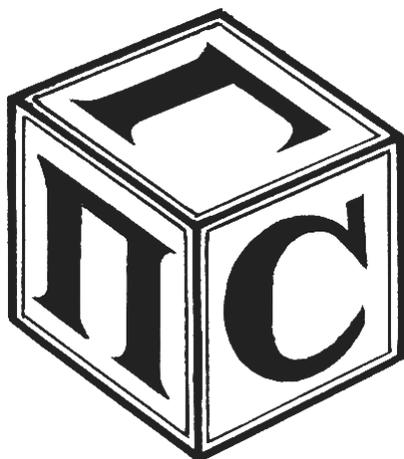


МЕЖГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Промышленное и гражданское строительство»

# ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ

*Методические рекомендации к лабораторным работам  
для студентов специальности 1-70 02 01  
«Промышленное и гражданское строительство»  
очной и заочной форм обучения*



Могилев 2022

УДК 624.131  
ББК 26.3  
И62

Рекомендовано к изданию  
учебно-методическим отделом  
Белорусско-Российского университета

Одобрено кафедрой «Промышленное и гражданское строительство»  
«22» сентября 2022 г., протокол № 3

Составитель ст. преподаватель И. И. Мельянцова

Рецензент канд. техн. наук, доц. О. В. Голушкова

Методические рекомендации предназначены для использования студентами строительных специальностей при выполнении лабораторных работ по курсу «Инженерная геология». Кратко изложены принципы определения основных минералов и горных пород.

Учебно-методическое издание

## ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ

Ответственный за выпуск	С. В. Данилов
Корректор	Т. А. Рыжикова
Компьютерная верстка	Н. П. Полевничая

Подписано в печать . Формат 60×80/16. Бумага офсетная. Гарнитура Таймс.  
Печать трафаретная. Усл. печ. л. . Уч.-изд. л. . Тираж 81 экз. Заказ №

Издатель и полиграфическое исполнение:  
Межгосударственное образовательное учреждение высшего образования  
«Белорусско-Российский университет».  
Свидетельство о государственной регистрации издателя,  
изготовителя, распространителя печатных изданий  
№ 1/156 от 07.03.2019.  
Пр-т Мира, 43, 212022, г. Могилев.

© Белорусско-Российский  
университет, 2022

## Содержание

Введение.....	4
1 Лабораторная работа № 1. Определение минералов.....	5
1.1 Минералы и их свойства.....	5
1.2 Классификация минералов.....	7
1.3 Порядок проведения работы.....	8
2 Лабораторная работа № 2. Определение магматических горных пород.....	18
2.1 Магматические горные породы.....	18
2.2 Порядок проведения работы.....	19
3 Лабораторная работа № 3. Определение осадочных горных пород.....	24
3.1 Осадочные горные породы.....	24
3.2 Порядок проведения работы.....	25
4 Лабораторная работа № 4. Определение метаморфических горных пород.....	29
4.1 Метаморфические горные породы.....	29
4.2 Порядок проведения работы.....	29
5 Лабораторная работа № 5. Построение инженерно-геологического разреза.....	32
5.1 Геологические разрезы (профили).....	32
5.2 Порядок проведения работы.....	34
5.3 Варианты заданий.....	38
6 Лабораторная работа № 6. Построение карты гидроизогипс.....	45
6.1 Карты гидроизогипс.....	45
6.2 Порядок проведения работы.....	47
Список литературы.....	48

## Введение

Целью преподавания дисциплины «Инженерная геология» является освоение студентами основных знаний об элементах инженерной геологии, грунтах как строительном материале.

Инженерно-геологические исследования как часть инженерных изысканий представляют собой важнейший этап любого строительного процесса, в особенности это касается сооружений с развитой подземной частью или на сложных грунтовых условиях. От полноты, продуманности программы инженерно-геологических изысканий и качества их проведения зависит уровень достоверности исходной информации для проектирования, которая, соответственно, определяет степень учета всех особенностей площадки строительства при проектировании, правильность выбора рациональных типов фундаментов и конструкций сооружения, степень безопасности технологии его возведения, необходимость и объем проведения тех или иных предупредительных мероприятий и т. д., что в конечном итоге во многом определяет стоимость и надежность функционирования объекта при последующей эксплуатации.

Курс «Инженерная геология» готовит студентов к чтению материалов изысканий, их анализу для выбора оптимальных проектных решений по размещению сооружений конструкций и способов производства земельно-скальных работ, соответствующих природным условиям. Инженер-строитель должен самостоятельно анализировать предназначенные для него геологические, инженерно-геологические, гидрогеологические карты и разрезы совместно с отчетом текста об изысканиях.

Для студентов специальности 1-70 02 01 учебный план предусматривает выполнение лабораторных работ по курсу «Инженерная геология». Их цель – закрепить, систематизировать и углубить теоретические знания, полученные студентами за период изучения курса. Студенты должны уметь применять базовые научно-теоретические знания для решения практических задач.

Лабораторные работы по дисциплине «Инженерная геология» составлены в соответствии с программой дисциплины. В методических рекомендациях даны исходные данные для выполнения работ, обозначены их объем и содержание. В процессе выполнения лабораторных работ студент научится использовать действующие строительные нормы и правила, руководства, справочные и литературные материалы.

# 1 Лабораторная работа № 1. Определение минералов

*Цель работы:* ознакомиться с физическими свойствами минералов; определить и описать порообразующие минералы наиболее простым и распространенным методом изучения; изучить классы минералов; определить названия образцов минералов.

## 1.1 Минералы и их свойства

Минерал – природное твердое неорганическое вещество, находящееся в кристаллическом состоянии, сформировавшиеся в результате геохимических процессов, протекающих в земной коре. Каждый минерал имеет определенный химический состав, структуру и свои физические свойства. Подавляющее большинство минералов являются кристаллическими образованиями и лишь незначительная их часть – аморфными. Минералы изучает наука минералогия.

Каждый минерал имеет определенные физические свойства. Основными из них являются внешняя форма, оптические характеристики (цвет, прозрачность, блеск), показатели твердости, спайность, излом, плотность.

*Внешняя форма минералов* разнообразна. В природных условиях они чаще всего приобретают неправильные очертания. Хорошо ограненные кристаллы встречаются сравнительно редко. Для многих минералов характерны также формы землистого облика, агрегатных скоплений и др.

