

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Блинова Светлана Павловна

Должность: Заместитель директора по учебно-воспитательной работе

Дата подписания: 12.11.2024 09:54:42

Уникальный программный ключ:

1cafd4e102a27ce11a89a2a7ceb20237f3ab5c65

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**«Заполярье государственный университет им. Н.М. Федоровского»**  
**Политехнический колледж**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**  
**ДЛЯ СТУДЕНТОВ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ЛАБОРАТОРНО-**  
**ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ «ГЕОЛОГИЯ»**

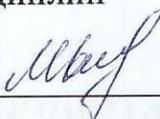
**ДЛЯ СПЕЦИАЛЬНОСТИ:**  
**21.02.17 ПОДЗЕМНАЯ РАЗРАБОТКА МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ**  
**ИСКОПАЕМЫХ**

Методические указания для студентов по проведению лабораторно-практических работ учебной дисциплины «Геология» для специальности 21.02.17 Подземная разработка месторождений полезных ископаемых.

Организация-разработчик: Политехнический колледж ФГБОУ ВО «Заполярный государственный университет им. Н.М. Федоровского».

Разработчик: С.И. Кудрявцев, преподаватель

Рассмотрена на заседании предметно-цикловой комиссии естественнонаучных и горных дисциплин

Председатель комиссии:  Олейник М.В.

Утверждена методическим советом политехнического колледжа ФГБОУ ВО «Заполярный государственный университет им. Н.М. Федоровского»

Протокол заседания методического совета № 2 от «30» 10 2024 г.

Начальник УМО  С.В. Федичкина

## **Введение**

Методические указания для проведения лабораторно-практических занятий предназначены для студентов, обучающихся по специальности 21.02.17 Подземная разработка месторождений полезных ископаемых.

Целью лабораторно-практических работ является закрепление студентами полученных теоретических знаний дисциплины, необходимых при изучении последующих дисциплин горнотехнического профиля.

В методических указаниях рассматриваются следующие вопросы:

- основы общей геологии;
- минералогия;
- геологическое картирование;
- классификация и условия залегания горных пород;
- геология полезных ископаемых.

Методические указания разработаны с учетом применения практических навыков в будущей профессиональной деятельности.

Объем некоторых лабораторно-практических работ рассчитан на несколько занятий, что позволяет более глубоко закрепить пройденный материал.

По окончании работы студенты оформляют письменный отчет, в котором представляют:

- 1 Наименование работы, цель её выполнения;
- 2 Описание работы;
- 3 Построение геологического разреза, вычерчивание условий залегания месторождения;
- 4 Расчетные формулы;
- 5 Вывод;
- 6 Ответы на контрольные вопросы.

### **Практическая работа № 1**

#### **Изучение минералов и их физических свойств**

##### **Цель работы**

Ознакомиться с породообразующими минералами, их диагностическими свойствами.

##### **Общие сведения**

Земная кора состоит из различных горных пород и минералов. **Минералы** это природные химические соединения или самородные элементы, возникшие в результате разнообразных физико-химических процессов, происходящих в земной коре и на ее поверхности. Иными словами, минералы являются продуктами определенных физико-химических и термодинамических процессов, существующих в земной коре (температура, давление, состав компонентов). Минералы в природе находятся преимущественно и твердом состоянии. Реже встречаются жидкие (ртуть, вода) и газообразные (горючие газы, углекислый газ)

минералы. Ниже приводится описание твердых минералов.

В настоящее время известно около 3000 минералов, включая и их разновидности. Из всех минералов немногие имеют широкое распространение в составе горных пород. Такие минералы называются **породообразующими**.

### **Физические свойства минералов**

К физическим свойствам, используемым для быстрого макроскопического, т.е. невооруженным глазом, определения минералов относятся: цвет, цвет черты, блеск, спайность, твердость, плотность, излом, прозрачность. Некоторые физические свойства, как магнитность, растворимость (в воде и кислотах), прочность, побежалость, ощущение на ощупь, запах также используются, но более ограниченно, т.к. проявляются у небольшого количества минералов.

При диагностическом значении указанных свойств они приведены в минералогических таблицах. Более точное определение минералов и их физических свойств выполняется под микроскопом, в рентгеновских лучах, термическим, люминесцентным, химическим и другими методами в специальных лабораториях.

Следует иметь в виду, что **отдельные** физические свойства могут быть одинаковыми у **различных** минералов и, наоборот, какое-либо **отдельное** свойство (например, цвет или плотность) у **одного** и того же минерала может меняться в зависимости от условий образования. Поэтому, при определении минерала необходимо установить для него **возможно большее** количество свойств, которые дадут **сочетание** (комплекс) свойств, присущее **только** данному минералу. В редких случаях, некоторые свойства бывают настолько характерны, что по **одному** из них можно сразу определить минерал (магнитность у магнетита, бурная реакция с разбавленной соляной кислотой у кальцита и некоторые другие).

Все физические свойства зависят от химического состава, кристаллической структуры и условий образования минералов.

**Цвет минералов** – это физическое свойство минералов, являющееся важным диагностическим признаком. Цвет (окраска) минерала зависит от длины волн тех частей падающего на минерал света, которые минералом отражаются, пропускаются или поглощаются. Бесцветные минералы отражают или пропускают все волны белого света, темные (черные) их поглощают. Зеленый минерал, например, отражает или пропускает зеленый свет и поглощает все другие компоненты белого света. Окраска минерала может быть вызвана вхождением в его кристаллическую структуру элементов хромофор, которые своим присутствием обуславливают определенный цвет минералов. К числу хромофор относят Fe, Ti, V, Mn, Co и многие другие элементы. Минералы, содержащие двухвалентное железо,

характеризуются зеленым (хлорит), темно-зеленым и черным (авгит, роговая обманка) цветом.

Окраска может быть связана с дефектами кристаллической решетки минерала. Например, **иризация** в сине-желтых тонах у плагиоклазов.

Цвет некоторых минералов не зависит от их кристаллохимической природы, а вызван посторонними тонко рассеянными механическими примесями. Например, розовая окраска кальцита вызвана тончайшими вростками гематита.

Некоторые минералы обладают постоянным цветом. Это значительно облегчает их диагностику. Более того, многие минералы названы по этому признаку: хлорит – в переводе зеленый.

Для многих других минералов цвет не является устойчивым признаком. Такие минералы, как кварц, кальцит, могут быть окрашены чуть ли не в любой цвет. Окраска минералов часто отражает сходство с окрасками каких-то известных предметов или веществ. Например, молочно-белый или дымчато-серый цвет кварца, соломенно-желтый пирита или травяно-зеленый эпидота.

**Цвет черты** – это цвет минерала в порошке. Порошок получается при растирании или царапанье твердым минералом по пластинке неглазурованного (шероховатого) фарфора или фаянса.

Цвет черты может совпадать с собственным цветом минерала или отличаться от него.

Светлоокрашенные или бесцветные прозрачные и полупрозрачные минералы обладают белой (неокрашенной) чертой. Ясноокрашенные и темноокрашенные непрозрачные минералы также могут иметь неокрашенную черту или окрашенную черту, цвет которой совпадает с цветом минерала в куске. Лишь небольшая группа таких минералов обладает цветом порошка, резко отличным от цвета самого минерала. В последнем случае цвет черты является важным диагностическим признаком. Например, гематит, лимонит и магнетит в *кусках* часто имеют одинаковую черную окраску, но по *цвету черты* их можно легко отличить друг от друга – черта будет соответственно вишнево-красная, желто-бурая и черная.

Для того чтобы научиться практически использовать этот диагностический признак, возьмите черту минералов эталонной коллекции. Запомните оттенки цвета порошка, особенно тех минералов, для которых это важное диагностическое свойство, сравните с цветом черты минералов индивидуальной задачи.

**Блеск минералов** является оптическим эффектом, который создается при отражении света от поверхности минерала и не связан с его окраской. Блеск зависит от показателей преломления и отражения световых лучей поверхностью вещества и от скульптуры этой поверхности. Когда поверхность представляет собой грань кристалла или идеально ровный скол зерна, отражается большая часть падающего света, интенсивность блеска высока. Если же поверхность представлена скрытозернистым агрегатом, то

отраженные от такой скрытобугорчатой массы световые лучи будут рассеиваться и гасить друг друга, интенсивность блеска резко снизится (рисунок 1.1), поэтому один и тот же минерал может иметь разный характер блеска в различных агрегатах.

По степени интенсивности различают три вида блеска:

1 **Металлический блеск** напоминает блеск свежего металла. Это самый сильный блеск. Металлический блеск имеют непрозрачные минералы (независимо от их окраски), дающие черный цвет черты (пирит и др.). Исключением по цвету черты являются самородные металлы (золото, серебро). К минералам с металлическим блеском относятся самородные металлы, многие сульфиды, оксиды.

2 **Полуметаллический блеск** или **металловидный** напоминает блеск потускневшей поверхности металла (гематит, графит).

3 **Неметаллический блеск** объединяет целую группу разновидностей.

**Алмазный блеск** – это искрящийся, самый сильный блеск среди неметаллических блесков (алмаз, сфалерит, сера на гранях кристаллов).

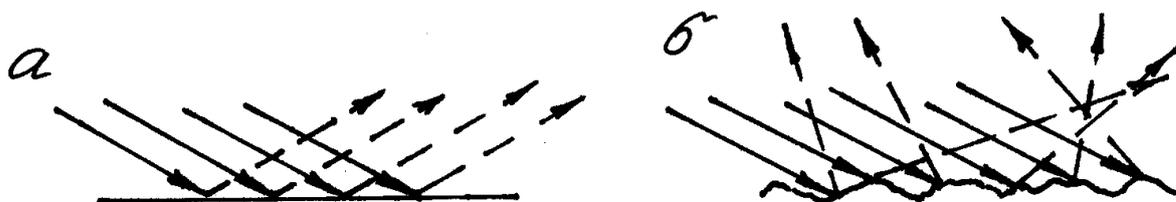


Рисунок 1.1- Отражение света: а – от идеально ровного скола зерна; б – от поверхности скрытозернистого агрегата (увеличено)

**Стеклянный блеск** соответствует блеску стекла. Это самый распространенный в природе блеск, им обладают около 70 % минералов, как светлоокрашенных, так и темноокрашенных с бесцветной чертой (силикаты, карбонаты, сульфаты, кварц на гранях кристаллов).

**Жирный блеск** напоминает блеск поверхности, смазанной жиром, маслом. Этот блеск характерен для минералов, у которых поверхность скола зерен имеет бугорчатый неровный характер (нефелин, кварц в изломе зерен).

**Перламутровый блеск** напоминает радужные переливы внутренней перламутровой поверхности ракушек. Он обусловлен отражением света от тонких пластинок или плоскостей спайности минералов (мусковит, тальк, пластинчатые зерна гипса).

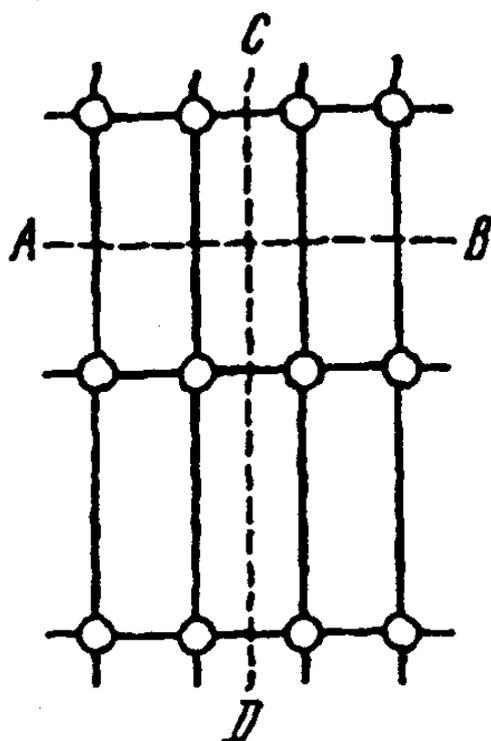
**Шелковистый блеск** возникает при параллельноволокнистом строении агрегата минерала и напоминает внешний вид шелковых нитей (хризотил-асбест, волокнистый гипс).

**Восковый блеск** напоминает внешний вид поверхности воска, парафина. Он характерен преимущественно для светлоокрашенных минералов,

образующих скрытозернистые агрегаты, со скрытобугорчатой поверхностью (халцедон скрытозернистая разновидность кварца).

**Матовый блеск** или **тусклый** напоминает поверхность мягкой ворсовой ткани (плюша, велюра). Такой блеск характерен для тонкодисперсных (землистых) агрегатов минералов, обладающих значительной микропористостью (глинистые минералы, землистые лимонит и гематит).

**Спайность минералов** – это способность **отдельного** кристалла или **отдельного** зерна минерала раскалываться или расщепляться по определенным направлениям с образованием ровных, гладких, блестящих поверхностей, называемых **плоскостями спайности**. Спайность присуща только кристаллическим веществам. Плоскости спайности ориентированы в тех направлениях, в которых наблюдаются наименьшие силы сцепления между ионами и молекулами в кристаллической решетке минералов (рисунок 1.2).



**Рисунок 1.2 - Ориентировка плоскостей спайности.** Кристалл легче расколется по направлению АВ, чем по CD

Спайность минералов различается **по степени совершенства**.

**Весьма совершенная.** Минерал легко расщепляется на отдельные тонкие пластинки или листочки, получить излом иначе, чем по спайности, трудно (слюда, гипс) (рисунок 1.3, а; 1.4, а).

**Совершенная.** Минерал при слабом ударе раскалывается по определенным направлениям. Получаются выколки, похожие на кристаллы, с ровными ступенчатыми поверхностями скола (кальцит, галит, амфиболы) (рисунок 1.3, б; 1.4, б).

**Средняя (ясная).** При раскалывании образуются как ровные плоскости

спайности, так и неровные поверхности излома по случайным направлениям (полевые шпаты, пироксены) (рисунок 1.3, в).

**Несовершенная (неясная).** Минерал раскалывается по произвольным направлениям с образованием неровных поверхностей излома, отдельные плоскости спайности обнаруживаются с трудом (кварц, нефелин) (рисунок 1.3, г).

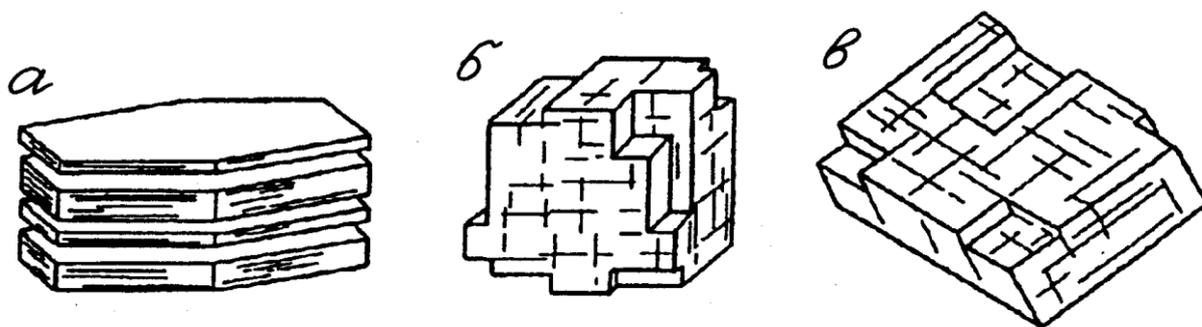
**Весьма несовершенная.** Спайность практически отсутствует. При раскалывании на изломе нельзя обнаружить ровных плоскостей (магнетит, пирит) (рисунок 1.3, д).



**Рисунок 1.3 - Поверхность скола зерен минералов с различной степенью совершенства спайности:** а – весьма совершенной; б – совершенной; в – средней; г – несовершенной; д – весьма несовершенной

Определяя степень совершенства спайности, необходимо фиксировать количество **направлений**, в которых она проявляется.

Существуют минералы, обладающие спайностью в одном (слюды), в двух (амфиболы, пироксены), в трех (кальцит, галит), в четырех (флюорит) и шести (сфалерит) направлениях (рисунок 1.4).



**Рисунок 1.4 - Количество направлений спайности минералов:** а – одно зерно биотита; б – три под углом  $90^{\circ}$  галита; в – три под углами  $120^{\circ}$  и  $60^{\circ}$  Кальцита

Причем степень совершенства спайности в различных направлениях может быть разной. Например, у полевых шпатов два направления спайности: по одному направлению она близка к совершенной, по другому – средняя.

