

МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА И КОММУНИКАЦИЙ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»

Кафедра строительной механики,
геотехники и строительных конструкций

М. В. БЕСПАЛОВА

ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ

*Рекомендовано учебно-методическим объединением
в сфере высшего образования Республики Беларусь
по образованию в области строительства и архитектуры
для студентов специальности 7-07-0732-01
«Строительство зданий и сооружений» в качестве
учебно-методического пособия*

Гомель 2024

УДК 624.131.1(075.8)
ББК 26.3
Б53

Рецензенты: кафедра геологии и географии учреждения образования «Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины» (зав. кафедрой – канд. геогр. наук, доцент *А. И. Павловский*);
доцент кафедры геологии и географии учреждения образования «Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины» канд. геол.-минерал. наук *Е. Ю. Трацевская*

Беспалова, М. В.

Б53 Инженерная геология : учеб.-метод. пособие / М. В. Беспалова ; М-во трансп. и коммуникаций Респ. Беларусь, Белорус. гос. ун-т трансп. – Гомель : БелГУТ, 2024. – 99 с.
ISBN 978-985-891-146-1

Рассмотрены основные теоретические сведения о минералах и горных породах, изложена их классификация, дана характеристика главных породообразующих минералов и наиболее распространенных горных пород.

Представлены основы геохронологии, даны основные условные обозначения, используемые на картах и разрезах. Приведена методика построения геологических колонок и разрезов, построения карты гидроизогипс по данным замера уровня грунтовых вод в скважинах.

Предназначено для студентов факультета «Промышленное и гражданское строительство» и строительного факультета всех форм обучения при изучении дисциплин «Инженерная геология», «Геология, механика грунтов, основания и фундаменты», «Дорожное грунтоведение и механика земляного полотна», «Инженерная геология и механика грунтов».

УДК 624.131.1(075.8)
ББК 26.3

ISBN 978-985-891-146-1

© Беспалова М. В., 2024
© Оформление. БелГУТ, 2024

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	4
1 Породообразующие минералы.....	5
1.1 Общие представления о породообразующих минералах.....	5
1.2 Физические свойства минералов.....	6
1.3 Классификация и характеристика породообразующих минералов	10
1.4 Диагностика минералов по образцам.....	30
2 Магматические горные породы.....	31
2.1 Общие понятия.....	31
2.2 Характеристика основных групп магматических горных пород.....	34
2.3 Диагностика магматических горных пород по образцам.....	40
3 Осадочные горные породы.....	42
3.1 Общие понятия.....	42
3.2 Характеристика основных представителей осадочных горных пород.....	45
3.3 Диагностика осадочных горных пород по образцам.....	56
4 Метаморфические горные породы.....	58
4.1 Общие понятия.....	58
4.2 Характеристика основных представителей метаморфических горных пород.....	59
4.3 Диагностика метаморфических горных пород по образцам.....	63
5 Основы геохронологии. Условные обозначения на картах и разрезах.....	64
6 Построение геологической колонки буровой скважины.....	70
7 Построение геологического разреза.....	80
8 Построение карты гидроизогипс и решение по ней некоторых практических задач.....	85
Приложение А. Краткая характеристика основных породообразующих минералов..	92
Приложение Б. Условные графические обозначения.....	94
Список литературы.....	99

ВВЕДЕНИЕ

Инженерная геология – наука геологического цикла, изучающая морфологию, динамику и региональные особенности верхних горизонтов земной коры (литосферы) и их взаимодействие с инженерными сооружениями (элементами техносферы) в связи с инженерно-строительной деятельностью человека. Важным аспектом инженерной геологии является изучение геологических процессов и свойств горных пород и грунтов с целью определения их влияния на инженерные сооружения.

В учебно-методическом пособии разобраны прикладные вопросы классификации породообразующих минералов и горных пород, методы их идентификации в полевых условиях, особенности структур и текстур горных пород. Также в пособии рассмотрена методика исследования геологического строения объекта по результатам геологических выработок.

При изложении учебного материала основное внимание уделено характеристике наиболее существенных диагностических свойств минералов и горных пород в целом, их происхождению и практическому значению.

При описании минералов и горных пород приняты следующие сокращения: *назв.* – название, *мин. с.* – минералогический состав, *хим. ф.* – химическая формула, *морф.* – морфология, *св.* – свойства, *стр.* – структура, *тек.* – текстура, *диагност. пр.* – диагностический признак, *сп.* – спайность, *тв.* – твёрдость, *пр.* – прочность, *пл.* – плотность, *формы залег. и рег. распр.* – формы залегания и регион распространения, *ген.* – генезис, *исп.* – использование.

Сведения, изложенные в учебно-методическом пособии, могут быть использованы и для самостоятельной работы студентов над материалом практической части при изучении дисциплин геологического цикла.

1 ПОРОДООБРАЗУЮЩИЕ МИНЕРАЛЫ

1.1 Общие представления о породообразующих минералах

Минералы – природные химические соединения или отдельные химические элементы, однородные по физическим свойствам, химическому составу и внутреннему строению, образующие в совокупности горные породы и возникшие в результате определённых физико-химических процессов, происходящих в земной коре и на её поверхности (температура, давление, состав компонентов).

В настоящее время известно более 3500 минералов, включая их разновидности. Из них лишь около 50 имеют широкое распространение в горных породах, которые формируют земную кору. Они называются *породообразующими*. В курсе геологии изучаются не все, а только главнейшие минералы. Они делятся на первичные и вторичные. *Первичные* минералы возникают в процессе образования горной породы (минерал ортаклаз – при кристаллизации гранита), а *вторичные* – в процессе последующих её изменений (при выветривании ортаклаза образуется каолинит).

Минералы в природе встречаются кристаллические и аморфные.

Кристаллические вещества состоят из строго определённой группировки слагающих их атомов и ионов, которые занимают определённые места в пространстве, образуя кристаллические решётки.

Аморфные (стеклообразные) вещества характеризуются отсутствием кристаллического состояния.

Различие во внутреннем строении приводит и к различию свойств и внешних признаков кристаллических и аморфных веществ. Кристаллические структуры очень разнообразны, и выражается это разнообразие во внешнем облике минералов, в их форме. Каждому минералу присуща своя кристаллическая форма, зависящая от типа химических связей решётки, химического состава и условий образования. Разнообразие минеральных видов обусловлено и такими свойствами минералов, как полиморфизм и изоморфизм.

Полиморфизм (от греч. *polymorphos* – многоформенный, многообразный) – способность некоторых минералов образовывать различные кристаллические формы при одном и том же химическом составе. Наиболее характерным примером полиморфизма являются минералы алмаз и графит. В химическом отношении они одинаковы и состоят из чистого углерода (С). С точки зрения внутреннего строения они имеют различную кристаллическую структуру: в первом атомы углерода имеют плотную «упаковку» и скреплены сильными химическими связями, во втором атомы располагаются слоями, связи сложные и в целом слабые. В результате форма кристаллов и физические свойства этих двух минералов совершенно различны.

Изоморфизм (от греч. *isos* – равный, однозначный и *morphe* – форма) – способность минералов одной и той же кристаллической формы иметь переменный химический состав. Это явление, при котором в кристаллической решётке допускается замена одних ионов (Fe^{2+}) другими (Mg^{2+}) (изомерный ряд оливина).

Выделяют 3 группы минералов, обладающих характерным обликом или габитусом (внешним обликом минерала) кристаллов:

- 1) изометрические формы, одинаково развитые по всем трем направлениям (магнетит, пирит, гранаты);
- 2) удлинённые в одном направлении формы – призматические, столбчатые, игольчатые и лучистые (берилл, кварц, турмалин);
- 3) формы, вытянутые в двух измерениях при сохранении третьего короткого – таблитчатые, пластинчатые, листоватые и чешуйчатые кристаллы (хлорит, слюды, тальк).

1.2 Физические свойства минералов

Физические свойства минералов зависят от их химического состава и внутреннего строения и имеют важное диагностическое значение.

Существует много специальных методов определения минералов, применяемых в минералогии: кристаллографический, рентгенометрический, химический, микроскопический и др. В курсе общей геологии для диагностики минералов используется макроскопический метод. Этот метод, обычно применяемый и в полевых условиях, основан на изучении внешних физических свойств минералов, видимых невооружённым глазом.

Основными физическими свойствами минералов являются цвет, цвет черты (цвет минерала в порошке), блеск, твёрдость, плотность, спайность, излом и некоторые другие.

Ряду минералов присущи особые, только им характерные свойства: магнитность, реакция с соляной кислотой, вкус, запах и др.

Для того чтобы распознать минералы по внешним признакам и определить приблизительно их состав, надо знать *физические свойства* каждого минерала.

Цвет. Практически цвет минерала определяют на глаз, давая общепринятые названия окраски или сравнивая с хорошо знакомыми предметами (соломенно-жёлтый, кирпично-красный).

Цвет или окраска минерала имеет сложную природу и определяется его химическим составом, особенностями внутренней структуры, наличием химических и механических примесей и др. В связи с этим один и тот же минерал может иметь различную окраску, а разные минералы могут быть окрашены в одинаковый цвет. Цвет минерала может осложняться интерференцией света в его поверхностных частях (побежалость, иризация, опалес-

ценция). *Побежалость* – пёстрая или радужная окраска приповерхностного слоя минерала. Яркие синие, красные и фиолетовые отливы побежалости характерны для минерала халькопирита. Интерференция на тонких плёнках гидроокислов железа вызывает красивую радужную побежалость кварца. *Иризация* обнаруживается в полупрозрачных минералах, содержащих ориентированные включения посторонних минералов. Так, например, характерные цветные переливы типичны для лабрадора. *Опалесценция* – красивая игра цветов. Характерна для опала, имеющего аморфное строение. Интерференция возникает только у благородных разновидностей этого минерала (просвечивающие или полупросвечивающие опалы). Они имеют разные оттенки голубого цвета, реже красноватые.

Цвет черты (цвет минерала в порошке). Многие минералы в растертом состоянии имеют не такой цвет, как в монолите. Порошок можно получить, если провести образцом минерала черту на белой шероховатой фарфоровой пластинке, при условии, что твёрдость его меньше твёрдости фарфора (если твёрдость минерала выше твёрдости фарфора, то минерал образует на фарфоре царапину). Например, гематит, лимонит и магнетит в монолитах часто имеют одинаковый цвет, а цвет черты – красновато-бурый, желтовато-коричневый и чёрный соответственно.

Блеск является результатом отражения света от поверхности минерала. Он зависит от показателя преломления минерала, от характера показателя преломления минерала и характера отражающей поверхности. Различают минералы с металлическим и неметаллическим блеском. Иногда выделяют еще металловидный блеск.

Металлический блеск, напоминающий блеск поверхности металла, имеют минералы, дающие в большинстве случаев чёрную черту (самородные металлы – золото, серебро, платина; сульфиды – пирит, галенит, сфалерит).

Металловидный (или полуметаллический) блеск характерен для минералов, поверхность которых имеет вид потускневшего металла (графит, гематит).

Неметаллический блеск свойствен подавляющей части всех известных минералов. Минералы с неметаллическим блеском дают светлоокрашенную черту (любую цветную или белую) или не дают черты совсем. Среди неметаллических блесков обычно различают:

- а) стеклянный (кварц, кальцит, гипс);
- б) жирный – как бы смазанный маслом (нефелин);
- в) перламутровый (слюда, тальк);
- г) шелковистый – при тонковолокнистом строении (асбест, тремолит);
- д) алмазный (галенит, сфалерит);
- е) матовый – практически не блестит, часто с пористой, неровной поверхностью (каолинит).

Прозрачность – способность минерала пропускать свет. По прозрачности минералы подразделяют:

- а) на прозрачный (горный хрусталь, топаз);
- б) полупрозрачный (халцедон, опал);
- в) просвечивающий – пропускающий свет лишь в очень тонких пластинках (полевые шпаты, нефрит);
- г) непрозрачный (пирит, магнетит).

Излом – вид поверхности, образующейся при раскалывании минерала. Излом может быть:

- а) *раковистый* – имеющий вид вогнутой и концентрически-волнистой поверхности, напоминающий поверхность раковин (кварц);
- б) *занозистый* – с поверхностью, покрытой ориентированными в одном направлении «занозами» (гипс, роговая обманка);
- в) *неровный* (нефелин, берилл);
- г) *землистый* – с матовой шероховатой поверхностью (каолинит, лимонит);
- д) *зернистый* – встречающийся часто у минеральных агрегатов.

Спайность – способность минералов раскалываться по блестящим параллельным плоскостям по определенным кристаллографическим направлениям. Не следует путать плоскости спайности с природными гранями кристаллов. Виды спайности:

- а) *весьма совершенная* – минерал очень легко (ногтем) расщепляется на отдельные тончайшие пластинки, образуя зеркально-блестящие плоскости спайности (слюда, гипс);
- б) *совершенная* – минерал раскалывается при слабом ударе молотком на гладкие параллельные пластинки, кубы или другие формы (галит, кальцит, полевой шпат);
- в) *средняя* – образует по плоскости спайности при расколе неровный угол (апатит);
- г) *несовершенная* – обнаруживается с трудом, при расколе образуется поверхность с неправильным изломом (оливин);
- д) *весьма несовершенная* – не обладает спайностью (кварц, золото).

Твёрдость – степень сопротивляемости минерала внешним механическим воздействиям (царапанию, резанию). Для определения твёрдости принята шкала Мооса (таблица 1.1), в которой используются минералы с известной и постоянной твёрдостью.

Интервалы твёрдости между минералами-эталоны различные. Алмаз твёрже талька не в 10 раз, а более чем в 1000 раз. Самый большой интервал между корундом и алмазом.

При определении твёрдости исследуемого минерала на его поверхности выбирают гладкую площадку и проводят по ней с нажимом острым углом минерала из шкалы твёрдости. Если на исследуемом минерале после стира-

ния пальцем сохраняется царапина, то его твёрдость будет меньше, чем у царапавшего минерала; если царапина отсутствует, то твёрдость первого больше. Это испытание проводят до тех пор, пока исследуемый минерал не будет находиться между двумя минералами из шкалы Мооса, т. е. твёрдость его не определится как промежуточная между ними или как равная одному из них.

Т а б л и ц а 1.1 – Шкала твёрдости Мооса

Эталонный минерал	Условная твёрдость по Моосу	Число твёрдости, МПа	Вспомогательный признак
Тальк	1	24	Легко чертится ногтем
Гипс	2	360	Чертится ногтем
Кальцит	3	1090	Легко чертится монетой
Флюорит	4	1890	Чертится гвоздем
Апатит	5	5360	С трудом чертится гвоздем
Ортоклаз	6	7967	С трудом царапает стекло
Кварц	7	11200	Легко царапает стекло
Топаз	8	14270	Режет стекло
Корунд	9	20600	То же
Алмаз	10	100600	»

В практике нередко прибегают к определению твёрдости при помощи распространенных предметов. Так, твёрдостью 1 обладает графит мягкого карандаша, 2 – каменная соль, 2–2,5 – ноготь, 3–3,5 – бронзовая монета, 4 – железный гвоздь, 5–5,5 – стекло, около 6 – нож, игла, 6,5–7 – напильник.

Плотность минералов колеблется в широких пределах: от значений примерно равных единице до $23,0 \text{ г/см}^3$. Плотность зависит от химического состава и структуры минералов. Подавляющая масса минералов имеет плотность от $2,5$ до $3,5 \text{ г/см}^3$.

Точное определение плотности возможно только в лабораторных условиях. На практике диагностика минералов по плотности обычно осуществляется простым взвешиванием на ладони и отнесением минерала к следующим группам:

- лёгкие (до $2,5 \text{ г/см}^3$ – смолы, гипс, галит, самородная сера);
- средние (до 4 г/см^3 – кальцит, кварц, полевые шпаты);
- тяжёлые (больше 4 г/см^3 – рудные минералы).

Некоторые минералы легко узнаются по большой плотности (барит). Как правило, минералы, содержащие в своем составе тяжёлые металлы, имеют высокую плотность. Примером зависимости плотности от внутренней структуры могут служить отмеченные выше минералы одного и того же состава – алмаз и графит с плотностями соответственно $3,5$ и $2,2 \text{ г/см}^3$, что свидетельствует о более плотной упаковке атомов углерода в алмазе.

Специфические свойства

Магнитность характерна для немногих железосодержащих минералов. Наиболее ярко она выражена у минерала магнетит, что нашло отражение в его названии. Магнитность выявляется при помощи магнитной стрелки, которая отклоняется при поднесении к ней испытуемого образца.

Реакция с соляной кислотой является характерным диагностическим признаком для ряда минералов класса карбонатов. Так, кальцит бурно вскипает при действии на него слабой (5–10 %) соляной кислотой. Доломит вскипает с такой кислотой только в порошке, магнезит – при действии нагретой соляной кислоты.

Вкус. На вкус определяются лишь некоторые растворимые в воде соли. Этим методом легко отличить, например, каменную соль от сильвина: последний имеет горько-солёный вкус.

Запах. При горении и ударе, при трении некоторые минералы издают характерные запахи. Так, запах сернистого газа ощущается при горении серы и при резком ударе по пириту. При трении одного куска фосфорита о другой появляется запах, напоминающий запах сгоревшей спички или жженой кости. При смачивании водой каолин приобретает запах «печки».

Штриховка граней кристаллов характерна для ряда минералов. У различных минералов штриховка имеет разную ориентировку, которая в некоторых случаях может служить важным диагностическим признаком. Так, например, характерным отличием топаза от кварца является его грубая вертикальная штриховка вдоль вытянутых граней в отличие от горизонтальной штриховки у кварца; для кубических кристаллов пирита характерна взаимно перпендикулярная штриховка соседних граней и др.

Умение правильно определить свойства минералов дает возможность также правильно определить и сами минералы.

1.3 Классификация и характеристика породообразующих минералов

В основу современной классификации минералов положены принципы, учитывающие наиболее существенные признаки минеральных видов – химический состав и кристаллическую структуру. В соответствии с этим ниже представлена классификация породообразующих минералов.

К л а с с I. Самородные элементы

Химические элементы встречаются в природе в виде более или менее устойчивых минералов. Среди самородных элементов различают **неметаллы** (полиморфные модификации углерода – алмаз и графит, самородные S, Se, Te), **полуметаллы** (самородные As, Sb) и **металлы** (самородные Au, Ag, Cu, Pt, Pd, Ir, Fe, Ta, Pb, Zn, Sn, Hg, Bi). Обычно вместе с самородными металлами рассматриваются тесно связанные с ними (минералогически и

генетически) их твёрдые растворы, а иногда и интерметаллические соединения. В самородном состоянии в природных условиях существует также ряд газов: азот, кислород, водород, аргон, гелий, криптон, ксенон, радон.

Большинство самородных элементов встречается редко и лишь в особых условиях образует крупные скопления (месторождения).

Самородное золото, серебро и другие металлы отличаются сильным металлическим блеском, невысокой твёрдостью (2–3) и наибольшей из всех известных минералов плотностью (до 21 г/см^3), обусловленной атомной массой элементов. В кристаллах встречаются редко. Обычно находятся в виде зёрен, чешуек, дендритов и нитевидных агрегатов. Иногда – как уникальные явления – образуют самородки разных форм и размеров.

Самородные неметаллы имеют разнообразный неметаллический блеск. Плотность у них в основном небольшая. Твёрдость колеблется от 1 (у графита) до 10 (у алмаза). Самородные неметаллы встречаются в виде кристаллов, но чаще образуют плотные, чешуйчатые, иногда землистые массы.

Практическое значение самородных элементов, особенно благородных – общезвестно. Золото является главным валютным металлом. Наряду с другими благородными металлами (серебро, платина и др.) используется в ювелирном деле, приборостроении. Алмаз является драгоценным камнем первого класса и широко применяется в технике в качестве сверхтвёрдого материала (технические алмазы).

Алмаз – минерал, встречающийся в виде восьми- и двенадцатигранных кристаллов и их частей. Образуются алмазы в верхней мантии Земли на глубине 100–200 км при давлениях 5–9 ГПа и температурах 1470–1970 К. Крупными считаются кристаллы 5–10 кар (1 кар = 0,2 г). Яркоокрашенные прозрачные кристаллы считаются уникальными, почти всегда получают индивидуальные названия. Самым крупным из известных алмазов признан алмаз «Куллинан», найденный в Южной Африке в 1905 г., первичная масса – 3106 карат. Первоначальный размер $50 \times 65 \times 100$ мм. Из камня изготовлено 105 бриллиантов, наибольший массой 530,2 карата (Звезда Африки I) вставлен в скипетр Британской империи.

Происхождение самородных элементов определяется магматическими, гидротермальными, метаморфическими и гипергенными процессами; многие самородные элементы встречаются в россыпях.

Самородная сера

Назв. Название дано по химическому составу (от англ. *Sulphur*, нем. *Schwefel* – сера).

Хим. ф. – S.

Морф. Часто встречаются хорошо образованные кристаллы – таблитчатые, пластинчатые, бипирамидальные, тетраэдрообразные, двойники. Образует землистые, порошковые, сплошные агрегаты, друзы, натёки, налёты, корочки.

Св. *Цвет* – жёлтый, серо-жёлтый, коричневато- или зеленовато-жёлтый, иногда коричневый до почти чёрного за счёт примесей битумов, ярко-красный (содержит As), известна молочно-белая и голубая сера. *Цвет черты* – бесцветный. *Прозрачность* – прозрачный, полупрозрачный. *Блеск* – смоляной, жирный, стеклянный. *Сп.* – несовершенная. *Тв.* (шкала Мооса) – 1,5–2,5. *Излом* – неровный, раковистый. *Пр.* – очень хрупкая. *Пл.* – 2,07 г/см³. При температуре 270 °С сгорает с образованием сернистого газа SO₂, горит синим пламенем. Растворяется в азотной кислоте, бензоле и эфире. При прокаливании в колбочке сублимируется на стенках. *Диагност. пр.* – цвет, блеск, хрупкость, горючесть, запах сернистого газа при горении.

Ген. Образование магматическое – образуется при вулканических извержениях. Осадочное образование серы связывают с жизнедеятельностью анаэробных бактерий, выделяющих сероводород. Его неполное окисление и приводит к выпадению серы. Кроме того, она образуется за счёт разложения сернистых соединений металлов и гипсоносных толщ пород: при восстановлении сульфатов (главным образом, гипса) органическими веществами; при окислении сульфидов (преимущественно пирита) на дне болот, лиманов, мелких заливов. Встречается по трещинам осадочных пород вместе с гипсом, ангидритом, известняком, доломитом, сидеритом, каменной солью в Туркмении, Поволжье, Дагестане, Приднестровье, Средней Азии, на Урале.

Исп. Сера широко используется в химической промышленности: три четверти добычи серы идет на получение серной кислоты. Необходима она для получения искусственного волокна, азотистых соединений. Применяется сера для борьбы с сельскохозяйственными вредителями, в целлюлозно-бумажной, резиновой промышленности (вулканизация каучука), в производстве пороха и спичек, красок, стекла, цемента; в медицине, в кожевенном деле.

Графит

Назв. От греч. *grapho* – пишу.

Хим. ф. – С.

Морф. Кристаллы таблитчатые и пластинчатые, очень редкие (встречаются только в известняках). Агрегаты пластинчатые, тонкочешуйчатые, плотные, землистые.

Св. *Цвет* – железно-чёрный, переходящий в серебристо-серый. *Цвет черты* – чёрный, переходящий в стально-серый. *Прозрачность* – непрозрачный. *Блеск* – полуметаллический, может быть тусклый. *Сп.* – совершенная. *Тв.* (шкала Мооса) – 1. *Излом* – неровный, слюдоподобный. *Пр.* – гибкий. *Пл.* – 2,09–2,26 г/см³. *Диагност. пр.* – жирный на ощупь, растирается пальцами в чёрную пыль, пачкает руки. Обладает высокой электропроводностью. На земной поверхности устойчив, с кислотами не взаимодействует. На графите, смоченном каплей медного купороса, выделяется пятно меди (отличие от молибденита). В пламени паяльной трубки не плавится. При нагревании с калиевой селитрой вспыхивает (выделяется CO₂↑), при взаимодействии с азотной кислотой и бертолетовой солью образует графитовую кислоту.

Ген. Происхождение магматическое, метаморфическое, пегматитовое. Встречается в глинистых сланцах, редко – в гранитах. Может быть получен искусственно из антрацита. Месторождения графита есть на Урале, в Тунгуске, Верхних Саянах, Уссурийске, Украине.

Исп. Графит используется очень широко. Он необходим, главным образом, в металлургической промышленности для изготовления огнеупорных тиглей и для покрытия поверхности литейных форм (с целью предохранения отливки от пригара формовочной земли). Графитовая жидкость применяется при объемном прессовании деталей автомобилей. Штампы, обволакиваемые этим веществом, обеспечивают высокую чистоту поверхности стальных заготовок, что исключает их последующую обработку на шлифовальных станках. Он применяется для изготовления графитовых блоков «атомных котлов» и космической техники как смазочное вещество (в тех случаях, когда из-за высокого нагрева нельзя применять масла), и в паровых котлах в качестве антинакипного средства. Используют этот минерал в производстве электродов и дуговых углей, около 4 % добываемого графита идет на производство карандашей, чёрных красок, чёрной копировальной бумаги, типографской краски и китайской туши. Из графита получают искусственный алмаз.

К л а с с П. Сульфиды

К этому классу относятся, главным образом, сернистые соединения металлов и полуметаллов. Образование сульфидов идет без доступа кислорода, большинство из них имеет гидротермальное происхождение. При окислении сульфиды легко переходят в окислы, карбонаты или сульфаты. Ценность сульфидов в том, что они являются рудами цветных металлов, причем зачастую им сопутствует золото. Наибольшим распространением пользуются *пирит* (железный колчедан), *халькопирит* (медный колчедан), *галенит* (свинцовый блеск), *сфалерит* (цинковая обманка), *киноварь*, *марказит* и др.

Физические свойства сульфидов очень специфичны. Внешне они подобны металлам: непрозрачны, имеют металлический блеск, цвета, как и у металлов, в большинстве случаев серо-чёрные и жёлтые (реже красные и синие). Также характерно, что все сульфиды имеют относительно низкую твёрдость – от 1 до 5 (т. е. мягче стекла). Исключение составляют пирит и марказит, твёрдость которых равна 6. Цвет черты является одним из диагностических признаков сульфидов. Плотность у них довольно высокая.

Пирит

Назв. От греч. *pyr* – огонь (при ударе высекает искру), синонимы – серный колчедан и железный колчедан (по химическому составу), золото для дураков (устар., прост.).

Хим. ф. – FeS₂.

Морф. Кристаллы в форме куба, октаэдра, пентагондодэкаэдра, очень часто размером до нескольких сантиметров, на гранях – взаимно перпендикулярная штриховка. Небольшие сплошные зернистые скопления, шаровидные, почковидные, лучисто-концентрические агрегаты, псевдоморфозы, вкрапленники, иногда рыхлые массы чёрного цвета.

Св. Цвет – латунно-жёлтый или ярко-жёлтый с бурой или пёстрой пожелалостью (у халькопирита – темнее). **Цвет черты** – буро-чёрный, зеленовато-чёрный. **Прозрачность** – непрозрачный. **Блеск** – металлический. **Сп.** – средняя, проявляется не всегда. **Тв.** (шкала Мооса) – 6–6,5. **Излом** – раковистый, неровный. **Пр.** – хрупкий. **Пл.** – 5,0–5,2 г/см³. **Диагност. пр.** – высокая твёрдость, золотистый цвет, кубическая форма кристаллов с грубой взаимно перпендикулярной штриховкой на гранях, цвет черты, при ударе высекает искру. В природе неустойчив, переходит в лимонит и серную кислоту. В соляной кислоте не растворяется, в азотной растворяется в тонком порошке. Активный агент выветривания, даже в количестве 1–2 % является вредной примесью в строительных материалах. Слабо электропроводен.

Ген. Происхождение магматическое и гидротермальное, экзогенное в восстановительных условиях зоны выветривания. Может быть получен искусственно. Встречается в диоритах, гранитах, серпентинитах, известняках, мергелях, мраморах, каменных углях, часто отдельные кристаллы в осадочных породах. Месторождения минерала – на Урале, в Подмосковье, Новгородской и Оренбургской областях, Азербайджане.

Исп. Пирит – основное сырьё для получения серной кислоты (содержит около 35–50 % серы), огарки используются в качестве железной руды. Кроме того, из него извлекаются примеси: золото, медь, серебро, кобальт, никель и другие элементы. Пирит используется для очистки газовых отходов химических предприятий от хлора. Обладает способностью осаждать золото из растворов, на этом основано использование его для добычи золота, содержащегося в морской воде.