Формы нахождения минералов в природе:

- кристаллы – представляют собой правильные многогранники: призмы (кварц, берилл); кубы (пирит, галит); вытянутые в двух направлениях, плоские, листоватые чешуйки (слюда, графит);

- друзы (щетки) – сростки минералов, кристаллы вырастают на какой-либо основе;

- землистые массы (глинистые минералы).

*Цвет минералов* зависит от их способности поглощать ту или иную часть светового спектра. Цвет минерала определяется спектральным составом отражаемого минералом светового излучения или обуславливается его внутренними свойствами, каким-либо химическим элементом, входящим в состав минерала, тонко рассеянными включениями других минералов, органического вещества и другими причинами. Красящий пигмент иногда бывает распространен неравномерно, полосами, давая разноцветные рисунки (например, у агатов).

Цвет некоторых прозрачных минералов меняется в связи с отражением падающего на них света от внутренних поверхностей, трещин или включений.

*Цвет черты* минерала – это цвет порошка, оставляемого при царапании испытуемым минералом матовой поверхности фарфоровой пластинки. В ряде случаев цвет черты совпадает с цветом самого минерала, в других случаях он совсем иной. Так, у киновари окраска минерала и порошка красная, а у латунно-желтого пирита черта зеленовато-черная. Черту дают мягкие и средней твердости минералы, а твердые лишь царапают пластинку и оставляют на ней борозды, в этом случае говорят о бесцветной черте.

*Блеск* – способность поверхности минералов отражать в различной степени свет. Блеск может быть металлическим и неметаллическим, который, в свою очередь, может быть стекляннм, жирным, шелковистым и др.

*Твердость* – способность минералов противостоять внешним механическим воздействиям. Каждому минералу присуща определенная твердость, которая ориентировочно оценивается по 10-балльной шкале твердости Мооса (таблица 1.1).

Таблица 1.1 – Твердость минералов

Эталонный минерал	Твердость по шкале Мооса	Число истинной твердости, МПа
Тальк	1	24
Гипс	2	360
Кальцит	3	1090
Флюорит	4	1890
Апатит	5	5360
Ортоклаз	6	7967
Кварц	7	11200
Топаз	8	14270
Корунд	9	20600
Алмаз	10	100600

Твердость минералов можно определять и при помощи ряда предметов, имеющих под руками. Твердость 1 имеет графит мягкого карандаша, 2 – поваренная соль, 2,5 – ноготь, 4 – железный гвоздь, 5 – стекло, около 6 – швейная игла.

*Спайность* – способность минералов раскалываться или расщепляться по определенным направлениям с образованием плоскостей раскола. Это свойство обусловлено внутренним строением кристаллов и не зависит от их внешней формы.

Количество плоскостей спайности у разных минералов неодинаково, достигает шести, причем степень совершенства разных плоскостей может быть неодинаковой. Различают следующие виды спайности:

– весьма совершенную, когда минерал без особого усилия расщепляется на отдельные листочки или пластинки, обладающие гладкими блестящими поверхностями – плоскостями спайности (гипс);

– совершенную, обнаруживаемую при легком ударе по минералу, который рассыпается на кусочки, ограниченные только ровными блестящими плоскостями. Неровные поверхности не по плоскости спайности получаются очень редко (кальцит раскалывается на правильные ромбоэдры разной величины, каменная соль – на кубики, сфалерит – на ромбические додекаэдры);

– несовершенную. Плоскости спайности в минерале обнаруживаются с трудом (апатит, оливин).

*Излом* характеризует поверхность разрыва или раскалывания минералов.

Различают следующие виды излома минералов: раковистый, занозистый, землистый, ступенчатый и др.

*Плотность минералов* зависит от их химического состава и типа кристаллической структуры. Она колеблется в пределах от 0,6 до 19 г/см<sup>3</sup>, наиболее распространенные значения находятся в пределах от 2,5 до 3 г/см<sup>3</sup>.

*Прозрачность.* По своей способности пропускать свет минералы делятся на несколько групп:

- прозрачные – пропускающие свет, через них ясно видны предметы;
- полупрозрачные – через них плохо видны предметы;
- просвечивающиеся только в очень тонких пластинках;
- непрозрачные – свет не пропускают даже в тонких пластинках.

*Реакция с соляной кислотой.* С соляной кислотой взаимодействуют минералы класса карбонатов и некоторые другие.

Минералы могут обладать рядом других физических свойств: хрупкостью (графит), упругостью (биотит, мусковит), магнитностью (магнетит), вкусом (галит, сильвин), запахом (сера) и т. д. Минералы, содержащие радиоактивные элементы (<sup>238</sup>U, <sup>232</sup>Th, Ra и др.), дают излучение, интенсивность которого зависит от типа и количества этих элементов.

## ***1.2 Классификация минералов***

В земной коре содержится более 5000 минералов и их разновидностей. Изучением минералов занимается наука минералогия. Минералогия изучает состав, химические и физические свойства минералов, их происхождение, процессы изменений и превращений в другие минералы, а также взаимоотношения одних минералов с другими в минеральных месторождениях или горных породах.

Большинство из минералов встречаются редко, их называют аксессуарными. Лишь немногим более 100 минералов встречаются часто и в достаточно больших количествах, входят в состав тех или иных горных пород. Такие минералы называют породообразующими. Также выделяют редкие минералы – находки которых единичны или немногочисленны – и рудные – содержащие в своем составе промышленно ценные компоненты и образующие значительные скопления в рудных месторождениях.

Различают три основных процесса минералообразования: эндогенный, экзогенный и метаморфический.

Эндогенный процесс связан с внутренними силами Земли, минералы формируются из магмы. Эндогенные минералы обычно плотные, с большой твердостью, стойкие к воде, кислотам, например, кварц и различные силикаты.

Экзогенный процесс свойственен поверхности земной коры. При этом процессе минералы формируются на суше и в море. В первом случае их создание связано с процессом выветривания эндогенных минералов, так образуются глинистые минералы, различные железистые соединения. Во втором случае минералы формируются в процессе выпадения химических осадков из водных растворов (галит, сильвин и др.).

Метаморфический процесс. Под воздействием высоких температур и давлений, на некоторой глубине в земной коре происходит преобразование ранее образовавшихся минералов. Они изменяют свое первоначальное состояние, перекристаллизовываются, приобретают плотность, прочность. В результате образуются такие минералы, как роговая обманка, актинолит и др.