**Спайность** – одно из самых важных диагностических свойств минералов. При самостоятельном знакомстве с этим свойством необходимо помнить, что оно характерно **одному зерну или кристаллу** минерала, а не минеральному агрегату. Сначала изучите это свойство по крупным одиночным зернам,

кристаллам минералов с различной степенью совершенства спайности (биотит, полевой шпат, кальцит). Обратите внимание на количество направлений спайности и углы между ними. Затем необходимо научиться распознавать это свойство по отдельным зернам в минеральном агрегате. Очевидно, что уловить наличие или отсутствие спайности возможно, когда размер зерен **достаточно крупный** (более 0,1 мм). Определить спайность минерала в скрытозернистом агрегате макроскопически невозможно. Ясно выраженная спайность в мономинеральном агрегате устанавливается по следующим особенностям: осматривая всю поверхность агрегата, замечают, что она носит неровный характер, но отдельные элементы этой поверхности представляют собой ровные блестящие площадки, разно ориентированные в пространстве. Например, мономинеральный агрегат кальцита в мраморе.

В случае несовершенной спайности ровные площадки отсутствуют. Например, в мономинеральном агрегате зерен кварца.

Горные породы и руды часто представляют собой полиминеральные агрегаты минералов с различной спайностью. Потренируйтесь в умении определять это свойство по породе гранит.

Черные зерна биотита обладают весьма совершенной спайностью, светлоокрашенные в разных тонах полевые шпаты характеризуются средней спайностью, а дымчато-серый кварц отличается отсутствием спайности. Зрительно запомните разницу в характере спайности минералов.

**Твердость минералов** – это сопротивление механическому воздействию (царапанию, шлифованию, вдавливанию) другого более твердого тела, обусловленное в основном прочностью кристаллической структуры минералов.

При визуальной диагностике минералов используют **твёрдость царапанья**. Она определяется царапаньем острием тела, твёрдость которого известна (эталоном твёрдости) по исследуемому минералу. Эталоном твёрдости в минералогии приняты десять минералов, твёрдость которых принята за условные целые числа. Расположенные в порядке возрастания твёрдости они образуют **шкалу твёрдости Мооса**

Ф. Моос (1773–1839) – австрийский минералог, предложил шкалу в 1820 г. В шкале твёрдости каждый предыдущий минерал царапается (чертится) последующим (таблица 1.1). С помощью шкалы Мооса можно определить **относительную твёрдость** минерала.

Для определения твердости исследуемого минерала по его поверхности проводят (с нажимом) острым углом минерала-эталона из шкалы Мооса. Если на исследуемом минерале остается царапина, то его твёрдость меньше, чем у эталона. Если вместо царапины на поверхности исследуемого минерала остается порошок минерала-эталона, то его твёрдость больше, чем у эталона. Испытание проводится до тех пор, пока твёрдость исследуемого минерала не определится как промежуточная между предыдущим и последующим взятыми эталонами или как равная одному из них.

Таблица 1.1 - Шкала твердости Мооса

Минерал	Относительная твердость по шкале Мооса	Абсолютная твердость, кг/мм <sup>2</sup>	Минерал	Относительная твердость по шкале Мооса	Абсолютная твердость, кг/мм <sup>2</sup>
Тальк	1	2,4	Ортоклаз	6	6795
Гипс	2	36	Кварц	7	1120
Кальцит	3	109	Топаз	8	1427
Флюорит	4	189	Корунд	9	2060
Апатит	5	536	Алмаз	10	10060

Твёрдость минерала необходимо определять на **отдельном кристаллическом индивиде минерала** (по грани кристалла, плоскости спайности или выраженному сколу минерального зерна). При определении твёрдости по агрегату минерала часто получают заниженную твёрдость. Это касается скрытозернистых и особенно землистых агрегатов, твёрдость которых оказывается на несколько единиц шкалы Мооса меньше истинной твёрдости минерала (например, твёрдость гематита – 5,5–6, а в землистом агрегате – около 1).

Для определения твёрдости землистых масс следует растереть порошок по поверхности эталона, наблюдая, покроется ли она царапинами. Необходимо также учитывать, что у минералов твёрдость анизотропна, т.е. может незначительно меняться в зависимости от направления царапанья.

Эталоны шкалы Мооса могут заменить некоторые, легко доступные предметы: простой карандаш – твёрдость 1, ноготь – 2, стекло – 5, стальная игла или нож – 6.

В земной коре преобладают минералы твёрдостью не более 7 (2–6). Единственными минералами с твёрдостью 9 и 10 являются корунд и алмаз. Последний отсутствует в учебной шкале Мооса не только по причине своей ценности, но и потому, что нет в природе веществ, твёрдость которых имеет смысл сравнивать с этим эталоном. Минералы с твёрдостью 7–8 составляют небольшую группу (гранаты, турмалин), также малочисленны и минералы с твёрдостью менее двух. По относительной твердости минералы удобно разбить на три группы: **мягкие** – царапаются ногтем (гипс, тальк, глинистые минералы); **средней твёрдости** – не царапаются ногтем, но стекло оставляет

на них царапину (карбонаты, сульфаты, многие слоистые силикаты); **твёрдые** – не царапаются стеклом (кварц, силикаты).

Поэтому для грубой оценки твёрдости, но достаточной при макроскопической диагностике минералов, можно пользоваться ногтем и обычным оконным стеклом. Твёрдость минерала выше 5 можно оценивать по степени легкости царапания минералом стекла. Для этого необходимо выработать привычку царапать с одинаковым усилием. При одном и том же нажиге царапина, оставленная на стекле минералом с твёрдостью 9 будет глубже и заметнее той, которую оставил минерал с твёрдостью близкой к 5.

Будьте внимательны, если минерал в полиминеральном агрегате горной породы встречается в виде небольших по размеру зерен, царапая им по стеклу, вы рискуете не попасть на стекло испытуемым минералом. Царапайте эталоном (стеклом) по исследуемому минералу.

Определяя твёрдость некоторых минералов, не спутайте её с **хрупкостью**. Слишком большое усилие, прикладываемое к эталону при царапании, может привести к тому, что зерно минерала просто раскрошится под нажимом. Например, иголки актинолита довольно твёрдые – 5,5, но хрупкие.

Необходимо помнить, что твёрдость некоторых минералов в горных породах и рудах может оказаться значительно ниже истинной. Это связано с явлением замещения их вторичными минералами, при сохранении внешней формы. Например, оливин (твёрдость 6,5–7), замещаясь серпентином, твёрдость которого 3,5, может обнаруживать твёрдость до 4.

**Плотность минералов** – физическое свойство, определяющееся отношением массы минерала к занимаемому объёму ( $\rho = m / V$ ).

Плотность минералов ( $\text{г/см}^3$ ) колеблется в очень широких пределах, от 0,9 до 23,0 (платинистый иридий). Однако плотность наиболее распространенных в земной коре минералов находится в пределах 2,5–3,5, что обуславливает среднюю плотность земной коры, равную 2,7–2,8.

Плотность минералов зависит от химического состава и особенностей кристаллической структуры минералов, в частности, от плотности упаковки атомов в кристаллической решетке.

Влияние химического состава сказывается в следующем. Минералы, в состав которых входят легкие металлы, расположенные в верхней части таблицы Менделеева, имеют плотность 1–3,5 (исключение составляют корунд и барит). У минералов, содержащих в составе типично тяжелые металлы, плотность заметно возрастает (3,9–9). Наибольшую плотность имеют минералы самородных металлов (золото – 15–19, серебро – 10–11). Влияние типа кристаллической структуры на плотность можно показать на примере минералов углерода разной полиморфной модификации: графита ( $\rho = 2,2$ ) и алмаза ( $\rho = 3,5$ ).

По плотности минералы условно можно разбить на три группы (это удобно при макродиагностике минералов): легкие ( $\rho < 2,5$ ), средние ( $\rho = 2,5–4$ ) и тяжелые ( $\rho > 4$ ). Тяжелые – это чаще всего рудные минералы (пирит,

галенит, магнетит). Из нерудных высокой плотностью обладают барит (4,6), что является его важнейшим диагностическим свойством.

Точное определение плотности производят в лабораторных условиях. При макроскопической диагностике минерала важно уметь определить его плотность приблизительно, путем взвешивания минерала на руке, и установить его принадлежность к легкой, средней или тяжелой по плотности группе, дать оценку “легкий”, “средний”, “тяжелый”. При приблизительной оценке плотности используют либо **отдельные кристаллы**, либо **мономинеральные агрегаты** минерала. Для сравнения по плотности различных минералов используют близкие по размерам образцы.

Некоторые пористые агрегаты могут демонстрировать пониженную плотность минералов в сравнении с истинной. **Определять плотность минералов слагающих полиминеральный агрегат не представляется возможным**, т.к. взвешивание образца в руке покажет его усредненную плотность, а не плотность каждого минерала в отдельности.

**Прозрачность минералов** – способность минералов в той или иной степени пропускать свет. По степени прозрачности различают следующие минералы. **Прозрачные** минералы (горный хрусталь) – через них ясно видны предметы, они пропускают свет подобно оконному стеклу. **Полупрозрачные** (дымчатый кварц) – видны лишь очертания предметов, они пропускают свет подобно матовому стеклу. **Просвечивающие** минералы – свет проходит лишь через тонкие пластинки (халцедон) или через тонкий край минерала (гематит). **Непрозрачные** – не пропускают световых лучей даже в очень тонких пластинках (магнетит, пирит).

**Излом минералов** – это форма, вид поверхности, образующейся при раскалывании минералов и минеральных агрегатов. Излом обусловлен физическими свойствами минералов и иногда является характерным диагностическим признаком.

#### **Разновидности изломов.**

Если минерал обладает совершенной или весьма совершенной спайностью – излом **ровный, пластинчатый** (при наличии спайности в одном направлении) или **ступенчатый** (при наличии спайности в двух – трех направлениях).

Если спайность несовершенная или отсутствует, то нередко возникает **раковистый** излом. Он имеет вогнутую или выпуклую поверхность, напоминающую ребра поверхности ракушки. Иногда этот вид излома сравнивают с поверхностью разбитого стекла.

Самородные металлы (золото, серебро) имеют **крючковатый** излом – поверхность излома покрыта неровностями, напоминающими крючки.

**Занозистый (игольчатый)** излом – поверхность излома покрыта ориентированными в одном направлении занозами. Этот вид излома встречается у минералов игольчатого, волокнистого, шестоватого и длинностолбчатого строения.

**Землистый** излом – поверхность излома матовая, шероховатая, как бы покрытая пылью.

**Зернистый** излом – характерен для минеральных агрегатов.

**Неправильный** излом – поверхность излома в виде неопределенно выраженных поверхностей. Наблюдается, например, у нефелина.

**Прочие физические свойства.** Имеются в виду некоторые простые физические свойства, характерные для небольшого числа минералов, но имеющие для этих минералов важное диагностическое значение.

**Магнитность** характерна для минералов, содержащих железо. Для определения магнитности минералов используется магнитная стрелка компаса. Минералы, обладающие магнитностью, при поднесении их к неподвижной магнитной стрелке приводят ее в движение.

**Реакция с соляной кислотой (HCl).** С соляной кислотой взаимодействуют минералы из класса карбонатов. Кальцит при нанесении капли 10%-ной соляной кислоты бурно «вскипает» (выделяет пузырьки CO<sub>2</sub>), доломит реагирует аналогично только в порошке, магнезит реагирует при действии нагретой соляной кислоты.

**Побежалость** это тонкая пестроокрашенная или радужная пленка, образующаяся на поверхности минералов в результате окисления. Пёстрая сине-розовая побежалость характерна для латунно-желтого халькопирита.

**Гигроскопичность**, т.е. способность поглощать воду. Это свойство легко обнаруживается по прилипанию к языку и влажным губам (глинистые минералы).

**Растворимость в воде** свойственна некоторым галоидам (галит, сильвин).

Растворимые в воде минералы иногда обладают характерным **вкусом**. Например, соленый на вкус галит, легко отличим от жгучего, горько-соленого, сильвина.

Есть минералы, узнаваемые по **ощущению при прикосновении**. Например, тальк жирный на ощупь.

Характеристика породообразующих минералов приведена в таблице 1.2.

**Таблица 1.2 - Характеристика породообразующих и рудных минералов**

№ п/п	Класс	Название минерала	Химический состав	Твердость	Блеск	Цвет	Цвет черты	Излом и спайность	Форма кристалла
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Самородные элементы	Графит	C	1	Полуметаллический, жирный	Стально-серый до черного	Серовато-черная, блестящая	Мелкозернистый; весьма совершенная в одном направлении	Гексагональные пластинки и листочки
2		Сера	S	1,5	Жирный, просвечивает	Желтый	Слабая, светло-желтая	Раковистый, несовершенная	Усеченные тетраэдры, тетрагональные
3	Сульфиды	Пирит (серный колчедан, железный колчедан)	FeS <sub>2</sub>	6–6,5	Сильный металлический	Соломенно-желтый, золотистый	Зеленовато-черная	Неровный, раковистый; несовершенная	Кубическая
4		Марказит	FeS <sub>2</sub>	6–6,5	Металлический, тусклый	Бледный, зеленовато-желтый	Зеленовато-серая	Неровный	Радиально-лучистые сростки таблитчатые или копьевидные кристаллы и гребенчатые двойники
5		Халькопирит (медный колчедан)	CuFeS <sub>2</sub>	3,5–4	Сильный металлический, иногда с радужной побежалостью	Латунно-желтый, зеленовато-золотистый	Зеленовато-черная	Неровный, весьма несовершенная	Тетраэдры (отдельные кристаллы редки)
6	Окислы	Кварц (прзрачный молочно-белый – горный хрусталь, фиолетовый – аметист, дымчатый, черный – морион)	SiO <sub>2</sub>	7	Стеклянный на гранях кристалла, жирный на изломе	Белый, дымчатый, розовый, бесцветный, черный	Не дает черты	Раковистый, спайности нет	Удлиненные призматической формы с пирамидальными окончаниями. Грани призмы имеют поперечную штриховку

продолжение таблицы 1.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
7	Окислы	Халцедон	SiO <sub>2</sub>	6,5	Мутно-жирный, матовый	Светло-серый, голубоватый	Не дает черты	Раковистый, спайности нет	Кристаллов не образует
8		Гематит (скрыто-кристаллический – бурый железняк явно кристаллический – железный блеск)	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5,5	Металлический у кристаллических разновидностей, металло-видный с синеватым отливом, матовый у землистых разновидностей	От красноватого до железно-черного	Вишнево-бурая	Раковистый или землистый; спайности нет	Чешуйки, таблички и розетки
9		Магнетит (магнитный железняк)	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> × FeO или Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	5,5–6,5	Металлический	Железо-черный	Черная	В кристаллах, в сплошных массах, зернистый; спайность несовершенная	Октаэдры (иногда штриховатые на гранях)
10		Корунд (красная разновидность – рубин, мелко-зернистая темная разновидность – наждак)	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	9	Стекланный	Голубоватый, синий, серый, бурый	Не дает черты	Неровный, отдельность по ромбоэдру; несовершенная спайность	Боченкообразные и пластинчатые кристаллы, сплошные массы
11	Водные окислы	Опал	SiO <sub>2</sub> × n H <sub>2</sub> O	5,5–6,5	Жирный тусклый, иногда слабо стекланный	Белый, желтый, серый, синий, бурый, просвечивает, полупрозрачный	Не дает черты	Раковистый	Кристаллов не образует
12		Лимонит (бурый железняк)	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> × n H <sub>2</sub> O	5–1	Матовый, полуметаллический	Ржаво-желтый, бурый, темно-бурый	Желто-бурая, ржаво-желтая	Землистый	Кристаллов не дает, образует псевдоморфозы по пириту в виде кубиков