К л а с с III. Оксиды и гидроксиды

Оксиды и гидроксиды составляют до 17 % массы земной коры. Представители этого класса объединяют минералы разного происхождения и подразделяются, соответственно названию, на два подкласса: оксиды, отличающиеся высокой и средней твёрдостью, и гидроксиды, обладающие низкой твёрдостью. С другой стороны, названный класс можно разделить на оксиды и гидроксиды кремния и оксиды и гидроксиды металлов. Оксиды и гидроксиды кремния обладают исключительно важным породообразующим значением: только на долю *кварца* приходится до 12 % массы земной коры. Скрытокристаллические модификации кварца представлены разноокрашенными *халцедонами*. Среди водных оксидов кремния необходимо назвать *опал*. Наибольшее значение из гидроксидов принадлежит таким минералам, как *магнетит*, *гематит*, *лимонит*, *корунд*, *боксит*. Корунд как

минеральный вид имеет следующие разновидности: рубин (красный), сапфир (синий), наждак (чёрный). Наждак благодаря высокой твёрдости используют как абразивный материал. Из-за высокой температуры плавления применяют как огнеупорный материал.

Квариц

Назв. От нем. *querklüfter* – руда секущих жил. Разновидности: *горный хрусталь* – от греч. *krystallos* – лёд (считали разновидностью льда); *аметист* – от греч. «а» отриц. част., и *methuein* быть пьяным – непьяный (цветом напоминает сильно разбавленное вино); *морион* – от лат. *mormorion* – чёрный; *раухтопаз* – от нем. *rauchtopas* (*rauch* – дым и греч. *topazes* – топаз) – дымчатый топаз; *цитрин* – от позднелат. *citrinus* – лимонно-жёлтый; *муровый глаз*, *соколиный глаз*, *кошачий глаз* – названы по окраске и др.

Хим. ф. – SiO_2 .

Морф. Обычно кристаллы в форме шестигранной призмы (удлиненно-призматические с поперечной штриховкой на гранях), бипирамидальные, двойники, друзы. Агрегаты зернистые, скрытокристаллические, сливные, плотные.

Св. Цвет – сам по себе бесцветный или белый за счёт трещиноватости, примесями может быть окрашен в любые цвета (пурпурный, розовый, чёрный, жёлтый, коричневый, зелёный, оранжевый и т. д.). **Цвет черты** – белый. **Прозрачность** – прозрачный, полупрозрачный. **Блеск** – стеклянный. **Сп.** – весьма несовершенная. **Тв.** (шкала Мооса) – 7. **Излом** – раковистый, неровный. **Пр.** – хрупкий. **Пл.** – 2,65–2,66 г/см³. **Диагност. пр.** – призматические кристаллы с грубой поперечной штриховкой, раковистый излом, высокая эталонная твёрдость, стеклянный или жирный блеск. Физические параметры очень стабильны. Обладает сопротивлением одноосному сжатию $R_{сж}$ около 2000 МПа, $R_{растяж}$ около 100 МПа. Пьезоэлектрический эффект. В природных условиях очень устойчив. В пламени паяльной трубки не плавится, температура плавления около 1700 °С. В кислотах не растворяется. Взаимодействует только с плавиковой кислотой HF и горячей фосфорной H₃PO₄. Едкие и углекислые щёлочи воздействуют при повышенных температурах.

Ген. Образуется магматическим, гидротермальным и метаморфическим путем, а также при перекристаллизации опала и халцедона. Составляет около 65 % объема земной коры. В магматических породах (гранитах, пегматитах, кварцевых порфирах и др.) – до 25 %, в осадочных (песках, песчаниках) и метаморфических (кварцитах) – до 100 %. Месторождения на Урале, Кавказе, в Украине, Приморье, Якутии. В осадочных породах Беларуси образует чистые кварцевые пески или пески с примесями глины, глауконита, полевого шпата, бурого угля и др. Промышленное значение имеют Четвернянское (около 50 млн т), Ленинское (46,8 млн т), Лениндарское (9,2 млн т), Городнянское (7,8 млн т), Жлобинское 1-е (5,5 млн т) и другие месторождения кварцевых песков – сырья для керамической, стекольной и литейной промышленности.

Исп. Кристаллы кварца, обладающие уникальными физическими свойствами, применяются в электротехнике, ультразвуковой технике, оптическом приборостроении и других отраслях. В больших количествах кварц потребляется стекольной и керамической промышленностью (горный хрусталь и маложелезистый кварцевый песок), при производстве огнеупоров (динас). Искрометные, чистой воды кристаллы горного хрусталя применяются в производстве стекол оптических инструментов, ювелирных, художественных изделий, химической посуды. Горный хрусталь, раухтопаз (дымчатый кварц), морион (чёрный кварц) используются в радиотехнике как стабилизаторы радиоволны: позволяют передавать и принимать радиоволны строго определенной длины. Горный хрусталь применяется в автоматике и телемеханике, в высококачественных генераторах. Окрашенные разновидности кварца (аметист, цитрин, авантюрин, тигровый глаз, кошачий глаз и др.) употребляются как полудрагоценные и поделочные камни.

Халцедон

Назв. (англ. *chalcedony*) – скрытокристаллическая тонковолокнистая разновидность кварца. Название, как принято считать, получил по древнегреческому городу Халькедон (в Малой Азии).

Хим. ф. – SiO_2 .

Морф. Скрытокристаллический, волокнистые, натечные, плотные агрегаты, псевдоморфозы по другим минералам (по кальциту) и органическим остаткам (по древесным, по раковинам).

Св. Цвет – окрашен в бледные тона серого, серовато-голубого, молочно-голубого, молочно-белого, желтоватого. Имеет много разновидностей, окрашенных в различные цвета: красноватый (сердолик), зеленоватый (хризопраз), голубоватый (сапфирин) и др. Полосчатый халцедон, состоящий из отличающихся по оттенку, прозрачности и плотности слоев, называется агатом. Камни с параллельными прямыми полосами и слоями называют ониксами. Цвет черты – черты не дает. Прозрачность – полупрозрачен в тонких сколах или просвечивает. Блеск – матовый, восковой. Сп. – нет (весьма несовершенная). Тв. (шкала Мооса) – 6,5–7. Излом – раковистый с острыми режущими краями. Пр. – вязкий. Пл. – 2,6 г/см³. Диагност. пр. – плотное строение, высокая твёрдость, раковистый излом, восковой или матовый блеск. Минерал высокоустойчив к внешним атмосферным воздействиям, при выветривании образуется песок. Не плавится. В кислотах не растворяется (кроме HF).

Ген. Происхождение пегматитовое, гидротермальное, метаморфическое, экзогенное (выпадение из водных растворов с кварцем и опалом), кристаллизация опала. Встречается в гранитах, песчаниках, кварцитах, андезитах. Распространен на Кавказе, Урале, Чукотке, Камчатке, Командорских островах, Тянь-Шане, Дальнем Востоке, в Восточной Сибири,

Забайкалье, Крыму, Казахстане, Грузии, Армении, Карелии, Закавказье. В Беларуси в базальтах ратайчицкой свиты (верхний протерозой) образует миндалины, в осадочных слоях распространен в карбонатных породах верхнего девона и мела, где образует кремниевые конкреции со значительными примесями глинистых и карбонатных минералов.

Исп. Халцедон используется как абразивный материал для обработки твёрдых металлов, в точном приборостроении, при буровых работах. Его декоративная полосчатая разновидность – агат – применяется для изготовления сувениров и ювелирных изделий. В химических лабораториях применяются агатовые ступки, призмы точных химических весов, детали электрических счётчиков. Также халцедон используется в корпусах часов и компасов, цапфах теодолитов и нивелиров, подшипниках. Халцедон – высококислотоустойчивый материал.

Опал

Назв. От санск. *upala* – самоцвет, драгоценный камень.

Хим. ф. – $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$.

Морф. Образует натечные, шаровидные, почковидные агрегаты, сталактиты, сплошные, плотные, землистые массы, студнеобразные, ноздреватые накали.

Св. Цвет – разнообразный и обусловлен, главным образом, примесями. Сам по себе опал бесцветен, чаще от прозрачного до белого. В зависимости от особенностей внутреннего строения и состава примесей характерны также млечно-голубые, серые, красные, жёлтые, зелёные, коричневые и чёрные окраски. Разновидности: благородный опал, огненный опал, хризопал (зелёный), молочный опал (полупрозрачная до непрозрачной разновидность молочно-белого цвета), гидрофан (сильно пористая и лёгкая невзрачная разновидность, мутная в сухом состоянии и прозрачная в воде), гиалит (прозрачный бесцветный или голубовато-серый). Обладает эффектом опалесценции. **Цвет черты** – белая, бесцветная. **Прозрачность** – полупрозрачный, если содержит магний, железо, медь – непрозрачный. **Блеск** – стеклянный, восковой, матовый, жирный, тусклый. **Сп.** – нет. **Тв.** (шкала Мооса) – 5,5–6,5. **Излом** – неровный, ровный, раковистый. **Пр.** – хрупкий. **Пл.** – 1,9–2,3 г/см³. **Диагност. пр.** – плотное строение, высокая твёрдость, раковистый излом, восковой или матовый блеск. В природе устойчив к внешним атмосферным воздействиям, постепенно переходит в кварц и халцедон (от которого трудно отличим без химического анализа). Порошок опала легко растворяется в горячих щелочах. В пламени паяльной трубки выделяет воду, иногда краснеет.

Ген. Происхождение гидротермальное или органогенное. Встречается в песчаниках, опоках, трепелах. Кавказ, Урал, Казахстан, Чукотка, Камчатка, Забайкалье, Алтай, Ульяновская, Саратовская, Курская, Днепропетровская

области, Донецкая впадина. В Беларуси встречается в виде цемента, включений, скорлупок диатомей, в меловых отложениях (стяжениях), в вулканических породах верхнего докембрия, обычно в девонских, каменноугольных, пермских, триасовых, кайнозойских отложениях. Некоторые горные породы почти целиком сложены из опала: диатомит, опока, трепел.

Исп. Опал – один из самых красивых ювелирных камней, благородный и огненный опал используется как драгоценный камень. Опал технический, не обладающий декоративной окраской и оптическим эффектом опалесценции, применяется для получения шлифовальных порошков, гидравлических добавок, цемента и лёгкого кирпича. Используется как звуко- и теплоизолятор, наполнитель фильтров.

Лимонит

Назв. От греч. *leimon* – луг, болото (по месту образования на заливных лугах и заболоченных местностях, где минерал откладывается в виде осадка из водных растворов). Синонимы – луговая руда, бурый железняк, болотная железная руда.

Хим. ф. – $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$.

Морф. Кристаллы редки – игольчатые, столбчатые, двойники, псевдоморфозы. Агрегаты ноздреватые, порошокватые, натечные, почковидные, сталактиты, оолиты, плотные, пористые.

Св. *Цвет* – жёлто-бурый, ржаво-жёлтый, охряно-жёлтый, тёмно-бурый до чёрного. *Цвет черты* – желтоватая, светло-бурая. *Прозрачность* – непрозрачный. *Блеск* – тусклый полуметаллический, поверхность натёков лаковая, в других случаях матовый. *Сп.* – нет. *Тв.* (шкала Мооса) – 1–5. *Излом* – землистый. *Пр.* – хрупкий. *Пл.* – 3,3–4,0 г/см³. *Диагност. пр.* – цвет черты, форма кристаллов. Слабоустойчив к внешним атмосферным воздействиям: под действием давления и повышенных температур теряет воду и переходит в гематит, магнетит. Медленно растворяется в соляной кислоте. При нагревании в стеклянной трубке разлагается на гематит и воду, плавится, при длительном нагревании становится магнитным.

Ген. Образуется экзогенным и биогенным путем из сидерита, пирита, халькопирита, гематита, серпентина, роговой обманки, авгита, биотита, железистых хромитов. Может содержаться в луговых и болотных рудах, может быть цементом в осадочных породах или встречается самостоятельно. Урал, Липецкая, Тульская области, Керчь, Казахстан, Западная Сибирь, Карелия, Башкирия, Средняя Азия.

Исп. Лимонит служит рудой для получения железа. Племена, обитавшие на территории Беларуси, начали добывать железо из болотных железных руд в раннем железном веке сыродутной плавкой в глиняных печах-домницах и применяли его для изготовления основных орудий труда, оружия и т. п. Порошковатый землистый лимонит используется как краска (охра, умбра).

К л а с с IV. Силикаты и алюмосиликаты

Силикаты и алюмосиликаты объединяют около 800 минералов, многим из которых принадлежит огромное породообразующее значение, ведь представители этого класса составляют до 80 % массы земной коры. Если же к числу силикатов отнести и кварц, являющийся типичным силикатом по строению кристаллической решетки (но не по химическому составу), то доля превысит 90 %. Происхождение минералов данного класса разное. Основу кристаллической решетки в минералах составляет кремний-кислородный тетраэдр. В зависимости от сочетаний этих тетраэдров все силикаты разделяются на следующие **группы**.

Островные силикаты сложены изолированными тетраэдрами. Самый распространенный представитель – *оливин*.

Цепочечные силикаты объединяют минералы группы пироксенов, в которых тетраэдры соединены в непрерывные цепочки. Наиболее распространен породообразующий алюмосиликат – *авгит*.

Кольцевые силикаты обладают соединенными в замкнутые кольца тетраэдрами. Представитель – *берилл*.

Ленточные силикаты содержат соединенные в обособленные ленты тетраэдры. Здесь выделяется семейство *а м ф и б о л о в* – минералов с постоянным химическим составом, среди которых наиболее распространен породообразующий минерал *роговая обманка*.

Листовые (слоевые) силикаты представлены минералами, в которых тетраэдры объединены в ленты, образующие единый непрерывный слой. Наибольшим распространением среди них пользуются такие породообразующие минералы, как *слюды*: бесцветный мусковит и его мелкочешуйчатая разновидность серицит, чёрный биотит. Кроме них часто встречаются метаморфического происхождения *серпентин* (змеевик), *талък* и непостоянного состава хлориты. Эти минералы возникают при воздействии на ультраосновные породы горячих растворов и газов. Другая часть листовых силикатов образуется в результате гипергенеза – выветривания содержащих полевые шпаты и слюды магматических и метаморфических пород. Так возникают глинистые минералы *каолин*, *монтмориллонит*, *бейделлит*, *нонtronит*, а также гидрослюды – минералы непостоянного состава. Среди листовых силикатов выделяется также *глауконит* – водный алюмосиликат K, Fe, Al, образующийся в шельфовой зоне на глубинах 200–300 м.

Каркасные силикаты представлены семействами *полевых шпатов* и *нефелина*. Важнейшей из них является группа полевых шпатов, доля которых в массе земной коре достигает 50 %. Название происходит от шведских слов *feldt*, или *fält*, – поле и *spar*, или *spat*, – шпат (шведские крестьяне часто находили на своих полях куски шпата). Каркас полевых шпатов создан тетраэдрами, сцепленными всеми четырьмя вершинами. Группа подразделяется на калиево-натриевые и кальциево-натриевые полевые шпаты. Первые

представлены ортоклазом, вторые – разновидностями плагиоклазов, в которых наблюдается последовательное уменьшение содержания SiO_2 . В соответствии с этим плагиоклазы включают ряд минералов: от натриевого (кислого по составу) альбита, до кальциевого (основного) анортита. Промежуточное положение занимает кальциево-натриевый (средний по составу) лабрадор – иризирующий плагиоклаз.

Оливин

Назв. От лат. *oliva* – оливка (по сходству окраски). Разновидности – хризолит (драг.), форстерит.

Хим. ф. – $(\text{Mg, Fe})_2[\text{SiO}_4]$.

Морф. Короткостолбчатые кристаллы редки. Зернистые агрегаты, псевдоморфозы.

Св. *Цвет* – оливковый от тёмно-жёлтого до тёмно-зелёного и чёрного. *Цвет черты* – бесцветная, белая. *Прозрачность* – прозрачен только хризолит. *Блеск* – стеклянный, жирный. *Сп.* – несовершенная. *Тв.* (шкала Мооса) – 6,5–7. *Излом* – неровный, раковистый. *Пр.* – хрупкий. *Пл.* – 3,2–3,5 г/см³. *Диагност. пр.* – характерный оливково-зелёный цвет, частое присутствие прожилков волокнистого серпентина, талька. Малоустойчив к внешним атмосферным воздействиям. В соляной кислоте почти не растворяется, в серной кислоте образует гель SiO_2 . В пламени паяльной трубки не плавится. Под воздействием гидротермальных растворов переходит в асбест, хлорит, магнетит, гематит, серпентинит, тальк, а затем в гидроокислы железа и марганца.

Ген. Оливин типичный глубинный высокотемпературный минерал. Он распространен во многих видах метеоритов, в мантийных породах, в магматических и высокотемпературных метаморфических и метасоматических породах. Восточный склон Урала, Таймыр, Северный Кавказ, Сибирь. Как породообразующий минерал распространен в кристаллическом фундаменте и девонских вулканитах Беларуси, в незначительном количестве встречается в верхнепротерозойских отложениях.

Исп. Оливин применяется для изготовления огнеупорного форстеритового кирпича и как магнезиальное удобрение. Его благородная разновидность – хризолит – используется в ювелирном деле.

Авгит

Назв. От греч. *auge* – блеск, за сильный блеск на плоскостях спайности.

Хим. ф. – $(\text{Ca, Na, Mg, Fe, Al})(\text{Si, Al})_2\text{O}_6$

Морф. Отдельные кристаллы короткостолбчатые, таблитчатые, часто двойники. На срезе кристаллы выглядят как восьмиугольник. Сплошные зернистые массы, псевдоморфозы по другим минералам и наоборот.

Св. *Цвет* – тёмно-зелёный, зеленовато-чёрный, буровато-чёрный. *Цвет черты* – бесцветная, светлая серо-зелёная. *Прозрачность* – непрозрачен. *Блеск* – стеклянный или поверхность матовая. *Сп.* – средняя. *Тв.* (шкала Мооса) – 5,0–6,5. *Излом* – неровный, раковистый. *Пр.* – хрупкий, придает

горным породам хрупкость, затрудняет полировку. *Пл.* – 3,2–3,6 г/см³. *Диагност. пр.* – сп. ясная под углом 87–88°. В кислотах не растворяется. Среднеустойчив к внешним атмосферным воздействиям, частично переходит в роговую обманку, каолинит, хлорит, серпентин, гидроокислы железа, тальк.

Ген. Происхождение магматическое, метаморфическое. Встречается в магматических породах основного состава (габбро, базальт, перидотит, порфирит, туфы), тёмноокрашенных (отличие от роговой обманки). Никогда не встречается совместно с кварцем.

Исп. Авгит, содержащий до 5 % TiO₂, применяется в качестве руды на титан. Возможно применение в качестве щебня.

Тальк

Назв. Старинное арабское название *talg* – минерал. Синонимы: *жировик* и *мыльный камень* (по ощущениям на ощупь), *горшечный камень* (в древности использовался для изготовления посуды).

Хим. ф. – 3MgO·4SiO₂·2H₂O.

Морф. Агрегаты листоватые, чешуйчатые, сплошные, мелкозернистые, плотные, псевдоморфозы.

Св. *Цвет* – бесцветный, белый, зеленовато-белый, бледно-зелёный, яркий изумрудно-зелёный, переходящий в тёмно-зелёный, желтоватый, серый. *Цвет черты* – белый. *Прозрачность* – полупрозрачный. *Блеск* – жирный, перламутровый, тусклый. *Сп.* – весьма совершенная. *Тв.* (шкала Мооса) – 1. *Излом* – близкий к раковистому. *Пр.* – режущийся и легко мнущийся, пластинки гибкие и упругие. *Пл.* – 2,58–2,83 г/см³. *Диагност. пр.* – низкая эталонная твёрдость, жирность на ощупь. Плохо проводит электричество. Химически устойчив. Хорошо сопротивляется выветриванию. Является огнеупорным материалом. В пламени паяльной трубки белеет, расщепляется и с трудом сплавляется по краям в белую эмаль с твёрдостью 6.

Ген. Происхождение метасоматическое. Встречается в гидротермально измененных ультраосновных породах и доломитах, образует тальковые сланцы. Широко распространены на Урале, в Карелии, Казахстане, Восточной Сибири.

Исп. Тальк является кислотоупорным и огнеупорным материалом, электроизолятором. Используется в качестве машинной смазки, наполнителя в парфюмерно-косметической, резиновой и целлюлозно-бумажной промышленности. Адсорбент, сырьё для получения свето- и огнеупорной краски, в кондитерском деле и электронной технике.

Серпентин

Назв. От лат. *serpens* – змея (из-за окраски, похожей на шкуру змеи). Синоним – змеевик.

Хим. ф. – MgO·SiO₂·2H₂O.

Морф. Плотные массы, смятые в мелкие складки, агрегаты волокнистые, пластинчатые, зернистые. Часто содержит прожилки асбеста.

Св. *Цвет* – тёмно-зелёный, оттенки жёлтого, бурого, почти белый. Пятнистый, полосчатый. *Цвет черты* – белый. *Прозрачность* – непрозрачный. *Блеск* – восковой, жирный. *Сп.* – весьма совершенная, но микроскопически наблюдается крайне редко. *Тв.* (шкала Мооса) – 2,5–4. *Излом* – ровный, реже раковистый. *Пр.* – высокая вязкость. *Пл.* – 2,5–2,6 г/см³. *Диагност. пр.* – Пёстрая окраска, жирный блеск, часто наблюдающиеся зеркала скольжения. В серной и соляной кислотах разлагается с выделением кремнезема SiO₂. При нагревании в закрытой трубке выделяет много воды. Постепенно переходит в магнезит, халцедон, опал, лимонит.

Ген. Образуется в результате метасоматических и гидротермальных изменений оливина, авгита, роговой обманки, интрузивных ультраосновных пород. Образует серпентиниты, змеевиковые сланцы.

Исп. Серпентин – чудесный поделочный и облицовочный материал. Отходы такого производства идут на изготовление огнеупорного кирпича.

Мусковит, биотит

Назв. От лат. *vitrum muscoviticum* – московское стекло, т. к. в древности листы этого минерала вставляли в оконные проемы вместо стекол и даже везли на экспорт в Европу. Биотит – по имени французского физика Ж. Биё, изучавшего слюды.

Хим. ф. Мусковит – $K_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 3SiO_2 \cdot 6H_2O$,
биотит – $K_2O \cdot 6(Mg, Fe)O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2 \cdot 2H_2O$.

Морф. Кристаллы редки – таблитчатые, короткопризматические, бипирамидальные, усеченно-пирамидальные. Агрегаты листовато-пластинчатые, чешуйчатые.

Св. *Цвет* – окраска мусковита светлая: серая, желтоватая, зеленоватая, в тонких листах бесцветен. Окраска биотита темная: бурая, коричневая, зелёная до чёрной; в результате выветривания приобретает бронзовый оттенок. *Цвет черты*: мусковит – белый, биотит – белый или зеленоватый. *Прозрачность* – прозрачный. *Блеск* – стеклянный, перламутровый. *Сп.* – весьма совершенная. *Тв.* (шкала Мооса) – 2–3. *Излом* – неровный, легко расщепляется на тонкие гибкие упругие (отличие от талька) листочки. *Пр.* – высокая механическая прочность. *Пл.* – 2,76–3,12 г/см³. *Диагност. пр.* – весьма совершенная сп., цвет, упругость и гибкость отдельных пластинок. Очень высокое электрическое сопротивление, термическая прочность. Тонкие пластинки с трудом сплавляются в непрозрачную белую эмаль. В кислотах не растворяется. В природе устойчив к внешним атмосферным воздействиям, постепенно переходит в гидрослюды. Несколько снижает прочность строительных материалов.

Ген. Происхождение магматическое, пегматитовое, гидротермальное, метаморфическое. Является составной частью большинства магматических (кроме излившихся) и метаморфических пород, очень часто чешуйки слюд есть в составе осадочных пород. Может быть получен искусственно. Восточная Сибирь, Средний Урал, Кольский полуостров, Украина. В Беларуси встречается в кристаллическом фундаменте.

Исп. Мусковит – самый надежный и долговечный диэлектрик, применяемый в сложнейших энергетических установках, электронике, транзисторных приемниках, электрических выключателях. Используется в индустрии строительных материалов, деревообрабатывающей промышленности, производстве автомобильных стекол. В металлургии вставляется в окна печей. Измельченный мусковит применяется при изготовлении толя, обоев, смазки, писчей бумаги, точильных камней, автомобильных шин, огнеупорных красок, а в склеенном и спрессованном виде (миканит) заменяет листовую слюду. Биотит является высококачественным изолятором, применяется для производства бронзовой краски и жаростойких масс.

Плаггиоклаз, лабрадор, ортоклаз

Назв. Плаггиоклаз – от греч. *plágios* – косо́й и *klásis* – ломка, раскалывание, лабрадор назван по месту находки в провинции Лабрадор (Канада) на острове Паулс, ортоклаз – от греч. *orthós* – прямо́й (из-за способности раскалываться по взаимно перпендикулярным направлениям). Разновидность – лунный камень, солнечный камень.

Хим. ф. – Са–Na–К – полевые шпаты.

Морф. Кристаллы призматические, таблитчатые, двойники. Агрегаты крупнокристаллические, зернистые.

Св. Цвет – окраска плаггиоклаза бесцветная, желтоватая, сероватая, часто бледно-розовая до красной и др.; окраска лабрадора зеленовато-серая с эффектом иризации (под определенным углом зрения появляются яркие синие, зелёные, очень редко красные отблески); ортоклаз бесцветный, зеленоватый, сероватый жёлтый, белый, розовый. **Цвет черты** – белый. **Прозрачность** – непрозрачный. **Блеск** – стеклянный, на плоскостях спайности перламутровый, поверхность выветрелых образцов матовая. **Сп.** – совершенная. **Тв.** (шкала Мооса) – 6–6,5. **Излом** – ступенчатый. **Пр.** – хрупкий. **Пл.** – 2,55–2,6 г/см³. **Диагност. пр.** – способность раскалываться на пластины по спайности, иризация на плоскостях у лабрадора. В свежем состоянии среднеустойчив, при выветривании снижается твёрдость.

Ген. Плаггиоклаз и ортоклаз – происхождение магматическое и пегматитовое. Составляет до 60 % массы магматических пород (гранит, сиенит), до 30 % метаморфических (гнейс), до 12 % осадочных пород. Месторождения многочисленны во всех странах: Карелия, Сибирь, Урал, Украина. Лабрадор – происхождение магматическое. Встречается в лабрадоритах, габбро и их аналогах. Месторождение в Украине – Волянь. В Беларуси – самые распространенные после кварца породообразующие минералы в антропогенных отложениях.

Исп. Ортоклаз находит применение в керамической промышленности: в производстве фарфора, фаянса, эмалей, глазурей, стекольной промышленности. Разновидности ортоклаза – лунный и солнечный камень – облицовочные и поделочные материалы. Плаггиоклаз представляет собой важное

керамическое сырьё (глазурный шпат), в размолотом виде используется как удобрение. Лабрадор – прекрасный и очень ценный поделочный и облицовочный материал.

К л а с с V. Фосфаты

Фосфаты образованы разного происхождения солями фосфорной кислоты. Класс насчитывает около 200 минералов, составляющих около 0,7 % массы земной коры. Чаще всего применяются для производства фосфорных удобрений: магматического происхождения *апатит* и близкий к нему по составу, но гипергенного происхождения *фосфорит* (фосфат кальция). Фосфатам характерны невысокие показатели твёрдости и плотности.

Апатит

Назв. От греч. *apatao* – обманываю (часто путают с ювелирными камнями – бериллом, турмалином).

Хим. ф. – $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{F}, \text{Cl}, \text{OH})$.

Морф. Кристаллы игольчатые, короткостолбчатые, призматические, таблитчатые. Друзы, зерна, плотные массы, тонкокристаллические, сахаровидные агрегаты, землистые, волокнистые, лучистые, почковидные, шаровидные.

Св. Цвет – бесцветный, чаще голубой, зелёный, фиолетовый, бурый, серый. **Цвет черты** – белый. **Прозрачность** – отдельные кристаллы прозрачны. **Блеск** – на гранях стеклянный, на изломе жирный. **Сп.** – нет. **Тв.** (шкала Мооса) – 5. **Излом** – неровный. **Пр.** – хрупкий. **Пл.** – 3,17–3,22 г/см³. **Диагност. пр.** – форма кристаллов и агрегатов, эталонная твёрдость, хрупкость. Слабоустойчив к внешним атмосферным воздействиям, растворяется в азотной и соляной кислотах. Раствор с HCl в соединении с аммиаком дает белый студенистый осадок. Порошок апатита, смоченный в серной кислоте, окрашивает пламя в зеленовато-голубоватый цвет. В пламени паяльной трубки плавится с трудом.

