і галечники |
| | |  J_{3k} | Кимериджський ярус. Глини сірі піщанисті |
| | |  J_{3ox} | Оксфордський ярус. Піски глауконітові |
| | |  J_{2k} | Келловейський ярус середнього відділу. Глини чорні |
| |  C₁ | Нижній відділ каменновугільної системи. Вапняки | |
| |  | Геологічні границі | |
| |  | Горизонталі | |
| |  | Ріка | |
|  | Свердловина, її висота | | |

1:25 000

в 1 сантиметрі 250 метрів



Горизонталі проведені через 10 метрів

Рис. 3.2. Геологічна карта

Послідовність операцій з побудови виходу на поверхню плоского похилого шару (його покрівлі або підшви) за відомими елементами залягання в одній точці виглядає наступним чином.

1) Проводиться стратоізогіпса шару (лінія рівних відміток шару), що співпадає з лінією простягання його поверхні (покрівлі або підшви). Відмітка стратоізогіпси відповідає відмітці шару (покрівлі або підшви) в точці виходу його на денну поверхню (відмітка рельєфу). Стратоізогіпси плоского похилозалагаючого шару представляють собою паралельні рівноудалені прямі лінії.

2) Проводиться ряд стратоізогіпс на відстані, що дорівнює закладанню. Для цього необхідно побудувати або розрахувати закладання. Значення стратоізогіпс в напрямку падіння шару буде зменшуватися, а в бік підняття – зростати.

3) Відмічаються точки перетину стратоізогіпс і горизонталей рельєфу з однаковими відмітками. В цих точках поверхня шару (покрівля або підшва) виходить на денну поверхню. За необхідності слід дати пунктирними лініями додаткові напівстратоізогіпси і напівгоризонталі.

4) Отримані точки виходу шару на поверхню з'єднуються плавною лінією, яка і є лінією виходу покрівлі або підшви шару на поверхню.

Побудову лінії виходу похилозалагаючого шару на поверхню розглянемо на прикладі вирішення наступної задачі.

Задача. Побудувати вихід похилозалагаючого шару по карті з горизонталями. Дана топографічна основа масштабу 1:40000 (рис. 3.3). Висота перерізу горизонталей становить 10 метрів. В т. А виходить покрівля шару з елементами залягання: азимут падіння Пн-Сх 25° , кут падіння – 15° ; в т.Б – виходить підшва шару з такими ж елементами залягання, як і покрівля.

Для рішення цієї задачі через т.А, в якій на поверхню виходить покрівля шару, по лінії простягання проводимо стратоізогіпсу з відміткою 40 м (оскільки т.А лежить на горизонталі 40 м). Після цього будемо графік закладань, для чого в масштабі карти проводимо декілька горизонтальних

ліній, що знаходяться на відстані 10 метрів одна від одної у масштабі карти і проводимо лінію під кутом 15° (це кут падіння шару). Побудована лінія буде представляти собою лінію падіння шару. Проекція цієї лінії падіння на горизонтальну площину є закладанням для даного шару. На відстані m проводимо ряд стратоізогіпс, паралельних першій, з відмітками 50, 60, 70, 80, 90, 100, 110 м (максимальна відмітка горизонталі) в напрямку підняття шару (на південний захід) і з відміткою 30 м (мінімальна відмітка горизонталі) в бік його падіння (на північний схід).