продолжение таблицы 1.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
13	Галомиды	Галит (каменная соль, поваренная соль)	NaCl	2,5	Стеклянный, жирный	Белый, бесцветный, синеватый, розовый, серый	Белая	Весьма совершенная в трех направлениях по граням куба	Кубическая
14		Флюорит (плавиковый шпат)	CaF <sub>2</sub>	4	Стеклянный	Фиолетовый, желтый, зе- леный, розо- вый, реже прозрачный, бесцветный	Белая	Совершенная в четырех направлениях	Кубы, реже октаэдры
15	Карбонаты	Кальцит (прозрачная разно- видность – исландский шпат)	CaCO <sub>3</sub>	3	Стеклянный	Белый, серый, желтый, голубой, прозрачный или просве- чивающий	Белая	Совершенная в трех направлениях по ромбоздру	Ромбоздры и скаленоэдры
16		Магнезит	MgCO <sub>3</sub>	3,5– 4,5	Стеклянный, шелковис- тый, матовый	Белый, серый, желтоватый	Белая	Раковистый или землистый в скрытокри- сталлических разностях; спайность совершенная в кристалличес- ких разностях	Ромбоздры (встречаются редко)
17		Доломит (горький шпат)	CaMg (CO <sub>3</sub> ) <sup>2</sup> или CaCO <sub>3</sub> MgCO <sub>3</sub>	3,5–4	Стеклянный, иногда перламут- ровый	Белый, желтый, серый	Белая	Совершенная в трех направлениях по ромбоздру	Искривлен- ные ромбо- эдры (встре- чаются редко)
18		Сидерит (железный шпат)	FeCO <sub>3</sub>	3,5	Стеклянный, часто пер- ламутровый	Серый, горохово- желтый, бурый	Белая или желто- ватая	Совершенная в трех направлениях	Плоские и искрив- ленные ромбоздры
19	Сульфаты	Гипс (легкий шпат, мелко- зернистый белый и розовый – алебастр, волокнистый – селенит)	CaSO <sub>4</sub> 2H <sub>2</sub> O	2	Стеклянный с перламут- ровым отливом, шелковистый у волок- нистых разностей	Бесцветный (прозрачный), белый, розовый, желтый, серый	Белая	Волокнистые разности с занозистым изломом: весьма совершенная в одном направлении	Таблитчатые, пластинчатые кристаллы, двойники в виде «ласточкиного хвоста», розетки
20		Ангидрит (безводный гипс)	CaSO <sub>4</sub>	3–3,5	Стеклянный, иногда с перламут- ровым отливом	Белый, сероватый, голубой, розовый	Белая	Зернистый, совершенная по трем взаим- но перпенди- кулярным на- правлениям	Мелкие таблитчатые формы (встречаются редко)

продолжение таблицы 1.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
21	Фосфаты	Апатит (фтор-апатит и хлор-апатит)	$Ca_6$ (F, Cl) $\times$ (PO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	5	На гранях стеклянный, на изломе – жирный. Мелко- зернистые массы имеют сильный стеклянный блеск	Бесцветный, зеленый, желтоватый, белый, синевато- зеленый и буро- зеленый	Белая	Неровный раковистый; спайность несовер- шенная	Шести- гранные призмы, реже таблит- чатые
22		Фосфорит	Фосфат Ca, близкий по составу к апатиту, но загряз- ненный глинистым и песчаным материалом (Mg, Fe) <sub>2</sub> SiO <sub>4</sub>	5	Матовый	Бледно- желтый, серый, бурый	Серая, слабая	Спайность отсутствует	Кристаллов не образует
23	Силикаты островные (ортосиликаты)	Оливин (перидот)	(Mg, Fe) <sub>2</sub> $\times$ SiO <sub>4</sub>	6,5–7	Стеклянный	Оливково- зеленый, бутылочный, буроватый, прозрачный или просвечи- вающий	Не дает	Неровный; средняя	Кристаллы редки, обычно зерна
24		Гранат (альмандин)	Fe <sub>3</sub> Al <sub>2</sub> [SiO <sub>4</sub> ] <sub>3</sub>	7–7,5	Стеклянный, реже жирный	Темно- красный, буроватый	Не образует	Несовер- шенная; неровный, раковистый	Изомет- ричные много- гранники округлой формы
25	Силикаты кольцевые	Турмалин	Сложный бороалюмо- силикат	7–7,5	Стеклянный	Зеленый, розовый, бурый, черный, прозрачный	Не дает	Занозистый; отсутствует	Трехгранные призмы вытянутой шестоватой формы с продоль- ной штриховкой
26	Силикаты цепочечные (пироксены)	Авгит	Ca (Mg, Fe, Al) [(Si, Al) <sub>2</sub> O <sub>6</sub> ]	6,5	Стеклянный	Зеленый, бурый, черный	Светлая, зеленая	Неровный; ясная по граням призмы под углом, близким 90°	Восьми- угольные призма тические мелкие столбчатые кристаллы

продолжение таблицы 1.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
27	Силикаты ленточные (амфиболы)	Роговая обманка	Общая формула амфиболов $R_7(OH)_2[Si_4O_{11}]_2$ где $R=Ca, Mg, Fe, Na$ Полная формула: $(Ca, -Na)_8(Mg, Fe^{2+}, Fe^{3+}, Al)_5[F, OH]_2[(Si, Al)_4 O_{11}]_2$	5,5–6	На плоскостях спайности шелковистый, похож на блеск рогового вещества	Серо-зеленый, темно-зеленый, черный	Зеленоватая или бурая	Занозистый; совершенная в двух направлениях под углом $124^\circ$	Столбчатые или гексагональные призматические лучистые сростки
28	Силикаты листовые	Тальк	$Mg_3(OH)_2[Si_4O_{10}]$	1	Жирный, на плоскостях спайности перламутровый	Белый, желтоватый, зеленоватый, голубоватый	Белая	Весьма совершенная в одном направлении, расщепляется на тонкие неупругие листочки	Листоватые и чешуйчатые
29		Серпентин (волокнистая разновидность – горный лен, асбест)	$Mg_6(OH)_8[Si_4O_{10}]$	3–4	Жирный, восковой, шелковистый	Светло-зеленого, голубоватого до темно-зеленого с желтыми пятнами (напоминает кожу змеи)	Белая, зеленоватая	Раковистый в сплошных массах, занозистый в волокнистых разновидностях. Спайность совершенная в одном направлении в волокнистых разновидностях	Волокна, пластинки, мелкие зерна
30		Каолинит	$Al_4(OH)_8[Si_4O_{10}]$	1–2	Тусклый, матовый, жирный, в чешуйках перламутровый	Белый слегка желтоватый или сероватый	Белая	Землистый; у пластинок весьма совершенная в одном направлении	Кристаллы исключительно редки. Обычно землистые массы
31	Силикаты листовые (алюмосиликаты)	Мусковит (белая калиевая слюда). Тонкочешуйчатый серицит	$KAl_2(OH, F)_2[Al Si O_{10}]$	2–3	Стеклянный, перламутровый	Бесцветный с желтоватым, розоватым, зеленоватым или сероватым оттенком	Белая	Весьма совершенная в одном направлении	Таблитчатые, пластинчатые кристаллы, достигают больших размеров

продолжение таблицы 1.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
32	Силикаты листовые (алюмосиликаты)	Биотит (черная железомаг- незиальная слюда)	$K(Fe, Mg)_3$ $(OH, F)_2$ $[Al Si_3 O_{10}]$	2-3	Стеклянный, перламут- ровый	Прозрачный черный или темно- зеленый, бурый	Белая или зеле- новатая	Весьма со- вершенная в одном на- правле- нии	Таблитчатые (гексаго- нальной формы), пластин- чатые
33		Хлориты	$(Fe, Mg)_5$ $Al (OH)_2$ $[Al Si_3 O_{10}]$	2-2,5	Стеклянный, перла- мутровый	Зеленый	Светлая, зелено- ватая	Весьма со- вершенная в одном на- правле- нии	Таблички, чешуйки, срастающиеся другами сплошные кристаллические массы
34		Глауконит (из группы гидрослюд, возможно, агрегат из нескольких минералов)	Примерный состав: $K[AlSi_3O_{10}] \times$ $xH_2O$	2-3	Тусклый, стеклянный, жирный	Темно- Зеленый (черновато- зеленый)	Зеленая	Неровный	Мелкие (до 1 мм) зернышки и желвачки
35	Силикаты карманные (алюмосиликаты)	Ортоклаз	$K[AlSi_3O_8]$	6	Стеклянный	Белый, кремовый, голубовато- серый, розовый, мясо- красный	Белая	Совер- шенная в двух на- правле- ниях под прямым углом	Призматические, пинакоидальные
36		Микроклин	По составу аналогичен ортоклазу	6	Стеклянный или слегка перламут- ровый на гранях спайности	Кремовый, зеленовато- серый, розовый, зеленая разность называется амазонитом	Светлая	Совер- шенная по двум на- правлениям под углом, близким к прямому	Призма- тические, сходные с кристаллами ортоклаза
37		Альбит (натровый плагиоклаз)	$Na[AlSi_3O_8]$	6	Стеклянный	Белый, голубовато- белый	Белая	Неровный; совер- шенная по двум Направ- лениям под углом менее 90°	Таблит- чатые в виде сросшихся пластинок
38		Анортит (кальциевый плагиоклаз)	$Ca[Al_2Si_2O_8]$	6-6,5	Стеклянный	Серый, белый, голубо- ватый, желтоватый	Белая	Спайность ясная в двух на- правле- ниях	Таблитчатые кристаллы (встречаются редко)

## **Порядок выполнения работы**

- 1 Определить и описать образец минерала
- 2 Ответить на контрольные вопросы
- 3 Оформить отчет в тетради

## **Контрольные вопросы**

- 1 Что такое минерал?
- 2 Основные понятия о минерале.
- 3 Перечислите важнейшие физические свойства минералов.
- 4 От чего зависит цвет минерала?
- 5 Что такое цвет черты минерала и как ее получить?
- 6 Что такое блеск минерала, и какие виды блеска бывают?
- 7 называется спайностью, и для каких минералов она характерна?
- 8 Назвать основные виды спайности.
- 9 Как определить твердость минерала в полевых условиях?
- 10 Назовите шкалу Мооса.
- 11 Назовите основные виды излома.
- 12 Как подразделяются минералы по удельному весу?
- 13 Какие минералы называются породообразующими?

**Литература: [1, с. 123-189]; [3, с. 34-42]**

## **Практическая работа № 2**

### **Изучение геологической карты**

#### **Цель работы**

Ознакомиться с геологическими картами. Изучить условные обозначения на карте, распространение осадочных и метаморфических горных пород разного возраста, характер залегания горных пород. Научиться читать геологические карты (определять формы и элементы форм рельефа, относительный возраст пород).

#### **Общие сведения**

##### **Геологическая изученность территории России**

Геологическое картографирование - один из важнейших методов геологических исследований. Государственные геологические карты объективно свидетельствуют о степени геологической изученности страны.

В 1894 г. к VI сессии Международного геологического конгресса Геолком представил первую Геологическую карту Европейской России (1:2 520 000). С тех пор геологическая картография заняла в русской и советской геологии достойное место. В 1922 г. была издана первая Геологическая карта Азиатской России, а к XVII сессии МГК (Москва, 1937 г.) - первая Геологическая карта СССР (1:5 000 000) под редакцией Д.В. Наливкина, который был главным редактором всех геологических карт страны на протяжении 35 лет.

Среди геологов, в разное время осуществлявших научно- методическое руководство геологической съемкой в масштабе страны и изданием геологических карт различных типов и масштабов, следует отметить В.А. Обручева, А.Д. Архангельского, И.М. Губкина, А.А. Борисяка, Н.С. Шатского, М.М. Тетяева, Д.В. Наливкина, М.В. Муратова, А.А. Богданова, В.В. Белоусова, А.В. Пейве, Ю.М. Шейнманна, В.Е. Хайна, АЛ. Яншина.

На протяжении последнего десятилетия развивались следующие тенденции геологического картографирования:

- сочетание обзорных и детальных геолого-картографических работ, что реализуется составлением государственных геологических карт масштабов 1:1 000 000 (новая серия) и 1:50 000;
- составление различных нетрадиционных карт геологического содержания, отражающих как строение определенных горизонтов земной коры, так и дающих разностороннюю характеристику ее структур и вещественного состава;
- издание комплектов карт для одних и тех же площадей, по содержанию дополняющих друг друга;
- широкое комплексное использование дистанционных и геофизических методов при составлении карт земной поверхности и глубинных структур;
- разработка методов геологического картографирования шельфовых и более глубоких зон морей и океанов.

К 1983 г. территория СССР была практически полностью покрыта среднемасштабной геологической съемкой, в крупном масштабе заснято

около 30 % площади. Результаты геологосъемочных и специальных научно-исследовательских работ синтезированы советскими геологами в ряде крупных картографических обобщений, которые были представлены на XXVII сессии Международного геологического конгресса (Москва, 1984 г.). Сюда относятся серии карт масштабов 1:2 500 000, 1:5 000 000, 1:10 000 000, листы Государственной геологической карты СССР масштаба 1:1 000 000. Кроме того, были изданы карты разломов, осадочных и вулканогенных формаций, намагнитенных образований земной коры, космогеологическая карта, атласы геофизических, гидрогеологических, инженерно-геологических карт, а также комплекты карт геологического содержания по отдельным регионам России и странам СНГ.

Дальнейшее повышение степени геологической изученности территории предусматривает реализацию программы исследования глубинного строения земной коры и верхней мантии. Основу программы составляют сети взаимоувязанных глубинных геофизических профилей, которые должны сочетаться с бурением глубоких и сверхглубоких скважин и дистанционным космическим зондированием.

### **Масштабы геологических карт**

Геологическая карта с пояснительной запиской к ней служит научной основой для постановки поисков и разведки месторождений полезных ископаемых, а также разработки перспективных планов развития горнодобывающей промышленности. Детальные геологические карты имеют первостепенное значение для разработки рационального проекта вскрытия и эксплуатации разведанных месторождений и планирования горных работ в процессе эксплуатации месторождения.

В России геологические карты состоят из следующих стандартных масштабов:

а) карты мелких масштабов (обзорные или государственные) - 1:500 000; 1:2 500 000; 1:1 000 000 и 1:500 000;

б) карты средних масштабов (региональные или областные) - 1:200 000; 1:100 000; 1:50 000 и 1:25 000;

в) детальные (крупномасштабные) карты для отдельных районов строительства и размещения месторождений полезных ископаемых — 1:10 000; 1:5000; 1:1000 и еще более детальные; съемки этих масштабов служат основанием для постановки разведочных работ с целью рационального их проведения, разработки проектов эксплуатации и правильного ведения горно-подготовительных и эксплуатационных работ.

### **Оформление и условные знаки геологических карт**

Существуют стандартизованные правила составления и оформления карт. Геологическая карта сопровождается условными обозначениями (легендой), геологическими разрезами, стратиграфической колонкой, которые выносятся за рамку карты (смотреть рисунок 2.1, рисунок 2.2). Слева располагают

стратиграфическую колонку, справа - легенду, внизу - геологические разрезы. Надписи к карте помещаются над ее северной и под южной рамками. Каждая карта сопровождается числовым и графическим (линейным) масштабами.

Для характеристики горных пород по возрасту, составу и происхождению используются различные условные знаки: цветовые, штриховые, буквенные и цифровые.

**Цветовыми знаками** показывают возраст осадочных и стратифицированных вулканогенных и метаморфогенных пород в соответствии с Международными стандартами (рисунок 2.3). При этом для обозначения пород нижнего отдела какой-либо системы применяется темный тон, для среднего и верхнего - более светлые тона того же цвета. Яркими цветами отражают состав магматических горных пород (например, кислые - ярко-красный цвет, основные - ярко-зеленый, ультраосновные — ярко-фиолетовый, щелочные - ярко-оранжевый).

**Штриховыми знаками** в виде точек, черточек, штрихов разной толщины и ориентировки, треугольников, кружочков, крестиков и т.п. изображают вещественный состав горных пород различного происхождения. Главные литологические и петрографические типы пород показываются простыми знаками (рисунок 2.4), породы промежуточного состава - различными сочетаниями этих знаков или их усложненными формами. На одноцветных картах штриховыми знаками обозначают также возраст горных пород.

**Буквенные и цифровые обозначения** (индексы) служат для указания возраста и происхождения пород. Буквами греческого алфавита обозначают также состав интрузивных и некоторых вулканогенных пород (например, кислые -  $\gamma$ , средние -  $\delta$ , щелочные -  $\xi$ , основные -  $\nu$ , ультраосновные -  $\sigma$ ).

**Индекс** для обозначения осадочных, вулканогенных и метаморфогенных пород составляется из прописных и строчных букв латинского алфавита и цифр. Первой ставится прописная латинская буква, обозначающая систему, внизу справа от нее арабской цифрой указывается отдел, далее дается обозначение яруса строчными латинскими буквами и затем цифрой справа внизу указывается подъярус. Например, запись **K<sub>1</sub>a<sub>1</sub>z** обозначает: верхний подъярус альбского яруса нижнего отдела меловой системы. При необходимости буквенные знаки используют для обозначения комплексов, серий, свит, а также для выражения генезиса некоторых осадочных, вулканогенных и других образований.