Ген. Происхождение магматическое, гидротермальное, пневматолитовое. Может быть получен искусственно. Встречается совместно с минералами щелочной магмы (нефелином и т. п.) в сиенитах, фосфоритах. Месторождения многочисленны. Самое крупное промышленное месторождение – в России на Кольском полуострове в породах щёлочного комплекса (Хибинский массив). Крупнейшие месторождения также расположены в Ковдоре (Мурманская область), Северной Карелии, Слюдянке (Прибайкалье), Якутии, Восточной Сибири, Казахстане, в пегматитах провинций Онтарио и Квебек в Канаде. Известны также месторождения в Бразилии, США, Чили, ЮАР, Норвегии, Финляндии, Германии и других странах. В Беларуси в незначительных количествах встречается в образованиях разного возраста – от кристаллического фундамента до антропогенных отложений включительно, как породообразующий минерал – в отложениях мела и палеогена в

составе фосфоритов. Новообразованный апатит выявлен в нижнекембрийских отложениях Брестской впадины и в рифейских отложениях Оршанской впадины. В щелочных породах кристаллического фундамента Микашевичско-Житковичского выступа выявлена цериевая разновидность апатита – бритолит.

Исп. Апатит называют «хлебным камнем» – применяется он для получения удобрений (суперфосфатов). Из отходов производства фосфорных удобрений изготавливают фосфорное стекло, пропускающее ультрафиолетовые лучи. Получают также сорта стекол, задерживающих инфракрасные тепловые лучи. Применение фосфорного стекла дает возможность принимать солнечные ванны в помещении, наблюдать доменный процесс. Некоторые сорта фосфорного стекла выдерживают нагревание до 800 °С. Фосфатные минералы находят применение в керамической промышленности для получения «костяного фарфора», в литейном деле – придают литью большую текучесть, и, таким образом, литье хорошо заполняет формы. В химической промышленности апатит используют для получения фосфора, ортофосфорной кислоты H_3PO_4 , пирофосфорной кислоты $H_4P_2O_7$ и других соединений фосфора, которые применяются в спичечной, керамической, текстильной, пищевой промышленности, военном деле, медицине. Насчитывается более ста отраслей народного хозяйства, где используются эти вещества.

К л а с с VI. Сульфаты

Сульфаты представляют собой соли серной кислоты, накапливающиеся, в большинстве своем, в соленасыщенной водной среде. Сульфатам принадлежит большое породообразующее значение, они составляют около 0,1 % массы земной коры. Минералам свойственны низкая твердость, неметаллические разновидности блеска, светлая окраска. В земной коре широко распространены *гипс*, *ангидрит*, *мирабилит* (глауберова соль), *барит*.

Ангидрит

Назв. От греч. *an* – приставка отрицания, *hydor* – вода. Синоним – кубический шпат (из-за формы обломков при раскалывании).

Хим. ф. – $Ca[SO_4]$.

Морф. Кристаллы редки; толстостолбчатые и призматические, нередко со штриховкой на гранях, двойники. Сплошные и зернистые массы, псевдоморфозы.

Св. *Цвет* – белый с голубым, серым, красным оттенком, некоторые кристаллы бесцветны. *Цвет черты* – белый. *Прозрачность* – иногда прозрачен или просвечивает. *Блеск* – стеклянный, перламутровый, жирный. *Сп.* – совершенная. *Тв.* (шкала Мооса) – 3–3,5. *Излом* – неровный, ровный. *Пр.* – хрупкий. *Пл.* – 2,95–2,98 г/см³. *Диагност. пр.* – цвет, прямоугольные выкол-

ки по спайности, твёрдость. Слабоустойчив к внешним атмосферным воздействиям. Растворяется в воде (2,1–3,3 г/л). При гидратации переходит в гипс, увеличиваясь в объеме на 30 %. Растворяется в кислотах, не выделяя $\text{CO}_2\uparrow$ (отличие от мрамора, известняка, доломита, магнезита). В порошке растворяется в серной кислоте. Сплавляется в белую эмаль.

Ген. Типичный химический осадок лагун, гидротермальный генезис. Встречается самостоятельно, образуя одноименную горную породу, часто сочетается с галенитом и гипсом. Месторождения многочисленны: Приуралье, Донбасс, Литва, Архангельская, Вологодская, Куйбышевская, Горьковская области. В Беларуси ангидритовые слои и пачки распространены среди пород верхнефранской соленосной формации и верхнедевонской галитовой субформации Припятского прогиба. Прослои, гнезда и включения ангидритов часто встречаются в породах наровского, евлановского и др. горизонтов девонских отложений Припятского прогиба.

Исп. Из ангидрита получают серу, применяют в бумажной промышленности, медицине, сельском хозяйстве (в качестве удобрения), производстве серной кислоты, цемента, эмалей, глазурей и красок. Используют для изготовления декоративной настольной скульптуры малых форм.

Гипс

Назв. От греч. *gýpsos* – мел, гипс. Разновидности – *пластинчатый гипс* («марьино стекло»); *селенит* – от греч. «*selene*» – Луна (по внешнему виду), алебастр – сплошные мраморовидные массы.

Хим. ф. – $\text{Ca}[\text{SO}_4] \cdot \text{H}_2\text{O}$.

Морф. Кристаллы пластинчатые, игольчатые, столбчатые, линзовидные, часто двойники. Агрегаты сахаровидные, мраморовидные, крупнозернистые, сплошные, жилковатые, волокнистые, рыхлые, плотные, друзы.

Св. *Цвет* – белый, серый, розовый, красный, синий, жёлтый, бесцветный. *Цвет черты* – белый. *Прозрачность* – прозрачный, полупрозрачный. *Блеск* – стеклянный, перламутровый, шелковистый или матовый. *Сп.* – весьма совершенная в одном направлении, совершенная в двух направлениях. *Тв.* (шкала Мооса) – 2. *Излом* – ровный, раковистый, занозистый. *Пр.* – гибкий. *Пл.* – 2,3 г/см³. *Диагност. пр.* – низкая эталонная твёрдость (царапается ногтем), слабоустойчив к внешним атмосферным воздействиям. Растворяется в воде в соотношении 1 : 400 (2–3,3 г/л), сообщает воде сульфатную жесткость. Растворяется в соляной кислоте, не вскипая. При нагревании до температуры 60–70 °С происходит дегидратация; при 200 °С переходит в ангидрит, а при дальнейшем нагревании расщепляется и сплавляется в белую эмаль.

Ген. Типичный химический морской осадок, гидротермальное происхождение. Встречается в глинах, мергелях, песках или самостоятельно – образует одноименную горную породу. Урал, Северный Кавказ, Прибалти-

ка, Архангельская область, Приднестровье, Поволжье, Донбасс, Средняя Азия, Крым, Карелия, Татарстан, Тульская, Калужская, Рязанская области. В Беларуси в наровском горизонте среднего девона образует многочислен- ные желваки, линзы, а в нижней части разреза – гипсоносную пачку мощно- стью до 3–10 м; в нижней части надсолевой толщи данковского горизонта верхнего девона Припятского прогиба образует мощную (50–400 м) гипсо- носную толщу. В виде гнезд, линз, прослоев, цемента в песчаниках встреча- ется в отложениях котлинской свиты верхнего протерозоя, в пермтриасе, в ордовикских, силурийских и кайнозойских отложениях.

Исп. Гипс применяется в архитектурном и скульптурном деле для изго- товления строительных деталей: карнизов, плит, блоков, барельефов. Обож- женный гипс применяется в качестве вяжущего вещества, добавляется к портландцементному клинкеру для замедления схватывания. Волокнистая разновидность – селенит – обладает красивым лунным отливом и является поделочным камнем. Его и другие разновидности гипса используют для изготовления декоративной настольной скульптуры малых форм. Из гипса получают серу, применяют его в бумажной промышленности, медицине, сельском хозяйстве (в качестве удобрения), производстве серной кислоты, цемента, эмалей, глазурей и красок. Прозрачный пластинчатый гипс ис- пользуется в оптике.

К л а с с VII. Карбонаты

Карбонаты являются солями угольной кислоты, насчитывают около 80 представителей. Карбонаты имеют огромное породообразующее значение в составе осадочных и метаморфических пород, составляют до 2 % массы земной коры. Отличительной особенностью карбонатов является их актив- ное взаимодействие с соляной кислотой, сопровождающееся бурным выде- лением углекислого газа. Блеск большинства карбонатов стеклянный, твёрдость невысокая. Наиболее распространены такие представители, как *кальцит, магнезит, доломит, сидерит*.

Кальцит

Назв. От лат. *calx* – известь. Синоним – известковый шпат; разновидно- сти – *исландский шпат, арагонит*.

Хим. ф. – $\text{Ca}[\text{CO}_3]$.

Морф. Кристаллы таблитчатые, пластинчатые, призматические, ромбо- эдрические. Агрегаты зернистые, землистые, плотные, друзы, жеоды, натё- ки, сростки, корочки, псевдоморфозы.

Св. Цвет – бесцветный, молочно-белый, иногда бледные оттенки голу- бого, жёлтого, зелёного, синего, фиолетового, тёмно-бурого цвета до чёрно- го. Цвет черты – белый. Прозрачность – прозрачный (исландский шпат), полупрозрачный, непрозрачный. Блеск – стеклянный, на выветрелой по- верхности перламутровый, может быть матовая поверхность. Сп. – совер-

шенная. *Тв.* (шкала Мооса) – 3. *Излом* – ровный, ступенчатый, зернистый. *Пр.* – хрупкий. *Пл.* – 2,7 г/см³. *Диагност. пр.* – бурная реакция с HCl. Обладает пьезоэлектрическим эффектом, кальциты некоторых месторождений люминесцируют белым и оранжевым цветом. Неустойчив к внешним атмосферным воздействиям. Слабо растворяется в воде, особенно в присутствии CO₂↑ (0,03 г/л), сообщает воде карбонатную жесткость. В пламени паяльной трубки не плавится, растрескивается и разлагается на CO₂↑ + CaO, при этом наблюдается яркое свечение, окрашивает пламя в оранжевый цвет.

Ген. Происхождение осадочное, органогенное, метаморфическое, гидротермальное и при выветривании. Встречается в известняках, доломитах, мраморах, известковых туфах. Месторождения многочисленны: Восточная Сибирь, Украина, Киргизия, Ленинградская область, Кавказ. Исландский шпат встречается на Северном Кавказе, в Крыму, Якутии. Кальцит может быть получен искусственно. В Беларуси распространен в палеозойских (с ордовика), мезозойских и кайнозойских отложениях как основной компонент известняка, мела, мергеля, в незначительном количестве – в породах кристаллического фундамента, рифея, венда и кембрия.

Исп. Кальцит используется в химической промышленности, в металлургии в качестве флюса и в производстве строительных материалов. Прозрачная бесцветная разновидность – исландский шпат – является оптическим сырьем. Он двойит и поляризует лучи света, прозрачен почти для всех длин волн. Эти свойства используются в различных оптических приборах, астрономических измерительных инструментах, квантовых генераторах, радиоэлектронике, вычислительных устройствах, медицинской аппаратуре, в голографии и лазерной технике.

К л а с с VIII. Галоиды

Галоиды являются солями галоидно-водородных кислот. Насчитывается около 100 представителей, как правило, гипергенного и гидротермального происхождения. Чаще всего встречаются соединения хлористые и фтористые, такие как *галит* (каменная соль), *сильвин* (калийная соль). В оптике используется *флюорит*. Галогениды отличаются стеклянным блеском, высокими твёрдостью и плотностью, часто лёгкой растворимостью в воде.

Галит

Назв. От греч. *hals* – соль, синоним – каменная соль.

Хим. ф. – NaCl.

Морф. Образует кристаллы кубические, октаэдрические, в некоторых месторождениях волокнистые. Агрегаты листоватые, волокнистые, сталактиты, вкрапленники, сплошные крупнозернистые массы, друзы, корочки, щёлочь.

Св. Цвет – бесцветный, беловатый, жёлтый, красный, пурпурный или синий. *Цвет черты* – белый. *Прозрачность* – прозрачный, полупрозрачный. *Блеск* – стеклянный. *Сп.* – весьма совершенная. *Тв.* (шкала Мооса) – 2,5. *Излом* – раковистый. *Пр.* – хрупкий. *Пл.* – 2,165–2,168 г/см³. *Диагност. пр.* – солёный вкус, спайность. Слабоустойчив к внешним атмосферным воздействиям, ухудшает строительные свойства грунтов и стройматериалов. Сильно растворим в воде (320–350 г/л), раствор NaCl реагирует с хлоридом серебра с выпадением белого творожистого осадка AgCl↓. Высокая теплопроводность, на угле легко плавится, окрашивая пламя в желтоватый цвет.

Ген. Происхождение хемогенное (осаждение в замкнутых водоёмах). В осадочных породах залегает пластами, но часто формы залегания каменной соли напоминают формы магматических пород – купола, потоки, линзы. Соликамск, Донбасс, Закавказье, Соль-Илецк, оз. Эльтон, оз. Баскунчак. Мощные отложения галита девонского возраста выявлены в Припятском прогибе на площади 26 тыс. км². Общий объём каменной соли в Припятском соляном бассейне составляет около 22 тыс. км³. Детально разведаны Старобинское (0,75 млрд т), Мозырское (промышленные запасы 600 млн т) и Давыдовское (предварительно оцененные запасы свыше 20 млрд т) месторождения каменной соли, обеспечивающие пищевую и химическую промышленность Беларуси и смежных стран. В Мозыре работает завод по производству поваренной соли.

Исп. Галит применяется при изготовлении более полутора тысяч различных изделий, без него не обходится почти ни одна отрасль промышленности. Соль используется как важнейший пищевой продукт (среднее потребление соли 7–10 кг на человека в год), для консервирования мяса и рыбы, в холодильном деле. Используется для высаливания мыла и органических красок, для соления кож. В металлургии – для хлорирующего обжига, в керамической промышленности – для глазурирования глиняных изделий, в медицине, в производстве алюминия и хлорной извести, для очистки газов – гелия, неона, аргона. Галит служит сырьем для получения соляной кислоты, рудой для получения металлического натрия и хлора, а также всех соединений этих элементов. Металлический натрий применяется для получения сплавов, как восстановитель в металлургии, в качестве катализатора в производстве органических соединений, в электропромышленности – для изготовления проводов (натриевые «жилы»), покрытые медной оболочкой) и разрядных ламп. Натриевые лампы применяются для уличного освещения, они в два раза ярче и почти в три раза долговечнее ртутных, повышают контрастность предметов. Натрий служит катализатором при получении синтетического каучука. Перекись натрия регенерирует воздух в кабинах космических кораблей и подводных лодках. Облако паров натрия, выпущенных из космической ракеты, позволяет определить ее местоположение и уточнить траекторию полета. Установлено, что 1 мм² каменной соли способен хранить до миллиарда единиц информации, что позволяет использовать

крупницы соли в электронике. Натриево-серная аккумуляторная батарея способна запасать в пять раз больше энергии, чем свинцово-кислородная батарея равного веса. Натриевый теплоноситель используется в атомных реакторах. Галит добавляют в бетон для снижения температуры его застывания и в буровые растворы.

1.4 Диагностика минералов по образцам

Для того чтобы научиться простыми методами определять распространенные в земной коре минералы, необходимо подобрать образцы с однородной минеральной массой. Определение минералов следует начинать с тщательного выявления их основных свойств – блеска, черты, твёрдости и спайности. В таблице 1.2 представлены минералы с неметаллическим блеском, в таблице 1.3 – минералы с металлическим блеском.

Т а б л и ц а 1.2 – **Определитель минералов с неметаллическим блеском**

Условная твёрдость по Моосу, баллы	Спайность	Цвет черты		
		Белая или черты не дают	Слабоокрашенная или светло-серая	Жёлтая до бурой и чёрной, красная
Мягкие ($\leq 2,5$)	Весьма совершенная и совершенная	Асбест, галит, сильвин, гипс, слюды, тальк	Асбест, слюды, хлорит	–
	Несовершенная, отсутствует или не видна	Глинистые минералы, тальк	Глинистые минералы, сера	Графит, лимонит
Средней твёрдости ($2,5-5,0$)	Весьма совершенная и совершенная	Ангидрит, барит, галит, сильвин, карбонаты, слюды, флюорит	Асбест, биотит, флюорит, хлорит	Сидерит, сфалерит
	Несовершенная, отсутствует или не видна	Апатит, карбонаты, серпентин, флюорит	–	Гематит, Лимонит
Твёрдые ($5,0-7,0$)	Совершенная	Полевые шпаты (лабрадор, ортоклаз и др.)	Авгит, лабрадор, роговая обманка	–
	Несовершенная или отсутствует	Кварц, халцедон, опал, оливин, нефелин	Опал	–
Очень твёрдые ($> 7,0$)	Совершенная	Топаз	–	–
	Отсутствует	Гранат, корунд, турмалин	–	–

Т а б л и ц а 1.3 – **Определитель минералов с металлическим блеском**

Условная твёрдость по Моосу, баллы	Спайность	Цвет черты	
		Жёлтая до бурой и коричневой, красная	Светло-серая до тёмно-серой и чёрной
Мягкие ($\leq 2,5$)	Весьма совершенная и совершенная	–	Молибденит
	Отсутствует или не видна	–	Галенит, графит, халькозин, пирролизит
Средней твёрдости ($2,5-5,0$)	Совершенная	Сфалерит	Галенит, пирролизит
	Отсутствует	Гетит, лимонит	Пирролизит, халькозин, халькопирит
Твёрдые ($> 5,0$)	Совершенная	–	Пирролизит
	Отсутствует	Гематит, гетит	Магнетит, пирит

Затем по цвету черты, твёрдости и спайности с помощью таблиц-определителей устанавливают группу минералов, к которой может принадлежать определяемый минерал. После предварительного определения необходимо найти и прочитать описание свойств всех минералов выделенной группы, определить остальные свойства образца минерала и окончательно установить его название, химическую формулу, класс. Краткое описание основных представителей классов порообразующих минералов приведено в приложении А.

2 МАГМАТИЧЕСКИЕ ГОРНЫЕ ПОРОДЫ

2.1 Общие понятия

Магматические – это горные породы, образовавшиеся в результате застывания магмы (сложного силикатного расплава), внутри земной коры или на ее поверхности.

Главными признаками для разделения магматических пород являются их химический состав и условия образования.

По условию образования магматические горные породы подразделяются на следующие виды:

1 *Глубинные (интрузивные)* – это магматические горные породы, образованные в результате застывания магмы внутри земной коры. Эти породы образуются в условиях большого давления и высоких температур, остывание магмы происходит медленно и равномерно, кристаллы минералов успевают образоваться крупными, плотно прилегающими друг к другу.

2 *Излившиеся (эффузивные)* – это магматические горные породы, образованные в результате застывания магмы на поверхности земли или в приповерхностных зонах. Застывание происходит при низких давлении и температуре, быстрой отдаче теплоты и газовых компонентов. Кристаллы или совсем не видны, или образуются мелкими. Так как остывание происходит быстро, в породах скапливаются пары воды и газа, вследствие этого образуются пустоты, каверны.

Основные структуры магматических горных пород:

– *полнокристаллическая* (характерна интрузивным породам): в породе видны крупные кристаллы минерала невооруженным глазом. Этот вид структуры подразделяется на *крупнозернистую* (размер кристаллов >5 мм), *среднезернистую* (размер кристаллов 1–5 мм), *мелкозернистую* (размер кристаллов <1 мм);

– *скрытокристаллическая* (характерна эффузивным породам): в породе кристаллы минералов видны только под микроскопом;

– *стекловатая (аморфная)* (характерна эффузивным породам): в породах преобладает нераскристаллизованная масса;

– *порфировая* (характерна эффузивным породам): в стекловатую массу вкраплены кристаллические зерна;

– *порфировидная* (характерна интрузивным породам): крупные кристаллические выделения вкраплены в кристаллическую мелкозернистую массу.

Основные текстуры магматических горных пород:

– *массивная (плотная)* – порода сложена крупными кристаллами, плотно прилегающими друг к другу, или в породе нет кристаллов минералов и порода представлена аморфной массой, порода плотная, не имеющая каверн;

– *пятнистая* – неправильное чередование светлых и темных минералов;

– *шлаковая (пузырчатая)* – наличие в породе пустот;

– *миндалекаменная* – пустоты в породе заполнены вторичными минералами (халцедон, опал);

– *флюидная* – в породе видны следы течения лавы;

– *полосчатая* – чередование светлых и темных полос.

Текстура является уточняющим признаком глубинных и излившихся пород, а определяющим – ее структура.

Формы залегания магматических горных пород по способу их образования разделяют на *интрузивные* (батолиты, лакколиты, лополиты, штоки, жилы) и *эффузивные* (купола, потоки, покровы).

Батолиты – крупное секущее интрузивное тело овальной или округлой формы размером от сотен до тысяч квадратных километров.

Лакколиты – грибообразное интрузивное тело, образующееся в результате внедрения магмы между слоями вмещающих пород, при котором вышележащие слои приподнимаются.

Лополиты – крупное линзовидное интрузивное тело, вогнутое в центральной части наподобие блюдца или чаши.

Штоки – неправильное крутопадающее более или менее изометричное в плане интрузивное тело.

Жилы – плитообразное тело, образовавшееся в результате выполнения трещинной полости жильной породой или метасоматического замещения горных пород вдоль трещин минеральными веществами. В связи с этим различают жилы выполнения и жилы замещения. Первые обычно имеют простую форму и более или менее постоянную мощность; форма вторых более сложная, часто наблюдаются раздувы, их мощность быстро меняется. По форме жилы делятся на простые, плитообразные и сложные – ступенчатые или лестничные, сетчатые, ветвящиеся, камерные, линзовидные и др., по отношению к вмещающим породам – на согласные пластовые (флецовые) и секущие.

Купола – сводообразное залегание магматических горных пород, которые образовались в результате периодической деятельности вулканов и имеют характер напластований.

Потоки – массивы эффузивных горных пород, которые образовались в результате излияния магмы на поверхность земли. Длина потоков больше ширины.

Покровы – массивы эффузивных горных пород, которые образовались в результате излияния магмы на поверхность земли. Длина и ширина потоков соразмерны.

По химическому составу (по содержанию SiO_2) все магматические породы делятся:

- на ультраосновные – <45 %;
- основные – 45–52 %;
- средние – 52–63 %;
- кислые – >63 %.

В таблице 2.1 даны представители магматических горных пород с подразделением по двум основным классификационным признакам.

Т а б л и ц а 2.1 – Схематическая классификация магматических горных пород

По химическому составу	По условию образования	
	глубинные	излившиеся
Ультраосновные	Дунит, пироксинит, перидотит	Кимберлит
Основные	Габбро	Базальт, диабаз
Средние	Диорит, сиенит	Андезит, трахит
Кислые	Гранит	Липарит, обсидиан, пемза

2.2 Характеристика основных групп магматических горных пород

Ультраосновные породы играют незначительную роль в составе земной коры и обязаны своим происхождением мантийным источникам вещества. Среди этой группы пород преобладают интрузивные разновидности. Для всех кристаллических пород характерным является исключительно широкое развитие тёмноцветных минералов (цветное число близко к 100 %), что обуславливает их чёрный или тёмно-зелёный цвет. Наиболее распространёнными минералами являются пироксены и оливин.

Дунит (оливинит)

Назв. От имени горы Ден в Новой Зеландии, второе название – по преимущественному преобладанию минерала оливина.

Мин. с. Состоит почти (95–97 %) из одного минерала оливина в виде округлых зёрен до 1 мм, пироксена (3–5 %), вторичных минералов серпентина, талька, карбонатов и др.

Св. Цвет – от желтовато-зелёного до буро-чёрного, изменение окраски наблюдается даже в одном образце. **Блеск** – стеклянный, смоляной. **Стр.** – мелкозернистая, **тек.** – однородная, массивная. **Диагност. пр.** – округлые кристаллы оливина – отличие от пироксенита, эклогита, горнблендита, амфиболита, перидотита.

Ген. Образуется при остывании магмы ультраосновного состава на глубине.

Формы залег. и рег. распр. Массивы в виде полос различной, обычно небольшой, мощности, небольшие жилы, дайки, глубокие части лакколлитов. Месторождения многочисленны: Урал, Кольский п-в, Юго-Восточная Аляска, Казахстан, Восточные Саяны, Камчатка, Забайкалье, Югославия, Болгария и др.

Исп. Высококачественное сырьё для изготовления огнеупорных кирпичей. Связывают с распространением медно-никелевых месторождений.

Среди **основных пород** нормальной щёлочности на земной поверхности встречаются главным образом эффузивные разновидности – базальты, по объёму в пять раз превышающие все остальные вулканические породы, вместе взятые. Широко распространены также субвулканические – долериты; абиссальные породы (габбро) встречаются реже. Основными минералами в кристаллических разновидностях являются пироксены и плагиоклазы, могут присутствовать в незначительных количествах оливин, роговая обманка, реже – биотит. Однако существуют породы, состоящие исключительно из основных плагиоклазов – лабрадориты и анартозиты.

Габбро

Назв. От местности в Италии. Выделяют разновидности: *роговообманковые габбро* (много роговой обманки); *оливиновые габбро* (оливина); *лабрадорит* (состоит из одного плагиоклаза в виде лабрадора, цвет тёмно-

зеленовато-синий до чёрного с разноцветными переливами); *габбродиорит* (переходные разновидности от диорита к габбро, с преобладанием пироксена (авгита) над роговой обманкой); *долериты* (преобладание лабрадора, пироксена, реже оливина); *норит* (присутствие ромбического пироксена наряду с лабрадором).

Мин. с. Плаггиоклаз (лабрадор) – 50–60 %, пироксены – 25–40 %, оливин, редко роговая обманка, биотит, авгит и др.

Св. Цвет – в целом очень тёмная, почти чёрная, иногда с зеленоватыми оттенками порода. Блеск – стеклянный, матовый. Стр. – средне-, крупнозернистая, редко порфириовидная (габбро-порфиры), тек. – однородная, массивная, реже полосчатая. Диагност. пр. – преобладание тёмноцветных и присутствие светлых минералов – отличие от дунита, горнблендита, пироксенита.

Ген. Образуется при остывании магмы основного состава на глубине.

Формы залег. и рег. распр. В виде лакколлитов, залежей, штоков и даек. Распространены в таких регионах, как Урал, Украина, Карелия, Средняя Азия, Норвегия, США и др. В Беларуси выявлены в кристаллическом фундаменте около городов Щучин, Лида и др.

Исп. Является ценным строительным материалом; в строительстве используется в качестве элементов сооружений – тротуарных плит, лестничных ступеней, полированных облицовочных плит, а также как строительный (бут) и облицовочный камень; в дорожном строительстве. Ценный строительный камень для различных гидротехнических сооружений (мостовые устои, набережные).

Базальт

Назв. От греч. *basanos* – пробный камень, по другой версии – от эфиоп. *basal* – железосодержащий камень.

Мин. с. Пироксен, плаггиоклаз, оливин и др. Минералы в образце различаются только в виде порфировых вкрапленников – тёмноцветные минералы слабоаметны (пироксены, оливин), светлые минералы не видны.

Св. Цвет – от тёмно-серого до чёрного. Блеск – матовый. Стр. – скрытокристаллическая, тонкозернистая, реже порфириовая, тек. – плотная, пористая, пузыристая. Диагност. пр. – прочный (плохо разбивается на части); отсутствие зеленоватых оттенков – отличие от диабазы; более темный цвет – отличие от андезита.

Ген. Образуется при излиянии магмы основного состава на поверхность, по составу магмы сходны с габбро.

Формы залег. и рег. распр. Встречается в виде потоков и покровов, но иногда – в виде жил. Распространен в Забайкалье, на Алтае, Украине, Дальнем Востоке, Германии, Чехии, Индии, многих островах Тихого океана и др. В Беларуси встречается среди отложений волинской серии верхнего протерозоя в Брестской впадине.

Исп. Ценный строительный материал; используется в качестве покрытия для площадей (брусчатка); для мощения дорог малопригоден из-за недостаточной шероховатости, гладкости, скользкости; применяется в качестве строительного камня при строительстве подпорных, причальных стен, колонн, а также как щебень для дорожного строительства; является сырьем для базальтового литья, изготовления минеральной ваты и кислотоустойчивых изделий.

Среди *средних* пород также наиболее распространены эффузивные разновидности при незначительном развитии глубинных пород. Для кристаллических пород рассматриваемой группы характерной чертой является преобладание светлых минералов над тёмноцветными – цветное число 30 %.

Диорит

Назв. От греч. *diorízo* – различаю, т. к. можно различить кристаллы полевого шпата и роговой обманки

Мин. с. Светлые плагиоклазы (до 75 %), роговая обманка, авгит, биотит и др.

Св. *Цвет* – в целом тёмный, средней интенсивности – тёмно-серый, зеленовато-серый, коричнево-зелёный. *Блеск* – стеклянный. *Стр.* – мелко-, среднезернистая, реже порфириовидная, *тек.* – однородная. *Диагност. пр.* – более тёмная окраска (тёмно-серая с зеленоватым оттенком или тёмно-зелёная) и содержание значительного количества биотита и амфибола – отличие от сиенита; кварца не более 15 % или нет совсем – отличие от гранита.