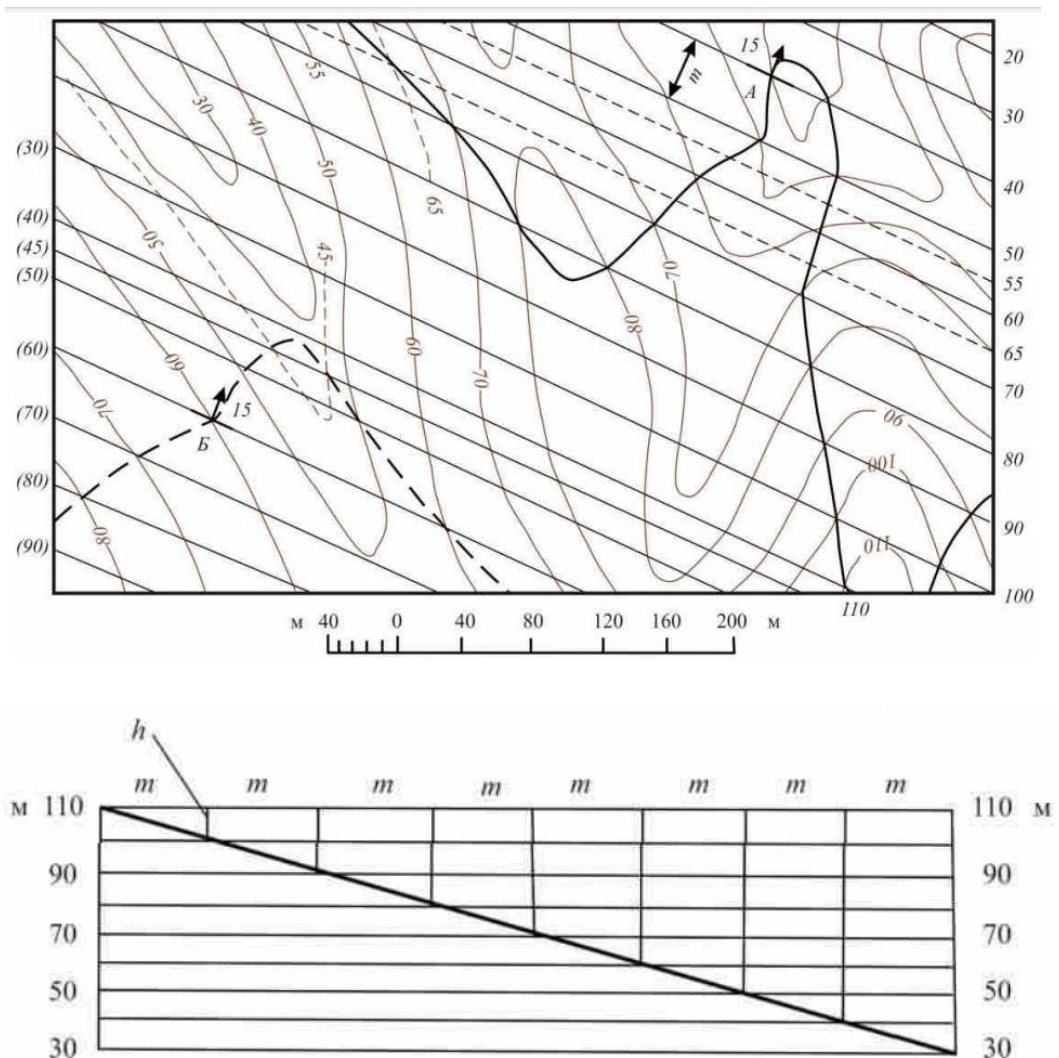


Рис. 3.3. Побудова виходу покрівлі і підосви шару по карті масштабу 1:40000 з горизонталями. Т.А – вихід покрівлі шару на поверхню, т.Б – вихід підосви шару на поверхню. Суцільною чорною лінією показано вихід на поверхню покрівлі шару, штриховою лінією – вихід на поверхню підосви шару

Для зручності побудови відмітки стратоізогіпс і їх кількість повинні відповідати відміткам і кількості горизонталей рельєфу. З'єднавши плавною лінією точки перетину стратоізогіпс і горизонталей рельєфу з однаковими відмітками, отримуємо лінію виходу покрівлі шару. На рисунку вона показана суцільною жирною лінією. У випадку необхідності потрібно проводити проміжні стратоізогіпси і горизонталі, коли основні між собою не перетинаються.

Аналогічно будується лінія виходу підшви шару, яка обнажається в т.Б. В цьому випадку через т.Б пройде стратоізогіпса підшви шару з відміткою 60 м. Застосовуючи те саме закладання, що і для покрівлі шару (оскільки елементи залягання покрівлі і підшви однакові) проводимо ряд стратоізогіпс, знаходимо точки виходу на поверхню підшви шару, з'єднуємо ці точки і отримуємо лінію виходу підшви шару на поверхню. На рисунку вона показана жирною штриховою лінією.

Завдання до роботи

1. Вивчити методику побудови лінії виходу горизонтального і похило-залягаючого шару на поверхню.
2. Побудувати геологічну карту з горизонтальним заляганням шарів на існуючій топооснові за заданим варіантом.
3. Побудувати вихід похилозалягаючого шару на поверхню по карті з горизонталями за заданим варіантом.
4. Зробити висновки по роботі.

Питання для самоперевірки

1. Назвати елементи залягання похилого шару і дати їх визначення.
2. Дати визначення понять азимутів простягання і падіння.
3. Що таке стратоізогіпси?
4. Що таке закладання? Як воно визначається?
5. Описати порядок побудови виходу похилозалягаючого шару на поверхню.

4. ПОБУДОВА ІНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГІЧНОГО ПЕРЕРІЗУ

Ціль роботи: оволодіння навичками побудови геологічного розрізу і стратиграфічної колонки

Теоретичні відомості

Основою для проведення будь-яких геологічних робіт на тій чи іншій території є геологічні карти.