**Внемасштабными** (линейными) знаками на карте показывают маркирующие горизонты (слои, пласты), силлы, дайки, жилы, геологические границы, разрывные нарушения, условия залегания пород, ориентировку шарниров складок, главнейшие палеонтологические находки, геологоразведочные выработки.

Условные знаки помещаются в прямоугольник и справа от него дается словесное описание (рисунок 2.2). В расположении знаков в легенде должен соблюдаться строгий порядок. Все возрастные знаки размещаются сверху

вниз в возрастной последовательности от молодых к древним отложениям. Знаки магматических пород (в последовательности от кислых к ультраосновным, сначала интрузивные, затем эффузивные) располагают ниже. Еще ниже помещают знаки метаморфических пород (если они не разделены по возрасту). Тектонические, структурные и прочие немасштабные знаки замыкают таблицу условных обозначений.

Система обозначений на кондиционных геологических картах РФ соответствует Международной системе и регламентируется «Инструкцией по составлению и подготовке к изданию листов Государственной геологической карты масштаба 1:200 000» и «Основными требованиями к содержанию и оформлению обязательных геологических карт масштаба 1:50 000, (1:25000)». На горных предприятиях для крупномасштабной геологической графики (геологических планов и разрезов) рекомендуется использовать несколько отличающуюся в деталях систему условных обозначений, которая предписывается Государственным стандартом на горную графическую документацию - ГОСТ 2.857-75. «Обозначения условные полезных ископаемых, горных пород и условий их залегания». В настоящее время ведется работа по полной унификации условных обозначений для всех типов и видов графической геологической документации.

#### **Пояснительная записка**

К каждой геологической карте составляется пояснительная записка, в которой содержится описание территории, изображенной на карте. В ней приводится геологический материал, относящийся только к данной территории.

Конкретное содержание пояснительной записки в соответствии с масштабом и назначением карты приводится в инструкциях, регламентирующих порядок и последовательность составления карты, содержания пояснительной записки, перечень условных знаков.

#### **Чтение геологических карт**

По очертанию выходов пород различных систем, изображенных на карте, и их взаимному расположению можно составить впечатление о геологических структурах, развитых на данном участке земной коры, и истории их развития. Однако, следует помнить, что геологическая карта является двухмерным плоскостным изображением трехмерных объемных геологических структур земной коры, поэтому очертания выходов пород и взаимное расположение их в природе (зависящее не только от геологического строения, но и от рельефа) будут иными, чем на геологической карте. Это заставляет представить, как сочетаются на карте различно лежащие слои с рельефом данной местности.

При горизонтальном залегании слоев и горизонтальном на расчлененном рельефе местности, изображенном на карте, карта будет представлять собой сплошное поле, закрашенное одним цветом, присвоенным слою, занимающему самое верхнее положение в толще горизонтально лежащих слоев. Рельеф на карте такой местности будет представлен полем без

горизонталей. При горизонтальном залегании слоев на расчлененном рельефе местности изображение на карте будет уже иное. Если овраги молодые и развивают свои долины еще в верхнем слое, то на карте это получит свое отображение лишь в горизонталях, обрисовывающих неровности; изображение геологии остается таким же однообразным, как и в первом случае. Если овраги или речные долины обнажили породы нижележащих слоев горизонтально наслоенной толщи, то нижележащий слой получит отображение не только в рельефе, но и на геологической карте. Причем, чем ниже залегает слой на местности, тем с меньшей отметкой участок будет ему соответствовать на карте. Самые древние слои изобразятся на карте в участках, ограниченных горизонталями с наименьшими абсолютными отметками, а самые молодые — на участках, ограниченных горизонталями с наибольшими отметками. Следовательно, в последнем случае основная площадь будет закрашена цветом ближайшего к поверхности слоя и только вдоль долины будут появляться полосы более древних пород. Граница слоев на карте пройдет параллельно горизонталям рельефа (смотреть рисунок 2.2).

В таком случае по геологической карте можно легко установить мощность слоев и последовательность их накопления, а для иллюстрации этой последовательности составить геологическую (стратиграфическую) колонку местности. Стратиграфическую колонку рекомендуется составлять для района с любым залеганием слоев, чтобы дать наглядное представление о возрасте пород, развитых в районе, о последовательности их залегания, литологическом составе. Для района, изображенного на геологической карте (смотреть рисунок 2.5.), литолого-стратиграфическая колонка будет выглядеть так, как это показано на рисунке 2.1. (волнистая линия — перерыв в отложениях). Иногда в стратиграфической колонке указывают на встречающуюся в каждом слое фауну, а также дают характеристику подземных вод и т.п.

На геологической карте слои, «стоящие на головах» (вертикально), изобразятся в виде сменяющих друг друга полос; полосы эти тянутся по простиранию слоев.

При наклонном залегании слоев и горизонтальном нерасчлененном рельефе местности слои на карте также изображают в виде полос, сменяющих друг друга в сторону падения от более древних к более молодым; полосы тянутся здесь, как и в предыдущем случае, по простиранию слоев. При расчлененной местности, сложенной наклонными пластами, она будет на геологической карте изображаться по-разному - в зависимости от направления падения слоев, а также направления и уклона расчленяющих местность долин. В зависимости от данных параметров соотношения границ слоев на карте и изображенных на ней горизонталей могут быть различны. В случае падения слоев в сторону уклона местности, но с меньшим углом, изгибы горизонталей и границ слоев на геологической карте будут направлены в одну сторону. При более крутом падении слоев по сравнению с

уклоном рассекающей местность долины горизонтали и границы слоев на карте будут изогнуты в противоположные стороны.

Местность, сложенная слоями, собранными в линейные прямые складки, при их размыве изображается на карте в виде длинных полос, симметрично повторяющихся относительно центральной, непарной полосы, соответствующей слою, лежащему в центральной части складки. Если непарная полоса на карте будет соответствовать самому молодому слою на местности, то на карте будет изображена синклиналь, а непарный слой будет ее ядром. Если непарная полоса на карте будет соответствовать самому древнему слою на местности, то, следовательно, на карте изображена антиклиналь, а непарный слой будет соответствовать ядру антиклинали. При наличии брахискладок полосы на карте замыкаются в виде эллипсов. Контуры слоев при складчатом залегании пересекутся с горизонталями.

Когда на местности отмечаются разрывные нарушения, следует учитывать падение и простирание слоев в лежащем и висящем крыльях (крыло устанавливается по возрасту соприкасающихся по разрыву пород), а также простирание и падение сбрасывателя; по карте можно установить и наклон сбрасывателя. Если сбрасыватель вертикальный, то на геологической карте как при нерасчлененном, так и при расчлененном рельефе он будет выражен в виде прямой линии, при наклонном залегании на карте и нерасчлененном рельефе — прямой линией, а при расчлененном — ломаной. Причем, чем больше расчленен рельеф, тем больше изломана линия. Для определения направления падения следует построить на карте треугольник из зигзага сбрасывателя на карте, тогда вершина треугольника в речной долине будет направлена по падению сбрасывателя, а на водоразделах плоскость падения сбрасывателя будет направлена параллельно перпендикуляру, опущенному из вершины к основанию треугольника.

Читая геологическую карту, можно установить, согласно или несогласно залегают слои в той местности, которая изображена на карте. При согласном залегании слоев границы выхода на карте будут параллельны; в случае наличия углового несогласия границы слоев на карте пересекаются между собой и одна серия слоев как бы срезает другую. Параллельные несогласия также можно проследить в случае налегания молодых пород на более древние.

### **Порядок выполнения работы**

- 1 Изучить геологическую карту России.
- 2 С помощью условных обозначений на карте определить распространение осадочных и метаморфических горных пород разного возраста, характер залегания горных пород
- 3 Составить отчет
- 4 Ответить на контрольные вопросы

## **Контрольные вопросы**

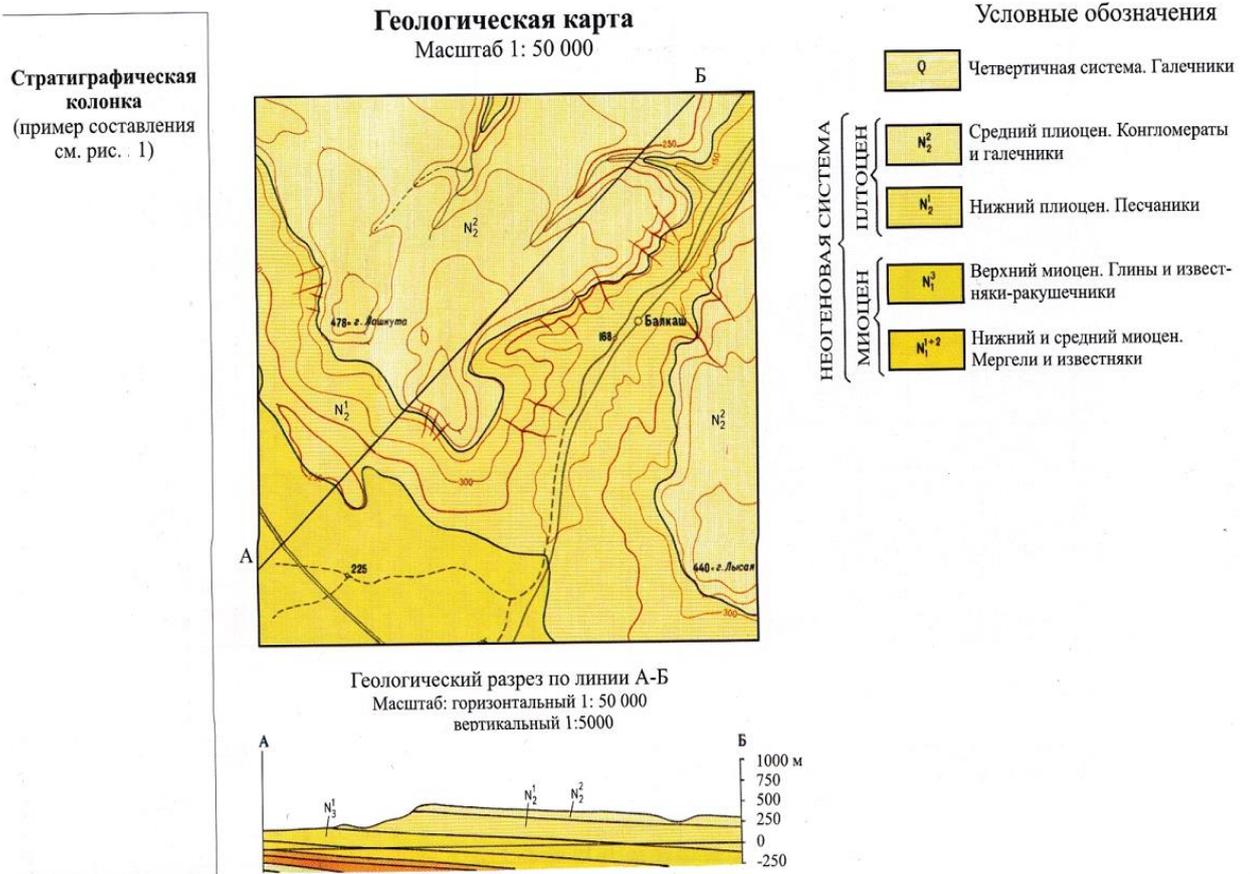
- 1 Дать определение понятию «геологическая съёмка».
- 2 Что такое геологическая карта?
- 3 Масштабы и типы геологических карт?
- 4 Типы геологических карт по содержанию и принципам составления?
- 5 Оформление геологических карт?
- 6 Условные знаки геологических карт?
- 7 Элементы залегания горных пород?
- 8 Условия залегания горных пород?
- 9 Причины выхода на поверхность коренных пород?

**Литература: [1, с. 537-584]; [2, с. 147-175]**

Стратиграфическая колонка

Система	Отдел	Ярус	Индекс	Литология	Мощность, м	Характеристика пород
НЕОГЕНОВАЯ	ПЛИОЦЕН		$N_2^2$		120	Средний плиоцен. Вверху – известковистые конгломераты из известняковой гальки, внизу – глинистые галечники
			$N_2^1$		250	Нижний плиоцен. Рыхлые мергелистые песчаники с прослоями глин. Вверху – песчаники глинистые
	МИОЦЕН		$N_1^3$		210	Верхний миоцен. Рыхлые песчанистые глины. В верхней части, к юго-востоку от р. Зеленчук, наблюдаются прочные известняки-ракушечники
			$N_1^{1+2}$		135	Нижний и средний миоцен. Вверху – известняки, внизу – мергели с песчанистыми глинами в основании. Мощность на западе снижается до 70 м
ПАЛЕОГЕНОВАЯ	ЭОЦЕН		$P_3$		70	Рыхлые песчаники и глины
			$P_2$		65	Известняки. Мощность на западе убывает до 50 м
МЕЛООВАЯ	ВЕРХНИЙ	МАА-СТРИХСКИЙ	$K_2m$		60	Мергелистые песчаники
		КАМПАНСКИЙ	$K_2km$		250	Мергели мелоподобные с тонкими прослоями глин в нижней части. К северо-западу мощность уменьшается до 120 м
		ТУРОНСКИЙ, КОРНЯКСКИЙ, САНТОНСКИЙ	$K_2t-st$		155	Мергели с пачками известняков, с прослойками глин
		СЕНОМАНСКИЙ	$K_2s$		55	Песчанистые мергели и глауконитовые песчаники
	НИЖНИЙ	АЛЬБСКИЙ	$K_1al$		75	Известковистые песчаники. Мощность на западе уменьшается до 50 м
		АПТСКИЙ	$K_1a$		145	Плотные глины с прослоями песчаников. На северо-западе мощность сокращается до 100 м

Рисунок 2.1 - Пример составления сводной стратиграфической колонки



**Рисунок 2.2 - Пример составления и оформления геологической карты**  
Геохронологическая (стратиграфическая) шкала

Эон (зонотема)	Эра (группа)	Период (система)	Эпоха (отдел)	Цвет на карте
Фанерозой	Кайнозойская Kz	Четвертичный Q	Голоценовая (соврем.) Q <sub>IV</sub> Позднечетвертичная (в) Q <sub>III</sub> Среднечетвертичная (с) Q <sub>II</sub> Раннечетвертичная (н) Q <sub>I</sub>	Серовато-желтый
		Неогеновый N	Плиоценовая (в) N <sub>2</sub> Миоценовая (н) N <sub>1</sub>	Лимонно-желтый
		Палеогеновый P	Олигоценвая (в) P <sub>3</sub> Эоценовая (с) P <sub>2</sub> Палеоценовая (н) P <sub>1</sub>	Ярко-желтый
	Мезозойская Mz	Меловой K	Позднемеловая (в) K <sub>2</sub> Раннемеловая (н) K <sub>1</sub>	Салатно-зеленый
		Юрский J	Позднеюрская (в) J <sub>3</sub> Среднеюрская (с) J <sub>2</sub> Раннеюрская (н) J <sub>1</sub>	Синеваго-голубой
		Триасовый T	Позднетриасовая (в) T <sub>3</sub> Среднетриасовая (с) T <sub>2</sub> Раннетриасовая (н) T <sub>1</sub>	Сиреневый
	Палеозойская Pz	Пермский P	Позднепермский (в) P <sub>3</sub> Раннепермский (н) P <sub>1</sub>	Оранжево-коричневый
		Каменно-угольный C	Позднекаменноугольная (в) C <sub>3</sub> Среднекаменноугольная (с) C <sub>2</sub> Раннекаменноугольная (н) C <sub>1</sub>	Серый
		Девонский D	Позднедевонская (в) D <sub>3</sub> Среднедевонская (с) D <sub>2</sub> Раннедевонская (н) D <sub>1</sub>	Коричневый
		Силурийский S	Позднесилурийская (в) S <sub>3</sub> Раннесилурийская (н) S <sub>1</sub>	Коричнево-зеленый
		Ордовикский O	Позднеордовикский (в) O <sub>3</sub> Среднеордовикский (с) O <sub>2</sub> Раннеордовикский (н) O <sub>1</sub>	Темно-зеленый
		Кембрийский E	Позднекембрийский (в) E <sub>3</sub> Среднекембрийский (с) E <sub>2</sub> Раннекембрийский (н) E <sub>1</sub>	Голубовато-зеленый
Протерозой PR	Вендский V Рифейский R		Розовый	
Архей AR			Малиново-розовый	