Минералы классифицируют по разным признакам, например, их можно разделить на породообразующие и рудные минералы. Можно разделить минералы по генезису. Но в таких классификациях много условного, поскольку некоторые минералы могут образовываться и при эндогенных, и при экзогенных процессах. Наиболее широкое распространение получила химическая классификация минералов с выделением следующих классов (групп).

1 Самородные элементы. В этот класс входят минералы, состоящие из одного химического элемента, например, золото, сера, графит, алмаз и др.

2 Сульфиды. К этому классу относятся соли сероводородной кислоты  $H_2S$ , а также мышьяковистые, сурьмянистые, селенистые и теллуристые соединения. Многие из сульфидов являются важнейшими рудами свинца, цинка, меди, серебра, сурьмы, молибдена и других металлов.

3 Галоидные соединения. Это минералы, являющиеся солями галоидоводородных кислот  $HF$ ,  $HCl$ ,  $HBr$  и  $HI$ . К галоидам относится около 100 минералов, наиболее распространенные из них – галит, сильвин, флюорит.

4 Оксиды и гидроксиды. К этому классу относятся минералы, представляющие собой соединения различных элементов с кислородом или с гидроксильной группой. Минералы этого класса составляют около 17 % массы земной коры (кварц, опал, магнетит, гематит, лимонит, корунд и др.).

5 Карбонаты. К минералы этого класса относятся соли угольной кислоты. Для них характерна способность вступать в реакцию с соляной кислотой. Наиболее распространены кальцит, магнезит, доломит, сидерит и др.

6 Сульфаты. Минералы этого класса являются солями серной кислоты. Наибольшее распространение имеют гипс и ангидрит.

7 Вольфраматы. Минералов этого класса немного, они представляют собой соли вольфрамовой кислоты.

8 Фосфаты. Минералы этого класса – соли фосфорной кислоты (фосфорит).

9 Силикаты. Это наиболее распространенный класс минералов, на его долю приходится около 75 % массы земной коры. Силикаты – главнейшие породообразующие минералы. Для структурной решетки минералов этого класса характерно наличие ионной четырехвалентной группы  $[SiO_4]$ . Условно силикаты разделяют на группы: светлоокрашенные породообразующие (полевые шпаты), темноцветные породообразующие, слюды, глинистые минералы, гидрослюды, прочие силикаты.

### ***1.3 Порядок проведения работы***

1 Ознакомиться с основными физическими свойствами минералов.

2 Изучить представленные образцы минералов.

3 По выданным преподавателем образцам изучить свойства минералов.

4 Записать основные диагностические свойства представленных минералов.

5 Самостоятельно диагностировать два породообразующих минерала, используя методические рекомендации для проведения лабораторных работ.

6 Используя описание физических свойств минералов таблицы 1.2, заполнить таблицу 1.3.

Отчет должен быть аккуратно оформлен, содержать название работы, ее цель, заполненную таблицу, вывод о проделанной работе.

### ***Вопросы для самоконтроля***

1 Какие физические свойства минералов Вы знаете?

2 Чем обусловлен цвет минералов?

3 Что такое спайность?

4 Что такое цвет черты минерала?

5 Дайте определение понятию минерал.

6 Какие геологические процессы обусловили образование минералов?

7 Каково применение минералов в разных отраслях производства?

8 Что положено в основу классификации минералов?

9 Назовите основных представителей каждого класса минералов.

Таблица 1.2 – Характеристика породообразующих минералов

Цвет	Черта (цвет)	Твердость	Блеск	Слайность (излом)	Плотность, кг/м <sup>3</sup>	Особые свойства	Применение	Форма агрегатов	Происхождение	Химический состав	Наименование
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<i>Самородные минералы</i>											
Серо-стальной до черного	Темно-серый, черный	1...2	Металлический, жирный	Весьма совершенная в одном направлении	2200	Электропроводник, очень мягкий, пачкает руки	В гальванопластике, производство зочных материалов	Чешуйчатые, тонкозернистые, плотные, землистые массы	Магматическое, осадочное	C	Графит
Желтый, различных оттенков	Светло-желтая	1,5...2	Жирный	Несовершенная (землистый)	2000...2100	Издаст характерный запах при трении, легкоплавкий	Химическая промышленность, вулканизация каучука и др.	Кристаллы в виде дипирамид, землистые агрегаты	Образуется при поствулканических процессах	S	Сера
<i>Сульфиды</i>											
Серый, свинцовый	Темно-серая до черной	2,5...3	Металлический	Совершенная в трех направлениях (по кубу)	7300	Разлагается в азотной кислоте	Руда на Pb	Кубические кристаллы, зернистые массы	Гидротермальное, экзогенное	PbS	Галенит
Желтый, латунно-желтый	Зелено-ваточерная до черной	3...4	Металлический	Слайность несовершенная, излом неровный	4100...4300	На воздухе часто покрывается пестрой побелкой, разлагается в азотной кислоте	Руда на Cu	Зернистые массы	Жильные месторождения	CuFeS <sub>2</sub>	Халькопирит

Продолжение таблицы 1.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Желтый, золотистый, желтый	Зеленоватый, до черного	6..6,5	Металлический	Слайность неясная; излом неровный, раковинистый	4900...5200	Штриховка на гранях кристалла	Химическая промышленность, производство H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Кубические кристаллы, зернистые массы	Жильные месторождения; часто вкрапленность в угле, графите, ополках, известняках и др.	FeS <sub>2</sub>	Пирит
<i>Галоидные соединения</i>											
Белый, желтый, зеленый, красный, фиолетовый	Белая	4	Стеклянный	Слайность совершенная	3100...3600	Прозрачный, люминесценция – яркая фиолетовая	Оптическая, химическая, металлургическая промышленность, подолочный материал	Кубические кристаллы, зернистые массы	Пегматиты, гидротермальные и жильные месторождения	CaF <sub>2</sub>	Флюорит
Белый, красный, серый, синий	Белая	2	Стеклянный	Слайность совершенная	2100...2300	Прозрачный, легко растворяется в воде, имеет соленый вкус	Пищевая промышленность	Кубические кристаллы, зернистые массы, плотные массы	Осадочные хемогенные месторождения	NaCl	Галит
Белый, красный, серый, синий	Белая	2	Стеклянный	Совершенная слайность	2100...2300	Прозрачный, легко растворяется в воде, имеет жгуче-соленый вкус	Производство удобрений	Кубические кристаллы, зернистые массы, плотные массы	Осадочные хемогенные месторождения	KCl	Сильвин