Геологічна карта являє собою топооснову певного масштабу, на яку за допомогою умовних знаків нанесені геологічні тіла (об'єкти) з розділенням їх за віком, складом, генезисом, умовами залягання. В залежності від форми і розмірів геологічні тіла можуть мати площинне, лінійне або точкове картографічне відображення. Основу геологічної карти складають області розповсюдження порід різного віку, генезису, складу. Всі інші геологічні тіла (розриви, родовища корисних копалин, елементи залягання геологічних тіл, бурові свердловини, кар'єри і т.д.) накладаються на цю основу. В результаті виходить геологічна карта, один з самих інформативних графічних документів (рис. 4.1, 4.2).

Геологічні карти поділяються за змістом і масштабом.

За змістом карти поділяються на:

- карти дочетвертних відкладень;
- карти четвертних відкладень;
- карти корисних копалин і закономірностей їх розміщення;
- літологічні карти поверхні дна акваторій;
- еколого-геологічні карти та схеми;
- гідрогеологічні карти та схеми;
- геоморфологічні карти;
- тектонічні карти;
- літологічні карти;
- інженерно-геологічні карти.

Для побудови розрізів по геологічній карті необхідно знати елементи залягання пластів.

На геологічній карті з **похилозалягаючими шарами** (моноклинальним заляганням порід) виходи шарів на поверхню виражаються у вигляді ряду смуг різної ширини, що змінюють одна одну по падінню або підняттю у віковій послідовності. При нормальному похилому заляганні шари падають у бік розташування більш молодих відкладень. На рис. 4.3 наведена геологічна карта масштабу 1:50000 з зображенням похилозалягаючих шарів. Всі породи на цій карті нахилені на північний схід, що підтверджується розрізом по лінії АБ. Шари не можуть бути нахилені на південний захід, оскільки в цьому випадку древні відкладення налягли б на молоді, що при нормальному заляганні порід виключено (додаток 1).

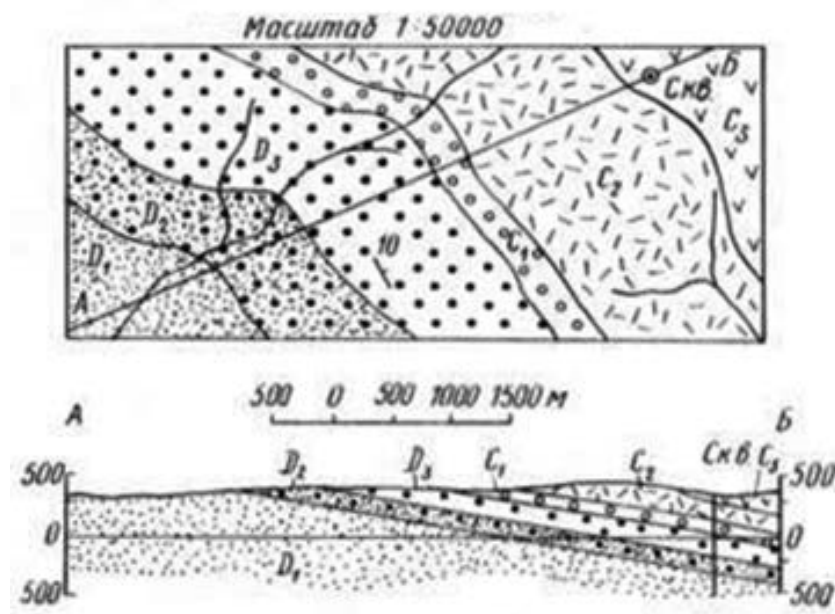


Рис. 4.3. Геологічна карта і розріз ділянки з похилим заляганням шарів

Під час побудови перерізу через ділянку з моноклинальним заляганням шарів напрям лінії розрізу обирають вхрест простягання шарів, тобто по лінії падіння. В цьому випадку кут нахилу шарів в розрізі буде істинним. Якщо елементи залягання шарів відомі (наприклад, кут падіння 10°), границі нашарувань проводяться відповідно куту падіння (за допомогою транспортира).

Якщо елементи залягання шарів не вказані, можна побудувати лише схематичний геологічний розріз, при цьому потужність шарів приймають приблизно однаковою, кут нахилу приймають довільно.

На рис. 4.4 показана ділянка геологічної карти зі **складчастим заляганням порід**. Для складок, що розташовані на території, потрібно показати осі синклінальних і антиклінальних структур. В ядрах синклінальних складок будуть знаходитися більш молоді породи, ніж на крилах, а в ядрах антиклінальних складок – навпаки, більш древні. Аналізуючи зображення пластів на карті (в центрі обнажаються більш древні породи, до периферії – більш молоді), можна зробити висновок, що в цьому районі розташовується антиклінальна складка.