**Рисунок 2.3 - Геохронологическая (стратиграфическая) шкала**

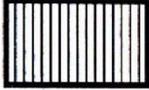
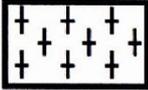
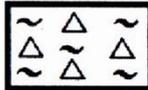
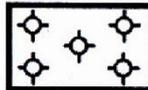
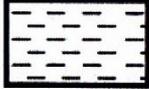
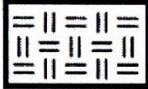
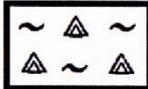
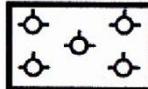
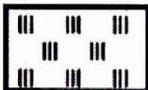
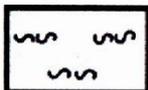
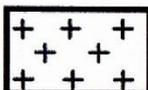
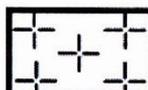
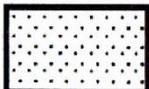
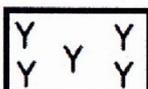
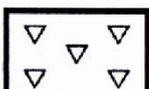
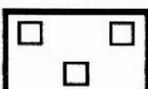
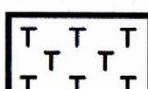
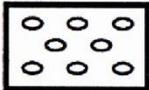
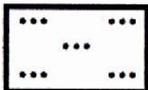
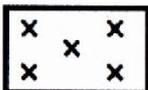
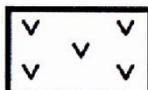
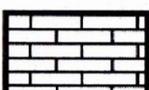
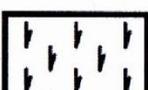
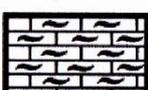
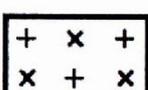
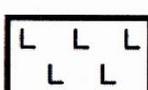
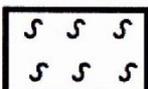
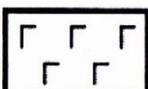
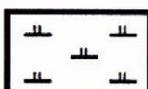
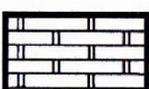
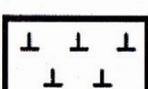
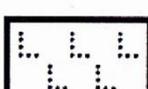
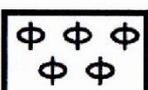
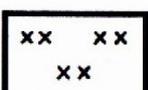
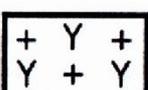
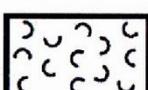
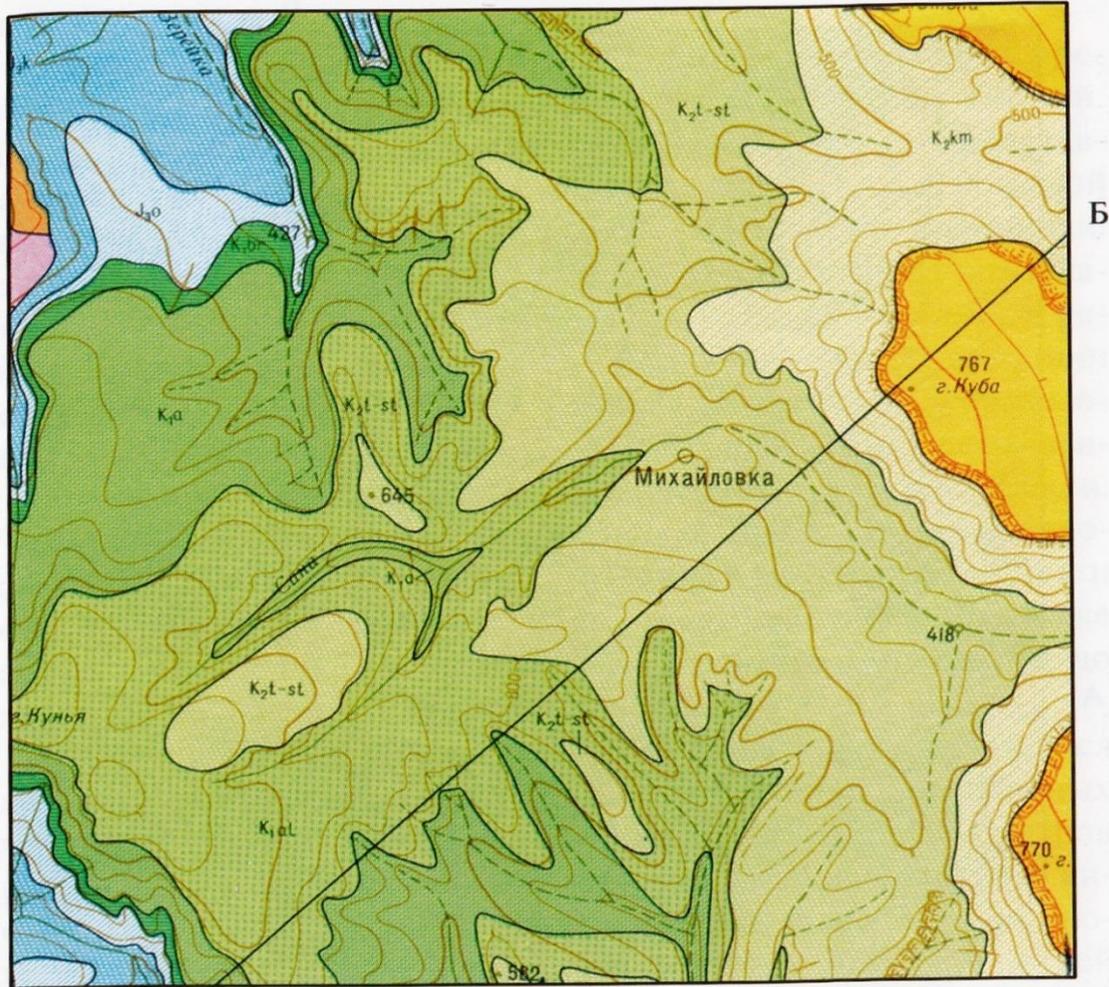
				
Лёсс	Кремнистые сланцы	Милониты	Порфиры	Порфиры
				
Глина	Трепел	Филлиты	Тектоническая брекчия	Порфириты
				
Суглинок	Опока	Гнейсы	Граниты	Пегматиты
				
Песчаник	Яшма	Амфиболиты	Сиениты	Риолиты
				
Брекчия	Галитовые породы	Гранулиты	Нефелиновые сиениты	Трахиты
				
Конгломераты	Гипс	Кварциты	Диориты	Андезиты
				
Известняки	Ангидриты	Мраморы	Гранодиориты	Базальты
				
Мергель	Каменный уголь	Роговики	Габбро	Диабазы
				
Доломиты	Железные руды	Серпентиниты	Перидотиты, пироксениты	Спилиты
				
Мел	Фосфориты	Скарны	Граносиениты	Туфы

Рисунок 2.4 - Условные обозначения горных пород на геологической карте

# Геологическая карта

Масштаб 1:50 000



А

## Геологический разрез по линии А-Б

Масштабы: горизонтальный 1:50 000

вертикальный 1:5000

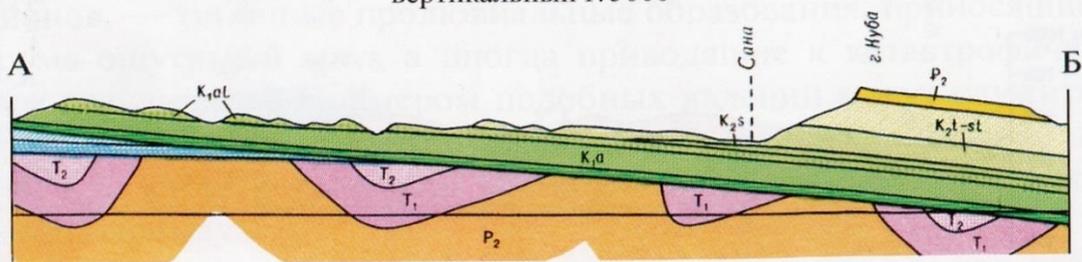


Рисунок 2.5 – Геологическая карта и разрез с наклонным залеганием горных пород

## Практическая работа № 3

### Построение геологического разреза и стратиграфической колонки

#### Цель работы

Читать и составлять по картам схематические геологические разрезы и стратиграфические колонки. Научиться определять условия залегания горных пород, соотношение горных пород различного возраста и состава, формы геологических тел и изменение их мощности, характера нарушений.

#### Общие сведения

Горными породами называются устойчивые парагенетические ассоциации минералов, возникающие в результате определённых геологических процессов и образующие геологически самостоятельные тела в земной коре.

Нельзя считать горными породами современные осадки (например, пески и глины в руслах рек, на морских берегах), являющиеся продуктами незаконченных, еще совершающихся в настоящее время геологических процессов.

В соответствии с тремя основными типами процессов породообразования все горные породы, слагающие земную кору, делятся на три генетические группы: **магматические, осадочные, метаморфические.**

**Магматические** (изверженные) горные породы образуются из природных огненно-жидких силикатных расплавов – магм – при их остывании и кристаллизации. Это – самые распространенные породы земной коры, слагающие 60% её объема и около 95% массы.

**Осадочные** горные породы образуются в поверхностной части земной коры. Исходными материалами при формировании толщ осадочных пород являются ранее существовавшие магматические, метаморфические и осадочные породы, подвергшиеся процессам разрушения и переотложения. Возникший при разрушении материал переносится, по пути сортируется по величине обломков и плотности частиц, растворяется и откладывается во впадинах на поверхности Земли.

Образовавшиеся рыхлые осадки постепенно подвергаются процессу **диагенеза** – уплотнению, обезвоживанию, цементации и превращаются в осадочные горные породы.

В процессе геологической истории суммарная масса осадочных пород возрастает и в настоящее время примерно составляет 4,1% объёма земной коры.

**Метаморфические** горные породы возникают в результате преобразования ранее существовавших осадочных, магматических, а так же метаморфических пород, происходящего в земной коре под воздействием эндогенных процессов. Эти преобразования протекают в твердом состоянии и выражаются в изменении минерального, а иногда и химического состава, структуры и текстуры пород.

Осадочные горные породы залегают обычно в виде слоев, т.е. тел значительной пространственной протяженности, но малой мощности. Слои осадочных горных пород могут лежать горизонтально, а могут быть наклонены и изогнуты в складки. Магматические и интрузивные горные породы залегают в земной коре в виде массивов куполо-, трубообразной и других форм.

В процессе геологических исследований на основе изучения геологических объектов, их взаимосвязей и изменений в пространстве и времени, оценки взаимоотношений с окружающими явлениями и средой создаются модели участков земной коры. Они представляют собой сочетание описания геологического строения участков земной коры и графических материалов, в наглядной форме иллюстрирующих и дополняющих это описание. Графические модели дают объективное отражение современных знаний о строении, составе и свойствах как земной поверхности, так и прилегающих к ней глубинных частей земной коры. Они обычно представлены геологическими картами и планами, разрезами, стратиграфическими колонками, схемами и т.д.

**Геологический разрез** – это графическое изображение на вертикальной плоскости условий залегания горных пород; соотношения горных пород различного возраста и состава; формы геологических тел и изменение их мощности; характера складчатых и разрывных нарушений.

При составлении разрезов используют не только данные геологического картирования, но и материалы, полученные при бурении и горных работах, геофизических наблюдениях и др.

Разрезы составляются, раскрашиваются и индексируются в строгом соответствии с геологической картой. Линия разреза проводится от одной рамки листа до другой рамки и, как правило, пересекает всю площадь карты вкрест простирания горных пород по наиболее характерному направлению. Допускается составление разреза и по ломаной линии, при этом желательно, чтобы точек излома было немного. **Геологические разрезы показываются на карте черными тонкими линиями, на концах которых ставят прописные буквы русского алфавита или римские цифры.** Если мощность четвертичных отложений слишком мала и не может быть выражена в масштабе разреза, то они снимаются.

Горизонтальный масштаб разрезов должен соответствовать масштабу карты; увеличение вертикального масштаба допустимо только для районов с горизонтальным или пологим залеганием пород, но не более чем в 20 раз. **На всех разрезах геологические границы указываются сплошными черными линиями.**

**Стратиграфическая колонка** в определенном масштабе показывает последовательность напластования горных пород, характер контактов между ними и вещественный состав (см. рисунок 3.2). Стандартная форма колонки предусматривает изображение в центре столбика геологической колонки (условными знаками без раскраски), слева в графах указывают

стратиграфические подразделения единой шкалы — от системы до яруса и их общий индекс. Справа от колонки в отдельной графе указывается мощность, а в следующей графе — характеристика пород.

Колонка строится, как правило, в более крупном масштабе, чем карта (на всю длину рамки). Независимо от условий залегания пород их контакты указываются горизонтальной линией (кроме секущих интрузивных образований). При согласном залегании пород линии должны быть прямыми, при несогласном (перерыв в отложениях) — горизонтальными, но волнистыми.

### Порядок выполнения работы

1 Построить геологический разрез по линии, указанной в соответствующем варианте, с использованием геологической карты 1 масштаба 1:10000 (см. рисунок 3.1), стратиграфической колонки (см. рисунок 3.2) и описания буровых скважин (таблица 3.1). Для построения разреза принимают горизонтальный масштаб 1:5000, вертикальный 1:500.

2 Составить отчет. Охарактеризовать в общих чертах историю геологического развития района, вытекающую из анализа стратиграфической колонки и разреза.

3 Ответить на контрольные вопросы.

### Варианты выполнения работы

Варианты	№ разреза	Варианты	№ разреза
1	I – I	11	XI – XI
2	II – II	12	XII – XII
3	III – III	13	XIII – XIII
4	IV – IV	14	XIV – XIV
5	XXI - XXI	15	XV – XV
6	VI – VI	16	XVI – XVI
7	VII – VII	17	XVII – XVII
8	VIII – VIII	18	XVIII – XVIII
9	IX – IX	19	XIX – XIX
10	X – X	20	XX – XX

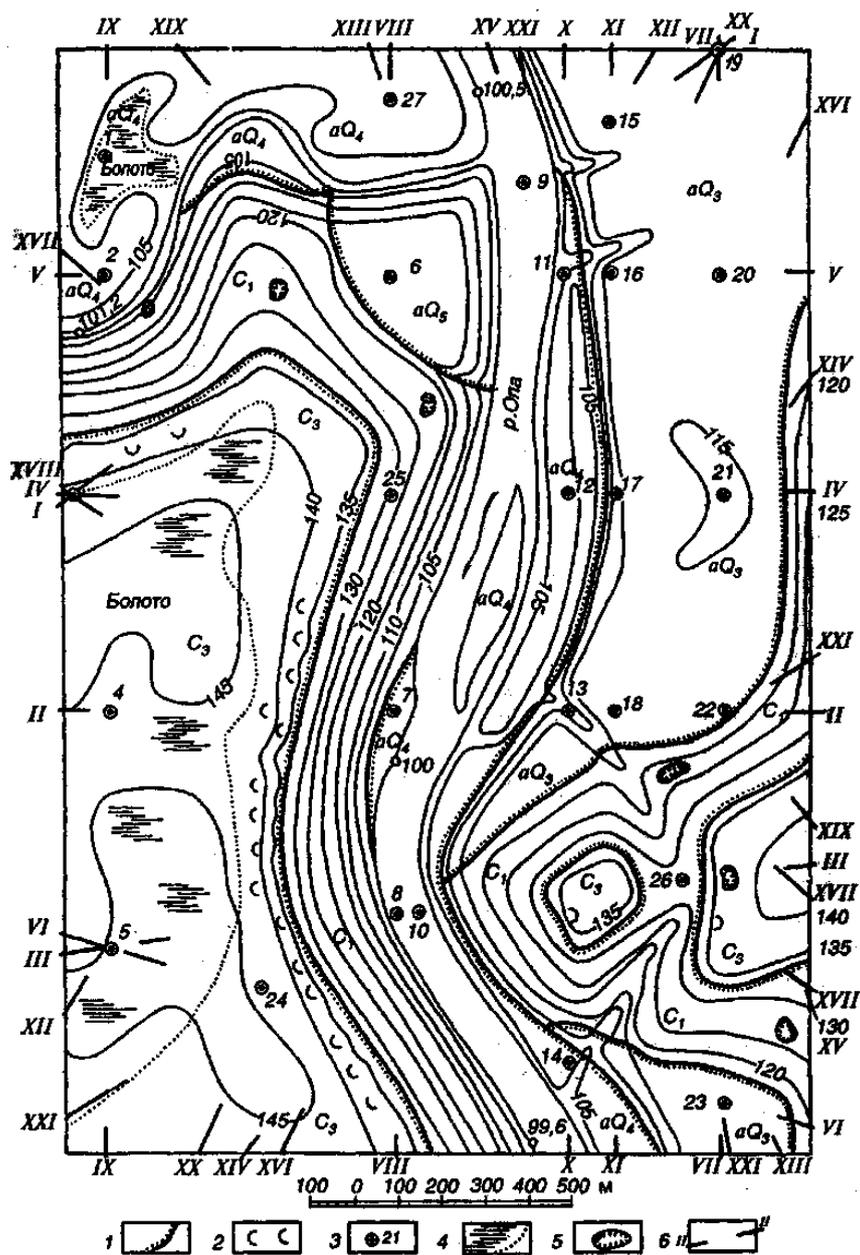


Рисунок 3.1 - Геологическая карта № 1: 1 — граница стратиграфического несогласия; 2 — оползни; 3 — буровая скважина и ее номер; 4 — болото; 5 — карстовая воронка; 6 — линия разреза и ее номер