Ген. Образуется при остывании магмы среднего состава на глубине.

Формы залег. и рег. распр. Встречается в виде лакколитов, жил, штоков и часто образует зоны в гранитных и габбровых массивах. Встречается довольно редко, известен на Кавказе, Урале, в Крыму, Украине, Германии, Чили, США и др. В Беларуси распространен в нижнепротерозойских породах кристаллического фундамента, вместе с другими породами образует месторождения строительного камня (Микашевичское, Синкевичское, Ланское).

Исп. Применяется в качестве строительного и скульптурного материала (примером служит здание музея и санатория в Алушке, на Южном берегу Крыма).

Андезит

Назв. По месту нахождения в горах Анды в Южной Америке.

Мин. с. Плагиоклазы – 46 %, роговая обманка – 31 %, магнетит, апатит и др.

Св. *Цвет* – тёмно-серый, зелёный, коричневый, красный. *Блеск* – стеклянный. *Стр.* – тонкозернистая, очень часто порфириовая; *тек.* – пористая, однородная. *Диагност. пр.* – шероховатость поверхности и наличие вулканического стекла в основной массе – отличие от порфириов и порфиритов; вкрапленники полевого шпата в виде кристаллов со стеклянным блеском – отличие от диабазы и базальта; вкрапленники роговой обманки и пироксена, а также в целом темный цвет – отличие от трахита.

Ген. Образуются при остывании магмы среднего состава вблизи и на земной поверхности

Формы залег. и рег. распр. Обширные лавовые потоки, покровы и купола. Встречаются в таких регионах, как Кавказ, Украина, Восточная Сибирь, США, Мексика и др. В Беларуси встречается в отложениях Волынской серии верхне-протерозоя.

Исп. В строительстве применяются как строительный камень (бут) и как щебень, для изготовления кислотоупорного бетона, битумных мастик.

Сиенит

Назв. По названию города Сиена, сейчас Асуан в Египте.

Мин. с. Ортоклаз, роговая обманка, реже авгит и биотит; второстепенные минералы составляют до 15 %.

Св. Цвет – светло-серый, розово-серый, бурый. Блеск – стеклянный. Стр. – средне-, крупнозернистая, иногда порфировидная – сиенит-порфир; тек. – однородная. Диагност. пр. – более светлая окраска и меньшее количество тёмноцветных минералов (не более 20 %) – отличие от диорита; почти полное отсутствие кварца – отличие от гранита, аплита, гранодиорита.

Ген. Образуются при остывании магмы кислого и щелочного состава на глубине.

Формы залег. и рег. распр. Залегают в краевых частях массивов гранитов или габбро, реже встречаются в виде самостоятельных тел (лакколиты, штоки, дайки). Встречаются гораздо реже гранитов (Урал, Кавказ, Украина, Кольский п-ов, Германия, Норвегия, США и др.). Сиенит-порфир встречается в Беларуси среди верхнедевонских вулканогенных образований на юго-востоке республики.

Исп. Строительный и дорожный камень, щебень для бетонов и материал для облицовки. С интрузиями сиенитовой магмы связаны крупные месторождения магнетита, меди, марганца и др.

Трахит

Назв. От греч. *trachys* – шероховатый, неровный.

Мин. с. Полевые шпаты, авгит, оливин, апатит и др.

Св. Цвет – серовато-белый, серый, желтоватый или коричневый. Блеск – матовый. Стр. – порфировая; тек. – пористая, массивная. Диагност. пр. – шероховатая на ощупь поверхность образцов; вкрапленники полевого шпата имеют стеклянный блеск – отличие от сиенитового порфира; отсутствие кварца – отличие от кварцевого порфира и липарита; светлая основная окраска – отличие от андезита.

Ген. Образуется вблизи поверхности при остывании магмы среднего состава.

Формы залег. и рег. распр. Наиболее распространенные формы – потоки, покровы, иногда купола. Месторождения многочисленны: Кавказ, Украина, Урал, Казахстан, Алтай, Болгария, Венгрия, Африка, США и др. В Беларуси распространена среди позднедевонских вулканогенных пород на востоке Припятского прогиба.

Исп. Трахиты легко поддаются обработке, не полируются, быстро истираются. Применяются как кислотоупорный и строительный камень (дают хорошее сцепление с цементом), в качестве стеновых блоков, щебня для бетона. При выветривании образуются бентонитовые глины, которые широко используются в строительстве.

Среди *кислых пород* преобладают интрузивные образования, объединяемые под общим названием гранитоиды. Кристаллические породы характеризуются светлой окраской, незначительным содержанием тёмноцветных компонентов (3–15 %), обязательным присутствием значительного количества калиевого полевого шпата и кварца.

Гранит

Назв. От латин. слова *granum* – зерно.

Мин. с. Полевые шпаты – 40–60 %, кварц – 20–40 %, цветные минералы (до 10 %) – слюды, роговая обманка, авгит и др. В зависимости от содержания цветного минерала граниты подразделяются на биотитовые, мусковитовые, двуслюдные, роговообманковые и др.

Св. Цвет – в целом светлый – светло-серый, серый, желтоватый, розовый, красный. Блеск – стеклянный, перламутровый. Стр. – крупно-, среднезернистая, может быть мелкозернистая (аплит), порфириовидная (гранит-порфир), графическая (письменный гранит или пегматит); тек. – однородная, массивная, сланцеватая. Диагност. пр. – выделяется от других интрузивных грунтов согласно поговорке немецких горняков: «полевой шпат, кварц, слюда – не забуду никогда»; много кварца – отличие от диорита, сиенита; отсутствие полосчатости – отличие от гнейса; большая твёрдость, царапает стекло, не реагирует с соляной кислотой – отличие от мрамора.

Ген. Образуется при остывании магмы кислого состава на глубине.

Формы залег. и рег. распр. Крупные тела – батолиты, реже штоки, дайки, жилы и лакколиты. Занимают значительные площади в таких регионах, как Карелия, Кольский п-в, Кавказ и Урал, Сибирь, Монголия, Памир, Алтай и др. В кристаллическом фундаменте Беларуси граниты и гранодиориты образуют многочисленные интрузии разного возраста, прерывающие метаморфические толщи архея и нижнего протерозоя, или залегают среди них в виде больших массивов и других тел различной морфологии и генезиса. Среди архейских гранитов и гранодиоритов наиболее известны граниты голеновского комплекса Белорусской антеклизы, среди нижнепротерозойских – граниты и гранодиориты Микашевичско-Житковичского выступа и около деревни Глушковичи Лельчицкого района, где они залегают на сравнительно небольшой глубине; встречаются также среди валунов. Их добывают на Микашевичском, Синкевичском и Глушковичском месторождениях строительного камня.

Исп. Применяется в качестве строительного материала для облицовки различных сооружений, кладки фундаментов, волнорезов, изготовления орнаментов, ступеней, тротуарных плит и т. д., а также в качестве камня для дорог и щебня для бетона.

Риолит

Назв. От греч. *rhyax* – поток, лава и *lithos* – камень. Синоним – *lunarum* (по названию о. Липари в Италии).

Мин. с. Полевые шпаты – 65 %, кварц – 33 %, биотит, апатит и др.

Св. Цвет – в целом светлый, светло-серый, серый, желтоватый, красноватый, красновато-бурый. **Блеск** – стеклянный, матовый. **Стр.** – порфировая, при этом основная масса породы – стекловатая; плотная (фельзитовая); порфировидная; **тек.** – полосчатая, однородная, тонкопористая. **Диагност. пр.** – основная масса тонкозернистая или плотная, часто содержащая вулканическое стекло; поверхность образца шероховатая на ощупь; все вкрапления полевых шпатов имеют стеклянный блеск – отличие от кварцевого порфира; наличие вкрапленников кварца – отличие от трахита.

Ген. Образуется вблизи земной поверхности при остывании магмы кислого состава.

Формы залег. и рег. распр. Потоки, небольшие куполообразные массивы встречаются в таких регионах, как Кавказ, Урал, Дальний Восток, Сибирь, Средняя Азия, Аляска, Мексика, Италия и др.

Исп. В качестве строительного камня (бут, щебень), иногда в качестве облицовочного и дорожного материала.

Обсидиан

Назв. По имени первооткрывателя римлянина Обсиуса.

Мин. с. Вулканическое стекло, содержащее менее 1 % воды.

Св. Цвет – светло-серый, зелёный, дымчато-бурый, красно-коричневый, чёрный. **Блеск** – стеклянный. **Стр.** – стекловатая; **тек.** – однородная, пятнистая или полосчатая. **Диагност. пр.** – стеклянный блеск и раковистый излом, острые режущие края, в тонких пластинках просвечивает.

Ген. Образуется при быстром остывании магмы кислого и среднего состава в краевых частях лавовых потоков.

Формы залег. и рег. распр. Потоки, покровы, купола. Встречается совместно с риолитами в Германии, Венгрии, на Малом Кавказе, вулканических островах Средиземного моря и т. д.

Исп. Изготовление стекол; компонент кислотоупорных материалов; используется в качестве «гидравлической» добавки, т. е. способен затвердевать под водой в смеси с гашеной известью; изготовление вспученного материала – перлита; применяется как поделочный камень.

Пемза

Назв. От лат. *pumex* – пена.

Мин. с. Основная масса – вулканическое стекло, вкрапленники – плагиоклаз, кварц, биотит и т. д.

Св. Цвет – окраска разнообразная: белая, серая, желтоватая, красноватая, фиолетовая до чёрной. **Блеск** – матовый, тусклый. **Стр.** – скрытокристаллическая; **тек.** – пористая, иногда флюидальная (в образцах видны

следы течения). *Диагност. пр.* – лёгкая, в воде не тонет, шероховатая на ощупь; отсутствие неоднородностей (обломков, частиц, пятен) и однородная окраска образца – отличие от вулканических туфов, туффигов.

Ген. Образуется при быстром остывании на поверхности земной коры, насыщенной газами магмы кислого и среднего состава.

Формы залег. и рег. распр. Больших скоплений не образует, встречается в виде отдельных обломков, выброшенных в процессе извержения вулканов, на Камчатке, Кавказе, в Крыму, Армении, Италии и др.

Исп. Абразивный (шлифовальный) и теплоизоляционный материал, в качестве заполнителя для лёгких бетонов, активной добавки к извести и цементам, сухой краски для штукатурки, в качестве фильтра.

2.3 Диагностика магматических горных пород по образцам

При макроскопическом изучении образцов первоначально определяют их общую окраску, характер ее пространственного распределения (однородная, пятнистая, полосчатая и т. д.), затем – минеральный состав полнокристаллической (сплошь зернистой) породы или состав вкрапленников в неполнокристаллической породе. Здесь же выясняют: содержатся ли в породе цветные породообразующие минералы и какие именно (роговая обманка, пироксен, оливин и т. п.), а также приблизительно их содержание и соотношение со светлоокрашенными минералами. Определяется общий характер макроструктуры и текстуры. Далее делается вывод о происхождении породы (глубинная или излившаяся). Уточняются характерные индивидуальные особенности породы (иризация, характер излома, особенности структуры, текстуры, плотность породы и т. д.). Полученные данные сопоставляют и уточняют с имеющимся описанием образцов горных пород.

Основные *светлоокрашенные* породообразующие минералы, наиболее часто встречающиеся в магматических горных породах:

1 *Кварц*. В магматических горных породах образуется в последнюю очередь, занимает оставшиеся промежутки между ранее образованными кристаллами и поэтому обычно лишен присущих ему кристаллических форм. В образце смотрится в виде отдельных, неправильной формы зёрен или скоплений, напоминающих осколки раздробленного стекла. Цвет – водянисто-серый, иногда бесцветный, тёмно-серый, дымчатый. Зерна кварца часто имеют выпуклые формы на поверхности образца породы из-за высокой твёрдости. Если в образце наличие кварца бросается в глаза – порода кислая. Если отдельные кристаллы кварца нужно искать по образцу – порода средняя (например, кварцевый диорит) или промежуточная между кислыми и средними (граносиенит, гранодиорит). В излившихся породах кварц в виде кристаллов (порфиновых вкрапленников) встречается только в кислых магматических горных породах: кварцевый порфир, липарит (риолит). В основных и ультраосновных породах как излившегося, так и глубинного кварца нет.

2 *Полевые шпаты*. Кристаллизуются при остывании магмы после формирования тёмноцветных минералов (амфиболов, пироксенов, биотита и др.). В образцах глубинных горных пород полевые шпаты смотрятся как таблитчатые, призматические кристаллы или мелкозернистые сахаровидные массы. Основное отличие полевых шпатов в горных породах от кварца – спайность в двух направлениях, блеск по спайности. В ультраосновных магматических горных породах полевых шпатов нет.

3 *Мусковит*. Блеск перламутровый, иногда серебристый, стеклянный. Бесцветный с различными оттенками: беловатым, желтоватым, коричневым, зеленоватым, розовым. Излом неровный. Кристаллы редки. большей частью представлен пластинчатыми, листоватыми и чешуйчатыми агрегатами. Встречается в кислых глубинных магматических горных породах.

4 *Нефелин*. В образце горной породы он смотрится в виде короткостолбчатых, призматических кристаллов, но чаще в виде зёрен неправильной формы бесцветного (с жирным блеском), желтовато-серого, коричневатокрасного, зеленоватого цвета. Спайность обычно не видна – отличие от полевых шпатов.

***Тёмноокрашенные* минералы:**

1 *Биотит*. В образце смотрится в виде листочков, пластинок, чешуек изометрической или овальной формы с сильным перламутровым или стеклянным блеском. Цвет от тёмно-коричневого до чёрного, на выветрелой поверхности золотисто-жёлтый, бурый, реже зелёный. Встречается в кислых и средних глубинных магматических горных породах.

2 *Пироксены*. В образцах магматических горных пород чаще всего встречается один из минералов данного класса – авгит, который смотрится в породе в виде коротких призматических кристаллов чёрного, зеленоваточёрного цвета. По форме кристаллов авгит отличается от похожей на него роговой обманки, для которой характерны кристаллы удлиненной, игольчатой, тонкопластинчатой и удлиненно призматической формы. Минералы группы пироксенов встречаются преимущественно в основных и ультраосновных магматических горных породах.

3 *Амфиболы* – минералы класса силикатов. В образцах магматических горных пород чаще всего встречается один из минералов данного класса – роговая обманка, которая смотрится в породе в виде удлиненных призматических, игольчатых, плоских кристаллов или бесформенных скоплений тёмно-зелёного, буро-смоляно-чёрного цвета. При воздействии острым предметом зёрна отщепляются, крошатся. Минералы группы амфиболов встречаются преимущественно в основных и ультраосновных магматических горных породах.

4 *Оливин*. В породе встречается в виде округлых зёрен и мелкозернистых масс. Минерал оливин встречается преимущественно в ультраосновных магматических горных породах.

3 ОСАДОЧНЫЕ ГОРНЫЕ ПОРОДЫ

3.1 Общие понятия

Осадочные породы – это горные породы, образовавшиеся на поверхности земли в результате разрушения других ранее образовавшихся пород; выпадения различных, главным образом, химических образований из водной среды и накопления продуктов жизнедеятельности растительных и животных организмов на суше и в водных бассейнах.

Процессы образования и изменения осадочных пород условно подразделяют на ряд стадий:

– *гипергенез* (от греч. *hyper* – над, сверх, поверх и *genesis* – происхождение, образование) – выветривание – разрушение кристаллических и других пород, образование новых минералов, обломков пород, обломков минералов, коллоидных и истинных растворов;

– *седиментогенез* (от лат. *sedimentum* – оседание) – перенос и отложение минералов – образование осадка;

– *диагенез* (от греч. *dia* – приставка со значением завершенности) – превращение осадка в осадочную породу;

– *катагенез* (от греч. *kata* – приставка, означающая движение вниз, усиление, переходность или завершение процесса) – начальные изменения осадочной породы;

– *метагенез* (от греч. *meta* – вслед, за, после, через) – глубокие изменения осадочной породы – образование метаморфизованных осадочных пород.

Последние две стадии иногда объединяют под одним понятием – *эпигенез* (от греч. *epi* – на, над, сверх, при, после).

Осадочные породы принято подразделять **по происхождению** на **четыре основные группы**:

1 *Обломочные* – возникшие в результате механического разрушения каких-либо пород, называемых материнскими, и накопления в водной или воздушной среде образовавшихся обломков.

2 *Биохимические (органогенные)* – возникшие в водной среде в результате деятельности организмов.

3 *Химические (хемогенные)* – образовавшиеся в результате действия химических процессов.

4 *Смешанные* – например, отдельные известняки содержат в своем составе материал органогенного, хемогенного и обломочного происхождения.

Обломочные породы подразделяются **по наличию структурных связей между обломками, размеру и внешнему очертанию обломков** на следующие виды:

1) *цементированные*:

– крупнообломочные (конгломерат (цементация окатанных обломков), брекчия (цементация неокатанных обломков));

– мелкообломочные (песчаник);

– пылевато-глинистые (алевролит, аргиллит);

2) *несцементированные*:

– крупнообломочные (валунный грунт (при преобладании неокатанных частиц – глыбовый) – содержание массы частиц крупнее 200 мм более 50 %; галечниковый грунт (при преобладании неокатанных частиц – щебенистый) – содержание массы частиц крупнее 10 мм более 50 %; гравийный грунт (при преобладании неокатанных частиц – дресвяный) – содержание массы частиц крупнее 2 мм более 50 %);

– песчаные (песок – в гранулометрическом составе масса частиц крупнее 2 мм менее 50 %, число пластичности менее 1);

– пылевато-глинистые (супесь, суглинок, глина, лёссовидные).

К обломочным породам в виде самостоятельной группы относят *пирокластические* породы, которые формируются из твёрдых вулканических продуктов (пепел, песок) и, оседая на поверхности земли, образуют сцементированные накопления – туф, трасс.

Свойства обломочных сцементированных пород обусловлены составом цементирующего вещества, его количеством и типом. По взаимоотношению обломков (или зёрен) и цементирующего вещества различают базальный, контактовый и поровый тип цемента. Наиболее прочны породы с базальным цементом, в котором обломки рассеяны в общей массе цементирующего вещества. Цементирующие вещества по своему составу могут быть кремнеземистыми, железистыми, известковыми, глинистыми, карбонатными и т. д. Наиболее прочным является кремнеземистый цемент, наименее прочным – глинистый.

Биохимические (органогенные) породы подразделяются по *химическому составу*:

1) на *кремнистые* (опока, диатомит, спонголит);

2) *карбонатные* (доломит, известняк, мел).

К органогенным породам в виде самостоятельной группы относят *каустобиолиты*, своеобразные по составу и практическому применению осадочные породы в твёрдом (торф, ископаемые угли), жидком (нефть) и газообразном (естественные газы) состоянии.

Химические (хемогенные) породы подразделяются по *химическому составу*:

1) на *сульфатные* (ангидрит, гипс);

2) *галлоидные* (галит, сильвин).

Осадочные породы в силу специфических условий образований приобретают ряд особенностей, которые существенно отличают их от магматических и метаморфических пород. Характерные черты осадочных пород:

1 Слоистость. Осадочные породы залегают в виде *слоев*, которые образуются в процессе накопления осадков в водной и воздушной среде. В слое горной породы могут быть также тонкие слои других пород, их называют *прослоями*. Например, в слое песка может быть тонкий прослой глины. При резком различии слоев по составу, например слой песка лежит на слое из-

вестняка, более или менее постоянной мощности и сравнительно большой занимаемой площади слои называют *пластами*. Комплекс слоев, объединенных сходством состава или возраста, или один слой, но значительной мощности, называют *толщей*. Также для осадочных пород характерны *линзы* – слои, занимающие малые площади с выклиниванием мощности к краям слоя, и *выклинивающиеся слои* – мощность которых уменьшается в одну сторону.

2 Пористость. Пористость типична для всех осадочных пород, за исключением некоторых плотных химических осадков. Поры бывают мелкие, крупные и в виде каверн. В порах может располагаться вода, газ, органические материалы.

3 Зависимость состава и свойств породы от климата (в пустынях образуются породы обломочного характера, в замкнутых бассейнах накапливаются отложения солей и т. д.).

4 Содержание остатков растительных и животных организмов (в виде окаменелостей, несущих важнейшую информацию о геологическом прошлом Земли).

Для осадочных скальных и полускальных грунтов, состоящих из сцементированных между собой обломков, частиц и агрегатов, по морфологическим признакам (размер и форма обломков, частиц, агрегатов) выделяют следующие специфические **структуры**:

– *крупнообломочную* или *псефитовую*, когда невооружённым глазом в образце различают преобладание окатанных или неокатанных обломков размером более 2 мм; она характерна для конгломератов, гравелитов, брекчий;

– *песчаную* или *псаммитовую*, когда различают преобладание песчаных частиц размером от 0,05 до 2 мм; она характерна для различных песчаников, туффитов (размер частиц около 0,05 мм – это нижняя граница разрешающей способности человеческого глаза);

– *пылеватую* или *алевроитовую*, когда в образце с трудом можно различить пылеватые частицы размером от 0,005 до 0,05 мм (очень часто это сделать невозможно); она характерна для алевролитов;

– *глинистую* или *пелитовую*, когда в образце не видно зёрен; она характерна для аргиллитов (глинистые минералы размером менее 0,005 мм различают только в очень сильный электронный микроскоп).

Кроме этого, выделяют ещё переходные структуры, отражающие количественное соотношение слагающих грунт обломков, частиц: псефито-псаммитовую, псаммито-алевроитовую, и, наоборот, они характерны для переходных видов грунтов – гравелистых песчаников, пылеватых или тонкозернистых песчаников.

Органогенная структура характерна для грунтов с сохранившимися раковинами (раковины видны невооружённым глазом – известняк-ракушечник; раковины видны в микроскоп – мел), стеблями, листьями и т. п.

Полнокристаллическая структура характерна для грунтов, у которых все минералы смотрятся в виде кристаллов, зёрен. По среднему размеру зёрен выделяют: мелкозернистую (менее 1 мм), среднезернистую (от 1 до 5 мм) и крупнозернистую (более 5 мм). Она наиболее типична для галита, иногда для доломита.

Оолитовая структура выделяется по наличию в образце видимых шариков (оолитов), имеющих примерно одинаковый размер. По этой структуре из известняков выделяют их разновидность – оолитовые известняки.

Большинство осадочных пород имеет слоистую *текстуру*. Каждый слой отделяется от соседнего слоя как бы швом, по которому их можно разделить. Слои, видимые в массивах, могут быть параллельными и непараллельными (косыми, волнистыми, нелепослоистыми и т. д.).

В слоистых осадочных горных породах обломки, частицы, агрегаты, зёрна минералов в каждом слое имеют разную ориентацию, они не сортированы по величине и располагаются беспорядочно, вперемешку, в этом их отличие от метаморфических горных пород со сланцеватой текстурой, состоящих как бы из скреплённых между собой пластинок с параллельно расположенными зёрнами минералов.

Однородной или массивной текстурой называют такую текстуру, в которой трудно выделить какие-либо закономерности пространственного расположения элементов. Именно однородная или массивная текстура наиболее характерна для образцов осадочных горных пород, так как в отдельных небольших образцах, в отличие от обнажений в массивах, слоистость чаще всего может быть незаметна.

Пористая текстура чаще встречается у известняков-ракушечников, туфов (известкового и кремнистого). Пустоты, поры имеют различный размер и форму. Иногда пористость визуально не определяется, а ощущается по более лёгкому весу образца (диатомиты, трепела, опоки), а также по быстрому впитыванию ими воды или кислоты (диатомиты, трепела, мел, некоторые песчаники, туффиты). Образцы таких грунтов на вид имеют однородную текстуру. Часто некоторые образцы грунтов могут одновременно иметь пористую и слоистую текстуры.

3.2 Характеристика основных представителей осадочных горных пород

Обломочные сцементированные породы

Конгломерат

Назв. От лат. *conglomerato* – скопившийся, собранный; группа – скальные; тип по вещественному составу – силикатные. Разновидности: гравелиты – конгломераты с преобладанием окатанных обломков размером от 2 до 10 мм (гравий); конгломераты карбонатные (известковые) – образуются из окатанных обломков грунтов карбонатного состава.

Мин. с. Могут быть сложены разнообразными по составу породами (полимиктовые) или обломками одной и той же породы (мономиктовые). Цементом в конгломератах обычно являются окислы железа, карбонаты, глинистый материал и реже кремнекислота.

Св. Цвет – различный, зависит от цвета обломков и цемента, в целом серый, голубоватый, желтоватый, а в случае, если цемент сильно железистый, то и красноватый. **Стр.** – крупнообломочная (псефитовая), из окатанных обломков размером от 2 до 200 и более миллиметров. **Тек.** – однородная. **Диагност. пр.** – окатанные обломки в образце – отличие от брекчий; в образце больше обломков, чем скрепляющего их цемента – отличие от туфов; реагирует с соляной кислотой, в образце видны обломки и скрепляющий их цемент (возможно, карбонатного состава) – отличие от известняков и мергелей.

Ген. Образуется при цементации валунных, галечниковых и гравийных отложений.

Исп. Применяется как бутовый камень, для мощения дорог, облицовочный и декоративный материал.

Брекчия

Назв. От итал. *breccia* – щебень; группа – скальные; тип по вещественному составу – силикатные.

Мин. с. – Полимиктовые, мономиктовые. Обычно цемент включает в себя известковый шпат, кварц, глину и гипс.

Св. Цвет – различный, зависит от цвета обломков и цемента, в целом серый, бурый, вишневый. **Стр.** – крупнообломочная (псефитовая), из окатанных обломков размером от 2 до 200 и более миллиметров. **Тек.** – однородная. **Диагност. пр.** – неокатанные, угловатые обломки в образце – отличие от конгломератов и гравелитов; в образце больше обломков, чем скрепляющего их цемента – отличие от туфов; отсутствие следов дробления и деформирования – отличие от брекчий тектонических; реагирует с соляной кислотой, в образце видны обломки и скрепляющий их цемент (карбонатного состава) – отличие от известняков и мергелей.

Ген. Образуется при цементации глыбовых, щебенистых и дресвяных отложений.

Исп. В строительстве широко используется как строительный и облицовочный камень, при этом более предпочтительны легкообрабатываемые брекчии карбонатного состава.

Песчаник

Назв. Как производное от песка; группа – скальные и полускальные; тип по вещественному составу – силикатные.

Мин. с. Состоит из кварца, полевого шпата, слюд, глауконита, при этом любой из них может преобладать над другими и определять свойства песчаника; часто наблюдается присутствие рудных минералов (магнетита, гематита, лимонита), глинистых и других минералов.

Св. Цвет – различный, зависит от цвета обломков и цемента, в целом от светлых до бурых. **Стр.** – мелкообломочная (псаммитовая) – состоит в основном из частиц песчаной фракции размером от 0,05 до 2 мм. **Тек.** – однородная, слоистая, пористая. **Диагност. пр.** – в любом песчанике всегда видны песчаные частицы размером от 0,05 до 2 мм – отличие от брекчий, конгломератов, гравелитов, алевролитов, аргиллитов; в образце видны зёрна примерно одинакового размера и формы – отличие от туфов вулканических, туффитов; при трении обломков друг о друга выкрашиваются зёрна – отличие от кварцитов и опок.

Ген. Образуется при цементации песчаных отложений различного происхождения и условий образования.

Исп. В строительстве используется как строительный и облицовочный камень; в дорожном строительстве применяется в качестве щебня. В размолом виде – как песок.

Аргиллит

Назв. От греч. *argillos* – глина и *lithos* – камень; группа – скальные; тип по вещественному составу – силикатные.

Мин. с. Основные минералы – глинистые (мягкие, царапаются ногтём, по стеклу скользят), кварц и полевои шпат (наличие определяется по отдельным царапинам на стекле, при общем скольжении по нему образца).

Св. Цвет – серый, тёмно-серый до чёрного, реже коричневый, зеленоватый. **Стр.** – скрытокристаллическая; по преобладающему содержанию невидимых глазом глинистых минералов (размером менее 0,005 мм) – глинистая (пелитовая). **Тек.** – однородная, тонкослоистая. **Диагност. пр.** – запах глины при увлажнении дыханием; скользит по стеклу с оставлением неглубоких царапин – отличие от алевролитов; неровный излом и отсутствие сланцеватости – отличие от глинистых сланцев; не размокает в воде и не обладает пластичностью – отличие от глин, суглинков.

Ген. Образуется при цементации дисперсных осадочных глинистых грунтов – суглинков, глин.

Исп. За неимением других грунтов используется при строительстве автомобильных дорог в качестве крупнообломочных грунтов при возведении земляного полотна; в гражданском строительстве используется в качестве крупнообломочного грунта для подсыпок и насыпей; склонен к быстрому выветриванию в выемках, котлованах, где он, как и алевролит, распадается на плитчатые или листоватые отдельности, остроугольные щебёнку и дресву и в конечном итоге довольно быстро выветривается до суглинков, глин.