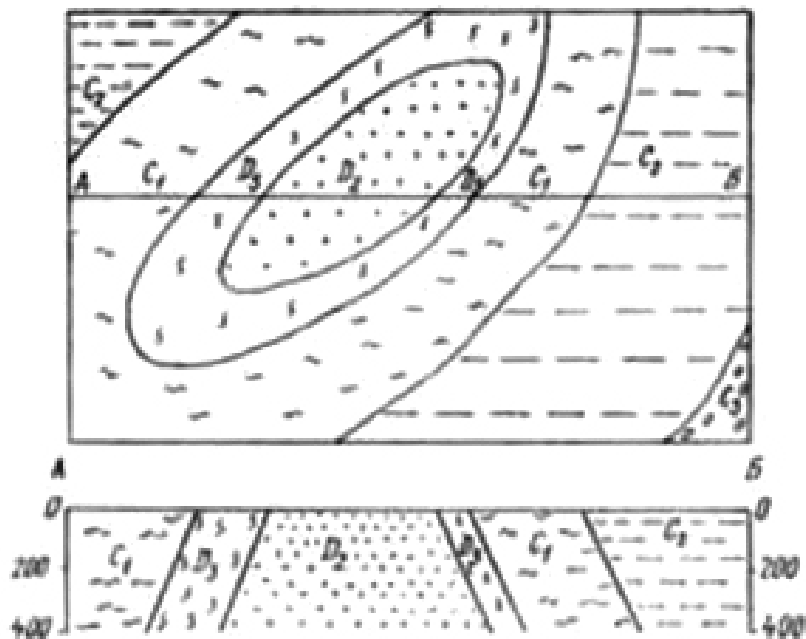


Рис. 4.4. Побудова геологічного перерізу через антиклінальну складку

Під час побудови геологічного розрізу по карті ділянки з **розривними порушеннями** важливо визначити опущене чи підняте крила. При цьому слід враховувати, що на поверхні (тобто на карті) піднятим крилом є те, яке складене більш древніми породами, а опущеним – складене більш молодими породами.

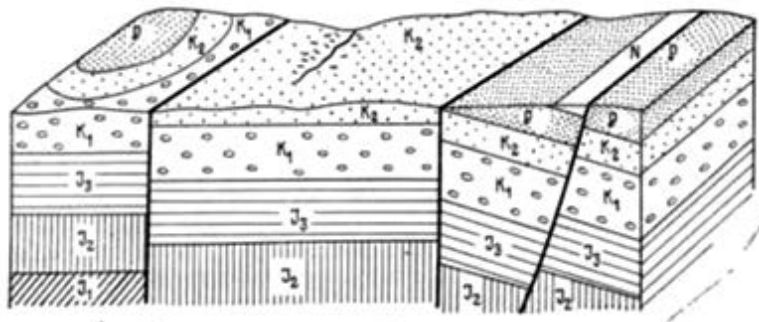


Рис. 4.5. Блок –діаграма ділянки земної кори зі скидами

На рис. 4.6 показана побудова геологічного розрізу ділянки, що складена горизонтально і похилозалегаючими шарами, **порушеними скидами**. На карті лінії зміщення показують чорними жирними лініями, на яких стрілкою показується напрям падіння, а цифрою – кут падіння. Побудова геологічного розрізу починається з нанесення на топографічний профіль точок виходів розривів на поверхню. Потім наносять лінії зміщення. Якщо даних про їх орієнтування немає, їх проводять вертикально. Далі показують геологічну будову кожного крила (блока) як окремої ділянки, не пов'язаної з сусіднім блоком.