Продолжение таблицы 1.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<i>Оксиды и гидроксиды</i>											
Красный, бурый, серый, черный	Красная, бурая	3...6	Металлический, матовый	Спайность отсутствует, излом раковистый, землистый	4800...5300	Хрупкий, пачкает руки в красный цвет	Руда на Fe, подолочный материал	Таблитчатые кристаллы, зернистые плотные, порошковые агрегаты	Гидротермальное, метаморфическое	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Гематит
Черный	Черная	5,5...6	Металлический	Спайность отсутствует, излом неровный, землистый	5000	Магнитен, разлагается в горячей HCl	Руда на Fe	Зернистые сплошные массы	Магматическое, гидротермальное, метаморфическое	Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	Магнетит
Желтый, бурый	Бурая	2...5	Полуметаллический, матовый	Спайность отсутствует, излом землистый	3400...3600	Разлагается в HCl без шипения, оставляя хлопья	Руда на Fe	Сплошные массы зернистого, плотного, землистого сложения	Коры выветривания, осадочные месторождения	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> × nH <sub>2</sub> O	Лимонит
Белый, прозрачный, желтый, серый, фиолетовый, розовый, черный	Бесцветная	7	Стекланый	Спайность отсутствует, излом раковистый	2650	Прозрачный, полупрозрачный	Пьезоэлектрики и оптические приборы, ювелирная и камнерезная промышленность, кварцевое стекло	Призматические кристаллы, сплошные зернистые массы	Гидротермальное, кварцевые жилы, пегматиты	SiO <sub>2</sub>	Кварц

Продолжение таблицы 1.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Голубоватый, серый, бурый, желтый	Бесцветная	6,5...7	Восковой, матовый	Спайность несовершенная, излом раковистый	2500...2800	Сердолик – желтый, красный, оранжевый; хризопраз – зеленый; агаг – чередование разнокрашенных полос. Полупрозрачный	Камнерезная промышленность	Сплошные плотные массы, очень разнообразный, часто встречаются полосатые разновидности	Магматические эффузивные, гидротермальные, метаморфические, россыпные галечниковые месторождения	SiO <sub>2</sub>	Халцедон
Красный (рубин), синий (сапфир), желтый, черный	Бесцветная	9	Стеклянная	Спайность несовершенная, излом раковистый, неровный	3900...4000	Высокая твердость (уступает только алмазу), иногда астеризм	Ювелирная промышленность, абразивный материал	Шестигранные уплощенные кристаллы, сплошные зернистые массы	Магматические, метаморфические месторождения	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Корунд
<i>Карбонаты</i>											
Прозрачный, белый, серый, желтый, голубой	Белая	3	Стеклянный до перламутрового	Спайность совершенная	2600...2800	Вскипает в HCl	Производство строительных материалов	Кристаллы ромбодрические; зернистые, плотные, волокнистые массы	Осадочные месторождения	CsCO <sub>3</sub>	Кальцит

Продолжение таблицы 1.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Прозрачный, бурый, темно-серый	Белая	3,5...4	Стекланый до перламутрового	Спайность совершенная	2800...2900	Вскипает в HCl	Производство строительных материалов	Кристаллы ромбические; зернистые, плотные массы	Осадочные месторождения	Ca, Mg (CO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	Доломит
Бурый, серый до черного	Серая, желто-бурая	3,5...4	Стекланый	Спайность совершенная	3800	Разлагается в HCl при нагревании	Руда на Fe	Плотные, зернистые массы, кристаллы ромбоэдрические	Жильные месторождения	FeCO <sub>3</sub>	Сидерит
Белый, серый, желтый, бурый	Белая	4...4,5	Стекланый	Спайность совершенная, раковистый излом	2900...3100	Вскипает в горячей HCl	Руда на Mg	Крупнокристаллические зернистые или землистые массы	Метаморфические месторождения	MgCO <sub>3</sub>	Магнезит
<i>Сульфаты</i>											
Бесцветный, белый, серый, синий	Белая	3,5...4	Стекланый, перламутровый	Спайность совершенная	2800...3000	Растворяется в воде	Производство удобрений, строительный камень	Толстые таблитчатые кристаллы; зернистые, плотные массы	Осадочные месторождения	CaSO <sub>4</sub>	Ангидрит
Бесцветный, белый, желтый, серый	Белая	2	Стекланый, шелковистый, перламутровый	Спайность совершенная в одном направлении	2300	Частично растворяется в воде	Производство строительных материалов, производство удобрений	Пластинчатые, листовые кристаллы; зернистые, волокнистые, плотные массы	Осадочные месторождения	CaSO <sub>4</sub> ·nH <sub>2</sub> O	Гипс



Продолжение таблицы 1.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Бесцветный, желтоватый, белый	Белая	2,5...3	Стеклянный, перламутровый	Спайность весьма совершенная	2700...3100	Группа слюды	Породообразующий минерал, используется в электротехнике	Кристаллы в виде шестиугольных табличек, листовые, чешуйчатые, массы	Интрузивное, в грейзенах, в пегматитах, метаморфическое	$KAl_2 \times [Al, Si_3 \times O_{10}] \times [OH]_2$	Мусковит
Зеленый разных оттенков	Зеленоватая-серая	3...4	Жирный до шелковистого	Излом неровный, зернистый	2500...2700	Характерны прожилки волокнистого асбеста белого цвета	Поделочный материал	Скрытокристаллический; листовые, волокнистые, плотные массы	Гидротермальное, интрузивное	$Mg_6 \times [Si_4O_{10}] \times [OH]_8$	Серпентин
Серый, темный, серый до черного	Белая	5...6	Стеклянный, перламутровый	Спайность совершенная в двух направлениях	2700	Синий отлив; группа – кальциевые, нагриевые полевые шпаты, подгруппа плагиоклазы	Облицовочный камень; камнерезное производство	Таблитчатые кристаллы; крупные зернистые массы	Магматические интрузивные месторождения	$Ca[Al_2 \times Si_2O_8] - 50\% \dots 70\%$ и $Na[AlSi_3 \times O_8] - 30\% \dots 50\%$	Лаборатор
Красноватые и бурые тона	Белая	6	Стеклянный	Спайность совершенная в двух направлениях	2540...2600	Группа – калиевые полевые шпаты; подгруппа – ортоклазы	Строительный камень; камнерезное производство	Столбчатые и толстые пластинчатые кристаллы, сплошные зернистые массы	Магматические интрузивные месторождения; пегматиты	$K[Al \times Si_3O_8]$	Микроклин
Красноватые и бурые тона, серый	Белая	6	Стеклянный	Спайность совершенная под углом 90°	2540...2600	Группа – калиевые полевые шпаты; подгруппа – ортоклазы	Строительный камень	Столбчатые и толстые пластинчатые кристаллы, сплошные зернистые массы	Магматические интрузивные месторождения	$K[Al \times Si_3O_8]$	Ортоклаз