Алевролит

Назв. От греч. *áleuron* – мука и *lithos* – камень, по преимущественному содержанию пылеватых частиц (фракция 0,05–0,005 мм); группа – полускальные; тип по вещественному составу – силикатные.

Мин. с. Состоит из тонко раздробленных зёрен кварца, полевого шпата, глинистых минералов, иногда присутствуют карбонаты (реакция с соляной кислотой) и железистые минералы (жёлтая или бурая окраска).

Св. Цвет – серый, тёмно-серый, бурый, коричневатый или зеленоватый. *Стр.* – от тонкозернистой до скрытокристаллической; по преобладающему содержанию невидимых глазом пылеватых частиц от 0,05 до 0,005 мм – пылеватая (алевролитовая). *Тек.* – однородная, слоистая, иногда пористая. *Диагност. пр.* – запах глины при увлажнении образца дыханием; неровный излом и отсутствие сланцеватости – отличие от сланцев; твёрдый, царапает стекло – отличие от аргиллита; тонкозернистый или скрытокристаллический – отличие от песчаников; относительно тяжёлый – отличие от более лёгких и плотных опок.

Ген. Образуется при цементации дисперсных осадочных пылеватых грунтов – лёссов, лёссовидных грунтов (супесей и суглинков).

Исп. Алевролиты с прочным цементом используются для мощения дорог и строительства зданий.

Обломочные нецементированные породы

Песок

Назв. Этимология неясна; группа – нескальные; вид по гранулометрическому составу: гравелистый, крупный, средний, мелкий, пылеватый; по происхождению песок может быть элювиальным, делювиальным, пролювиальным, аллювиальным, озерным, водно-ледниковым, ледниковым, озерно-ледниковым, морским, эоловым и смешанным; по составу – кварцевым, глауконито-кварцевым, аркозовым, магнетитовым, нефелиновым, слюдыстым, полимиктовым и др.

Мин. с. Кварц, полевые шпаты, слюды, глауконит, карбонаты и др.

Св. Цвет – разнообразный, наиболее характерен белый, серый, бурый. *Стр.* – псаммитовая (песчаная). *Тек.* – однородная, слоистая. *Диагност. пр.* – постоянство объема при высыхании и увлажнении.

Ген. Образуется в результате переноса и отложения частиц разрушенных пород текучими водами, ветром и т. п.

Исп. Песок широко используется в составе строительных материалов, для намывки участков под строительство, для пескоструйной обработки фасадов зданий и разных изделий, в жилищном строительстве для обратной засыпки, при благоустройстве дворовых территорий и в быту (засыпка дорожек, устройство детских песочниц, туалетов для кошек, грунтов в теплицах и др.), при производстве раствора для кладки, штукатурных и фундаментных работ. Широко используется в бетонном производстве при изготовлении железобетонных изделий, бетона высоких марок прочности. Важный материал при строительстве дорог, насыпей, а также при производстве тротуарной плитки, бордюров, колодезных колец. Мелкий строительный песок используется для приготовления накрывочных растворов. Речной

строительный песок широко применяется в различных декоративных (смешивают со связующими компонентами и красителями для получения специальных структурных покрытий) и отделочных работах. Строительный речной песок выступает компонентом асфальтобетонных смесей, которые используются в строительстве и укладке дорог. Кварцевые пески – ценное сырьё для стекольной промышленности.

Лёссовидные породы

Назв. От нем. *loss* – рыхлая; группа – нескальные. Разновидности по числу пластичности: супесь, суглинок и глина лёссовидные.

Мин. с. Преимущественно кварцевая порода с включениями полевых шпатов, кальцита, гипса и глинистых минералов.

Св. Цвет – желтовато- и буровато-серый. **Стр.** – грубые и тонкие – состоит в основном из частиц песчаной фракции размером от 0,05 – 0,005 мм. **Тек.** – неслоистая. **Диагност. пр.** – порода после просушивания частично комковатая. Особенностью свойств некоторых лёссовидных отложений является резкое падение прочности структурных связей при увлажнении, что приводит к просадкам, развитию лёссового псевдокарста, потере несущих свойств грунтов в основании узких фундаментов и свай, интенсивному оврагообразованию и т. д.

Ген. Эолово-почвенное.

Исп. Лёсс является материнской породой чернозёмных и серозёмных почв. Он используется для изготовления кирпича («сырец», «саман») и цемента, для отсыпки тела дамб и плотин.

Глинистые породы

Назв. От греч. *gline* – глина; группа – нескальные. Тип по числу пластичности: супесь, суглинок и глина.

Мин. с. Каолинит, монтмориллонит или другие слоистые алюмосиликаты (глинистые минералы). В глине также могут содержаться песчаные и карбонатные частицы.

Св. Цвет – бурый, серый, белый (каолиниты), голубой (кембрийские глины), желтоватый (бентониты, флоридины), зелёный (глаукониты, монтмориллониты), розовый, красный (комовые глины, железисто-монтмориллонитовые глины), коричневый, чёрный. **Стр.** – пелитовая. **Тек.** – слоистая, пятнистая, сетчатая. **Диагност. пр.** – в полевых условиях существует следующая методика определения: образец увлажняют и перемешивают до тестообразного состояния, из подготовленного грунта на ладони скатывают шарик и пробуют раскатать его в шнур толщиной около 3 мм или чуть больше, затем полученный шнур необходимо свернуть в кольцо диаметром 2–3 см. Песок не образует ни шарика, ни шнура. Супесь образует шарик, который раскатать в шнур не удаётся, получаются только его зачатки. Лёгкий суглинок образует шнур, который можно свернуть в кольцо, но оно получается очень непрочное и легко распадается на части

при скатывании с ладони или при попытке взять его в руки. Средний суглинок образует сплошной шнур, который можно свернуть в кольцо, но оно получается с трещинами и переломами. Тяжёлый суглинок легко раскатывается в шнур. Кольцо получается с трещинами.

Глину можно скатать в длинный тонкий шнур, из которого получается кольцо без трещин. При определении супесей и суглинков необходимо быть внимательными, так как они могут быть пылеватыми. Эти разновидности различают по сухому методу следующим образом. Пылеватые супеси и лёгкие пылеватые суглинки образуют непрочные комочки, которые при раздавливании пальцами легко распадаются. При растирании супеси производят шуршащий звук и сыпаются с руки. При растирании пальцами лёгких суглинков ощущается ясно различимая шероховатость, глинистые частицы втираются в кожу. Средние пылеватые суглинки дают ощущение мучности, но производят ощущение тонкой муки со слабозаметной шероховатостью. Комки средних суглинков раздавливаются с некоторым усилием. Тяжёлые пылеватые суглинки в сухом состоянии с трудом поддаются раздавливанию, дают ощущение тонкой муки при растирании, шероховатость не ощущается.

Ген. Глинистые породы представляют собой продукт разложения и выветривания полевошпатовых и некоторых других горных пород. В результате многолетних изменений температуры, действия солнечных лучей, мороза, дождей, ветра кристаллические горные породы растрескивались и разрушались. При химическом взаимодействии горных пород с углекислым газом воздуха, водой породы постепенно превращались в глинистые минералы, карбонаты и кварц.

Исп. Глины широко применяются в промышленности (в производстве керамической плитки, огнеупоров, тонкой керамики, фарфорофаянсовых и сантехнических изделий), строительстве (производство кирпича, керамзита и др. стройматериалов), для бытовых нужд, в косметике и как материал для художественных работ (лепка), в пищевой промышленности (очистка масел, соков). Производимый из керамзитовых глин путём отжига со вспучиванием керамзитовый гравий и песок широко используются при производстве строительных материалов (керамзитобетон, керамзитобетонные блоки, стеновые панели и др.) и как тепло- и звукоизоляционный материал. Производится также в виде песка – керамзитовый песок. В зависимости от режима обработки глины получается керамзит различной насыпной плотности.

Пирокластические породы

Туф

Назв. От лат. *tofus*, этим словом в древности в Южной Италии обозначали горные породы вулканического происхождения; группа – скальные; тип по вещественному составу – кремнистые. Разновидности: трассы – плотные вулканические туфы; пуццоланы – рыхлый вулканический пепел.

Мин. с. Вулканические туфы представляют собой обломочный материал, образовавшийся при вулканических взрывах, в дальнейшем сцементированный и уплотненный (вулканическое стекло, эффузивные породы, полевые шпаты, пироксен и т. п.). Туфы содержат вулканического материала больше 90 %, туффиты – от 50 до 90 %. Если вулканического материала меньше 50 %, название дается по преобладающему материалу другого происхождения. Вулканические туфы в зависимости от состава бывают липаритовые, андезитовые, трахитовые и базальтовые.

Св. *Цвет* – фиолетовый, красный, оранжевый, кирпичный, жёлтый, розовый, коричневый, иногда серый и чёрный; *трасс* – желтоватый, серый, голубоватый. *Стр.* – скрытокристаллическая, пелитовая, алевритовая, пористая. *Тек.* – массивная, слоистая. *Диагност. пр.* – плотный, неяснослоистый с кавернами; с соляной кислотой не реагирует, стекло царапает – отличие от туфовых известняков.

Ген. Образуется на суше и в море из кремнезёма при вулканических извержениях, а также при осаждении кремнезёма в пределах горячих источников минерализованных подземных вод.

Исп. Вулканический туф, обладающий достаточной прочностью, долговечностью, лёгкостью, а также тепло- и звукоизоляционными качествами, представляет собой ценный материал для архитектурного и строительного дела. Также его применяют для изготовления художественных поделок и предметов домашнего обихода. Из вулканического туфа производят стойкие краски. Вулканические туфы и шлаки применяют для изготовления шлакобетонных блоков. Трассы и пуццоланы применяются в качестве добавки к цементам, используемым в подводных сооружениях и особенно в сооружениях, подверженных действию морской воды.

Биохимические (органогенные) породы

Известняк-ракушечник

Назв. От слова «известь»; группа – скальные; тип по вещественному составу – карбонатные.

Мин. с. Кальцит, доломит, анкерит, скелеты известковых организмов (мшанок, кораллов, моллюсков, брахиопод).

Св. *Цвет* – разнообразный, от чисто белого до чёрного. *Стр.* – скрытокристаллическая, иногда обломочная, органогенная. *Тек.* – однородная, тонкослоистая, пористая. *Диагност. пр.* – стекло не царапает – отличие от опок; реакция с соляной кислотой в куске – отличие от доломитов; реакция с соляной кислотой в куске без бурого налёта в месте реакции (остатки непрореагировавших глинистых минералов) – отличие от мергелей; реакция с соляной кислотой в куске и отсутствие обломков в образце – отличие от карбонатных брекчий и конгломератов.

Ген. Органогенное, образуются при цементации отложений из раковин, кораллов.

Исп. Служит лёгким строительным материалом для наружной и внутренней отделки, а также хорошим звуко- и теплоизолятором. Применяется в качестве лёгкого строительного материала для наружной и внутренней облицовки зданий. Это единственный в мире материал, который имеет 100 % защиту и отталкивающие свойства от радиации. Используется не только в строительстве, но и в производстве разных вяжущих материалов (в т. ч. извести), в ландшафтном проектировании садов.

Мел

Назв. От сакс. *hwiting-melu*, что в переводе означает «отбеливающий порошок»; группа – скальные; тип по вещественному составу – карбонатные.

Мин. с. Кальцит (92–97 %) и скелеты известковых организмов.

Св. Цвет – белый, серый. *Стр.* – микрозернистая, органогенная. *Тек.* – жилистая, комковатая, тонкослоистая. *Диагност. пр.* – светлая окраска, на ощупь мягкий, бурная реакция с соляной кислотой (отличие от диатомита). В воде мел растворяется в весьма незначительном количестве (1 л дистиллированной воды растворяет всего 0,036 г мела). В разведенной соляной, азотной и уксусной кислотах мел растворяется с шипением, без остатка. Менее чистые сорта мела могут окрашивать раствор в желтый цвет (окиси железа) и дают больший или меньший остаток. Разведенная серная кислота разлагает мел с шипением, образуя белый осадок, который есть не что иное, как гипс. В щёлочах мел не растворяется. При сильном накаливании теряет углекислый газ, превращаясь в окись кальция, т. е. жженую известь.

Ген. Органогенное, основная масса мела образовалась из скелетных оболочек планктонных водорослей-кокколитофоридов. Изредка встречаются окаменелости в виде раковин аммонитов, остатков криноидей, морских ежей, кораллов. В пропитанном маслом куске меловой породы четко проявляются следы многочисленных ходов червей – илоедов.

Исп. Мел – необходимый компонент «мелованной» бумаги, используемой в полиграфии для печати качественных иллюстрированных изданий. Молотый мел широко применяется в качестве дешёвого материала (пигмента) для побелки, окраски заборов, стен, бордюров, для защиты стволов деревьев от солнечных ожогов. Мел не применяют в лакокрасочной промышленности (белый пигмент – это, как правило, соединения магния, цинка) по причине характерной структуры частиц мела, но его используют в резиновой, бумажной, сахарной промышленности – для очистки свекольного сока, для производства вяжущих веществ (известь, портландцемент), в стекольной промышленности, для производства спичек. В этих случаях обычно используют так называемый мел осаждённый, полученный химическим путём из кальцийсодержащих минералов. Мел используется для письма на больших досках для общего обозрения (например, в школах; формованный школьный мелок на 40 % состоит из мела (карбонат кальция) и на 60 % из гипса (сульфат кальция)). При недостатке кальция медицинский мел может быть прописан как добавка к пище.

Диатомит

Назв. От слагающих его раковин диатомей (кремнистых водорослей); группа – полускальные; тип по вещественному составу – кремнистые.

Мин. с. Основной минерал – опал, а также глинистые минералы, кварц, остатки диатомей, радиолярий, губок.

Св. Цвет – белый, серый или розовый. **Стр.** – скрытокристаллическая, тонкозернистая. **Тек.** – однородная, иногда тонкослоистая. **Диагност. пр.** – светлая окраска, на ощупь мягкий, очень лёгкий, тонкопористый (впитывает воду и кислоту); на вид – землистые агрегаты (крошится в руках подобно мелу); прилипает к языку, сильно пачкает руки, стекло не царапает (см. минеральный состав – кремнистые минералы), на стекле остается порошок светлой окраски и редкие царапины – отличие от опок, аргиллитов, алевролитов; впитывает соляную кислоту без реакции – отличие от мела, известняков, мергелей; похож на трепел, отличить от которого диатомит невооруженным глазом невозможно.

Ген. Органогенное, образуется в основном из остатков водорослей – диатомей, радиолярий, губок в смеси с глинистым и кремнистым материалом при их отмирании и отложении на дне морей, реже озёр.

Исп. Применяется в промышленности для очистки различных продуктов как катализатор, наполнитель, адсорбент и др.

Опока

Назв. Польское, так называют пористые кремнистые горные породы; группа – полускальные; тип по вещественному составу – кремнистые.

Мин. с. Состоит из минерала опала, сцементированного кремнезёмом (царапает стекло), в качестве примесей возможно присутствие глинистых минералов, кварца, остатков микроорганизмов.

Св. Цвет – серовато-белый, жёлтоватый или жёлто-коричневый, до чёрного. **Стр.** – скрытокристаллическая, тонкозернистая. **Тек.** – однородная. **Диагност. пр.** – лёгкая, при ударе колется на остроугольные обломки с раковинистым изломом, прилипает к языку; царапает стекло, не реагирует с соляной кислотой – отличие от известняков, мергелей, доломитов; плотная лёгкая горная порода, почти не пачкает руки – отличие от трепелов, диатомитов; относительно лёгкая, часто более светлая – отличие от аргиллитов, алевролитов; при трении обломков образца горной породы друг о друга зерна не выкрашиваются – отличие от песчаников.

Ген. Органогенное, образуется в морских бассейнах за счёт уплотнения и цементации диатомитов и трепелов.

Исп. Применяется как адсорбент, в газовой, химической и др. отраслях промышленности, при производстве кремнистого цемента, в качестве гидравлических добавок к обычному типу цемента, как тепло- и звукоизоляционный материал.

Угли

Назв. Этимология неясна. Разновидности: бурый уголь, каменный уголь, антрацит. Группа – каустобиолиты.

Мин. с. В основном состоит из растительных остатков, углерода, кварца, глинистых минералов и примеси смолистых веществ.

Св. Цвет – коричневый до чёрного, с блеском или без блеска. **Стр.** – землистая, зернистая, органогенная. **Тек.** – однородная, слоистая, полосчатая. **Диагност. пр.** – твёрдые горючие горные породы; блеск от матового до металловидного; все угли горят при высокой температуре, но не плавятся – отличие от асфальтов.

Ген. Органогенное, образуется при углефикации растительных остатков без доступа атмосферного кислорода, например, под покровом песчаных или пылевато-глинистых горных пород. От каменного угля бурый уголь, как показывает само название, отличается цветом (то более светлым, то более темным); есть, правда, и чёрные разновидности, но они в порошке в таком случае все-таки являются бурыми, между тем как антрацит и каменный уголь всегда дают чёрную черту на фарфоровой пластинке. Самое существенное отличие от каменного угля заключается в меньшем содержании углерода и значительно большем содержании битуминозных летучих веществ. Этим и объясняется, почему бурый уголь легче горит, дает больше дыма, запах, а также и вышеупомянутую реакцию с едким калием. Содержание азота также значительно уступает каменным углям. Антрациты – плотные, блестящие, чёрные, отличаются наибольшим среди углистых разновидностей удельным весом, твёрдостью и однородностью.

Исп. В строительстве используется как топливо, горючий материал.

Торф

Назв. От нем. *torf*, от арабского *turap* (земля). Группа – каустобиолиты.

Мин. с. Состоит из образующихся в болотах скоплений малоизмененных остатков растительной ткани. Его слагают различные виды болотной растительности: трава, мох, камыш, осока, хвощ и др. Содержание растительного материала в осадке при образовании торфа достигает 70–90 %.

Св. Цвет – серо-жёлтый, буроватый, серо-чёрный. **Стр.** – волокнистая, землистая. **Тек.** – неслоистая. **Диагност. пр.** – содержание органических соединений не менее 50 %; в сухом состоянии имеет малую плотность (до 0,3 г/см³).

Ген. Органогенное, образуется из остатков болотных растений, полуразложившихся в условиях недостатка кислорода и высокой влажности.

Исп. Применяется как местный вид топлива. Из торфа в результате переработки получают ценные вещества: спирт, фенол, парафин и др. Из него делают теплоизоляционные плиты, применяемые в строительстве, он также используется как удобрение.

Химические (хемогенные) породы

Оолитовый известняк

Назв. От греч. *oou* – яйцо и *lithos* – камень; группа – полускальные; тип по вещественному составу – сульфатные.

Мин. с. Сложены из шарообразных зёрнышек углеродистого кальция, сцементированных тем же известковым цементом. Иногда зёрна располагаются неравномерно участками на общем фоне, состоящем из цементирующего вещества. Величина зёрен – от 1 до 5 мм, строение их радиально-лучистое или скорлуповатое.

Св. Цвет – светло-желтый, желтовато-серый, серый, бурый, иногда почти белый. Стр. – микрозернистая, оолитовая, пелитоморфная. Тек. – сферолитовая, пористая. Диагност. пр. – имеют грубозернистую структуру с округлыми кальцитовыми образованиями.

Ген. Образуется при выпадении в осадок минералов кальцита на прибрежных участках теплых морей.

Исп. Применяется в строительстве, металлургии, пищевой промышленности.

Смешанные породы

Мергель

Назв. От нем. *mergel*, объединяет осадочные породы, состоящие из глины и карбонатов; точное название определяется соотношением глинистых частиц, доломита и известняка; группа – полускальные; тип по вещественному составу – карбонатные.

Мин. с. Состоит из кальцита до 50 %, иногда доломита и глинистых минералов (реагирует с соляной кислотой в куске).

Св. Цвет – светло-серый, серый, тёмно-серый, бурый, чёрный (определяется цветом глинистого вещества). Стр. – скрытокристаллическая, тонкозернистая. Тек. – однородная, слоистая. Диагност. пр. – имеет запах глины при увлажнении дыханием; прилипает к языку; иногда в образцах видны остатки флоры и фауны, обломки горных пород; наличие окислов и гидроксидов железа обнаруживается по жёлтой, коричневой, бурой окраске; грязно-бурый налёт в месте реакции с соляной кислотой – отличие от известняков, мела; стекло не царапает, реагирует с соляной кислотой – отличие от опок, аргиллитов, алевролитов.

Ген. Образуется при выпадении в осадок минералов кальцита и глинистых частиц или смеси глинистых частиц с продуктами истирания раковин в морях и озёрах.

Исп. Мергель широко используется как сырьё для производства портландцемента.

3.3 Диагностика осадочных горных пород по образцам

Основные диагностические признаки, по которым производится определение наименования образцов осадочных горных пород: цвет, структура, текстура, отличительные (особенные) признаки, минеральный состав.

Цвет зависит от минерального состава и условий образования грунта. Например, образец грунта имеет зеленовато-светло-серый цвет, где первое – оттенок, второе – интенсивность окраски, третье – главный цвет образца горной породы. Белую и светло-серую окраску с различными оттенками часто имеют мел, известняки, доломиты, диатомиты, трепела, а также ангидрит, галит, гипс, сильвинит. Зеленоватая окраска песчаников говорит о присутствии минералов малахита или глауконита, в состав которых входят соединения меди, а ржаво-жёлто-бурая окраска – железистых соединений. Серый и чёрный цвета чаще всего наблюдаются в грунтах с высоким содержанием органических веществ (асфальты) или в грунтах с присутствием минералов магнетита, пирита. Серый цвет, как правило, указывает на наличие в образце кварца, полевого шпата, глинистых минералов.

Отличительные (особенные) признаки, отмеченные в образцах горных пород, помогают в определении минерального состава и наименования (вида) грунта. По наличию в образце грунта обломков, частиц (видимых невооруженным глазом) в первом приближении можно предположить, что изучаемый грунт образовался из осадочных дисперсных крупнообломочных или песчаных грунтов. Остатки организмов – растительных и органических, отмеченные в образцах горных пород, помогают определить такие осадочные грунты, как угли, мергели, известняки-ракушечники.

По реакции с соляной кислотой можно определить наличие в образце грунта минералов класса карбонатов – кальцита (реакция в куске), доломита (реакция в порошке), магнезита (реакция в порошке при нагревании). С соляной кислотой реагируют карбонатные типы осадочных горных пород (мел, известняки, мергели, доломиты), а также другие типы осадочных горных пород, например силикатные (обломки и частицы силикатного состава), если обломки и частицы скреплены цементом карбонатного состава (брекчии, конгломераты, гравелиты, песчаники, туффиты). Кроме этого, возможно, что и сами обломки состоят из минералов и горных пород карбонатного состава и поэтому реагируют с соляной кислотой (брекчии карстовые).

Относительная лёгкость изучаемых образцов грунта, которая определяется их микропористостью, характерна для кремнистых типов осадочных полускальных грунтов – опок, диатомитов, трепелов, а также мелов (тип – карбонатные).

По твёрдости в первом приближении можно определить образцы горных пород, состоящих из минералов низкой твёрдости – мягких, царапающихся ногтем (глинистые, гипс). Образцы горных пород с минералами средней твёрдости ногтем не царапаются и стекло не царапают (карбонаты, галит,

ангидрит). Образцы горных пород с твёрдыми минералами (кварц, халцедон, кремь, полевые шпаты и другие минералы) царапают стекло. Такие горные породы, как диатомит и трепел, состоящие в основном из минерала опала (твёрдость 6–6,5), могут не царапать стекло (см. их описание).

Глинистые минералы определяются в горных породах по серой, тёмной окраске. Образец грунта с большим количеством глинистых минералов скользит по стеклу, иногда остаются лёгкие царапины, которые оставляют частицы кварца, полевого шпата и других твёрдых минералов. При увлажнении дыханием пахнут глиной. В порошке во влажном состоянии пластичны. Являются основными минералами аргиллитов и основой глинистых цементов, скрепляющих обломки, частицы силикатных осадочных грунтов, входят вместе с кальцитом в состав мергелей.

Железистые минералы (лимонит, реже гематит). Жёлто-бурые, ржаво-коричневые с бурой, коричневой или вишнёво-красной чертой. Блеск матовый, реже стеклянный до полуметаллического. В силикатных осадочных грунтах играют роль цемента и придают окраске образцов горных пород ржавые, бурые оттенки. Являются основными минералами бурых железняков (лимонитов), некоторые из них, но не все, имеют большой удельный вес (ощущается в руке).

Полевые шпаты. В осадочных грунтах невооружённым глазом их определить трудно. В песчинках имеют матовый блеск, светло-серый и серый цвет, царапают стекло. Чаще всего они входят в состав песчаников.

Кварц. Встречается в виде обломков размером 0,05–5 мм и более, а также в виде цемента с неразличимой зернистостью или в виде тонкораздробленной примеси в основной горной породе. Кварцевые обломки и кварцевый цемент определяют в образцах по их высокой твёрдости – легко царапают стекло, оставляя глубокую, отчётливо видимую царапину; по стеклянному или жирному блеску. Кварц в виде зёрен хорошо различим в кварцевом песчанике. Тонко раздробленный кварц, не различимый невооружённым глазом, является основным минералом алевролитов, по повышенной твёрдости этого минерала (царапает стекло с характерным треском) их отличают от аргиллитов.

Кремнистые минералы (опал и халцедон). Смотрятся в виде очень лёгких нераскристаллизованных масс светлых тонов. При замачивании водой они не пластичны, не реагируют с соляной кислотой, впитывают ее. Являются основными минералами кремнистых типов осадочных горных пород (диатомитов, трепелов и опок). Твёрдость 6–6,5, царапают стекло. В то же время кремнистые минералы, слагающие рыхлые, землистые, пачкающие руки диатомиты и трепел, стекло не царапают, на стекле остается порошок светлой окраски. Очень малые размеры слабо скрепленных между собой частиц минералов (опала и других), слагающих диатомиты и трепелы, являются кажущейся причиной их низкой твёрдости. Кремнистые минералы в плотных, твёрдых опоках стекло царапают.

4 МЕТАМОРФИЧЕСКИЕ ГОРНЫЕ ПОРОДЫ

4.1 Общие понятия

Метаморфические – породы, образующиеся в земной коре из осадочных и магматических пород под воздействием значительного давления, высоких температур и химически активных веществ (газов и растворов).

По преобладающей роли в процессе тех либо других факторов, а также в зависимости от масштабов явлений метаморфизма в пространстве выделяют отдельные виды либо типы метаморфизма.

Основные *типы метаморфизма*

Региональный метаморфизм является более распространенным и принципиальным видом метаморфизма, поскольку охватывает большие площади либо целые регионы. Он проявляется в условиях, когда отдельные участки земной коры испытывают долгое прогрессивное погружение, в результате чего горные породы передвигаются из верхних горизонтов земной коры в более глубокие. Традиционно прогибание компенсируется осадконаполнением, и в качестве основных факторов регионального метаморфизма, таким образом, выступают давление и температура, постепенное повышение которой обусловлено геотермическим градиентом; существенную роль также могут играть одностороннее боковое давление и химически активные вещества.

В глубинных зонах земной коры может проявляться особая стадия регионального метаморфизма, называемая *ультраметаморфизмом*. Расплавы, возникающие при ультраметаморфизме и имеющие традиционно гранитный состав, попадают во вмещающие породы, пронизывают их, образуя своеобразные породы смешанного состава – мигматиты. Обширно развиты мигматиты в пределах старых щитов – Балтийского, Украинского, Алданского. Среди пород, претерпевших региональный метаморфизм, наиболее распространены гнейсы, кварциты, глинистые, слюдяные и хлоритовые сланцы, реже мрамор и мраморизованные известняки.

Контактный метаморфизм проявляется на контактах магматических расплавов, внедряющихся в земную кору, с вмещающими породами. Вблизи контакта появляется ореол метаморфических пород, который традиционно захватывает как окружающее магматическое тело породы, так и краевые части самого магматического тела. Основными причинами конфигурации горных пород в зонах контактов являются температура, растущая благодаря тепловому действию магматических масс на вмещающие породы, и химически активные газовые и жидкие растворы, выделяемые магматическими расплавами.

Процесс замещения одних минералов другими, протекающий при участии газовых и жидких растворов и сопровождающийся конфигурацией химического состава минеральных образований, именуется *метасомато-*

зом, а разновидность метаморфизма – *контактово-метасоматическим*. Наиболее распространённым контактно-метаморфизованными породами являются роговики, скарн и тальковые сланцы.