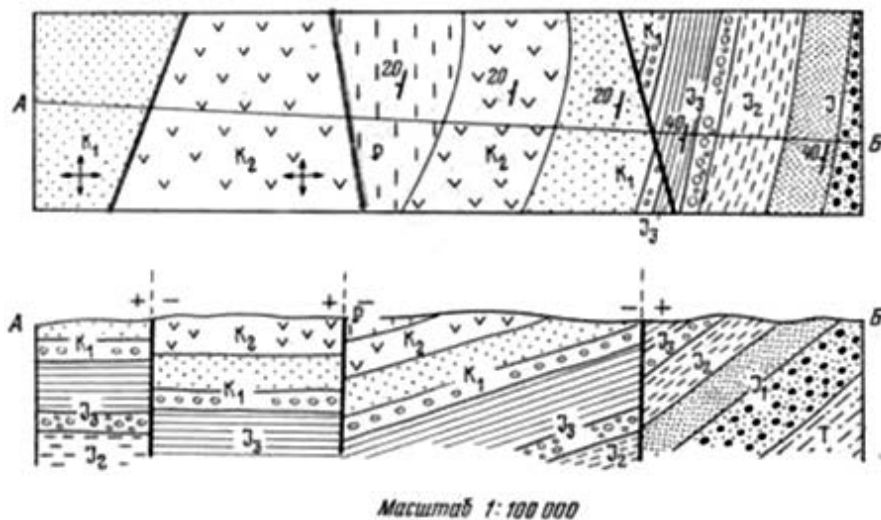


Рис. 4.6. Побудова геологічного розрізу по геологічній карті району, складеного горизонтально та похило залегаючими шарами, порушеними скидами

Техніка побудови геологічних розрізів:

1. Обирається напрям розрізу і на геологічній карті проводиться відповідна лінія. Лінія може бути прямою, що перетинає весь лист, але при складній будові району, коли неможливо провести пряму лінію вхрест

простягання всіх структур, допускається побудова розрізів по ламаній лінії. У кінців лінії (та в місцях перегинів) на карті ставляться цифрові (1 – 1, 1 – 2 – 3) або літерні (А – Б, А – Б – В) позначення.

2. Визначається масштаб розрізу. Зазвичай вертикальний і горизонтальний масштаби розрізу відповідають масштабу карти. Для того, щоб показати шари малої потужності в районах з пологим моноклинальним або горизонтальним заляганням шарів, допускається збільшення вертикального масштабу (до 20 разів).

3. По обраній лінії будується топографічний профіль (профіль рельєфу). Профіль обмежується масштабними лінійками, у яких пишуться відмітки висот у метрах, над лінійками пишуться цифрові або літерні позначення розрізу і літерні позначення його орієнтування на карті (Пд-Сх, ПдЗх-ПнСх). Через нульові відмітки на лінійках проводиться лінія рівня моря, і від неї по вертикалі в обраному масштабі ставляться точки в місцях перетину лінії розрізу з горизонталями (рис. 4.8, а)

4. Точки з'єднуються плавною лінією. Ця лінія відображає рельєф. На лінію переносять границі шарів з позначенням індексами відповідного віку порід, лінії розривів, границі інтрузивних тіл і т.п. і починають побудову розрізу (рис. 4.8, а)

5. Побудова геологічного розрізу, тобто нанесення на топографічний профіль геологічних даних, полягає у з'єднанні лініями розрізнених виходів на поверхню шарів з врахуванням характеру їх залягання. Якщо є дані про елементи залягання шарів та їх потужність, розріз будується з врахуванням цих даних. Під час побудови розрізу необхідно постійно слідкувати за стратиграфічною послідовністю шарів, не допускаючи її порушення.

6. При складчастому заляганні порід побудову розрізів краще починати з відрисовки ядер синклінальних складок, відкладаючи від них в сторони і на глибину більш древні шари.