Окончание таблицы 1.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Серо-ваго-белый, желто-бурый	Белая	5,5...6	Стеклянный, жирный	Слайность несовершенная	2600	В HCl образует студенистую массу	Производство алломиния	Призматические кристаллы; зернистые массы	Магматические интрузивные месторождения	$\text{NaAl} \times [\text{SiO}_4]$	Нефелин

Таблица 1.3 – Форма описания минералов

Наименование	Класс	Химический состав	Происхождение	Цвет	Цвет черты	Твердость (по шкале Мооса)	Блеск	Спайность	Излом	Плотность	Прозрачность	Примечание
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13

## 2 Лабораторная работа № 2. Определение магматических горных пород

*Цель работы:* ознакомиться с краткими сведениями о магматических горных породах; изучить свойства магматических горных пород (структуру, текстуру, цвет и др.) по коллекционным образцам; определить наименования выданных образцов магматических горных пород.

### 2.1 Магматические горные породы

Горные породы представляют природный агрегат одного (мономинеральные) или нескольких (полиминеральные) минералов или скопление обломков последних. Каждой породе свойственно известное постоянство химического и минерального состава, структуры, а иногда и условий залегания в земной коре. Изучением горных пород занимается наука петрография.

По условиям образования (генезису) горные породы условно делятся на три класса: магматические, осадочные, метаморфические.

Магматическими (изверженными, эндогенными) горными породами называются горные породы, которые образовались в результате кристаллизации магмы при ее остывании в недрах Земли или на ее поверхности. В зависимости от условий, в которых происходило охлаждение и застывание магмы, горные породы делятся на интрузивные (глубинные, плутонические) и эффузивные (излившиеся, вулканические).

В зависимости от глубины застывания магмы подразделяются на абиссальные (застывшие на большой глубине), где создаются благоприятные условия для кристаллизации, и гипабиссальные (полуглубинные), где в трещинах земной коры на небольшой глубине идет образование жильных пород.

В земной коре магматические породы составляют 95 % общей массы горных пород.

Классификация магматических пород, кроме деления на интрузивные и эффузивные, основана также на содержании в них кремнезема в пересчете на  $\text{SiO}_2$ . В зависимости от процентного содержания в магматических горных породах  $\text{SiO}_2$  они делятся на кислые (более 65 %), средние (65 %...52 %), основные (52 %...40 %), ультраосновные (менее 40 %).

Для каждой группы магматических пород характерны свои определенные соотношения светлых (кварц, полевые шпаты) и темноцветных (биотит, амфиболы, пироксены, оливин) минералов, что, в свою очередь, предопределяет окраску пород. Ультраосновные и основные породы, богатые магниезельезистым материалом, вне зависимости от способа образования, имеют цвет от темно-зеленого до черного. А кислые и средние породы, более богатые алюмосиликатами (полевыми шпатами), обычно окрашены в более светлые серые, зеленые и красноватые тона.

Свойства пород зависят от особенностей их внутреннего строения и сложения в массиве.

Структура – особенность внутреннего строения породы, обусловленная формой, размером, количественным соотношением ее составных частей – минералов. В магматических породах различают ряд структур, в частности, зернистые (различной крупности), типичные для глубинных пород, полукристаллические (совместное нахождение кристаллов и аморфного стекла) и стекловатые, типичные для излившихся пород и др.

Текстура (сложение) характеризует пространственное расположение частей породы в ее объеме. Для магматических пород характерны следующие текстуры: массивная – равномерное, плотное расположение минералов; шлаковая – порода, содержащая видимые глазом пустоты; полосчатая – чередование в породе участков различного минерального состава или различной структуры и т. д.

Магматические породы характеризуются особыми формами залегания и строения. Застывая на значительной глубине, интрузивные породы образует тела больших размеров – батолиты, лакколлиты, штоки, а по трещинам пород, в которые она внедряется, также жилы, дайки. Эффузивные магматические породы образуют покровы, потоки.

Описание магматических горных пород приведено в таблице 2.1.

## ***2.2 Порядок проведения работы***

1 Ознакомиться с основными свойствами магматических горных пород.

2 По выданным преподавателем образцам изучить внешние признаки магматических горных пород.

3 Используя сведения о магматических породах и таблицу 2.1, определить наименование выданных преподавателем образцов горных пород, заполнить таблицу 2.2.

Отчет должен быть аккуратно оформлен, содержать название работы, ее цель, заполненную таблицу, вывод о проделанной работе.

## ***Вопросы для самоконтроля***

1 Какие геологические процессы обусловили образование магматических горных пород?

2 Каково применение магматических горных пород в разных отраслях производства?

3 Какие классификации магматических пород известны? 4 На какие группы подразделяются магматические породы по содержанию  $\text{SiO}_2$ ?

4 Какие формы залегания характерны для интрузивных пород?

5 Какие формы залегания характерны для эффузивных пород?