Динамометаморфизм (катакластический, дислокационный) метаморфизм проявляется, главным образом, в верхних частях земной коры, зонах развития тектонических движений дислокационного характера. Таким образом, основной предпосылкой, вызывающей его, является одностороннее давление. При динамометаморфизме меняются в основном структурно-текстурные особенности горных пород. Происходит их дробление, а в более глубоких зонах в связи с повышением температуры механическое разрушение сменяется пластическими деформациями. В породах возникает полосчатость, заключающаяся в чередовании слоев разных по форме зёрен и окраске минералов, а также кристаллизационная сланцеватость. Породами динамометаморфизованными являются порфиритоид, катаклазит, тектоническая брекчия и др.

Условия образования отражаются в структурах и текстурах метаморфических пород. Как правило, метаморфические породы полностью раскристаллизованы. Текстуры отражают условия, при которых осуществлялось заполнение объема. По текстуре метаморфические породы подразделяются на сланцеватые и массивные.

4.2 Характеристика основных представителей метаморфических горных пород

Сланцеватые породы

Гнейс

Назв. Предположительно от славянского слова «гноес» – гнилой, разрушенный; тип по вещественному составу – силикатные. По минеральному составу выделяют следующие разновидности: гнейсы биотитовые, мусковитовые, двуслюдяные, роговообманковые, авгитовые (пироксеновые).

Мин. с. Кварц, полевой шпат, слюда, иногда роговая обманка, пироксен и гранат.

Св. Цвет – светло-серый, серый, тёмно-серый, желтоватый, коричневатый, красноватый. **Стр.** – зернисто-кристаллическая. **Тек.** – слабовыраженная сланцеватая и одновременно полосчатая, иногда очковая (гнейсовая). **Диагност. пр.** – в количественном отношении зёрна кварца преобладают над листочками слюды – отличие от сланцев слюдяных; наличие кварца и слюд – отличие от амфиболитов; отсутствие железистых минералов (нет чёрной и бурой черты) – отличие от ожелезненных кварцитов (джеспилитов); полосчатая текстура – отличие от гранитов.

Ген. Возникает при интенсивном региональном метаморфизме из кислых интрузивных магматических грунтов (ортогнейсы) или из дисперсных осадочных грунтов (парагнейсы), при этом отличить парагнейсы от ортогнейсов в образцах невозможно.

Формы залег. Парагнейсы сохраняют часто формы залегания, присущие осадочным породам, а ортогнейсы – присущие интрузивным породам.

Исп. Декоративный, облицовочный материал, в строительстве – как бут, брусчатка, щебень.

Слюдяной сланец

Назв. Название дано по сланцеватой текстуре и минеральному составу (по преимущественному содержанию различных слюд), тип по вещественному составу – силикатные. По минеральному составу выделяют следующие разновидности сланцев слюдяных: сланец биотитовый, мусковитовый, двуслюдяной, серицитовый, слюдисто-хлоритовый.

Мин. с. Состоит преимущественно из слюд: биотита (чёрная слюда), мусковита (светлая слюда), серицита (тонкочешуйчатая слюда), других слюд.

Св. Цвет – различный, зависит от сочетания цветов слюд, преимущественно различные тона серого, тёмно-серого и почти чёрного цвета. *Стр.* – от тонко- до крупночешуйчатой. *Тек.* – сланцеватая, плыщчатая. *Диагност. пр.* – блеск по плоскостям спайности от шелковистого, перламутрового до серебристого – отличие от сланцев глинистых и филлита; большее количество слюд, чем кварца – отличие от гнейсов.

Ген. Образуется в мезозоне из дисперсных осадочных глинистых горных пород, а также из кислых и средних интрузивных магматических горных пород.

Формы залег. Образуется покровы, слои часто смятые в складки.

Исп. Применяется в электротехнике (изоляторы), иногда в дорожном строительстве как щебень, является огнеупорным материалом.

Тальковый сланец

Назв. Название дано по сланцеватой текстуре и по преимущественному содержанию минерала талька.

Мин. с. Состоит преимущественно из минерала талька (светлая окраска, белая черта, жирный на ощупь, мягкий – царапается ногтем); иногда присутствует кварц (редкие царапины на стекле), кальцит (реакция с соляной кислотой), хлорит (зеленоватая окраска).

Св. Цвет – белый, желтоватый или зеленоватый. *Стр.* – скрытокристаллическая, тонкозернистая. *Тек.* – сланцеватая. *Диагност. пр.* – очень мягкий, царапается ногтем, жирный на ощупь – отличие от сланцев глинистых, хлоритовых, а также от серпентинитов и аргиллитов; если кроме талька много минерала хлорита (зеленоватый оттенок), выделяют сланец талько-хлоритовый.

Ген. Образуется при изменении в мезозоне интрузивных магматических горных пород.

Формы залег. Залегает в виде небольших пропластков, часто вместе с хлоритовыми и роогообманковыми сланцами, а также с серпентинитами.

Исп. В строительстве не применяется. Используется как огнеупорный материал, а также в медицине, парфюмерии и др.

Хлоритовый сланец (зелёный)

Назв. Название дано по сланцеватой текстуре и по преимущественному содержанию минерала хлорита, второе название – дано по зелёной окраске минерала хлорита.

Мин. с. Состоит преимущественно из минерала хлорита и талька, присутствие последнего ощущается при прикосновении к образцу: слегка жирный на ощупь.

Св. Цвет – зелёный или тёмно-зелёный. **Стр.** – скрытокристаллическая, иногда видны кристаллы отдельных минералов, чаще рудных. **Тек.** – сланцеватая. **Диагност. пр.** – зеленоватая окраска, серо-зелёная черта, твёрдость 2,5; при значительном содержании минерала талька – сланец хлорито-тальковый, при значительном содержании слюды – сланец хлорито-слюдяной.

Ген. Образуется из ультраосновных интрузивных магматических пород, главным образом из оливинитов.

Формы залег. Встречается в виде небольших залежей среди других метаморфических пород.

Исп. В строительстве не применяется. Хлоритово-тальковые сланцы используют как облицовочный материал.

Глинистый сланец

Назв. Название дано по сланцеватой текстуре горной породы и преобладанию глинистых минералов. По минеральному составу и другим признакам выделяют следующие разновидности сланцев глинистых: сланец битуминозный, графитовый, известковистый, кремнисто-глинистый, кровельный, углистый.

Мин. с. Преимущественно состоит из глинистых минералов (стекло не царапает, скользит по стеклу); присутствие кварца, полевого шпата и других твёрдых минералов обнаруживается по отдельным царапинам на стекле при общем скольжении образца по стеклу; присутствие карбонатов определяется по реакции с разбавленной соляной кислотой (HCl).

Св. Цвет – серый, коричневый, тёмно-серый до чёрного; имеет различные оттенки и интенсивность окраски. **Стр.** – скрытокристаллическая. **Тек.** – тонко-, толстосланцеватая, слоистосланцеватая, иногда пльчатая. **Диагност. пр.** – блеск по поверхностям сланцеватости матовый, тусклый; прочность и твёрдость низкие, легко раскалывается по плоскостям сланцеватости; наличие сланцеватости – отличие от слоистых аргиллитов и алевролитов; матовый блеск на плоскостях сланцеватости – отличие от филлитов.

Ген. Образуются глинистые сланцы в мезозоне из дисперсных осадочных глинистых грунтов.

Формы залег. Залегает пластами. Иногда обладает тонкоплитчатой отдельностью.

Исп. В строительстве применяется повсеместно как материал подсыпок и насыпей; некоторые сланцы имеют специальное применение, например

сланцы с тонкосланцеватой текстурой используются в виде материала кровли – сланцы кровельные, а сланцы с большим содержанием минерала графита в виде минерального сырья – сланцы графитовые.

М а с с и в н ы е п о р о д ы

Мрамор

Назв. От греч. *marmaros* – блестящий; тип по вещественному составу – карбонатные.

Мин. с. Кальцит, реже доломит, иногда примесь графита.

Св. Цвет – разнообразный, нередко яркий и пёстрый. Стр. – мелко-, средне-, крупнозернистая, реже тонкозернистая. Тек. – однородная, полосчатая, пятнистая, узорчатая. Диагност. пр. – реагирует с соляной кислотой – в куске (из минерала кальцита), в порошке (из минерала доломита), в порошке при нагревании (из минерала магнезита); полнокристаллическая структура – отличие от известняков, мергелей, доломитов; не царапает стекло – отличие от кварцитов, яшм, гнейсов.

Ген. Образуется в условиях высоких температур в зоне контакта с магмой из осадочных сцементированных карбонатных грунтов, чаще из известняков.

Формы залег. Залегает массивными пластами.

Исп. Ценный строительный материал; в строительстве и архитектуре применяется как декоративный камень для скульптур, монументов, облицовки стен и цоколей, в виде мраморной крошки при отделке различных поверхностей, включая полы; в дорожном строительстве используется при изготовлении минерального порошка как составной части асфальтобетонов.

Кварцит

Назв. Название от минерала кварц; тип по вещественному составу – силикатные.

Мин. с. Состоит в основном из кварца (царапает стекло с характерным треском); в качестве примесей могут быть слюды, кристаллы пирита, пироксена, граната; при значительном содержании минералов магнетита, гематита выделяют кварцит ожелезненный (джеспилит).

Св. Цвет – разнообразный (розовый, оранжевый и др.). Стр. – от мелко-, тонкозернистой до скрытокристаллической. Тек. – однородная, иногда полосчатая, реже узорчатая. Диагност. пр. – очень прочный, твёрдый (царапает стекло с характерным треском); отсутствие реакции с соляной кислотой при высокой твёрдости – отличие от кристаллических мраморов, некристаллических известняков и доломитов; при трении между собой обломков кварцита зёрна кварца не выкрошиваются – отличие от кварцевых песчаников; гладкая поверхность при отсутствии раковистого излома – отличие от роговиков.

Ген. Образуется из кварцевых песчаников при действии высоких напряжений, повышенной температуры и горячих растворов.

Формы залег. Залегает мощными массивами и пластами среди сланцев и других метаморфических пород.

Исп. Ценный строительный материал (твёрдый, очень прочный, стойкий к выветриванию); используется в гражданском строительстве как строительный, облицовочный, цокольный камень, в дорожном строительстве – как щебень.

4.3 Диагностика метаморфических горных пород по образцам

Основные диагностические признаки, по которым производится определение наименования образцов горных пород: цвет, текстура, структура, отличительные (особенные) признаки, минеральный состав.

Цвет образца зависит от минерального состава и отражает условия образования горной породы. Зелёный цвет метаморфических грунтов часто обусловлен присутствием минералов, имеющих зелёную окраску: хлоритами, серпентинами, эпидотами. Чёрные, бурые, красноватые цвета, возможно, говорят о присутствии железистых минералов – магнетита и гематита, а также графита и органического вещества (битума).

Сланцеватая текстура – это когда горная порода состоит как бы из скрепленных между собой пластинок, где пластинчатые, игольчатые и имеющие другую форму зерна минералов располагаются по параллельным плоскостям.

Сланцеватая текстура характерна для целой группы регионально-метаморфических грунтов – сланцев.

Полосчатая текстура – когда в образце видны полосы различной окраски. Такую текстуру имеют гнейсы, змеевики, ожелезненные кварциты (джеспилиты), иногда амфиболиты. Однородная (массивная) текстура характерна для роговиков, скарнов, кварцитов, мраморов.

Отличительные (особенные) признаки, которые отличают метаморфические горные породы друг от друга, связаны со свойствами слагающих их минералов. Если образец горной породы состоит преимущественно из одного минерала, то его определение можно проводить по признакам, отличающим этот минерал: по твёрдости, цвету черты, цвету в куске, форме кристаллов, реакции с соляной кислотой и другим признакам.

Для образцов горных пород, состоящих из нескольких минералов в примерно равной пропорции, это сделать сложнее, здесь на первое место в диагностических признаках определения наименования выходят текстура и структура.

По блеску как способности поверхности образца грунта отражать свет можно выделить следующие разновидности сланцев: глинистые – матовый блеск, слюдяные – серебристый блеск.

5 ОСНОВЫ ГЕОХРОНОЛОГИИ. УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ НА КАРТАХ И РАЗРЕЗАХ

Вся история Земли разделена на временные промежутки. Проведением границ между этими промежутками, как и выделением самих промежутков, занимается такое учение как *геохронология*.

Геохронология – это учение о хронологической последовательности формирования и возрасте горных пород, слагающих земную кору. Различают относительную и абсолютную (или ядерную) геохронологию.

Относительная геохронология заключается в определении относительного возраста горных пород, который даёт представление о том, какие отложения в земной коре являются более молодыми и какие более древними, без оценки длительности времени, протекшего с момента их образования.

Абсолютная геохронология устанавливает абсолютный возраст горных пород, т. е. возраст, выраженный в единицах времени, обычно в миллионах лет.

На основе методов относительной и абсолютной геохронологии были созданы совмещенные *стратиграфическая и геохронологическая шкалы* (таблица 5.1). Первая применяется для обозначения на карте комплексов горных пород, сформировавшихся за определенный промежуток времени; во второй указаны временные рамки стратиграфических подразделений, т. е. каждому стратиграфическому подразделению соответствует геохронологическое подразделение.

Так, время, в течение которого отложились породы любой из систем, носит название периода. Отделам, ярусам и зонам отвечают промежутки времени, которые называются соответственно эпоха, век, время; эратемам соответствуют эры.

Каждой таксиметрической единице соответствуют установленные буквенные и цифровые индексы и цвет, обязательный для всех геологических карт и разрезов.

Отложения, слагающие земную кору, в стратиграфической шкале подразделяются на пять эратем: архейскую, протерозойскую, палеозойскую, мезозойскую и кайнозойскую. Наравне с полным наименованием эр (эратем), периодов (систем) используются и сокращенные. Для обозначения эратемы используются две прописные латинские буквы: архей – *AR*, протерозой – *PR*, палеозой – *PZ*, мезозой – *MZ*, кайнозой – *KZ*.

В настоящее время выделяются 12 систем, названия большей части которых происходят от тех мест, где они впервые были описаны. Например, юрская система – от Юрских гор в Швейцарии, пермская – от Пермской губернии в России, меловая – по наиболее характерным породам – белому писчему мелу и т. д. Четвертичную систему нередко именуют антропогеновой, так как именно в этом возрастном интервале появляется человек. Для индексации систем употребляется одна прописная буква латинского алфавита или особый символ: *Є* – кембрий, *O* – ордовик, *S* – силур, *D* – девон, *C* – карбон, *P* – пермь, *T* – триас, *I* – юра, *K* – мел, *P* – палеоген, *N* – неоген, *Q* – квартер.

Т а б л и ц а 5.1 – Геохронологическая и стратиграфическая шкала

Эра (эратема)	Период (система)	Эпоха (отдел)
Кайнозойская <i>KZ</i>	Четвертичный <i>Q</i>	Современная Q_4
		Позднечетвертичная Q_3
		Среднечетвертичная Q_2
		Раннечетвертичная Q_1
	Неогеновый <i>N</i>	Плиоценовая N_2
		Миоценовая N_1
	Палеогеновый <i>P</i>	Олигоценвая P_3
		Эоценовая P_2
		Палеоценовая P_1
Мезозойская <i>MZ</i>	Меловой <i>K</i>	Поздне меловая K_2
		Раннемеловая K_1
	Юрский <i>I</i>	Позднеюрская I_3
		Среднеюрская I_2
		Раннеюрская I_1
	Триасовый <i>T</i>	Позднетриасовая T_3
		Среднетриасовая T_2
		Раннетриасовая T_1
Палеозойская <i>PZ</i>	Пермский <i>P</i>	Позднепермская P_2
		Раннепермская P_1
	Каменноугольный <i>C</i>	Позднекаменноугольная C_3
		Среднекаменноугольная C_2
		Раннекаменноугольная C_1
	Девонский <i>D</i>	Позднедевонская D_3
		Среднедевонская D_2
		Раннедевонская D_1
	Силурийский <i>S</i>	Позднесилурийская S_2
		Раннесилурийская S_1
	Ордовикский <i>O</i>	Позднеордовикская O_3
		Среднеордовикская O_2
		Раннеордовикская O_1
	Кембрийский <i>E</i>	Позднекембрийская E_3
		Среднекембрийская E_2
Раннекембрийская E_1		
Протерозойская <i>PR</i>	Местные подразделения	
Архейская <i>AR</i>	Местные подразделения	

Таксономический ранг нерасчлененных подразделений нижнего и верхнего протерозоя изображают соответственно PR_1 и PR_2 .

Индексы отделов состоят из буквенных символов систем с присоединением к ним справа, несколько ниже, арабских цифр 1, 2, 3, (мелкого шрифта) для нижнего, среднего, верхнего – при трехчленном делении системы и

цифр 1, 2 – для нижнего и верхнего – при двучленном делении. Например: S_1 – нижний отдел каменноугольной системы или раннекаменноугольная эпоха, K_2 – верхний отдел меловой системы или поздне меловая система. Четвертичная система расчленяется на четыре звена, которым присвоены следующие индексы: нижнее – Q_1 , среднее – Q_2 , верхнее – Q_3 , современное – Q_4 .

Кроме того, на геологических картах и разрезах, перед индексом, обозначающим возраст породы, ставят знаки, обозначающие генезис (происхождение). Генезис магматических пород обозначается начальной строчной буквой греческого алфавита (таблица 5.2), а современных отложений – начальной строчной буквой латинского названия генетического типа (таблица 5.3). Индекс, обозначающий генезис, проставляется на уровне строки слева от возрастного индекса. Генезис пород и осадков смешанного происхождения обозначается сочетанием двух или нескольких букв.

Т а б л и ц а 5.2 – Условные обозначения магматических пород

Индекс	Горные породы	Индекс	Горные породы
γ	Граниты	λ	Риолиты (липариты)
ξ	Сиениты	λ'	Кварцевые порфиры
δ	Диориты	τ	Трахиты
$\varepsilon\xi$	Нефелиновые сиениты	α	Андезиты
ν	Габбро	β	Базальты
σ	Пироксениты, перидотиты	β'	Диабазы

Т а б л и ц а 5.3 – Условные обозначения четвертичных отложений

Индекс	Отложения	Индекс	Отложения
pd	Почвы	d	Делювиальные
e	Элювиальные	dr	Обвальные
a	Аллювиальные	ds	Осыпные
p	Проллювиальные	dp	Оползневые
l	Озерные	eo	Эоловые (ветровые)
g	Моренные	t	Техногенные
fg	Флювиогляциальные	m	Морские
lg	Озерно-ледниковые	b	Болотные

Для обозначения состава пород часто используются штриховые знаки в виде параллельной или сетчатой (квадратной, ромбовидной и др.) и прочей штриховки разного направления, с разным расстоянием между линиями и с разной толщиной линий.

Для обозначения стратифицированных осадочных, вулканогенно-осадочных и интрузивных пород разного состава или интенсивности проявления метаморфизма применяется крап. Крапом называют специальные графические знаки в виде небольших черточек, штрихов разной толщины и ориентировки, треугольников, «птичек», кружочков, прямоугольников, эллипсов, точек и т. д. Для обозначения состава пород применяется чёрный крап. Цветным крапом в сочетании со штриховкой различного цвета,

направления и густоты можно показать, например, виды и интенсивность метаморфизма. Условные графические обозначения различных горных пород приведены в приложении Б.

На геологических картах и разрезах возраст горных пород обозначается своей окраской (таблица 5.4). При этом более древние подразделения системы имеют более темный тон соответствующего цвета, а более молодые – более светлый тон того же цвета.

Т а б л и ц а 5.4 – Цвет фона в зависимости от времени образования горных пород

Эра (эратема)	Период (система)	Цвет фона
Кайнозойская <i>KZ</i>	Четвертичный <i>Q</i>	Желтовато-серый
	Неогеновый <i>N</i>	Лимонно-жёлтый
	Палеогеновый <i>P</i>	Оранжево-жёлтый
Мезозойская <i>MZ</i>	Меловой <i>K</i>	Зелёный
	Юрский <i>I</i>	Синий
	Триасовый <i>T</i>	Фиолетовый
Палеозойская <i>PZ</i>	Пермский <i>P</i>	Оранжево-коричневый
	Каменноугольный <i>C</i>	Серый
	Девонский <i>D</i>	Коричневый
	Силурийский <i>S</i>	Светло-зелёный
	Ордовикский <i>O</i>	Оливковый
	Кембрийский <i>Є</i>	Голубовато-зелёный
Протерозойская <i>PR</i>	–	Розовый
Архейская <i>AR</i>	–	Сиренево-розовый

Условные обозначения помещаются обычно справа от карты и заключаются в прямоугольники определённого размера (например, 8×15 или 10×15 мм). Прямоугольник окрашивается соответствующим цветом, заполняется штриховыми знаками или крапом и внутри его проставляется индекс. Справа даётся словесное объяснение условного знака. В расположении условных знаков соблюдается строгий порядок. В первой вертикальной колонке сначала идут условные обозначения, характеризующие стратифицированные образования (осадочные, вулканогенные, вулканогенно-осадочные и метаморфические), располагаемые сверху вниз от более молодых к более древним, затем – условные обозначения интрузивных и нестратифицированных вулканогенных образований (также от ранних к поздним). Во второй колонке, которая располагается правее первой (или ниже), находятся условные обозначения, объясняющие специальные знаки (крап), используемые при составлении геологической карты. К низу от них в этой же колонке даются обозначения геологических границ, разрывных нарушений и их морфологических разновидностей. Далее следуют условные обозначения элементов залегания слоёв, мест находок ископаемой фауны и флоры, горных выработок и прочих внемасштабных точечных объектов.

Задание на выполнение работы по теме «Основы геохронологии. Условные обозначения на картах и разрезах»

1 Пользуясь геохронологической шкалой (см. таблицу 5.1), расположите геологические периоды (таблица 5.5) в хронологическом порядке и напишите их условные буквенные обозначения. Между породами какого возраста имеется стратиграфический перерыв?

Т а б л и ц а 5.5 – Исходные данные для выполнения п. 1

Вариант	Геологические периоды	Вариант	Геологические периоды
1	Карбон, неоген, девон, палеоген	11	Палеоген, девон, неоген, силур
2	Пермь, палеоген, триас, неоген	12	Мел, неоген, карбон, палеоген
3	Мел, палеоген, девон, карбон	13	Триас, ордовик, юра, пермь
4	Девон, юра, мел, силур	14	Силур, кембрий, триас, ордовик
5	Пермь, кембрий, триас, ордовик	15	Ордовик, мел, силур, юра
6	Карбон, триас, пермь, неоген	16	Пермь, кембрий, девон, карбон
7	Юра, мел, карбон, девон	17	Палеоген, триас, неоген, юра
8	Ордовик, силур, юра, кембрий	18	Карбон, триас, силур, пермь
9	Силур, юра, триас, ордовик	19	Четвертичный, юра, мел, триас
10	Девон, палеоген, мел, кембрий	20	Триас, четвертичный, неоген, мел

Пример ответа: Четвертичный *Q*, неогеновый *N*, пермский *P*, каменноугольный *C* периоды. Стратиграфический перерыв наблюдается между неогеновым *N* и пермским *P*; отсутствуют породы палеогенового *P*, мелового *K*, юрского *I* и триасового *T* возрастов.

2 Назовите приведенные в таблице 5.6 геологические эры и периоды, расположив их в хронологическом порядке. Между породами какого возраста имеется стратиграфический перерыв?

Т а б л и ц а 5.6 – Исходные данные для выполнения п. 2

Вариант	Индексы	Вариант	Индексы	Вариант	Индексы
1	<i>D, I, O, S</i>	8	<i>T, D, C, P</i>	15	<i>T, P, N, S</i>
2	<i>P, N, T, Q</i>	9	<i>C, S, P, O</i>	16	<i>D, I, C, K</i>
3	<i>C, P, D, K</i>	10	<i>P, K, C, I</i>	17	<i>O, T, C, P</i>
4	<i>K, Q, T, I</i>	11	<i>I, Q, T, N</i>	18	<i>K, D, Q, I</i>
5	<i>P, P, Q, N</i>	12	<i>I, D, K, P</i>	19	<i>Q, N, P, O</i>
6	<i>D, C, K, S</i>	13	<i>N, T, P, I</i>	20	<i>KZ, MZ, D, C</i>
7	<i>T, P, S, D</i>	14	<i>I, O, S, T</i>		

Пример ответа: Юрский *I*, девонский *D*, силурийский *S*, ордовикский *O* периоды. Стратиграфический перерыв наблюдается между юрским *I* и девонским *D* периодом; отсутствуют породы отложения триасового *T*, пермского *P* и каменноугольного *C* возрастов.

3 В таблице 5.7 приведены условные обозначения (индексы) состава и возраста магматических горных пород. Прочитайте их наименования (см. таблицу 5.2) и относительный возраст. Какая из пород образовалась раньше?

Т а б л и ц а 5.7 – Исходные данные для выполнения п. 3

Вариант	Индексы	Вариант	Индексы	Вариант	Индексы
1	$\gamma O_2 \beta' T_1$	8	$\xi S_2 \lambda' K_1$	15	$\beta C_3 \nu C_1$
2	$\lambda T_2 \delta N_2$	9	$\alpha P_2 \varepsilon \xi P_1$	16	$\gamma O_3 \beta' C_3$
3	$\sigma O_1 \tau D_2$	10	$\nu N_1 \lambda O_2$	17	$\alpha O_2 \delta S_1$
4	$\beta K_1 \xi K_2$	11	$\varepsilon \xi I_3 \tau D_1$	18	$\sigma P_2 \lambda' T_3$
5	$\gamma AR \alpha O_1$	12	$\tau C_1 \lambda S_2$	19	$\delta T_1 \xi T_3$
6	$\nu C_1 \beta K_2$	13	$\beta D_3 \nu C_1$	20	$\lambda P_1 \tau K_1$
7	$\xi C_3 \beta I_2$	14	$\sigma D_1 \tau T_2$		

Пример ответа: раннедевонские сиениты (ξD_1) образовались раньше позднедевонских трахитов (τD_3).

4 Приведены условные обозначения (индексы) условий образования и возраста четвертичных отложений (таблица 5.8). Как называются эти отложения (см. таблицу 5.3)? Какая из пород образовалась раньше?

Т а б л и ц а 5.8 – Исходные данные для выполнения п. 4

Вариант	Индексы	Вариант	Индексы	Вариант	Индексы
1	$pdQ_1 dQ_2$	8	$bQ_2 daQ_4$	15	$eQ_1 bQ_3$
2	$dQ_2 aQ_3$	9	$tQ_4 laQ_3$	16	$gQ_4 mQ_2$
3	$tQ_4 eQ_4$	10	$pQ_4 mQ_1$	17	$eoQ_1 dQ_1$
4	$eQ_1 dpQ_2$	11	$fgQ_3 eoQ_2$	18	$tQ_4 aQ_3$
5	$aQ_4 gQ_3$	12	$eQ_1 dQ_2$	19	$mQ_1 aQ_4$
6	$fgQ_3 eQ_1$	13	$fgQ_2 bQ_4$	20	$fQ_3 mQ_2$
7	$aQ_3 eoQ_4$	14	$tQ_4 alQ_3$		

Пример ответа: раннечетвертичные элювиально-делювиальные отложения (edQ_1) образовались раньше современных озерных (lQ_4).

5 Геологическая история Земли в геохронологической шкале разделена на пять эр. Как они называются? Какими индексами обозначаются? Расположите индексы эр в геохронологическом порядке от древнейшей к современной.

6 Палеозойская эра в геохронологической шкале разделена на шесть периодов. Назовите периоды и расположите в стратиграфической последовательности от более древних к молодым.

7 Кайнозойская и мезозойская эры в геохронологической шкале разделены на три периода каждая. Назовите их и расположите в стратиграфической последовательности. Какие из них относятся к кайнозойской эре?

8 Изобразите условные обозначения пород, используя приложение Б, (таблица 5.9).

Т а б л и ц а 5.9 – Исходные данные для выполнения

Вариант	Название пород	Вариант	Название пород
1	Песок мелкий илистый	11	Песок пылеватый глинистый
2	Известняк трещиноватый	12	Глина с линзами гипса
3	Известняк закарстованный	13	Известняк местами песчанистый
4	Кремнистый песок крупный	14	Опока трещиноватая
5	Глина засоленная	15	Песок мелкий с гравием и щебнем
6	Мергели известковые	16	Песок глинистый с галькой
7	Песок мелкий с прослоями гипса	17	Песок крупный с гравием и галькой
8	Песок крупный с прослоями ангидрита	18	Глина с прослоями песка пылеватого
9	Супесь желтая со щебнем известняка	19	Песок средний со щебнем известняка
10	Суглинки плотные с обломками известняка	20	Граниты, выветрелые до состояния дресвы

6 ПОСТРОЕНИЕ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ КОЛОНКИ БУРОВОЙ СКВАЖИНЫ

Построение геологических колонок рекомендуется производить на миллиметровой бумаге формата А4 в такой последовательности:

1 Вычерчиваются необходимые для построения колонки столбцы: 1 – глубина; 2 – номер слоя; 3 – возраст породы; 4 – мощность слоя; 5 – абсолютная отметка подошвы слоя; 6 – колонка; 7 – абсолютная отметка уровней подземных вод; 8 – описание пород. Габаритные размеры геологической колонки по горизонтали приводятся в таблице 6.1.