Геологический возраст				Колонка	Мощность, м	Краткое описание горных пород
Эра	Период	Эпоха	Стратиграфический индекс			
Кайнозойская (KZ)	Четвертичный (Q)	Современная	aQ <sub>4</sub>		2-15	Супесь: серая заторфованная, бурая, рыжая; ил серый с органическими остатками; песок кварцевый крупный с гравием
					2-15	
					2-15	
			dQ <sub>4</sub>		1-6	Супесь серая заторфованная; пылеватый песок
					1-6	
					1-6	
		pQ <sub>4</sub>		2-4	Песок мелкий с тыбами и дресвой; щебень с сульфидным заполнителем	
				2-4		
		Поздняя	aQ <sub>3</sub>		6-19	Суглинок бурый плотный; супесь желтая
					3-10	
	1-22					
Ранняя	rgQ <sub>1</sub>		1-16	Песок крупный кварцевый с гравием и галькой		
Палеозойская (PZ)	Каменноугольный (C)	Поздняя	C <sub>3</sub>		6-10	Глина черная плотная
		Ранняя	C <sub>1</sub>		2-62	Известняк трещиноватый, в отдельных местах закарстованный
		Поздняя	D <sub>3</sub>		4-46	Аргиллит серый, в отдельных местах трещиноватый
Протерозойская (PR)			γРЯ		>10	Гранит крупнокристаллический трещиноватый, выветрелый в кровле массива

Рисунок 3.2 - Стратиграфическая колонка к геологической карте № 1

**Таблица 3.1 - Описание буровых скважин к геологической карте № 1**

№ скважины и абсолютная отметка устья	№ слоя	Геологический возраст	Описание горных пород	Глубина залегания подошвы слоя, м
1	2	3	4	5
1 102,3	1	aQ <sub>4</sub>	Супесь серая заторфованная, текучая	2,0
	2	aQ <sub>4</sub>	Ил серый текучий	5,9
	3	aQ <sub>4</sub>	Песок мелкий иловатый средней плотности	10,1
	4	aQ <sub>3</sub>	Песок средней крупности, средней плотности	11,7
	5	C <sub>1</sub>	Известняк трещиноватый, выветрелый в кровле слоя (1 м)	25,0
2 106,4	1	aQ <sub>4</sub>	Супесь серая, текучая	6,0
	2	aQ <sub>4</sub>	Песок мелкий, иловатый, средней плотности	14,0
	3	aQ <sub>3</sub>	Песок средней крупности, плотный	19,0
	4	C <sub>1</sub>	Известняк трещиноватый, закарстованный	34,9
	5	D <sub>3</sub>	Аргиллит серый	58,7
	6	γPR	Гранит крупнокристаллический трещиноватый, до глубины 2 м выветрелый	65,0
3 141,3	1	deQ <sub>4</sub>	Супесь серая заторфованная, пластичная	2,2
	2	C <sub>3</sub>	Глина черная плотная, твердая	8,8
	3	C <sub>1</sub>	Известняк трещиноватый	69,8
	4	D <sub>3</sub>	Аргиллит серый	89,3
	5	γPR	Гранит крупнокристаллический выветрелый до 90,5 м	92,0
4 144,1	1	deQ <sub>4</sub>	Супесь серая заторфованная, пластичная	3,1
	2	C <sub>3</sub>	Глина черная твердая	11,3
	3	C <sub>1</sub>	Известняк трещиноватый, закарстованный	72,8
	4	D <sub>3</sub>	Аргиллит серый	97,9
	5	γPR	Гранит трещиноватый крупнокристаллический, выветрелый до 98,2 м	99,6
1	2	3	4	5
5 144,6	1	deQ <sub>4</sub>	Супесь серая заторфованная, пластичная	3,5
	2	C <sub>3</sub>	Глина черная полутвердая	12,1
	3	C <sub>1</sub>	Известняк трещиноватый	73,2
	4	D <sub>3</sub>	Аргиллит серый	94,9
	5	γPR	Гранит трещиноватый, выветрелый до 95,5 м	97,4
6 116,7	1	aQ <sub>3</sub>	Суглинок бурый полутвердый	4,7
	2	aQ <sub>3</sub>	Супесь желтая пластичная	13,9
	3	aQ <sub>3</sub>	Песок средней крупности плотный	20,8
	4	C <sub>1</sub>	Известняк трещиноватый и закарстованный	45,4
	5	D <sub>3</sub>	Аргиллит серый слаботрещиноватый	65,2
	6	γPR	Гранит трещиноватый, выветрелый до забоя скважины	67,0

**продолжение таблицы 3.1**

7 101,1	1	aQ <sub>4</sub>	Песок мелкий с глыбами известняка и дресвой, рыхлый	3,8
	2	aQ <sub>3</sub>	Песок средней крупности плотный	5,3
	3	fgQ <sub>1</sub>	Песок крупный кварцевый, средней плотности	6,4
	4	C <sub>1</sub>	Известняк трещиноватый, закарстованный	29,6
	5	D <sub>3</sub>	Аргиллит серый	65,2
	6	γPR	Гранит трещиноватый крупнокристаллический, выветрелый до 1 м	70,0
8 94,6	1	aQ <sub>4</sub>	Песок мелкий рыхлый	5,1
	2	aQ <sub>4</sub>	Песок средней крупности, средней плотности	14,6
	3	fgQ <sub>1</sub>	Песок крупный, средней плотности	25,0
	4	D <sub>3</sub>	Аргиллит серый	44,6
	5	γPR	Гранит трещиноватый, выветрелый до 47,1 м	48,0
9 98,2	1	aQ <sub>4</sub>	Песок мелкий рыхлый	8,7
	2	aQ <sub>4</sub>	Песок крупный с гравием, рыхлый	10,7
	3	aQ <sub>3</sub>	Песок средней крупности, средней плотности	17,1
	4	fgQ <sub>1</sub>	Песок крупный, средней плотности	22,3
	5	C <sub>1</sub>	Известняк трещиноватый закарстованный	27,0
	6	D <sub>3</sub>	Аргиллит серый	38,8
	7	γPR	Гранит трещиноватый выветрелый до 41,2 м	46,0
10 96,9	1	aQ <sub>4</sub>	Песок мелкий рыхлый	12,0
	2	aQ <sub>3</sub>	Песок средней крупности плотный	20,1
	3	fgQ <sub>1</sub>	Песок крупный средней плотности	33,6
	4	D <sub>3</sub>	Аргиллит серый	35,0
11 105,0	1	aQ <sub>4</sub>	Супесь бурая текучая	5,8
	2	aQ <sub>4</sub>	Песок мелкий кварцевый, рыхлый	14,3
	3	aQ <sub>3</sub>	Песок средней крупности, плотный	24,6
	4	fgQ <sub>1</sub>	Песок крупный, средней плотности	32,5
	5	C <sub>1</sub>	Известняк трещиноватый	33,9
	6	D <sub>3</sub>	Аргиллит серый	52,2
	7	γPR	Гранит трещиноватый выветрелый до 54,6 м	61,0
12 106,0	1	aQ <sub>4</sub>	Супесь бурая пластичная	7,2
	2	aQ <sub>4</sub>	Песок мелкий рыхлый	14,7
	3	aQ <sub>3</sub>	Песок средней крупности плотный	26,0
	4	fgQ <sub>1</sub>	Песок крупный	32,6
	5	C <sub>1</sub>	Известняк трещиноватый закарстованный	34,8
	6	D <sub>3</sub>	Аргиллит серый	61,6
	7	γPR	Гранит трещиноватый, выветрелый до глубины 63 м	66,0
13 107,9	1	pQ <sub>4</sub>	Щебень известняка с суглинистым заполнителем	2,3
	2	aQ <sub>3</sub>	Суглинок бурый полутвердый	9,6
	3	aQ <sub>3</sub>	Песок средней крупности плотный	28,3
	4	fgQ <sub>1</sub>	Песок крупный кварцевый, средней плотности	42,0
	5	D <sub>3</sub>	Аргиллит серый	56,0
	6	γPR	Гранит крупнокристаллический трещиноватый, выветрелый до 58 м	59,0

**продолжение таблицы 3.1**

14 106,6	1	pQ <sub>4</sub>	Щебень известняка с суглинистым заполнителем	2,3
	2	aQ <sub>4</sub>	Песок мелкий рыхлый	12,8
	3	aQ <sub>3</sub>	Песок средней крупности плотный	25,9
	4	fgQ <sub>1</sub>	Песок крупный с гравием средней плотности	41,5
	5	D <sub>3</sub>	Аргиллит серый	45,4
	6	γPR	Гранит трещиноватый выветрелый до 48,0 м	52,0
15 116,5	1	aQ <sub>3</sub>	Суглинок бурый полутвердый	5,11
	2	aQ <sub>3</sub>	Супесь желтая, пластичная	11,9
	3	aQ <sub>3</sub>	Песок средней крупности плотный	35,2
	4	fgQ <sub>1</sub>	Песок крупный с гравием средней плотности	48,3
	5	D <sub>3</sub>	Аргиллит серый	53,7
	6	γPR	Гранит крупнокристаллический выветрелый до глубины 54,2 м	58,0
16 115,6	1	aQ <sub>3</sub>	Суглинок бурый полутвердый	6,3
	2	aQ <sub>3</sub>	Супесь желтая пластичная	13,5
	3	aQ <sub>3</sub>	Песок средней крупности плотный	35,7
	4	fgQ <sub>1</sub>	Песок крупный с гравием	48,0
	5	D <sub>3</sub>	Аргиллит серый	52,0
17 112,8	1	aQ <sub>3</sub>	Суглинок бурый пластичный	10,4
	2	aQ <sub>3</sub>	Песок средней крупности плотный	32,0
	3	fgQ <sub>1</sub>	Песок крупный с гравием и галькой, средней плотности	47,9
	4	D <sub>3</sub>	Аргиллит серый	64,6
	5	γPR	Гранит трещиноватый и выветрелый в верхней (2 м) части	70,0
18 116,2	1	aQ <sub>3</sub>	Суглинок бурый полутвердый.	10,5
	2	aQ <sub>3</sub>	Песок средней крупности	26,3
	3	fgQ <sub>1</sub>	Песок крупный кварцевый средней плотности	42,4
	4	C <sub>1</sub>	Известняк трещиноватый, закарстованный	44,7
	5	D <sub>3</sub>	Аргиллит серый	51,8
19 117,1	1	aQ <sub>3</sub>	Суглинок бурый полутвердый	5,4
	2	aQ <sub>3</sub>	Супесь желтая пластичная	12,6
	3	aQ <sub>3</sub>	Песок средней крупности плотный	34,7
	4	fgQ <sub>1</sub>	Песок крупный средней плотности	38,3
	5	C <sub>1</sub>	Известняк трещиноватый закарстованный	46,1
	6	D <sub>3</sub>	Аргиллит серый	55,3
	7	γPR	Гранит трещиноватый и выветрел. до глубины 57,5 м	60,0
20 116,0	1	aQ <sub>3</sub>	Суглинок бурый полутвердый	8,1
	2	aQ <sub>3</sub>	Супесь желтая пластичная	14,9
	3	aQ <sub>3</sub>	Песок средней крупности плотный	32,8
	4	fgQ <sub>1</sub>	Песок крупный средней плотности	38,1
	5	C <sub>1</sub>	Известняк трещиноватый закарстованный	44,6
	6	D <sub>3</sub>	Аргиллит серый	62,0
	7	γPR	Гранит трещиноватый крупнокристаллический, до глубины 62,5 м выветрелый	70,0

**продолжение таблицы 3.1**

21 114,5	1	aQ <sub>3</sub>	Суглинок бурый иловатый тугопластичный	4,4
	2	aQ <sub>3</sub>	Супесь желтая пластичная	13,2
	3	aQ <sub>3</sub>	Песок средней крупности плотный	32,2
	4	fgQ <sub>1</sub>	Песок крупный с гравием средней плотности	38,1
	5	C <sub>1</sub>	Известняк трещиноватый закарстованный	45,5
	6	D <sub>3</sub>	Аргиллит серый	67,3
	7	γPR	Гранит крупнокристаллический трещиноватый, до глубины 74,0 м выветрелый	76,0
22 118,6	1	dQ <sub>4</sub>	Суглинок серый с щебнем известняка мягкопластичный	1,6
	2	aQ <sub>3</sub>	Суглинок бурый мягкопластичный	6,2
	3	C <sub>1</sub>	Известняк трещиноватый закарстованный	47,1
	4	D <sub>3</sub>	Аргиллит серый	93,4
	5	γPR	Гранит трещиноватый крупнокристаллический, выветрелый до 94,0 м	95,0
23 118,4	^~	dQ <sub>4</sub>	Песок пылеватый рыхлый	1,2
	2	aQ <sub>3</sub>	Суглинок бурый мягкопластичный	8,3
	3	aQ <sub>3</sub>	Супесь желтая пластичная	14,6
	4	aQ <sub>3</sub>	Песок средней крупности средней плотности	18,9
	5	C <sub>1</sub>	Известняк трещиноватый закарстованный	47,1
	6	D <sub>3</sub>	Аргиллит серый	57,4
	7	γPR	Гранит трещиноватый, выветрелый до 58,5	62,0
24 144,3	1	dQ <sub>4</sub>	Супесь заторфованная пластичная	2,6
	2	C <sub>3</sub>	Глина черная плотная пластичная	11,9
	3	C <sub>1</sub>	Известняк трещиноватый	73,0
	4	D <sub>3</sub>	Аргиллит серый	94,5
	5	γPR	Гранит трещиноватый крупнокристаллический, выветрелый на глубину до 94,8 м	99,0
25 129,2	1	dQ <sub>4</sub>	Супесь серая с щебнем	2,5
	2	C <sub>1</sub>	Известняк закарстованный	58,5
	3	D <sub>3</sub>	Аргиллит серый	72,4
	4	γPR	Гранит выветрелый на глубину до 74,0 м	75,0
26 131,0	1	dQ <sub>4</sub>	Суглинок с обломками известняка мягкопластичный	3,4
	2	C <sub>1</sub>	Известняк закарстованный	59,5
	3	D <sub>3</sub>	Аргиллит серый	78,6
	4	γPR	Гранит крупнокристаллический трещиноватый	80,0
27 107,5	1	aQ <sub>4</sub>	Песок пылеватый средней плотности	2,6
	2	aQ <sub>4</sub>	Супесь бурая пластичная	8,4
	3	aQ <sub>4</sub>	Песок мелкий рыхлый	18,9
	4	aQ <sub>3</sub>	Песок средней крупности плотный	22,2
	5	C <sub>1</sub>	Известняк трещиноватый закарстованный	36,0
	6	D <sub>3</sub>	Аргиллит серый	53,6
	7	γPR	Гранит трещиноватый крупнокристаллический выветрелый до 55,8 м	59,4

## Пример построения геологического разреза

Разрез, построенный по линии V-V в уменьшенном масштабе, приведен на рисунке 3.3. Строить разрез рекомендуется на миллиметровой бумаге в следующем порядке. В нижней части листа делают три строки для характеристики скважин и указания расстояний между ними. Намечают начало и откладывают вправо длину разреза в принятом масштабе.