Таблица 2.1 – Описание наиболее распространенных магматических пород

Текстура	Структура	Преобладающая окраска	Минеральный состав			Особый признак	Наименование породы, происхождения, степень кислотности	
			Кварц	Полевые шпаты	Цветные минералы		Интрузивная (глубинная)	Эффузивная (изливающаяся)
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Массивная	Мелкозернистая, среднезернистая, крупнозернистая, порфировая	Светлая, светло-серая, серая, желтоватая, розовая, красноватая	Кварц	Калиевые полевые шпаты (ортоклаз, микроклин и др.), плагиоклазы	Слюда (биотит и мусковит) и др.	Наличие кварца, светлая окраска	Гранит (кислая)	
Массивная	Среднекрупнозернистая, порфировая	Белая, сероватая, красноватая, красная, темно-серая	–	Калиевые полевые шпаты, плагиоклазы	Биотит, амфибол, пироксен	От похожего гранита отличается отсутствием кварца	Сиенит (средняя)	
Массивная	От тонко- до среднезернистой, порфировая	Темно-серая, темно-зеленая, коричнево-зеленая	–	Плагиоклазы (андезин)	Роговая обманка, биотит, пироксен, амфибол	Полевые шпаты серые или зеленоватые. Розовые и красные тона не характерны	Диорит (средняя)	
Массивная, пятнистая, полосчатая	Мелко-, среднезернистая, редко порфировая	Темно-серая до черной с зеленоватым оттенком	–	Плагиоклазы (лабрадор, битовнит)	Пироксен, амфибол, оливин, реже биотит	Мелко- или среднезернистая порода. Часто присутствует зеленоватый оттенок. Отличается необычной прочностью и стойкостью к выветриванию	Габбро (основная)	
Массивная	Средне-, крупнозернистая	Темно-серая, зеленоватая до черной	–	Плагиоклазы (лабрадор)	Пироксен, амфибол, оливин	Характерен синий отблеск на плоскостях спайности кристаллов лабрадора	Лабрадорит (основная)	

Продолжение таблицы 2.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Массивная	Зернистая раз- ной крупности	Темно-зеленая, почти черная	–	–	Оливин, пи- роксен	Светлоокрашенных минералов нет	Перидотит (ультраоснов- ная)	
Массивная	Зернистая раз- ной крупности	Темно-зеленая, бурая, почти черная	–	–	Оливин	Светлоокрашенных минералов нет	Дунит (ультраоснов- ная)	
Массивная	Средне-, круп- нозернистая	От темно- зеленого до черного	–	–	Пироксен, амфибол, оливин	Светлоокрашенных минералов нет	Пироксенит (ультраоснов- ная)	
Массивная, флюидаль- ная, пори- стая	Порфировая, стекловатая	Светло-серая, серая, желтова- тая, краснова- тая, красновато- бурая	Кварц	Калиевый полевой шпат (санидин)	Слюда (био- тит), амфи- бол, пироксен	Основная масса тон- козернистая или плотная, часто содер- жит стекло. Другое название – липарит		Риолит (кис- лая)
Массивная, флюидаль- ная, поло- счатая	Порфировая	Желтовато- серая, красно- вато-бурая, се- ро-зеленая	Кварц	Калиевые по- левые шпаты (олигоклаз, ортоклаз), плагиоклазы	Слюда (био- тит)	Основная масса тон- козернистая или плотная. Общее название эффузивных кислых пород, имею- щих порфировую структуру		Порфир (кислая)
Массивная, реже порис- чатая, полосча- тая	Полукристал- лическая, пор- фировая	Серовато-белая, серая, желтова- тая, или корич- невая	–	Калиевые по- левые шпаты, плагиоклазы	Слюда (био- тит), амфи- бол, пироксен	Основная масса тон- козернистая или плотная, на ощупь шершавая, может со- держат стекло		Трахит (сред- няя)
Массивная, пористая	Порфировая, полукристал- лическая, мел- козернистая	Темно-серая, зеленая, корич- невая, бурая	–	Плагиоклазы (олигоклаз, андезин)	Слюда (био- тит), амфи- бол, роговая обманка	Плотная основная масса может содер- жать вулканическое стекло		Андезит (средняя)

Продолжение таблицы 2.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Массивная, пористая	Порфировая, полукристаллическая	От темно-серого до черного	–	Плагиоклаз (от лабрадора до анортита)	Авгит, роговая обманка, оливин	Основная масса плотная, может содержать стекло		Базальт (основная)
Массивная	Порфировая	Темно-серая, черно-зеленая, красно-коричневая, серовато-черная	–	Плагиоклазы: олигоклаз, андезин, лабрадор	Слюда (биотит), амфибол, пироксен	Тонкозернистая или плотная основная масса, не содержит вулканического стекла. Общее название для средних и основных пород порфировой структуры		Порфирит (средняя, основная)
Массивная	Тонко- и среднезернистая	Серо-зеленая, темно-зеленая до темно-серой с зеленоватым оттенком	–	Плагиоклаз (лабрадорит, битовнит)	Авгит, оливин, биотит, амфибол	Характерны узкие пластинки полевого шпата. Иногда содержат миндалины и жемчужины		Диабаз (основная)
Массивная	Стекловатая	Зеленоватая, зеленая, дымчатобурая, красноватая, черная, серая	–	–	Вулканическое стекло с содержанием воды менее 1 %	Блеск всегда стеклянистый, раковистый излом. Образуется при быстром застывании лавы. Другое название – вулканическое стекло		Обсидиан (кислая)
Массивная, пористая, полосчатая	Перлитовая (концентрически скорлуповатая)	Голубовато-серая, коричнево-серая, розовато-серая, черная	–	–	Вулканическое стекло с содержанием воды до 9 %	Структура обусловлена внутренним напряжением, возникающим при охлаждении стекла. При тепловой обработке перлит сильно вспучивается в 5–15 раз		Перлит (кислая)



### **3 Лабораторная работа № 3. Определение осадочных горных пород**

*Цель работы:* ознакомиться с краткими сведениями об осадочных горных породах; изучить свойства осадочных горных пород (структуру, текстуру, цвет и др.) по коллекционным образцам; определить наименования выданных образцов осадочных горных пород.

#### **3.1 Осадочные горные породы**

Осадочные горные породы образуются из различных осадков обломочного, органического, химического и смешанного состава. Несмотря на то, что осадочные породы составляют всего 5 % земной коры, земная поверхность на 75 % своей площади покрыта именно этими породами. Характерными признаками осадочных пород являются слоистость и форма залегания. Большинство осадочных пород залегает в виде пластов, или слоев.

Структуры осадочных пород очень разнообразны. Для рыхлых пород характерны обломочные структуры, для сцементированных пород – брекчиевидные. Породы, состоящие из хорошо сохранившихся окаменелых раковин, имеют биоморфную структуру; породы, состоящие из обломков скелетов организмов, имеют детритусовую структуру; структура пород химического происхождения, как правило, зернистая и т. д. Текстура осадочных пород может быть массивной, слоистой, макропористой, кавернозной и др.