Т а б л и ц а 6.1 – Габаритные размеры геологической колонки буровой скважины

В миллиметрах

Глубина, м	Номер слоя	Возраст пород	Мощность слоя, м	Абсолютная отметка подошвы слоя, м	Колонка	Абсолютная отметка уровней подземных вод, м	Описание пород
1	2	3	4	5	6	7	8

2 Принимается вертикальный масштаб. В столбце 1 наносится шкала глубины.

3 На шкале глубин отмечается мощность (толщина) первого слоя и проводится тонкая горизонтальная линия. Горизонтальная линия не пересекает скважину в столбце 6 и столбец 7.

4 В столбцах 2, 3, 4 по данным описания буровой скважины указывается номер слоя, возраст породы и мощность слоя соответственно.

5 Высчитывается абсолютная отметка подошвы (низа) слоя, которая равна разности отметки устья скважины и мощности слоя. Числовое значение абсолютной отметки подошвы слоя записывается внизу слоя в столбце 5.

6 В центральной части столбца 6 условно вычерчивается скважина, а остальная часть заштриховывается в соответствии с условными обозначениями данных пород (по приложению А) и окрашивается цветом, соответствующим возрасту данной породы (см. таблицу 5.4).

7 Аналогично производится построение и описание второго и последующих слоев породы.

8 В столбец 7 заносятся отметки подземных вод. Уровни подземных вод показываются графически (горизонты затушевываются синим или голубым цветом) в скважине (центральная часть столбца 6).

9 В столбце 8 приводится описание породы.

Рассмотрим пример построения геологической колонки по следующим исходным данным:

Номер скважины и абсолютная отметка устья, м	Номер слоя	Геологический возраст	Описание горных пород	Глубина залегания подошвы слоя, м	Глубина залегания уровня воды, м	
					появившегося	установившегося
41	1	<i>fgQ₄</i>	Суглинок бурый иловатый	5,5	1,5	1,7
140,1	2	<i>eQ₃</i>	Глина плотная	20,4		
	3	<i>eQ₁</i>	Песок жёлтый мелкий	38,8		
	4	<i>C₁</i>	Известняк трещиноватый	78,6		
	5	<i>D₃</i>	Аргиллит	82,9		
	6	<i>γPR</i>	Гранит трещиноватый	85,9		

Перед тем как перейти к графическому построению геологической колонки, необходимо сделать следующие расчёты:

1 Подсчитать мощность каждого слоя:

$$\text{слой № 1 } \underline{\quad 5,5 \text{ м} \quad};$$

$$\text{слой № 2 } \underline{\quad 20,4 - 5,5 = 14,9 \text{ м} \quad};$$

$$\text{слой № 3 } \underline{\quad 38,8 - 20,4 = 18,4 \text{ м} \quad};$$

$$\text{слой № 4 } \underline{\quad 78,6 - 38,8 = 39,8 \text{ м} \quad};$$

$$\text{слой № 5 } \underline{\quad 82,9 - 78,6 = 4,3 \text{ м} \quad};$$

$$\text{слой № 6 } \underline{\quad 85,9 - 82,9 = 3,0 \text{ м} \quad}.$$

Сумма полученных мощностей слоев должна равняться глубине залегания подошвы последнего слоя.

Проверяем: $5,5 + 14,9 + 18,4 + 39,8 + 4,3 + 3,0 = 85,9$ м.

Мощность 1-го слоя равна глубине залегания его подошвы. Мощность остальных слоев рассчитывается как разность между мощностями последующего и предыдущего слоев.

2 Подсчитать абсолютную отметку подошвы каждого слоя:

слой № 1	$\underline{140,1 - 5,5 = 134,6 \text{ м}}$;
слой № 2	$\underline{140,1 - 20,4 = 119,7 \text{ м}}$;
слой № 3	$\underline{140,1 - 38,8 = 101,3 \text{ м}}$;
слой № 4	$\underline{140,1 - 78,6 = 61,5 \text{ м}}$;
слой № 5	$\underline{140,1 - 82,9 = 57,2 \text{ м}}$;
слой № 6	$\underline{140,1 - 85,9 = 54,2 \text{ м}}$.

Абсолютная отметка подошвы слоя рассчитывается как разность между абсолютной отметкой устья скважины (число, стоящее под номером скважины, в первом столбце исходных данных) и глубиной залегания подошвы данного слоя.

3 Подсчитать абсолютную отметку уровня грунтовых вод каждого горизонта:

1-й горизонт	появившийся $140,1 - 1,5 = 138,6$ м
	установившийся $140,1 - 1,7 = 138,4$ м
2-й горизонт	появившийся $140,1 - 82,9 = 57,2$ м
	установившийся
3-й горизонт	появившийся
	установившийся

Абсолютная отметка уровня грунтовых вод рассчитывается как разность между абсолютной отметкой устья скважины (число, стоящее под номером скважины, в первом столбце исходных данных) и глубиной появившегося (установившегося) уровня воды. 1,5 м над устьем означает, что были вскрыты напорные воды, которые имеют положительный пьезометрический уровень над устьем скважины, этот напор указывается непосредственно на геологической колонке.

Приступаем к построению геологической колонки на миллиметровой бумаге формата А4. Масштаб геологической колонки принимаем 1 : 200. Абсолютная отметка устья скважины (точка пересечения ствола скважины с поверхностью Земли) равна +140,1 м. Абсолютная отметка забоя скважины равна +54,2 м (глубина залегания подошвы последнего слоя). Пример построения геологической колонки показан на рисунке б.1.

Геологическая колонка буровой скважины № 41

Абсолютная отметка устья – 140,1 м

Абсолютная отметка забоя – 54,2 м

М 1 : 200

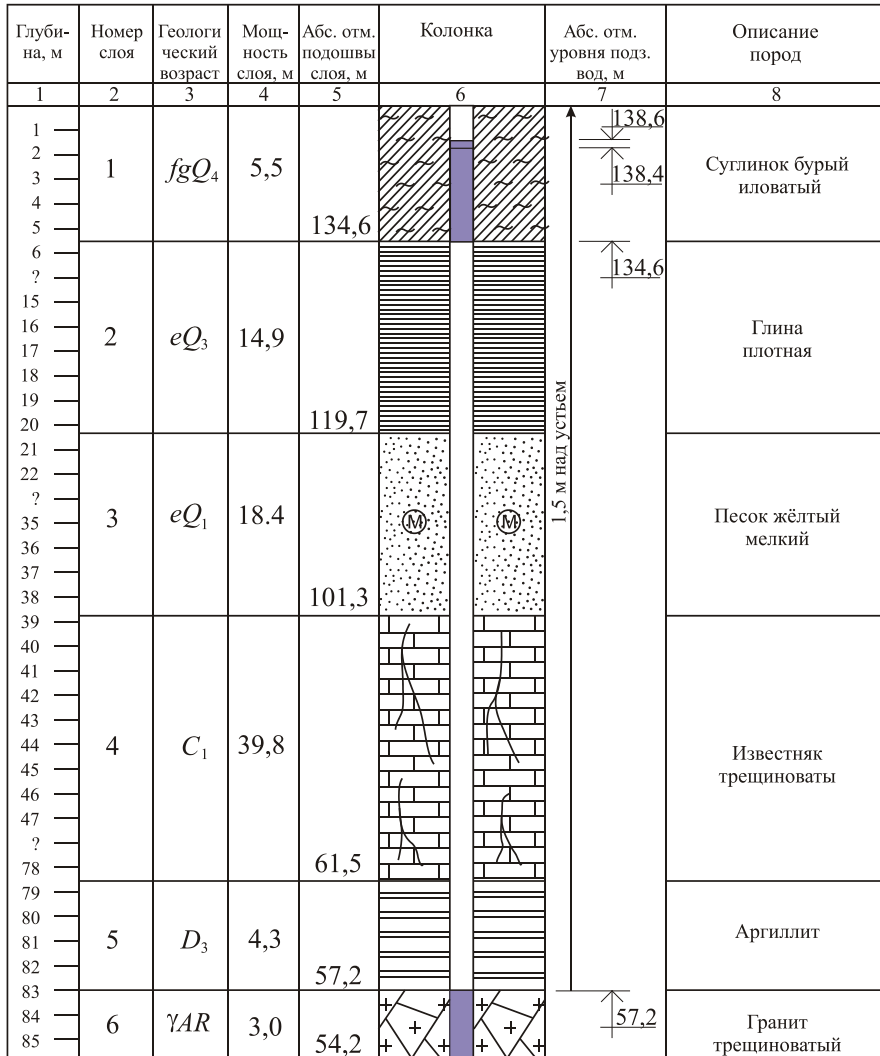


Рисунок 6.1 – Геологическая колонка буровой скважины

Задание на выполнение работы по теме «Построение геологической колонки»

Используя описания буровых скважин (таблица 6.2), постройте геологическую колонку скважины на миллиметровой бумаге формата А4. Масштаб принять 1 : 200.

Т а б л и ц а 6.2 – Описание буровых скважин

Номер скважины и абсолютная отметка устья, м	Номер слоя	Геологический возраст	Описание горных пород	Глубина залегания подошвы слоя, м	Глубина залегания уровня воды, м			
					появившегося	установившегося		
$\frac{1}{102,3}$	1	aQ_4	Супесь серая заторфованная	2,0	0,8	0,3		
	2	aQ_4	Ил серый с органическими остатками	5,9				
	3	aQ_3	Песок мелкий	10,1				
	4	aQ_3	Песок средний	11,7				
	5	C_1	Известняк трещиноватый	25,0				
$\frac{2}{106,4}$	1	aQ_4	Супесь серая	6,0	5,0	5,0		
	2	aQ_4	Песок мелкий	14,0				
	3	aQ_3	Песок средний	19,0				
	4	C_1	Известняк трещиноватый	34,9				
	5	D_3	Аргиллит серый	58,7				
	6	γPR	Гранит крупнокристаллический трещиноватый	65,0			58,7	12,2 над устьем
$\frac{3}{141,3}$	1	deQ_4	Супесь серая	2,2	0,8	0,6		
	2	C_3	Глина чёрная плотная	8,8				
	3	C_1	Известняк трещиноватый	69,8			40,1	40,7
	4	D_3	Аргиллит серый	89,3				
	5	γPR	Гранит крупнокристаллический выветрелый	92,0			89,3	22,6
$\frac{4}{144,1}$	1	deQ_4	Супесь серая заторфованная	3,1	0,6	0,0		
	2	C_3	Глина чёрная плотная	11,3				
	3	C_1	Известняк трещиноватый	72,8			45,0	45,6
	4	D_3	Аргиллит серый	97,9				
	5	γPR	Гранит трещиноватый	99,6			97,9	25,8
$\frac{5}{144,6}$	1	eQ_4	Супесь серая заторфованная	3,5	0,4	0,0		
	2	C_3	Глина чёрная плотная	12,1				
	3	C_1	Известняк трещиноватый	73,2			46,2	46,8
	4	D_3	Аргиллит серый	94,9				
	5	γPR	Гранит трещиноватый	97,4			94,9	26,1

Продолжение таблицы 6.2

Номер скважины и абсолютная отметка устья, м	Номер слоя	Геологический возраст	Описание горных пород	Глубина залегания подошвы слоя, м	Глубина залегания уровня воды, м	
					появившегося	установившегося
6 116,7	1	aQ_3	Суглинок бурый плотный	4,7	65,2	1,3
	2	aQ_3	Супесь жёлтая	13,9		
	3	aQ_3	Песок средний	20,8		
	4	C_1	Известняк трещиноватый	45,4		
	5	D_3	Аргиллит серый	65,2		
	6	γPR	Гранит трещиноватый	67,0		
7 101,1	1	aQ_4	Песок мелкий с глыбами известняка и дресвой	3,8	65,2	16,5 над устьем
	2	aQ_3	Песок средний	5,3		
	3	fgQ_1	Песок крупный кварцевый	6,4		
	4	C_1	Известняк трещиноватый	29,6		
	5	D_3	Аргиллит серый	65,2		
	6	γPR	Гранит трещиноватый крупнокристаллический	70,0		
8 94,6			Слой льда и воды		44,6	19,8 над устьем
	1	aQ_4	Песок мелкий	5,1		
	2	aQ_3	Песок средний	14,6		
	3	fgQ_1	Песок крупный	25,0		
	4	C_1	Известняк трещиноватый	31,1		
	5	D_3	Аргиллит серый	44,6		
9 98,2			Слой льда и воды		38,8	15,1 над устьем
	1	aQ_4	Песок мелкий	8,7		
	2	aQ_4	Песок крупный с гравием	10,7		
	3	aQ_3	Песок средний	17,1		
	4	fgQ_1	Песок крупный	22,3		
	5	C_1	Известняк трещиноватый	27,0		
	6	D_3	Аргиллит серый	38,8		
7	γPR	Гранит трещиностойкий выветрелый	46,0			
10 96,9			Слой льда и воды		35,0	
	1	aQ_4	Песок мелкий	12,0		
	2	aQ_3	Песок средний	20,1		
	3	fgQ_1	Песок крупный	33,6		
		D_3	Аргиллит серый	35,0		

Продолжение таблицы 6.2

Номер скважины и абсолютная отметка устья, м	Номер слоя	Геологический возраст	Описание горных пород	Глубина залегания подошвы слоя, м	Глубина залегания уровня воды, м	
					появившегося	установившегося
11 105,0	1	aQ_4	Супесь бурая рыхлая	5,8	4,1	4,6
	2	aQ_4	Песок мелкий кварцевый	14,3		
	3	aQ_3	Песок средний	24,6		
	4	fgQ_1	Песок крупный	32,5		
	5	C_1	Известняк трещиноватый	33,9		
	6	D_3	Аргиллит серый	52,2		
	7	γPR	Гранит трещиноватый выветрелый	61,0		
12 106,0	1	aQ_4	Супесь бурая рыхлая	7,2	4,9	5,5
	2	aQ_4	Песок мелкий	14,7		
	3	aQ_3	Песок средний	26,0		
	4	fgQ_1	Песок крупный	32,6		
	5	C_1	Известняк трещиноватый	34,8		
	6	D_3	Аргиллит серый	61,6		
	7	γPR	Гранит трещиноватый	66,0		
13 107,9	1	pQ_4	Щебень известняка с суглинистым заполнителем	2,3	9,6	5,5
	2	aQ_3	Суглинок бурый	9,6		
	3	aQ_3	Песок средний	28,3		
	4	fgQ_1	Песок крупный кварцевый	42,0		
	5	D_3	Аргиллит серый	56,0		
	6	γPR	Гранит крупнокристаллический трещиноватый	59,0		
14 106,6	1	pQ_4	Щебень известняка с суглинистым заполнителем	2,3	4,6	5,1
	2	aQ_3	Песок мелкий	12,8		
	3	aQ_3	Песок средний	25,9		
	4	fgQ_1	Песок крупный с гравием	41,5		
	5	D_3	Аргиллит серый	45,4		
	6	γPR	Гранит трещиноватый	52,0		
15 116,5	1	aQ_3	Суглинок бурый	5,1	14,8	15,2
	2	aQ_3	Супесь жёлтая	11,9		
	3	aQ_3	Песок средний	35,2		
	4	fgQ_1	Песок крупный с гравием	48,3		
	5	D_3	Аргиллит серый	53,7		
	6	γPR	Гранит крупнокристаллический выветрелый	58,0		

Продолжение таблицы 6.2

Номер скважины и абсолютная отметка устья, м	Номер слоя	Геологический возраст	Описание горных пород	Глубина залегания подошвы слоя, м	Глубина залегания уровня воды, м	
					появившегося	установившегося
16 115,6	1	aQ_3	Суглинок бурый плотный	6,3	14,1	14,5
	2	aQ_3	Супесь жёлтая	13,5		
	3	aQ_3	Песок средний	35,7		
	4	fgQ_1	Песок крупный с гравием	48,0		
	5	D_3	Аргиллит серый	50,2		
17 112,8	1	aQ_3	Суглинок бурый плотный	10,4	10,9	11,4
	2	aQ_3	Песок средний	32,0		
	3	fgQ_1	Песок крупный с гравием и галькой	47,9		
	4	D_3	Аргиллит серый	64,6		
	5	γPR	Гранит трещиноватый	70,0		
				64,6	4,1 над устьем	
18 116,2	1	aQ_3	Суглинок бурый плотный	10,5	11,7	12,2
	2	aQ_3	Песок средний	26,3		
	3	fgQ_1	Песок крупный кварцевый	42,4		
	4	C_1	Известняк трещиноватый	44,7		
	5	D_3	Аргиллит серый	51,8		
19 117,1	1	aQ_3	Суглинок бурый плотный	5,4	14,1	14,6
	2	aQ_3	Супесь жёлтая	12,5		
	3	aQ_3	Песок средний	34,7		
	4	fgQ_1	Песок крупный	43,3		
	5	C_1	Известняк трещиноватый	46,1		
	6	D_3	Аргиллит серый	55,3		
	7	γPR	Гранит трещиноватый	60,0		
20 116,0	1	aQ_3	Суглинок бурый	8,1	13,2	13,8
	2	aQ_3	Супесь жёлтая	14,9		
	3	aQ_3	Песок средний	32,8		
	4	fgQ_1	Песок крупный	38,1		
	5	C_1	Известняк трещиноватый	44,6		
	6	D_3	Аргиллит серый	62,2		
	7	γPR	Гранит трещиноватый крупнокристаллический	70,0		
				62,2	2,5	
21 114,5	1	aQ_3	Суглинок бурый иловатый	4,4	11,8	11,9
	2	aQ_3	Супесь жёлтая	13,2		
	3	aQ_3	Песок средний	32,2		
	4	fgQ_1	Песок крупный с гравием	38,1		
	5	C_1	Известняк трещиноватый	45,5		
	6	D_3	Аргиллит серый	67,3		
	7	γPR	Гранит крупнокристаллический трещиноватый	70,0		
				67,3	0,2	

Продолжение таблицы 6.2

Номер скважины и абсолютная отметка устья, м	Номер слоя	Геологический возраст	Описание горных пород	Глубина залегания подошвы слоя, м	Глубина залегания уровня воды, м	
					появившегося	установившегося
<u>22</u> 118,6	1	dQ_4	Суглинок серый со щебнем известняка	1,6	11,8	12,2
	2	aQ_3	Суглинок бурый плотный	6,2		
	3	C_1	Известняк трещиноватый	47,1		
	4	D_3	Аргиллит серый	93,4		
	5	γPR	Гранит трещиноватый крупнокристаллический	95,0		
<u>23</u> 118,4	1	dQ_4	Песок пылеватый	1,2	10,9	11,3
	2	aQ_3	Суглинок бурый плотный	8,3		
	3	aQ_3	Супесь жёлтая	14,6		
	4	aQ_3	Песок средний	18,9		
	5	C_1	Известняк трещиноватый	47,1		
	6	D_3	Аргиллит серый	57,4		
	7	γPR	Гранит трещиноватый	62,0		
<u>24</u> 144,3	1	edQ_4	Супесь серая заторфованная	2,6	0,4	0,6
	2	C_3	Глина чёрная плотная	11,9	45,8	45,5
	3	C_1	Известняк трещиноватый	73,0		
	4	D_3	Аргиллит серый	94,5		
	5	γPR	Гранит трещиноватый крупнокристаллический	99,0		
94,5	94,5	29,1				
<u>25</u> 129,2	1	dQ_4	Супесь серая со щебнем известняка	2,5	30,3	30,0
	2	C_1	Известняк закарстованный	58,5		
	3	D_3	Аргиллит серый	72,4		
	4	γPR	Гранит выветрелый	75,0		
<u>26</u> 131,0	1	dQ_4	Суглинок с обломками известняка	3,4	24,8	24,7
	2	C_1	Известняк закарстованный	59,5		
	3	D_3	Аргиллит серый	78,6		
	4	γPR	Гранит крупнокристаллический трещиноватый	80,0		
<u>27</u> 107,5	1	aQ_4	Песок пылеватый	2,6	5,7	5,7
	2	aQ_4	Супесь бурая	8,4		
	3	aQ_4	Песок мелкий	18,9		
	4	aQ_3	Песок средний	22,2		
	5	C_1	Известняк трещиноватый	36,0		
	6	D_3	Аргиллит серый	53,6		
	7	γPR	Гранит трещиноватый крупнокристаллический	59,4		
				53,6	7,1	над устьем

Окончание таблицы 6.2

Номер скважины и абсолютная отметка устья, м	Номер слоя	Геологический возраст	Описание горных пород	Глубина залегания подошвы слоя, м	Глубина залегания уровня воды, м	
					появившегося	установившегося
$\frac{28}{99,8}$			Слой льда и воды		2,3 над устьем	2,5 над устьем
	1	aQ_4	Песок мелкий	7,9		
	2	aQ_4	Песок крупный с галькой	12,8		
	3	aQ_3	Песок средний	13,1		
	4	fgQ_1	Песок крупный	16,6		
	5	C_1	Известняк трещиноватый	23,1		
	6	D_3	Аргиллит серый	38,9		
	7	γPR	Гранит трещиноватый	44,3	38,9	15,9 над устьем
$\frac{29}{115,8}$	1	aQ_4	Суглинок бурый плотный	6,6	15,1	15,6
	2	aQ_3	Супесь жёлтая	13,6		
	3	aQ_3	Песок средний	35,8		
	4	fgQ_1	Песок крупный с галькой и гравием	48,4		
	5	D_3	Аргиллит серый	61,4		
	6	γPR	Гранит трещиноватый	72,8		
$\frac{30}{116,7}$	1	aQ_3	Суглинок бурый плотный	10,6	11,9	11,4
	2	aQ_3	Песок средний	32,2		
	3	fgQ_1	Песок крупный с гравием	50,4		
	4	D_3	Аргиллит серый	74,6		
	5	γPR	Гранит трещиностойкий выветрелый	80,0		
$\frac{31}{116,5}$	1	aQ_3	Суглинок бурый плотный	10,3	11,8	12,3
	2	aQ_3	Песок средний	26,8		
	3	fgQ_1	Песок крупный кварцевый	42,1		
	4	C_1	Известняк трещиноватый	44,8		
	5	D_3	Аргиллит серый	54,8		
$\frac{32}{117,6}$	1	aQ_3	Суглинок бурый плотный	5,1	14,5	14,8
	2	aQ_3	Супесь жёлтая	12,9		
	3	aQ_3	Песок средний с гравием	34,8		
	4	fgQ_1	Песок крупный	43,1		
	5	C_1	Известняк трещиноватый	46,9		
	6	D_3	Аргиллит серый	55,8		
	7	γPR	Гранит трещиноватый	64,0		

7 ПОСТРОЕНИЕ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО РАЗРЕЗА

Геологической картой называется графическое изображение на топографической или географической основе с помощью условных знаков геологического строения какого-либо участка земной коры, континентов или земного шара в целом. Геологическая карта показывает распространение на земной поверхности выходов горных пород, различающихся по возрасту, происхождению, составу и условиям залегания.

Геологические карты строятся по результатам геологической съемки, теоретического обобщения достижений геологических наук и практического опыта (при составлении геологических карт ведущее значение имеют такие разделы геологии, как стратиграфия, геотектоника, структурная геология, историческая геология, литология, геохимия, минералогия, петрография, месторождение полезных ископаемых).

На геологической карте определенными цветами и дополняющими их буквенно-цифровыми индексами выделяются распространенные и расчлененные по возрасту, в соответствии с общей (международной) стратиграфической шкалой, стратифицированные горные породы. Различными линиями обозначаются разнообразные геологические границы: согласное и несогласное залегание, разрывные нарушения и др. На геологической карте при необходимости показываются элементы залегания пород, места находок ископаемых органических остатков и отбора проб, местоположение буровых скважин, шурфов и т. п. Дробность подразделений и нагрузка геологических карт зависят от масштаба и назначения карты.

При построении геологических карт используют топографические карты соответствующего масштаба.

Все карты подразделяются на карты коренных пород и четвертичных отложений. На *картах четвертичных отложений* принято показывать расположение в плане пород различного происхождения (речные, ледниковые и т. д.) и литологического состава, расположенных на поверхности земли. *Карты коренных пород* показывают горные породы (характер залегания, литологический состав и т. д.), которые располагаются под четвертичными отложениями и скрыты от прямого наблюдения. Среди геологических карт коренных пород выделяют несколько видов: стратиграфические, литологические и литолого-стратиграфические. Кроме того, для различных целей составляют карты специального назначения, среди которых основное место занимают инженерно-геологические, гидрогеологические и карты строительных материалов.

Стратиграфическая карта показывает границы распространения пород различного возраста. Породы одного и того же возраста на карте обозначают условными буквенными индексами и окрашивают одним цветом.

Литологическая карта отражает состав пород. Каждую породу обозначают условным знаком. В практике геологических исследований для строительства чаще составляют литолого-стратиграфические карты, на которых показаны возраст и состав пород.

При инженерно-геологических обследованиях с целью получения наглядного представления о напластовании слоев, глубине их залегания выполняется грунтово-геологический разрез. Исходными данными для его составления является описание буровых скважин.

Геологический разрез – сечение участка земной коры вертикальной плоскостью с изображением на нем геологических факторов, характеризующих взаимное расположение слоев горных пород и условия их обводнения.

Геологические разрезы составляются по геологическим картам, данным геологических наблюдений и горных выработок (буровые скважины, шурфы и т. п.), геофизических исследований и др. Геологические разрезы ориентируют, главным образом, вкрест или по простиранию геологических структур по прямым или ломаным линиям, проходящим при наличии глубоких опорных буровых скважин через эти скважины. Горизонтальные и вертикальные масштабы геологических разрезов обычно соответствуют масштабу геологической карты.

Геологический разрез по данным буровых скважин рекомендуется строить в следующей последовательности:

1 В таблице вариантов (таблица 7.1) найти номера скважин, по которым нужно построить геологический разрез, а в таблице 6.2 – их характеристики. Предложенная в задании очерёдность скважин должна строго соблюдаться при выполнении работы.

2 Для построения разреза используется лист миллиметровой бумаги формата А4.

В нижней части листа во всю его длину построить таблицу, включающую в себя 3 графы: номер скважины, абсолютная отметка устья, расстояние между скважинами.

3 Выбрать для разреза горизонтальный и вертикальный масштабы. Слева от предполагаемого разреза построить шкалу, отображающую вертикальный масштаб. Длина шкалы будет зависеть от глубины скважин. Необходимо сравнить параметры всех задействованных скважин и выбрать из них минимальную отметку забоя и максимальную отметку устья. Нижняя отметка шкалы должна находиться на 1–2 см ниже минимальной отметки забоя, а верхняя – на столько же выше максимальной отметки устья. Например, если минимальная отметка забоя 42 м, а максимальная отметка устья 63 м, то для построения разреза необходима шкала, включающая высотные отметки от 40 до 65 м включительно. Нумерацию на шкале реко-

мендуется начинать снизу вверх по возрастанию абсолютных отметок.

При работе с пластами большой мощности масштабы могут быть одинаковыми. В других случаях, а так же в целях уменьшения длины разреза, горизонтальный масштаб можно принять в несколько раз меньше вертикального, но с таким расчётом, чтобы не получилось слишком большого искажения рельефа местности.

4 На расстоянии 1,5–2 см от шкалы провести прямую вертикальную линию шириной 2 мм, изображающую ствол первой по порядку скважины. Ограничить её снизу коротким горизонтальным штрихом – так обозначают забой скважины.

Аналогично изобразить остальные скважины с учетом абсолютных отметок устья и забоя, а так же расстояния между скважинами.

Устья скважин соединить плавной линией для получения топографического профиля участка.

5 На линиях горных выработок, каждый раз начиная от устья, отложить в заданном масштабе границы пластов горных пород, отвечающие описаниям буровых скважин. Справа от ствола скважины подписать значения абсолютных отметок подошв пластов.

6 Границы одинаковых отложений в соседних скважинах соединить плавными линиями, которые будут являться графической интерполяцией положения пластов горных пород между выработками.

Если порода, имеющаяся в одной скважине, отсутствует в соседней, то её следует выклинивать на середине расстояния между выработками.

Места выхода слоев на поверхность определите в соответствии с инженерно-геологической картой. Более древние слои (с большими номерами) не могут залегать над более молодыми.

7 Если подземные воды достигнуты горными выработками, то в каждой скважине отображают положение их уровня синим цветом. Самые верхние отметки УГВ (уровень грунтовых вод) соединить плавной пунктирной синей линией, аналогично границам пластов.