В начала разреза (а иногда и в конце его) строят шкалу абсолютных отметок с таким расчетом, чтобы максимальная отметка была несколько выше верхней точки рельефа, а минимальная ниже забоя самой глубокой скважины.

Далее приступают к построению топографического профиля. От левой шкалы по горизонтальному направлению откладывают в заданном масштабе расстояния от начала разреза до его пересечения с каждой горизонталью и точками отмечают абсолютные отметки соответствующих горизонталей. После этого также откладывают от начала разреза расстояния до каждой скважины и проводят вертикальный штрих в верхней из трех строк. Под штрихами указывают номера скважин, а ниже — абсолютные отметки их устьев, которые дают дополнительные точки для построения профиля. Соединив все точки плавными линиями, получают топографический профиль поверхности земли по заданному направлению.

На построенный профиль наносят колонки буровых скважин. При крупном масштабе разреза ствол скважины обозначают двумя вертикальными отрезками, в отдельных случаях — одним. На нижнем конце отрезка, соответствующем абсолютной отметке низшей точки пробуренной скважины (забою), ставят короткий поперечный штрих. Справа от штриха записывают абсолютную отметку забоя, вычисляемую как разность между абсолютной отметкой устья и глубиной скважины.

**Например**, для скважины 2 абсолютная отметка забоя равна:  $106,4 - 65,0 = 41,4$  м.

Вдоль линии скважины размечают границы слоев и проставляют их абсолютные отметки, которые вычисляют как разность абсолютной отметки устья скважины и глубин залегания соответствующих слоев.

**Например**, в скважине 2 абсолютная отметка границы между четвертым и пятым слоями равна:  $106,4 - 34,9 = 71,5$  м.

В интервале каждого слоя (на полосе шириной 1...2 см) условными обозначениями, взятыми из стратиграфической колонки, отмечают карандашом состав и относительный возраст пород. Далее на топографический профиль переносят с карты точки пересечения разреза со стратиграфическими границами и карандашом справа и слева от точек отмечают относительный возраст пород.

**Например**, левее скважины 6 на профиле отмечают границу между нижнекаменноугольными, известняками ( $C_1$ ) и верхнечетвертичными отложениями ( $Q_3$ ).

Прежде чем проводить границы слоев на разрезе, восстанавливают в общих чертах доступную нам историю геологического развития изучаемого участка. Рассматривая стратиграфическую колонку и колонки скважин на разрезе, видим, что наиболее древними породами, вскрытыми скважинами, являются протерозойские граниты. Между ними и залегающими выше верхнедевонскими аргиллитами имеется стратиграфический перерыв, во время которого происходило разрушение гранитов и формировался рельеф, поверхность которого могла иметь сложную форму. Это подтверждается тем, что кровля гранитов в скважинах 2,6,11,20, попавших в разрез, вскрыта на разных абсолютных отметках (47,7; 51,5; 52,8; 53,8 м). На верхнедевонских аргиллитах без стратиграфического перерыва залегают нижнекаменноугольные известняки.

Граница между ними почти горизонтальна. В послеканноугольное время вплоть до начала четвертичного периода осадконакопления на данном участке не происходило. В нижнечетвертичное время по пониженным частям рассматриваемой территории проходил поток, частично размывший нижнекаменноугольные известняки и даже верхнедевонские аргиллиты. Он выработал долину реки и оставил свои отложения в виде крупных песков с гравием и галькой ( $fgQ_1$ ). В верхнечетвертичное время река размывала водноледниковые отложения (частично), а затем оставила свои ( $Q_3$ ). Позже уровень реки несколько раз менялся, в результате чего были частично размывы верхнечетвертичные осадки, затем отложены современные ( $Q_4$ )

Сделав этот анализ, на разрезе проводят возрастные границы, то есть выделяют площади с одноименными индексами. Проще всего ограничить слой  $D_3$ , сложнее оконтурить линзу  $Q_3$ . В последнем случае пользуемся точками на профиле, снесенными с карты и точками на колонках скважин. Только после проведения возрастных границ проводят границы между слоями различных пород строго внутри возрастного комплекса.

### **Контрольные вопросы**

- 1 Назначение геологического разреза?
- 2 Что показывает стратиграфическая колонка?
- 3 Оформление и условные знаки геологических карт?
- 4 Что такое залегание горных пород?
- 5 Виды залегания?
- 6 Как залегают осадочные горные породы?
- 7 Как залегают магматические и интрузивные горные породы?

Литература: [1, с. 560-584]

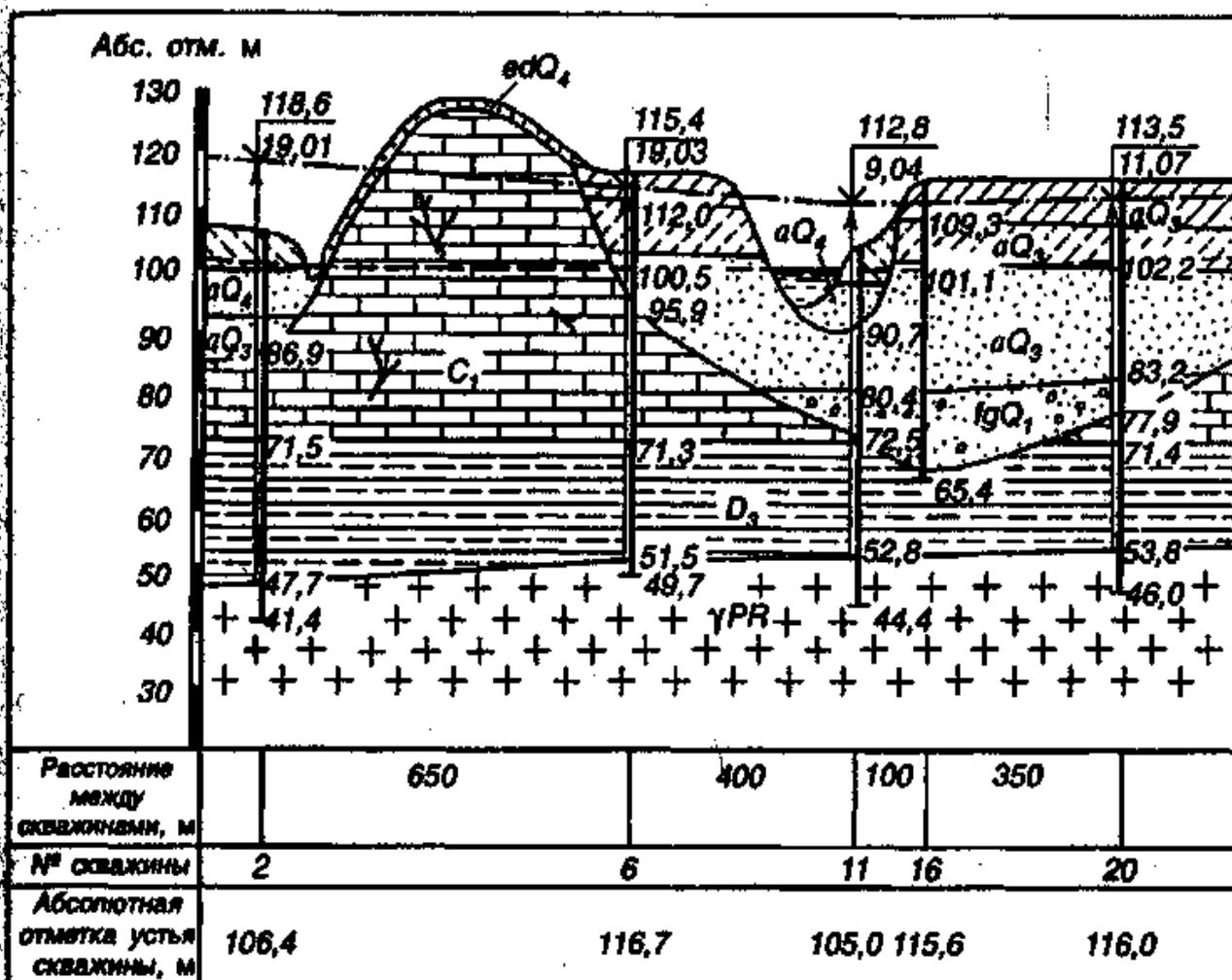


Рисунок 3.3 - Пример построения разреза

## **Практическая работа № 4**

### **Методы подсчета запасов полезных ископаемых**

#### **Цель работы**

Изучить методы подсчета запасов полезных ископаемых. Определить количество полезного ископаемого и полезных компонентов для геолого-промышленной оценки месторождения.

#### **Общие сведения**

В результате комплекса геологоразведочных работ создается модель месторождения полезных ископаемых. В общем виде модель месторождения полезных ископаемых включает в себя комплекс разнообразных графических и табличных материалов: систему вертикальных и горизонтальных разрезов; проекции на вертикальную, горизонтальную или наклонную плоскости; блок-диаграммы; таблицы результатов опробования; результаты геофизических, гидрогеологических и инженерно-геологических исследований и других материалов, характеризующих месторождение.

Основная цель подсчета запасов - определение количества полезного ископаемого и полезных компонентов. Чтобы облегчить подсчет, не снижая существенно его точности и достоверности, проводится некоторое упрощение формы тел полезных ископаемых и распределения полезных компонентов.

Способ подсчета запасов представляет собой прием, с помощью которого реальное тело полезного ископаемого разбивается на участки (подсчетные блоки) относительно простой формы и (или) с относительно равномерными значениями исходных данных подсчета запасов.

В общем случае количество полезного ископаемого  $Q$  определяется как произведение его объема  $V$  и средней плотности  $d$ :

$$Q = Vd. \quad (4.1)$$

Количество полезного компонента  $P$  вычисляется как произведение количества полезного ископаемого  $Q$  и среднего содержания полезного компонента в подсчетном блоке  $C$ , выражаемого в процентах. Расчет ведется по формуле:

$$P = QC/100. \quad (4.2)$$

Во многих случаях объем полезного ископаемого отдельно не вычисляется, так как он, в свою очередь, устанавливается путем умножения площади тела полезного ископаемого  $S$  на его среднюю мощность  $m$ :

$$V = Sm.$$

Подставляя значения объема в выражения (4.1) и (4.2), получим:

$$Q = Smd; \quad (4.3)$$

$$P = SmdC/100. \quad (4.4)$$

Формулы (4.3) и (4.4) называются **общими формулами подсчета запасов**. Первая из них используется для определения количества полезного ископаемого (руды), а вторая - количества металла (полезного компонента). Расчетные показатели, входящие в эти формулы, — площадь тела (блока, сечения и др.), средняя мощность полезного ископаемого в пределах подсчетного блока, среднее содержание полезного компонента в подсчетном блоке и средняя плотность полезного ископаемого - представляют собой исходные данные для подсчета запасов.

**Площадь тела полезного ископаемого S** (блока, сечения, проекции, основания и др.) определяется на графических материалах (планах, проекциях), чаще всего инструментальным способом с помощью специального прибора - планиметра (этот прием изучается в курсе геодезии). Для приближенного определения площади (или при отсутствии планиметра) либо уподобляют тела полезных ископаемых простейшим геометрическим фигурам (если границы тел или подсчетных блоков представлены прямыми линиями) и проводят простые расчеты, либо пользуются палеткой.

**Способ палетки** позволяет достаточно точно и относительно быстро установить площадь тела практически любой конфигурации. Палетка - это лист прозрачного материала (например, кальки), на который по квадратной сетке нанесены точки. Каждая точка характеризует определенную площадь (цена деления палетки -  $S_0$ ), зависящую от масштаба палетки и расстояния между точками. Если, например, точки нанесены через 5 мм, то цена деления палетки в масштабе 1 : 1000 будет 25 м<sup>2</sup>, в масштабах 1 : 2000 и 1 : 5000 - соответственно 100 и 625 м<sup>2</sup> и т.д. Для определения площади тела полезного ископаемого (или его части) палетка накладывается на соответствующий графический материал, затем подсчитывается число точек внутри контура  $N_1$  и число точек, попавших на контур подсчетного блока  $N_2$ . Общая площадь вычисляется по формуле:

$$S = S_0N_1 + S_0N_2/2. \quad (4.5)$$

**Средняя мощность m** обычно определяется способом среднего арифметического по формуле:

$$m = \Sigma m_i/n, \quad (4.6)$$

где  $m_i$ , - частные значения мощности в  $i$ -м измерении, м;  
 $n$  - число измерений.

**Среднее содержание C** полезного компонента рассчитывается либо способом среднего арифметического (когда интервалы опробования и распределение отдельных значений содержания полезного компонента

по пробам относительно равномерны), либо способом среднего взвешенного по формуле:

$$C = \Sigma C_i a_i / \Sigma a_i, \quad (4.7)$$

где  $C_i$  - отдельные значения содержания полезного компонента в  $i$ -й пробе, %;  $a_i$  - отдельные значения параметра, на который «взвешивается» содержание (интервал опробования, мощность, площадь, объем, плотность, область влияния пробы и др.).

**Средняя плотность** полезного ископаемого устанавливается по результатам технического опробования и рассчитывается способом среднего арифметического по формуле, аналогичной выражению (4.6).

Конкретные способы подсчета запасов зависят от способов и приемов геометризации. Выбор того или иного способа определяется формой тела полезного ископаемого, его размерами, степенью изменчивости мощности и распределения содержания полезных компонентов, расположением и густотой разведочных выработок, а также практическими задачами подсчета. При всем многообразии существующих способов подсчета запасов наиболее широко применяются три из них: **среднего арифметического, геологических блоков и разрезов (сечений)**.

**Способ среднего арифметического**, как и следует из его названия, заключается в расчете средних значений исходных данных подсчета запасов, а затем на их основе - количества полезного ископаемого и полезного компонента по формулам (4.3) и (4.4). Этот способ применяется при подсчете запасов полезных ископаемых в рудных телах очень простой формы и строения, с крайне равномерным распределением полезных компонентов. Обычно он используется в качестве дополнительного для проверки точности подсчета основным, более достоверным способом.

**Способ геологических блоков** состоит в оконтуривании участков (блоков), в пределах которых основные параметры тела полезного ископаемого близки по значениям. Иначе говоря, в пределах геологического подсчетного блока должны быть примерно одинаковы содержания полезного компонента, мощность, степень разведанности (густота или плотность разведочной сети), условия залегания, сорт и тип полезного ископаемого, технологические свойства, гидрогеологические и инженерно-геологические условия, средняя плотность, условия вскрытия и разработки.

В пределах каждого геологического блока исходные данные рассчитываются способом среднего арифметического, а его площадь определяется планиметром или палеткой. Запасы в блоке подсчитываются по формулам (4.3) и (4.4). Общие запасы по месторождению получают путем суммирования запасов полезного ископаемого (руды) и полезных компонентов (металлов) по отдельным

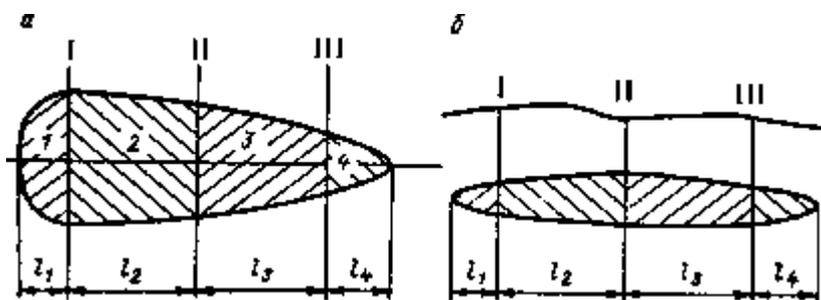
блокам, а среднее содержание полезного компонента устанавливается обратным расчетом из формулы (4.2), т.е.:

$$C = \frac{P}{Q} \cdot 100 \quad (4.8)$$

### Способ разрезов

Способ разрезов (сечений) широко используется в практике геологоразведочного дела, так как позволяет достаточно просто и точно подсчитать запасы полезных ископаемых в телах практически любой формы и сложности геологического строения. Этот способ имеет несколько модификаций: вертикальных параллельных разрезов, вертикальных непараллельных разрезов и горизонтальных разрезов. Наиболее часто используется **способ вертикальных параллельных разрезов**.