ГЕОЛОГІЧНА КАРТА

М 1:100000

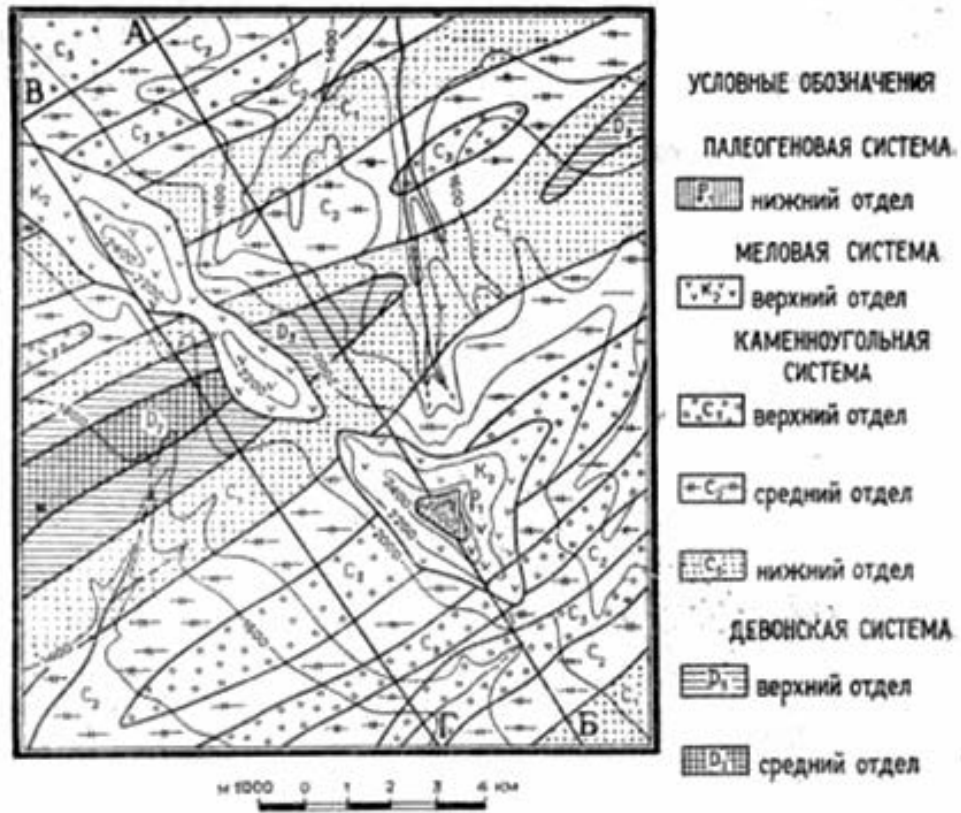


Рис. 4.7. Геологічна карта

ГЕОЛОГІЧНИЙ РОЗРІЗ ПО ЛІНІЇ В-Г

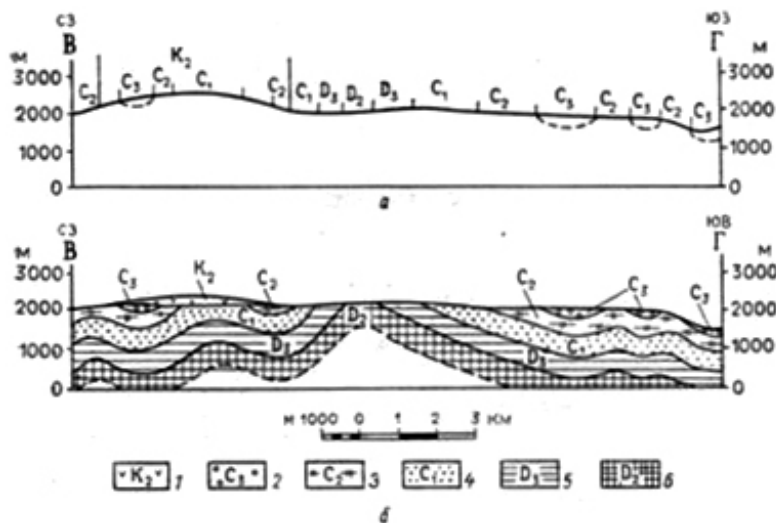


Рис. 4.8. Побудова схематичного геологічного розрізу по геологічній карті по лінії В-Г: а) геологічні границі, нанесені на геологічний профіль; б) побудований і оформлений геологічний розріз; 1 – крейдова система, верхній відділ; каменовугільна система: 2 – верхній відділ, 3 – середній відділ, 4 – нижній відділ; девонська система: 5 – верхній відділ, 6 – середній відділ

7. Кожен шар на розрізі зафарбовується або заштриховується так само, як і на геологічній карті. На кожному виході шару ставиться віковий індекс (рис. 4.8, б).

8. Розрізи, що супроводжують геологічну карту, розміщуються під нею. Якщо геологічні розрізи виконуються на окремому листі, вони відповідним чином оформлюються і для них обов'язково наводиться легенда. Умовні позначки на розрізі повинні чітко відповідати геологічній карті.

Геологічна карта і розріз часто супроводжуються **стратиграфічною колонкою** (рис. 4.9). На стратиграфічній колонці у віковій послідовності від древніх до молодих умовною штриховкою показують осадові, вулканічні і метаморфічні породи, що розповсюджені на території, зображеної на карті. Породи у колонці розділяються у відповідності зі стратиграфічними підрозділами.

Система	Отдел	Индекс	Колонка	Мощность, м	Описание пород
Палеогеновая	Нижний	P ₁		50	Серые мергели с прослоями пестроцветных глин
Меловая	Верхний	K ₂		200	Глауконитово-кварцевые песчаники
Каменноугольная	Верхний	C ₃		70	Известняки, с прослоями мергелей, глин и песчаников
	Средний	C ₂		150	Доломиты, известняки и мергели
	Нижний	C ₁		170	Известняки серые, массивные, тонкоплитчатые
Девонская	Верхний	D ₃		200	Известняки доломитизированные с прослоями мергелей и глин
	Средний	D ₂		50	Глины с прослоями известняков, доломитов и мергелей

Рис. 4.9. Стратиграфічна колонка

Зліва від колонки вказуються: вік порід, індекс; справа: потужність, склад порід. Масштаби для побудови колонок в залежності від потужності порід можуть бути різними. При коливаннях потужності в колонці приводиться середнє значення. Узгоджені границі у колонці зображуються прямими лініями, неузгоджені – хвилястими. Древні породи розташовуються внизу колонки, більш молоді – зверху, над древніми.