Существует много классификаций осадочных пород. В зависимости от условий образования осадочные породы подразделяют на следующие группы: обломочные, органогенные, хемогенные и смешанного происхождения.

1 *Обломочные породы.* Породы обломочного происхождения состоят из продуктов механического разрушения магматических и метаморфических пород, а также ранее образовавшихся осадочных пород. Обломочные породы разделяют на рыхлые и сцементированные. Рыхлые обломочные породы в природных условиях могут подвергаться цементации за счет веществ, выделяющихся циркулирующими водными растворами; в поры может вноситься пылеватый и глинистый материал. Цемент по своему составу может быть кремнеземистым, железистым, известковым, глинистым и др. Классифицируют эти породы по размерам обломков, степени их окатанности, цементации, минералогическому составу.

2 *Хемогенные породы.* Образовались в результате выпадения солей из водных растворов либо в результате химических реакций, происходящих в земной коре. Они подразделяются на следующие группы: карбонатные, кремнистые, галоиды, сернокислые и др. К таким породам относятся различные известняки, доломит, ангидрит, гипс, каменная соль и др.

3 *Органогенные породы.* Образуются в результате накопления остатков организмов и растений на дне водоемов. Наиболее распространенными из них являются известняки, диатомит, клаустобиолиты (торф, уголь) и др.

4 *Породы смешанного происхождения.* Довольно широко распространены у поверхности земли. Образуются частично из обломочного материала, а частично из органогенного или хемогенного.

В таблице 3.3 приведены состав и важнейшие свойства некоторых осадочных пород.

Таблица 3.1 – Классификация обломочных пород

Размер обломков, мм	Название обломков	Рыхлая порода		Сцементированная порода	
		Окатанные обломки	Угловатые обломки	Окатанные обломки	Угловатые обломки
> 200	Валун (глыба)	Валунник	Глыбы	Валунный конгломерат	Глыбовая брекчия
40...200	Галька (щебень)	Галечник	Щебенка	Конгломерат	Брекчия
2...40	Гравий (дресва)	Гравийник	Дресвяник	Гравелит	Дресвит
0,05...2	Песчаные	Песок		Песчаник	
0,005...0,05	Пылеватые	Алеврит		Алевролит	
< 0,005	Глинистые	Глина		Аргиллит	

### 3.2 Порядок проведения работы

1 Ознакомиться с основными свойствами осадочных горных пород.

2 По выданным преподавателем образцам изучить внешние признаки осадочных горных пород.

3 Определить наименование выданных преподавателем образцов горных пород, заполнить таблицу 3.2, используя сведения об осадочных породах и таблицу 3.3.

Таблица 3.2 – Форма описания осадочных горных пород

Наименование	Тип (по происхождению)	Цвет	Структура	Текстура	Минеральный состав	Особое свойство, признак	Форма залегания
1	2	3	4	5	6	7	8

Отчет должен быть аккуратно оформлен, содержать название работы, ее цель, заполненную таблицу, вывод о проделанной работе.

### Вопросы для самоконтроля

1 Какие геологические процессы обусловили образование осадочных горных пород?

2 Каково применение осадочных горных пород в разных отраслях производства?

3 Назовите характерные признаки осадочных пород.

4 Какие признаки положены в основу классификации осадочных пород?

Таблица 3.3 – Описание наиболее распространенных осадочных пород

Структура	Текстура	Класс породы (по происхождению)	Минеральный состав	Окраска породы	Особый признак	Наименование породы
1	2	3	4	5	6	7
Псефитовая (брекчиевидная)	Массивная, слоистая	Обломочная	Обломки минералов или горных пород	Разнообразная, зависит от материала обломков и цемента, часто пестрая	Частицы преимущественно окатанные и полуокатанные, 50 % зерен размером более 2 мм	Конгломерат
Псефитовая (брекчиевидная)	Массивная	Обломочная	Обломки минералов и горных пород	Разнообразная, зависит от материала обломков и цемента	Частицы угловатые, 50 % зерен более 2 мм	Брекчия
Псаммитовая	Массивная, слоистая	Обломочная	Обломки минералов и горных пород	Разнообразная, зависит от материала обломков и цемента	Состоит из окатанных обломков размером до 2 мм. Кварцевый песчаник состоит преимущественно из зерен кварца; слюдястый песчаник содержит слюду; аркозный песчаник содержит много полевого шпата; глауконитовый песчаник с глауконитовым цементом и др.	Песчаник
Псаммитовая, пелитовая	Массивная	Обломочная	Песок, глина, кальцит с размерами частиц от 0,001 до 0,05 мм	Светло-желтая, бурая	Порода пористая (40%...50 %), ратируется между пальцами в пыль; вскипает от HCl; имеет запах глины; слоистость отсутствует	Лесс
Пелитовая	Массивная	Обломочная	Более 50 % объема представлено глинистыми минералами (каолинитом, иллитом и др.), остальное примеси: серицит, хлорит	Различная, в зависимости от характера и содержания примеси	В увлажненном состоянии порода пластичная; в сухом – землистая, легко ратируется между пальцами в тонкий порошок; характерный глинистый запах. Землистое строение	Глина