Геологические разрезы расчленяют тело полезного ископаемого на отдельные участки - подсчетные блоки (рисунок 4.1). Краевые блоки с одной стороны ограничены контуром рудного тела, с другой - первым (последним) разрезом. Внутренние блоки по простиранию тела ограничены разрезами, а по бокам - контурами тела полезного ископаемого. Таким образом, границами подсчетного блока служат контуры тела полезного ископаемого и разрезы (сечения).



**Рисунок 4.1 - Схема к подсчету запасов способом вертикальных параллельных сечений:**

*a* - план; *б* - разрез по простиранию рудного тела;  $l_1-l_4$  - длины подсчетных блоков 1-4; I-III - линии разрезов

**Площадь полезного ископаемого** определяется на разрезах одним из ранее указанных способов, а объем полезного ископаемого в подсчетном блоке  $V$  устанавливается по одной из следующих формул:

а) призмы

$$V = \frac{S_I + S_{II}}{2} l_2; \quad (4.9)$$

б) усеченного конуса

$$V = \frac{S_{II} + S_{III} + \sqrt{S_{II}S_{III}}}{3} l_3; \quad (4.10)$$

в) клина

$$V = \frac{S_I}{2} l_1; \quad (4.11)$$

г) конуса

$$V = \frac{S_{III}}{3} l_4, \quad (4.12)$$

где  $S_I$ ,  $S_{II}$ ,  $S_{III}$  - площадь полезного ископаемого по соответствующему разрезу,  $m^2$  (смотреть рисунок 4.1);  $l_1 - l_4$  - расстояния между разрезами или от разреза до точки выклинивания полезного ископаемого, м.

Формулы (4.9) и (4.10) применяются для вычисления объема блоков, заключенных между разрезами (блоки 2 и 3 на рисунке 4.1); при этом первая из них используется, когда площади полезного ископаемого в соседних сечениях отличаются не более, чем на 40 % (блок 2), а вторая - в случае резкого, более чем на 40 %, отличия площадей в соседних разрезах (блок 3). Формула клина (4.11) предпочтительна, когда выклинивание полезного ископаемого представлено линией. В этом случае контур блока в плане можно уподобить прямоугольнику (блок 1), а в разрезе по простиранию - треугольнику. Формула (4.12) дает достоверные результаты при подсчете объема в краевых блоках, когда тело полезного ископаемого выклинивается в точку, т.е. контуры блока и в плане, и в разрезе по простиранию можно уподобить треугольнику (блок 4).

**Среднее содержание** полезного компонента вычисляется в два или три этапа. Вначале устанавливается содержание металла по скважинам (выработкам), обычно способом среднего арифметического. Затем способом среднего взвешенного на мощность - смотреть выражение (4.7) - рассчитывается среднее содержание по разрезу. На третьем этапе вычисляется среднее содержание для внутренних блоков способом среднего взвешенного на площадь. Для крайних блоков, ограниченных одним разрезом, среднее содержание по этому разрезу принимается за среднее содержание по блоку.

**Общие запасы** полезного ископаемого и полезных компонентов по всему месторождению представляют собой сумму запасов по блокам. Среднее содержание полезного компонента по месторождению определяется обратным расчетом по формуле (4.8).

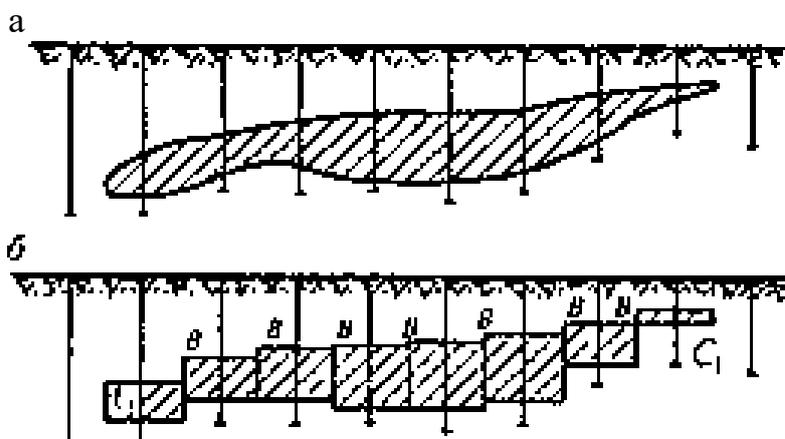
**Метод многоугольников** - его называют также **методом ближайшего района** или **методом А.К. Болдырева**, который обосновал возможность его применения для подсчета запасов минерального сырья.

При подсчете этим методом оконтуренное тело полезного ископаемого разбивают на ряд отдельных участков, соответствующих числу разведочных выработок, с таким расчетом, чтобы к каждой из выработок отошел ближайший, тяготеющий к ней участок. Тогда все точки последнего будут более близкими к данной выработке, чем к другим. Мощность, объемную

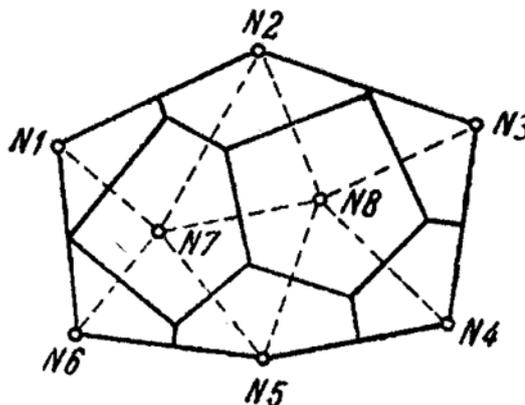
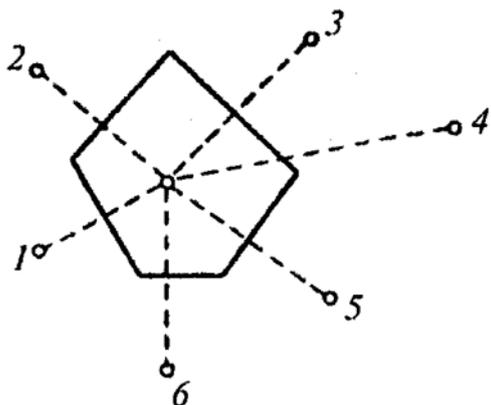
массу и содержание компонентов принимают по данным разведочной выработки, к которой отнесен рассматриваемый участок.

Участки, на которые разделяется месторождение, являются прямыми многогранными призмами, основанием которых служат многоугольники, построенные около каждой разведочной выработки. Высотой призмы служит мощность полезного ископаемого по выработке, на которой построена данная призма (рисунок 4.2). Объем каждой призмы получается умножением площади многоугольника на соответствующую мощность.

Подсчитывая объем полезного ископаемого, его массу и массу компонента, заключенного в каждой призме, и затем, суммируя эти данные, получают запасы для всего месторождения или для подсчитываемой части. Построение многоугольника (площадей ближайших районов) на плане или на разрезе производится следующим образом. Соединяют прямыми линиями каждую разведочную выработку с ближайшими (пунктир на рисунке 4.3); из середин пунктирных линий восстанавливают перпендикуляры, которые, пересекаясь между собой, образуют многоугольник. Любая точка многоугольника будет ближе к данной разведочной выработке, чем к другим. Перпендикуляр к линии 1-4, как проходящий вне многоугольника, не проводится. На рисунке 4.4 представлена площадь, разбитая описанным способом на ряд многоугольников; ее контур проведен по восьми разведочным выработкам.



**Рисунок 4. 2 - Контур залежи полезного ископаемого в геологическом разрезе (а) и контур этой залежи в разрезе, соответствующем подсчету по способу ближайшего района (б)**



**Рисунок 4.3 - Построение многоугольника**

**Рисунок 4.4 - Площадь, разбитая на многоугольники**

В пределах межконтурной полосы также строятся многоугольники. Если внешний контур представлен нулевой линией, то посередине между внутренним и внешним контурами проводят линию промежуточного экстраполированного контура. Этим искусственно уменьшают площадь блока и компенсируют таким образом уменьшение мощности тела по направлению к нулевой линии внешнего контура (рисунок 4.5). Если этого не сделать, то распространение мощности тела, определенной в крайних выработках, на весь многоугольник заведомо приведет к завышению запасов.

Для проведения промежуточного контура восстанавливают в выпуклых углах внутреннего контура перпендикуляры к его сторонам, а в вогнутых углах проводят биссектрисы. Эти вспомогательные линии продолжают до пересечения с внешним контуром, причем линия промежуточного контура пройдет между последним и внутренним контуром (рисунок 4.6). Образованные таким образом многоугольники, частично лежат в пределах внутреннего контура и между внутренним и промежуточным контурами.

Если внешний контур представлен линией промышленного оруденения, выраженного в метропроцентах, то ранее описанным способом проводят промежуточный контур и производят разбивку на многоугольники всей межконтурной полосы. Различие заключается в том, что в этом случае полоса между промежуточным и внешним контурами тоже содержит некоторые запасы, которые вычисляются как произведение площади межконтурной полосы на значение минимального метропроцента, принятого для внешнего контура.

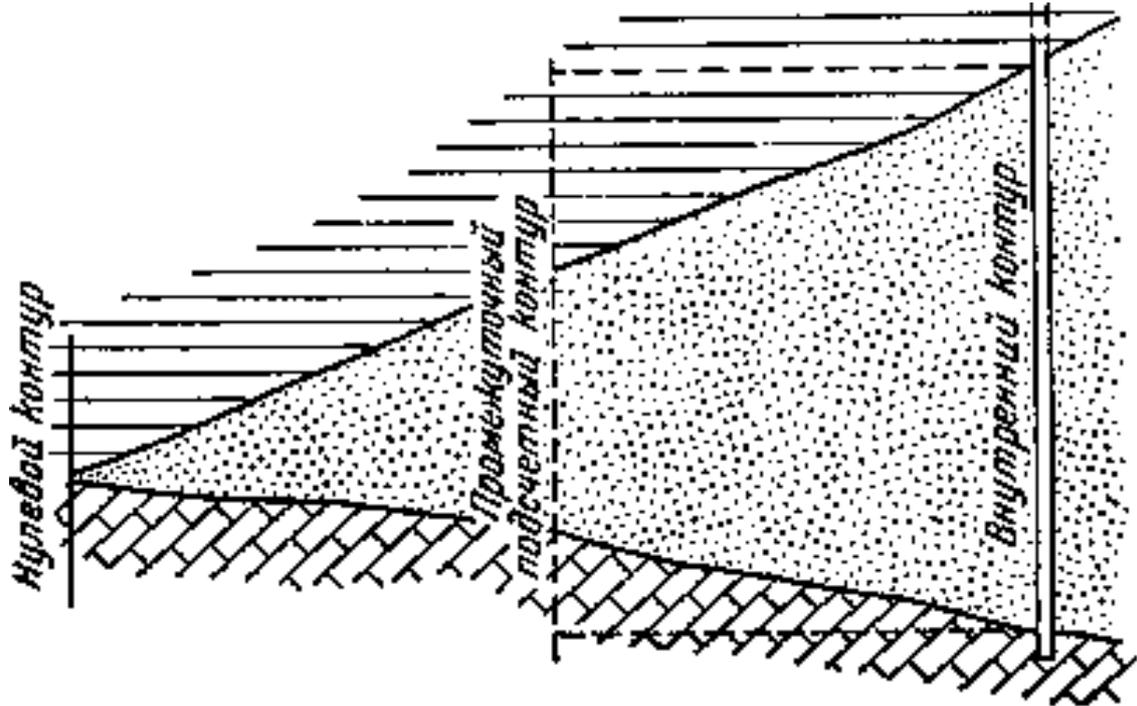


Рисунок 4.5 - Подсчет запасов методом многоугольников в пределах контура экстраполяции

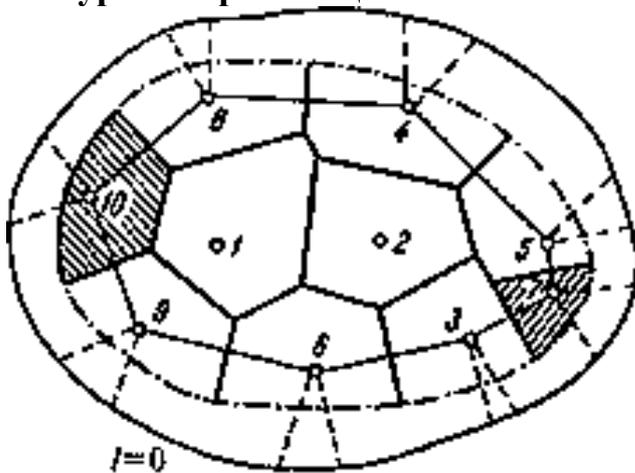


Рисунок 4.6 - Схема подсчета запасов

Площади отдельных многоугольников определяются как сумма площадей, составленных из простых фигур: прямоугольников, трапеций, треугольников.

При подсчете запасов способом ближайшего района пользуются следующими формулами:

$$v = Sm; q = Smd = vd; p = Smd \bar{C} = q \bar{C}; V = \sum v;$$

$$Q = \sum q; P = \sum p,$$

где  $v$  — объем призмы ближайшего района;  $S$  — площадь ближайшего к разведочным выработкам района;  $m$  — мощность по разведочной выработке;

$q$  — запас полезного ископаемого в объеме  $V$ ;  $d$  — средняя объемная масса полезного ископаемого по разведочной выработке;  $p$  — запас компонента в призме массой  $q$ ;  $\bar{C}$  — среднее содержание полезного компонента в разведочной выработке;  $V$  — общий объем залежи;  $P$  — запас компонента в объеме  $V$ .

Достоинство способа ближайшего района состоит в его простоте, благодаря чему он нашел широкое применение. Но сейчас этот способ используется сравнительно редко, так как он не дает графического изображения, отражающего форму рудного тела, а также пространственного распределения компонентов, что является существенным недостатком при использовании компьютерных технологий.

**Метод изогипс** применяется для подсчета запасов пластовых месторождений с изменяющимся углом падения. Этот метод применяется в основном на угольных месторождениях.

### **Порядок выполнения работы**

- 1 Ознакомиться с методами подсчета запасов полезных ископаемых.
- 2 Используя исходные данные, подсчитать запасы полезных ископаемых в месторождении, соответственно варианту.
- 3 Расчет оформить в рабочей тетради.
- 4 Ответить на контрольные вопросы.

### **Контрольные вопросы**

- 1 Какова главная цель геолого-промышленной оценки месторождения?
- 2 Приведите общие формулы подсчета запасов твердых ископаемых.
- 3 Поясните приемы определения всех показателей, входящих в формулу подсчета.
- 4 Перечислите и охарактеризуйте основные методы подсчета запасов.
- 5 В чем заключается, и какие преимущества имеет подсчет запасов способом разрезов?

**Литература: [2, с. 103-116]**

## Содержание

<b>Наименование разделом и тем</b>	<b>Название практических работ</b>	<b>Количество часов</b>	<b>Стр.</b>
<b>Раздел 1</b> Основы общей геологии <b>Тема 1.3</b> Вещественный состав земной коры	Изучение минералов и их физических свойств	2	4
<b>Раздел 3</b> Основы структурной геологии <b>Тема 3.4</b> Геологическое картирование	Изучение геологической карты	2	22
<b>Раздел 3</b> Основы структурной геологии <b>Тема 3.4</b> Геологическое картирование	Построение геологического разреза и стратиграфической колонки	4	35
<b>Раздел 4</b> Геология полезных ископаемых <b>Тема 4.2</b> Геологическая съёмка, поиски и разведка месторождений полезных ископаемых	Методы подсчета запасов полезных ископаемых	2	47

## **Литература**

### **Основные источники:**

1 Ермолов В.А., Ларичев Л.Н., Мосейкин В.В. Геология. Часть 1. Основы геологии. - М.: Издательство МГГУ, 2017. - 598с.;

2 Ермолов В.А. Геология. Разведка и геолого-промышленная оценка месторождений полезных ископаемых. - М.: Издательство МГГУ, 2016. - 392с.;

3 Бондарев В.П. Геология. Курс лекций. Учебное пособие. М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2018. – 224с.;

### **Дополнительные источники:**

1 Милютин А.Г. Геология: Учебник. - 2-е изд., Высшая Школа, Москва, 2018 г., 448 стр.;

2 Всеволожский В.А. Основы гидрогеологии: Учебник. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Изд-во МГУ, 2018. - 448 с.;

3 Кориш Е.Х., Лебедев И.П., Мавко К.А., Холин В.М. Геология месторождений полезных ископаемых. Воронежский государственный университет, Воронеж, 2019 г., 129 стр.