Завдання до роботи

1. Побудувати геологічний розріз ділянки з горизонтальним заляганням шарів і стратиграфічну колонку до нього, застосовуючи фрагмент геологічної карти. Визначити потужність шарів.

2. Побудувати геологічний розріз ділянки зі складчастим або похилим заляганням шарів за заданим напрямком на геологічній карті. Визначити елементи залягання шарів.

Питання для самоперевірки

1. Перелічити види геологічних карт за призначенням.
2. Перелічити види геологічних карт за масштабом. Вказати види масштабів.
3. З якою метою складається геологічний розріз?
4. Описати технологію побудови геологічного розрізу.
5. Вказати особливість побудови геологічного розрізу ділянок з моноклінальним заляганням порід.
6. Вказати особливість побудови геологічного розрізу ділянок зі складчастим заляганням порід.
7. Вказати особливість побудови геологічного розрізу ділянок з розривними порушеннями.
8. Що таке стратиграфічна колонка? З якою метою вона складається?

Общая стратиграфическая (геохронологическая) шкала

(Стр. кодекс, 2006; Постановления МСК... 2012, 2013)

Эпоха (эра)	Эратема (эра)	Система (период, подсистема)	Отдел (эпоха), подотдел		Ярус (век)	Возраст (млн. лет)
			Система (период, подсистема)	Отдел (эпоха), подотдел		
Фанерозойская (фанерозойский)	Кайнозойская (кайнозойская) KZ	Неогеновая (неогеновый) N	Плиоцен (плиоценовая) N ₃	Верхний N ₃ ²	Пьяченцкий	2-58
				Нижний N ₃ ¹	Занкский	3.600
			Миоцен (миоценовая) N ₂	Верхний N ₂ ²	Мессинский	5.333
				Средний N ₂ ²	Тортонский	7.246
				Нижний N ₂ ¹	Серравальский	11.62
		Палеогеновая (палеогеновый) P	Олигоцен (олигоценная) P ₃	Верхний P ₃ ²	Бурдигальский	13.82
				Нижний P ₃ ¹	Лангигский	15.97
			Эоцен (эоценовая) P ₂	Верхний P ₂ ²	Аквитанский	20.44
				Средний P ₂ ²	Хаттский	23.03
			Палеоэоцен (палеоэоценовая) P ₁	Верхний P ₁ ²	Ропельский	28.1
	Средний P ₁ ²	Приабонский		33.9		
	Нижний P ₁ ¹	Бартонский		38.0		
	Мезозойская (мезозойская) MZ	Меловая (меловой) K	Верхний (поздняя) K ₂	Маврихтский	41.3	
				Кампанский	47.8	
				Сантонский	56.0	
				Коньякский	59.2	
				Туронский	61.6	
		Юрская (юрский) J	Нижний (ранняя) K ₁	Альбский	66.0	
				Аптский	72.1±0.2	
				Барремский	83.6±0.2	
				Готеривский	86.3±0.5	
				Валанжинский	89.8±0.3	
	Триасовая (триасовый) T	Верхний (поздняя) J ₃	Берриасский	93.9		
			Титонский	100.5		
			Киммериджский	~ 113.0		
	Пермская (пермский) P	Средний (средняя) J ₂	Оксфордский	~ 125.0		
			Келловейский	~ 129.4		
			Батский	~ 132.9		
	Девонская (девонский) D	Нижний (ранняя) J ₁	Ааленский	~ 139.8		
			Ааленский	~ 145.0		
			Товарский	152.1±0.9		
	Силурийская (силурийский) S	Верхний (поздняя) T ₃	Плинсбахский	157.3±1.0		
			Синемюрский	163.5±1.0		
			Геттангский	166.1±1.2		
	Ордовикская (ордовикский) O	Средний (средняя) T ₂	Рэтский	168.3±1.3		
			Карнийский	170.3±1.4		
			Ладинский	174.1±1.0		
	Кембрийская (кембрийский) C	Нижний (ранняя) T ₁	Вятский	182.7±0.7		
			Индский	190.8±1.0		
			Индский	199.3±0.3		
	Палеозойская (палеозойская) PZ	Пермская (пермский) P	Верхний (поздняя) T ₃	Вятский	201.3±0.2	
				Северодвинский	~ 208.5	
				Уржумский	~ 227	
				Казанский	~ 237	
				Уфимский	~ 242	
		Каменноугольная (каменноугольный) C	Средний (средняя) T ₂	Приуральский (приуральская) P ₁	247.2	
				Уфимский	251.2	
				Кунгурский	252.17	
				Ассельский	265.1±0.4	
				Ассельский	283.5±0.6	
	Силурийская (силурийский) S	Нижний (ранняя) T ₁	Верхний (поздняя) C ₃	290.1±0.26		
			Средний (средняя) C ₂	295.0±0.18		
			Нижний (ранняя) C ₁	298.9±0.15		
			Верхний (поздняя) D ₃	303.7±0.1		
			Средний (средняя) D ₂	303.7±0.1		
	Ордовикская (ордовикский) O	Верхний (поздняя) D ₃	Московский	323.2±0.4		
			Башкирский	323.2±0.4		
			Серпуховский	330.9±0.2		
			Визейский	330.9±0.2		
			Турнейский	346.7±0.4		
	Силурийская (силурийский) S	Средний (средняя) D ₂	Фаменский	358.9±0.4		
			Франский	372.2±1.6		
			Живетский	382.7±1.6		
			Эйфельский	387.7±0.8		
			Эмский	393.3±1.2		
	Ордовикская (ордовикский) O	Нижний (ранняя) D ₁	П्राжский	407.6±2.6		
			Лохковский	410.8±2.8		
			Лохковский	419.2±3.2		
			Пржидольский (пржидольская) S ₂ ²	423.0±2.3		
			Лудловский (лудловская) S ₂ ¹	425.6±0.9		
	Силурийская (силурийский) S	Верхний (поздняя) O ₃	Горстийский	427.4±0.5		
			Гомерский	427.4±0.5		
			Шейнвудский	430.5±0.7		
			Теличский	433.4±0.8		
			Азронский	438.5±1.1		
	Ордовикская (ордовикский) O	Средний (средняя) O ₂	Рудванский	440.8±1.2		
			Хирнантский	443.4±1.5		
			Катийский	445.2±1.4		
			Сандбийский	453.0±0.7		
			Дерривильский	458.4±0.9		
	Кембрийская (кембрийский) C	Нижний (ранняя) O ₁	Далгунский	467.3±1.1		
			Флоский	470.0±1.4		
			Тремадокский	477.7±1.4		
			Батырбайский	485.4±1.9		
			Аксайский	485.4±1.9		
	Кембрийская (кембрийский) C	Верхний (поздняя) C ₃	Аюсоканский	~ 497		
			Аюсоканский	~ 497		
			Майский	~ 504.5		
			Амгинский	~ 504.5		
			Тойонский	~ 504.5		
	Кембрийская (кембрийский) C	Средний (средняя) C ₂	Ботомский	~ 504.5		
			Атдабанский	~ 504.5		
			Томмотский	~ 504.5		
			Томмотский	~ 504.5		
			Томмотский	~ 504.5		