8 Окончательно оформить разрез штриховкой пород однородного состава и одинакового возраста общепринятыми условными обозначениями (см. приложение Б), а также цветом (см. таблицу 5.2).

9 Справа от разреза указать расшифровку условных обозначений, заключенных в прямоугольники размером 10×15 мм. Прямоугольник окрашивается соответствующим цветом, заполняется штриховыми знаками или крапом и внутри его проставляется индекс. Справа даётся словесное объяснение условного знака.

Пример оформления геологического разреза по данным буровых скважин приведен на рисунке 7.1.

Задание на выполнение работы по теме «Построение геологического разреза по данным буровых скважин».

Построить геологический разрез по линии, указанной в соответствующем варианте таблицы 7.1 с использованием описания буровых скважин таблицы 6.2.

Для построения варианта принять горизонтальный масштаб 1 : 10000, вертикальный 1 : 1000.

Т а б л и ц а 7.1 – Варианты заданий к построению геологического разреза

Вариант	Номер буровых скважин		
	Расстояния между скважинами, м		
1	6 – 9 – 15 – 19	660	500 720
2	3 – 6 – 9 – 15	1060	440 300
3	4 – 7 – 13 – 18	980	480 120
4	7 – 13 – 18 – 22	480	300 600
5	5 – 8 – 10 – 26	800	60 740
6	25 – 12 – 17 – 21	600	300 340
7	3 – 25 – 12 – 17	880	500 140
8	6 – 11 – 16 – 20	500	320 600
9	2 – 6 – 11 – 16	760	400 140
10	5 – 24 – 14 – 23	620	900 460
11	3 – 6 – 28 – 15	1020	480 300
12	23 – 22 – 21 – 20	1080	600 620
13	8 – 7 – 25 – 6	580	600 600
14	5 – 4 – 2 – 1	660	1220 320
15	14 – 13 – 12 – 11	960	600 600
16	20 – 29 – 11 – 6	620	340 580

8 ПОСТРОЕНИЕ КАРТЫ ГИДРОИЗОГИПС И РЕШЕНИЕ ПО НЕЙ НЕКОТОРЫХ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАДАЧ

Карты гидроизогипс характеризуют форму поверхности грунтовых вод в виде системы изолиний. Гидроизогипсы выполняют ту же роль по отношению к поверхности грунтовых вод, что и изолинии (горизонтالي). Поверхность грунтовых вод и ее уровень формируются под влиянием гидролого-климатических, метеорологических, гидрогеологических, тектонических и геолого-геоморфологических факторов.

Гидроизогипсы – это линии, соединяющие точки зеркала грунтовых вод или уровни грунтовых вод, имеющие одинаковую абсолютную высоту.

Последовательность построения карты гидроизогипс:

1 В заданном масштабе наносим на карту план расположения скважин, обозначая их кружками диаметром 2 мм (рисунок 8.1). Так как в примере по заданию необходимо построить гидрогеологический профиль по железнодорожной трассе, то наносим и ее, показывая месторасположение и нумерацию пикетов.

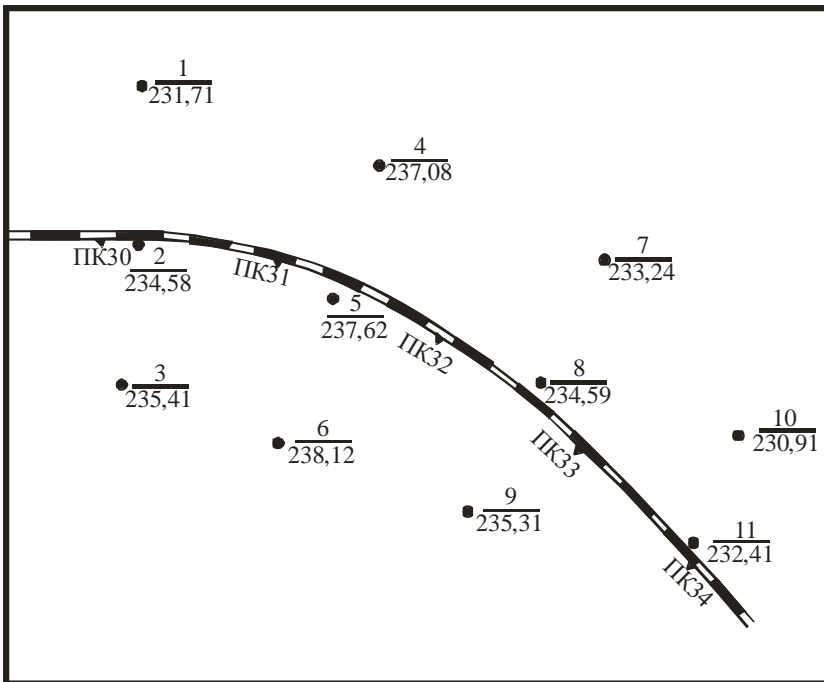


Рисунок 8.1 – Местоположение скважин с нумерацией и абсолютными отметками грунтовых вод

Справа от каждой скважины в числителе записывают номер скважины, в знаменателе – абсолютную отметку уровня грунтовых вод в скважине.

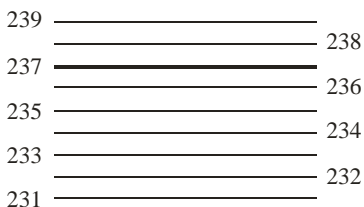
Абсолютные отметки уровня грунтовых вод в каждой скважине вычисляем как разность между отметкой устья скважины и глубиной залегания установившегося уровня грунтовых вод.

2 Выбирается сечение (частота заложения гидроизогипе), равное 1 метру.

3 Путем интерполяции определяем отметки уровней грунтовых вод между скважинами и точки с одинаковыми отметками уровней грунтовых вод соединяем линиями – гидроизогипсами.

Интерполяцию удобно производить с помощью палетки (рисунок 8.2, *а*), представляющей собой систему параллельных линий (масштабную сетку), проведенных на кальке на равном расстоянии друг от друга, обычно 3–5 мм. Выполняется интерполяция в такой последовательности. Точки, отметки уровней которых подлежат интерполяции, соединяют вспомогательной прямой линией (после работы линии стираются). Палетка накладывается на одну из точек таким образом, чтобы отметка на палетке и отметка точки совпадали. Эта точка фиксируется путем прокола булавкой. Далее палетка поворачивается вокруг булавки до тех пор, пока отметка второй точки не совпадет с отметкой на палетке. На пересечении отрезка, соединяющего точки с масштабной сеткой палетки, находим искомые точки (рисунок 8.2, *б*). Целесообразно производить интерполяцию, соединяя ближайшие точки отрезками так, чтобы последние образовывали в плане треугольники или четырехугольники. При составлении карты гидроизогипс нельзя интерполировать между точками, расположенными по разные стороны поверхностных водотоков и водоемов.

а)



б)

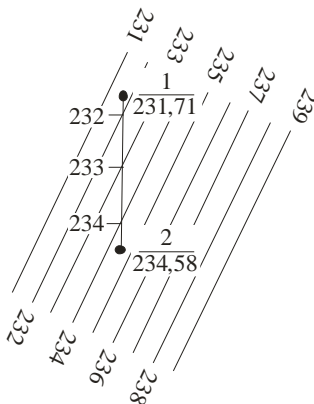


Рисунок 8.2 – Палетка для интерполяции (*а*) и схема интерполяции (*б*)

4 Полученные гидроизогипсы подписываем. Гидроизогипсы, кратные пяти, выделяем жирной линией (рисунок 8.3). Цвет гидроизогипс – синий или голубой.

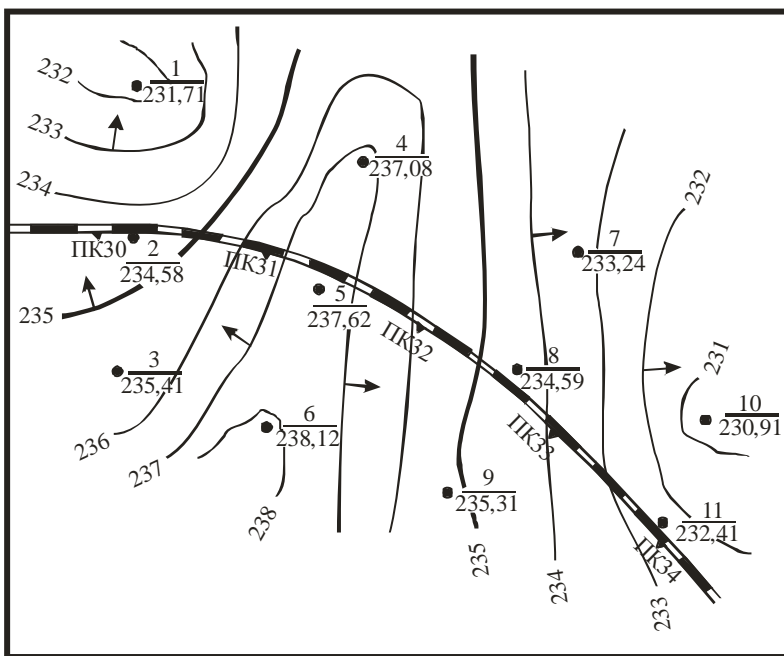


Рисунок 8.3 – Карта гидроизогипс

Карта гидроизогипс позволяет решать ряд важных практических вопросов. Прежде всего, она позволяет видеть направление движения подземных вод в любой точке. Это направление определяется линией, перпендикулярной к гидроизогипсам. На карте гидроизогипс показываем направление движения подземных вод в виде красных стрелок, проведенных перпендикулярно к гидроизогипсам.

Зная коэффициент фильтрации породы водоносного слоя, по карте гидроизогипс можно определить скорость движения подземного потока:

$$v = kI,$$

где k – коэффициент фильтрации, м/сут;

I – гидравлический градиент или градиент напора, т. е. отношение разницы отметок поверхности водоносного слоя в двух точках к расстоянию между ними.

Расположение указанных точек должно находиться на линии, характеризующей направление движения подземного потока, т. е. на перпендикуляре к гидроизогипсам. Скорость движения на отдельных участках карты может быть различна. Наибольшая скорость будет иметь место там, где наблюдается сгущение гидроизогипс.

Линия для построения топографического и гидрогеологического профилей задана по железнодорожной трассе. По горизонтальной оси профиля откладываются расстояния, по вертикальной – высоты или глубины. Топографический профиль строится по горизонталям и высотным отметкам топографической или гипсометрической карты.

К линии профиля (железнодорожной трассе) прикладываем полоску бумаги с ровным краем и отмечаем на ней начало рамки, ограничивающей план горизонталей. Далее, идя по железнодорожной трассе, отмечаем ее пересечения с горизонталями, указывая местоположение и номера пикетов, принимая за прямую участок трассы от пикета до пикета. Переносим на бумагу пересечения горизонталей, нужно подписывать их высоты. Для построения гидрогеологического профиля используем карту гидроизогипс.

Топографический и гидрогеологический профили (рисунок 8.4) строим на миллиметровой бумаге формата А4; полоска бумаги с нанесенными точками пересечения горизонталей и гидроизогипс остается в качестве инструмента для работы.

В начале профиля (линия рамки плана горизонталей или гидроизогипс) построим вертикальную ось со шкалами высот; на них отметим положение всех горизонталей и гидроизогипс, которые пересекаются линией профиля. Сначала переносим на профиль с полоски бумаги точки пересечения горизонталей, сдвигая полоску вверх и вниз до уровня соответствующей горизонтали и тщательно следя за тем, чтобы начало профиля на полоске бумаги все время совпадало с вертикальной шкалой. Полученные на разных высотах точки соединяем линией. Затем в том же порядке строим гидрогеологический профиль. В первой горизонтальной строке под профилем (см. рисунок 8.4) отмечаем места расположения и номера пикетов, учитывая привязку к вертикальной шкале. Расстояние между пикетами равно 100 м. Для вычисления абсолютных отметок поверхности земли и поверхности воды на пикетах и промежуточных точках проводим вертикальные линии до пересечения с топографическим или гидрогеологическим профилем и сносим на вертикальную ось, записывая полученные результаты во вторую и третью строки под профилем.

Задание на выполнение работы «Построение карты гидроизогипс и определение направления и скорости грунтового потока»

Исходные данные для выполнения:

1 План в горизонталях (рисунок 8.5).

2 Глубина установившегося уровня, м (таблица 8.1).

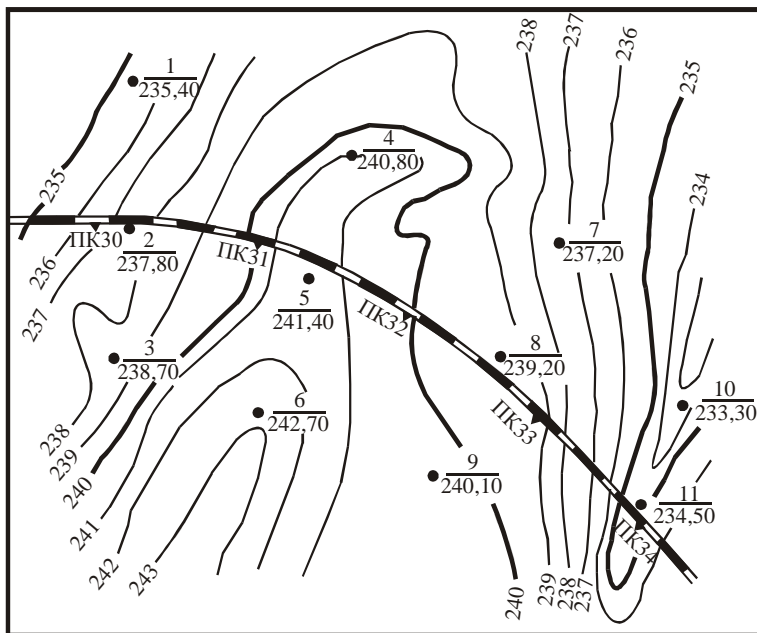


Рисунок 8.5 – План в горизонталях. М 1 : 4000

Таблица 8.1 – Исходные данные

Номер скважины	Вариант глубины установившегося уровня, м														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	3,15	4,58	3,52	3,25	2,70	3,09	3,58	3,37	3,20	2,91	3,25	2,50	2,51	2,84	3,19
2	2,61	4,18	3,05	2,85	2,20	2,67	3,18	2,97	2,40	2,51	2,85	2,30	2,01	2,34	2,39
3	2,64	4,28	3,15	2,95	2,80	2,77	3,28	3,07	2,50	2,61	2,95	2,70	2,11	2,44	2,49
4	3,25	4,78	3,71	3,45	3,20	3,27	3,78	3,57	3,30	3,11	3,45	3,00	2,61	2,94	3,29
5	3,45	4,98	3,91	3,65	3,40	3,47	3,98	3,77	3,50	3,31	3,65	3,70	2,81	3,14	3,49
6	3,95	5,48	4,40	4,15	3,97	3,58	4,48	4,27	3,60	3,81	4,15	3,80	3,31	3,68	3,59
7	3,58	5,08	4,00	3,75	4,00	4,08	4,08	3,87	4,00	3,41	3,75	3,90	2,91	2,24	3,99
8	4,08	5,58	4,52	4,25	5,00	4,28	4,58	4,37	4,60	3,91	4,25	4,75	3,41	3,78	4,59
9	4,27	5,78	4,70	4,45	4,35	1,89	4,78	4,51	4,20	4,11	4,45	4,00	3,61	3,98	4,19
10	1,88	3,33	3,70	2,05	1,60	1,58	2,38	2,17	3,00	1,71	2,05	3,25	1,21	2,10	2,99
11	1,55	3,08	2,73	1,75	1,70	1,52	2,08	1,87	3,00	1,41	1,75	3,11	0,91	1,90	2,95

Н е о б х о д и м о:

- 1 Подсчитать абсолютные отметки уровня грунтовых вод в скважинах.
- 2 Построить карту гидроизогипс по отметкам уровня грунтовых вод методом интерполяции (сечение гидроизогипс через 1 м).
- 3 Вычислить по карте скорость движения подземных вод при коэффициенте фильтрации, равном 8 м/сут.
- 4 Определить направление движения подземных вод в отдельных пунктах карты.
- 5 Вычислить абсолютные отметки поверхности земли и поверхности воды на пикетах.
- 6 Построить топографический и гидрогеологический профили по железнодорожной трассе.
- 7 Показать на топографическом профиле проектную линию максимального углубления выемки с учетом высоты капиллярного поднятия $h_{\text{кап}} = 1,5$ м.

ПРИЛОЖЕНИЕ А
(справочное)

Краткая характеристика основных породообразующих минералов

№	Название	Блеск; цвет	Цвет черты	Спайность	Твёрдость	Диагностический признак
1	Графит	Полуметаллический; чёрный	Чёрный, тёмно-серый	Несовершенная	1	Жирный на ощупь, твёрдость, черта
2	Сера	Жирный, стеклянный; жёлтый	Светло-жёлтый	Нет	1,5	Цвет, черта, хрупкость
3	Пирит	Металлический; латунно-жёлтый	Чёрный	Нет	6–6,5	Цвет, блеск, черта, высокая твёрдость
4	Халькопирит	Металлический; латунно-жёлтый с побежалостью	Чёрный, зеленоватый	Нет	4	В отличие от пирита не царапает стекло, побежалость
5	Галит	Стеклянный; белый, бесцветный	Белый	Совершенная	2	Солёный вкус, низкая прочность
6	Гипс	Стеклянный; белый, бесцветный	Белый	Совершенная	2	Царапается ногтем, спайность в одном направлении
7	Кальцит	Стеклянный; белый, бесцветный	Белый	Совершенная	3	Реакция с соляной кислотой
8	Гематит	Полуметаллический; буро-красный	Вишнёво-красный	Нет	1–5	Черта, тяжёлый
9	Магнетит	Полуметаллический; чёрный	Чёрный	Нет	6	Магнитность, черта, твёрдость
10	Лимонит	Матовый; ржаво-бурый	Бурый, ржаво-бурый	Нет	1–5	Черта, цвет
11	Кварц	Стеклянный; белый, бесцветный	Нет	Нет	7	Высокая твёрдость, отсутствие спайности, цвет
12	Пироксен	Стеклянный; чёрный	Светло-серый	Совершенная	6–6,5	Призматическая форма кристаллов

13	Роговая обманка	Стеклянный; тёмно-зелёный	Зеленовато-серый	Средняя	5,5–6	Кристаллические агрегаты, кристаллы
14	Биотит	Перламутровый; чёрный	Белый, серый	Весьма совершенная	2,5	Чешуйчатые агрегаты, цвет, спайность
15	Мусковит	Перламутровый; бесцветный	Белый	Весьма совершенная	2,5	Чешуйчатые агрегаты, цвет, спайность
16	Серпентин	Жирный, восковой; зеленоватый	Белый	Несовершенная	3–4	Пятнистая окраска, включение асбеста
17	Каолинит	Матовый; белый	Белый	Несовершенная	1	Размокает в воде
18	Тальк	Жирный, восковой; белый, серый	Белый	Несовершенная	1	Цвет, твёрдость, жирный на ощупь
19	Лабрадор	Стеклянный; тёмный с иризацией	Белый	Совершенная	6	Цвет, иризация, твёрдость
20	Ортоклаз	Стеклянный; от белого до тёмно-красного	Белый	Совершенная	6	Цвет, спайность в двух направлениях, твёрдость
21	Плагиоклаз	Стеклянный; от белого до коричневого	Белый	Совершенная	6	Спайность под меньшим углом, чем у ортоклаза, твёрдость
22	Опал	Стеклянный; белый, бесцветный	Белый	Нет	6–6,5	Твёрдость, хрупкость
23	Апатит	Стеклянный; белый, зелёный, голубой	Белый	Несовершенная	5	Призматические кристаллы, отличие от берилла – меньшая прочность
24	Ангидрит	Стеклянный; белый, серый, бледно-синий	Белый, серый	Совершенная	3–4	Цвет, хрупкость
25	Сильвин	Стеклянный; белый, бесцветный	Белый	Совершенная	2	Горько-солёный вкус, низкая прочность

ПРИЛОЖЕНИЕ Б
(обязательное)
Условные графические обозначения

Класс скальных грунтов

1 Магматические грунты



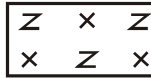
Андезит, порфит



Липарит, порфир



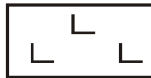
Базальт



Монцонит



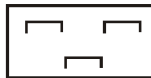
Габбро



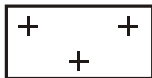
Норит



Горнблендит



Перидотит



Гранит



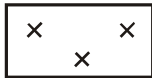
Сиенит



Диабаз



Туф



Диорит



Эффузивные
нерасчлененные

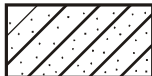
2 Метаморфические грунты



Гнейс



Сланец



Кварцит

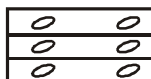


Катаклазит

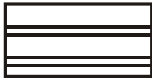
3 Обломочные грунты



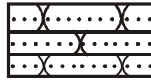
Алевролит



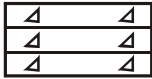
Конгломерат



Аргиллит



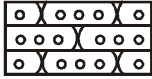
Песчаник



Брекчия



Тиллит

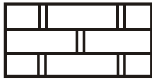


Гравелит

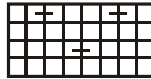


Туффит

4 Биохимические грунты



Доломит



Мел глинистый



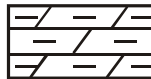
Доломит глинистый



Мергель



Доломит известковистый



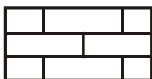
Мергель глинистый



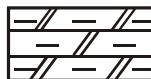
Доломит известковый



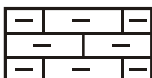
Мергель доломитовый



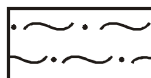
Известняк



Мергель глинистый доломитовый



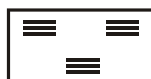
Известняк глинистый



Гиттия, сапрокол



Известняк доломитистый



Диатомит, трепел



Известняк доломитовый



Опока



Мел

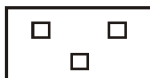


Спонголит, радиоларит

5 Химические грунты



Ангидрит



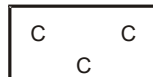
Соль каменная



Гипс



Соль калийная



Галоидные
нерасчлененные

6 Искусственные грунты



Магматические, метаморфические и осадочные сцементированные, крупнообломочные, песчаные и пылевато-глинистые несцементированные закреплённые (сетка на фоне соответствующего знака)

Класс нескальных грунтов

1 Крупнообломочные грунты



Валунный грунт



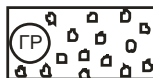
Глибовый грунт



Галечниковый
грунт



Щебенистый
грунт



Гравийный грунт



Дресвяный грунт

2 Песчаные грунты



Песок
гравелистый



Песок
мелкий



Песок
крупный



Песок
пылеватый



Песок
средний

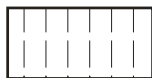


Алеврит

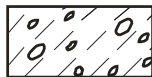
3 Пылевато-глинистые грунты



Супесь



Супесь
лёссовидная



Супесь моренная



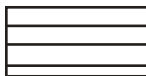
Суглинок



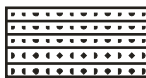
Суглинок
лёссовидный



Суглинок
моренный



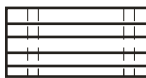
Глина



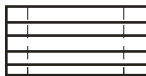
Глина (суглинок)
ленточная



Глина моренная



Глина
доломитистая

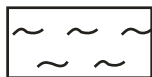


Глина
известковистая

4 Озерные и биогенные грунты



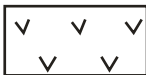
Болотная
железная руда



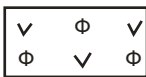
Ил



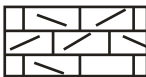
Сапрпель



Торф



Торфовианит



Туф
известковистый

5 Почвы



Почвенный (почвенно-растительный) слой

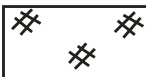
6 Искусственные грунты



Крупнообломочные, песчаные, пылевато-глинистые, озерные, биогенные, почвы уплотненные (сетка на фоне соответствующего знака)



Намывные грунты
(природные, отходы производства)



Насыпные грунты
(природные, отходы производства, бытовые отходы)

Литологические (литогенетические) особенности грунтов

	Глинистость		Загипсованность
	Гумусированность		Кремнистость
	Доломатизация		Песчанистость
	Железистость		Примеси (включения) валунов, галек, гравия, щебня, дресвы
	Прослойки и гнезда песка		Конкреции, стяжения
	Засоленность		Пылеватость
	Заторфованность		Слюдистость
	Известковистость		Трещиноватость
	Иловатость		Фауна
	Кавернозность, карстовые полости		Флора

Прочие обозначения

	Асфальт		Бутобетон
	Бетон, железобетон		Кирпич
	Булыжник		Лед, мерзлый грунт

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 **Беспалова, М. В.** Инженерная геология. В 4 ч. Ч. I. Породообразующие минералы : лабораторный практикум / М. В. Беспалова. – Гомель : БелГУТ, 2011. – 38 с.
- 2 **Беспалова, М. В.** Инженерная геология. В 4 ч. Ч. II. Горные породы : лабораторный практикум / М. В. Беспалова. – Гомель : БелГУТ, 2011. – 46 с.
- 3 **Беспалова, М. В.** Инженерная геология. В 4 ч. Ч. IV. Геологические карты и разрезы : лабораторный практикум / М. В. Беспалова. – Гомель : БелГУТ, 2014. – 44 с.
- 4 **Беспалова, М. В.** Инженерная геология. В 4 ч. Ч. III. Гидрогеологические карты и расчеты : лабораторный практикум / М. В. Беспалова. – Гомель : БелГУТ, 2013. – 32 с.
- 5 **Чернышев, С. Н.** Задачи и упражнения по инженерной геологии : учеб. пособие / С. Н. Чернышев, А. Н. Чумаченко, И. Л. Ревелис. – Минск : Выш. шк., 2002. – 254 с.
- 6 **Ананьев, В. П.** Инженерная геология : учеб. для вузов / В. П. Ананьев. – М. : Высш. шк., 2002. – 510 с.
- 7 **Трацевская, Е. Ю.** Сборник задач и упражнений по дисциплине «Инженерная геология и охрана окружающей среды» / Е. Ю. Трацевская. – Гомель : БелГУТ, 1995. – 154 с.
- 8 **Юбельт, Р.** Определитель пород / Р. Юбельт, П. Шрайтер. – М. : Мир, 1977. – 240 с.
- 9 **Ларионов, А. К.** Основы минералогии, петрографии и геологии / А. К. Ларионов, В. П. Ананьев. – М. : Высш. шк., 1969. – 463 с.
- 10 **Горшков, Н. И.** Определение осадочных горных пород (скальных и полускальных) : метод. указания по выполнению и оформлению лабораторной работы № 3 для студентов строительных и дорожных специальностей всех форм обучения / Н. И. Горшков. – Хабаровск : Хабар. гос. техн. ун-т, 2002. – 27 с.
- 11 **Горшков, Н. И.** Определение метаморфических горных пород : метод. указания по выполнению и оформлению лабораторной работы № 4 для студентов строительных и дорожных специальностей всех форм обучения / Н. И. Горшков. – Хабаровск : Хабар. гос. техн. ун-т, 2002. – 24 с.
- 12 **Украинский, И. С.** Инженерная геология : учеб. пособие / И. С. Украинский, А. В. Каменчуков, А. Б. Павликов ; научный редактор С. Н. Томилов ; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Тихоокеанский государственный университет. – Хабаровск : Тихоокеан. гос. ун-т, 2022. – 203 с.
- 13 **Хаустов, В. В.** Построение карты гидроизогипс и решение некоторых практических задач по ней : метод. указания к лабораторной работе по дисциплине «Геология» / В. В. Хаустов, В. В. Капустин. – Курск : Юго-Зап. гос. ун-т, 2017. – 14 с.

Учебное издание

БЕСПАЛОВА Марина Вячеславовна

Инженерная геология

Учебно-методическое пособие

Редактор *Д. В. Марцинкевич*

Технический редактор *В. Н. Кучерова*

Компьютерный набор и верстка *М. В. Беспаловой, Т. И. Шляхтовой*

Подписано в печать 22.04.2024 г. Формат 60×84¹/₁₆.
Бумага офсетная. Гарнитура Times. Печать на ризографе.
Усл. печ. л. 5,81. Уч.-изд. л. 5,85. Тираж 100 экз.
Зак. № 808. Изд. № 5

Издатель и полиграфическое исполнение:
Белорусский государственный университет транспорта.
Свидетельство о государственной регистрации издателя,
изготовителя, распространителя печатных изданий
№ 1/361 от 13.06.2014.
№ 2/104 от 01.04.2014.
№ 3/1583 от 14.11.2017.
Ул. Кирова, 34, 246653, г. Гомель

**МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА И КОММУНИКАЦИЙ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

**УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»**

**Кафедра строительной механики,
геотехники и строительных конструкций**

М. В. БЕСПАЛОВА

ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ

Учебно-методическое пособие

Гомель 2024

101