Загальна стратиграфічна шкала четвертної системи

Система	Загальні стратиграфічні підрозділи					Основні хроно-логічні рубежі	Геохронологічні підрозділи															
	Надрозділ (відділ)	Розділ (підвідділ)	Ланка	Ступінь			Період	Епоха	Фаза	Пора	Термохрон, Кріохрон											
Четвертна (квартер) Q	Голоцен Q _h	Неоплейстоцен Q _N	Верхнє	Четверта	0,01	Четвертний (квартер)	Голоценова	Неоплейстоценова	Пізня	Пізній кріохрон												
											Третя	Пізній термохрон										
	Друга												Ранній кріохрон									
														Перша	Ранній термохрон							
	Плейстоцен Q _p			Еоплейстоцен Q _E							Середнє			Нижнє		Верхнє	1,8	Плейстоценова Q _p	Еоплейстоценова	Рання	Пізня	
																						Нижнє
	Неогенова			Пліоцен							Верхній			Нижнє		Верхнє	1,8	Неогеновий	Пліоценова	Еоплейстоценова	Рання	Пізня

ЛІТЕРАТУРА

1. Кратенко Л.Я. Загальна геологія: Навчальний посібник. – Д.: Національний гірничий університет, 2007. – 352 с.
2. Корсаков А.К. Лабораторные работы по структурной геологии: учебное пособие / Корсаков А.К. – М.: 2016. – 213 с.
3. Геология: практикум для студентов спец. 21.02.03 «Сооружение и эксплуатация газонефтепроводов и газонефтехранилищ»/ сост. Е.В.Соловьева; Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т, – Красноярск, 2015. – 114 с.
4. Первушов Е.М. Атлас схематических геологических и топографических карт: учебное методическое пособие для студентов/ Первушов Е.М. , Воробьев В.Я., Ермохина Л.И. – Саратов, 2015. – 150 с.