Продолжение таблицы 3.3

1	2	3	4	5	6	7
Пелитовая	Массивная	Обломочная	Каолинит, могут присутствовать другие глинистые минералы, кварц	Белая с зеленоватым, желтоватым или сероватым оттенком	Глина с пониженной пластичностью, характерная белая окраска и глинистый запах, землистое строение	Каолин
Псаммитовая, пелитовая	Массивная, слоистая	Обломочная	Диаспор, гидраргиллит, каолинит, галлуазит, гематит, лимонит, опал	Красная, бурая, реже серая, черная, зеленая	Землистое строение, при увлажнении не дает пластичной массы	Боксит
Биоморфная, зернистая	Массивная, слоистая	Органогенная, хемогенная, обломочная, смешанная	Кальцит, примеси: арагонит, доломит, глина и др.	В зависимости от примесей окраска может быть от белой до черной	Вскипает от HCl, часто содержит органические остатки	Известняк
Зернистая, плотная	Массивная	Хемогенная	Доломит, может содержать до 10 % кальцита	Белая, серая, желтоватая и др.	Вскипает от HCl в порошке, органические остатки содержатся редко	Доломит
Землистая, плотная	Массивная	Смешанная	25%...50 % глинистого материала, 50%...75 % кальцита или доломита	Светлая, серая, зеленая, желтоватая, иногда пестрая	Вскипает от HCl, характерен глинистый запах, раковистый излом	Мергель
Землистая	Массивная	Органогенная	Кальцит с раковинами микроорганизмов	Белая	Вскипает от HCl, марают руки	Мел
Скрытокристаллическая	Массивная	Хемогенная	Тонкий агрегат кварца, халцедона, опала	Серая, бурая, черная и др.	Типичный раковистый излом. Характерны желваки и конкреции. Порода очень плотная, твердость 6,5...7	Кремень
Землистая	Массивная, слоистая	Органогенная	50 % панцирей диатомовых водорослей в смеси с глинистым и кремнистым материалом	Белая, серая, розоватая, желтоватая	Порода часто пористая, имеет малый удельный вес, не реагирует на HCl, хорошо впитывает влагу	Диатомит

Окончание таблицы 3.3

1	2	3	4	5	6	7
Землистая	Массивная	Хемогенная, смешанная	Опал, халцедон с примесью глинистых минералов, кварца, полевых шпатов, не содержит органических остатков	Белая, серая, голубоватая, бурая, красная до черной	Порода внешне похожа на диатомит, рыхлая, тонкопористая	Трепел
Тонкозернистая	Массивная	Смешанная, обломочная	Опал, халцедон с примесью песчанистого материала, содержит до 10 % органических остатков	Серовато-белая, желтоватая, желто-коричневая, темно-серая до черная	Легкая, часто бывает пористой, имеет раковистый излом	Опока
Зернистая, волнистая	Массивная	Хемогенная	Гипс, примеси незначительны	Белая, светлосерая, розоватая и др.	Образует кристаллически-зернистые массы, от похожего калыцита отличается меньшей твердостью и отсутствием реакции с HCl	Гипс
Зернистая	Массивная	Хемогенная	Ангидрит, примеси незначительны	Серая, голубоватосерая, белая и др.	Под воздействием воды переходит в гипс, увеличиваясь в объеме до 33 %, твердость 2,5...3,0	Ангидрит
Зернистая	Массивная	Хемогенная	Галит, примеси незначительны	Прозрачная, белая, красная, серая, желтая, синяя	Легко растворяется в воде, имеет жгуче-соленый вкус	Каменная соль (галит)
Зернистая	Массивная	Хемогенная	Сильвин, примеси незначительны	Прозрачная, белая, серая, красная	Легко растворяется в воде, имеет жгуче-соленый вкус	Калийная соль (сильвин)
Зернистая, плотная	Массивная, слоистая	Хемогенная, органогенная	Волокнистый или плотный апатит с примесями	Серая, желтая, бурая, темносерая до черной	Характерный запах, издаваемый фосфоритом при трении кусков одно другого. Твердость 5,0. Часто образует конкреции-желваки	Фосфорит

## **4 Лабораторная работа № 4. Определение метаморфических горных пород**

*Цель работы:* ознакомиться с краткими сведениями о метаморфических горных породах; изучить свойства метаморфических горных пород (структуру, текстуру, цвет и др.) по коллекционным образцам; определить наименования выданных образцов метаморфических горных пород.

### ***4.1 Метаморфические горные породы***

Метаморфические породы образуются в земной коре из осадочных и магматических пород под воздействием значительного давления, высоких температур и химически активных веществ (газов, паров, растворов). В результате проявления метаморфизма изменяется минералогический состав пород, их структура и текстура, а следовательно, и свойства первоначальных пород.

Различают два основных типа метаморфизма горных пород: контактовый, протекающий под действием тепла выделяющихся растворов и газов из магмы, внедрившейся в толщу осадочных пород, и глубинный, или региональный, происходящий в глубоких зонах земной коры под влиянием значительного давления и высоких температур.

При метаморфизации присущие магматическим и осадочным породам формы залегания нередко сохраняются. Контактново-метаморфическими породами являются роговики, скарны. В результате проявления регионального метаморфизма образуются кристаллические сланцы, кварциты, мраморы, гнейсы и др.

В общем случае действие процессов метаморфизма на магматические и осадочные горные породы приводит к различным результатам. Метаморфизация магматических пород, как правило, ухудшает их строительные свойства, возникает сланцеватость, анизотропия свойств, трещиноватость. Метаморфизация осадочных пород, наоборот, обычно улучшает их строительные свойства, породы становятся массивными, равномерно-зернистыми, не размокающими в воде.

В таблице 4.1 приведены состав и свойства некоторых метаморфических пород.

### ***4.2 Порядок проведения работы***

- 1 Ознакомиться с основными свойствами метаморфических пород.
- 2 По выданным преподавателем образцам изучить внешние признаки метаморфических горных пород.
- 3 Используя сведения о метаморфических породах и таблицу 4.1, определить наименование выданных преподавателем образцов горных пород, заполнить таблицу 4.2.

Таблица 4.1 – Описание наиболее распространенных метаморфических пород

Структура	Текстура	Окраска породы	Минеральный состав	Особый признак	Тип метаморфизма	Наименование породы
1	2	3	4	5	6	7
Роговиковая	Массивная, сланцеватая, пятнистая	Разнообразная, зависит от цвета первичного материала	Кварц, слюда, полевые шпаты, гранат и др.	Плотная порода с раковистым изломом	Контактовый	Роговик
Гранобластовая, порфировая, волокнистая и др.	Массивная, пятнистая, полосчатая	Темная, с оттенками красным, темно-зеленым и др.	Пироксен, гранат, магнетит	Порода неравномерно-зернистая, часто выражена метасоматическая зональность	Метасоматизм	Скарн
Зернистая, различной крупности	Массивная, сланцеватая, пятнистая	От чисто белой до черной, сочетания разноокрашенных пятен и полос	Не менее 95 % кальцита, остальное примеси – глинистый материал, графит, лимонит, гематит и др.	Небольшая твердость, вскипает от HCl, отчетливо различимое кристаллическое строение, блестящий излом	Региональный	Мрамор
Мелко- и среднезернистая	Массивная	Различная, в зависимости от измененных и новообразованных минералов	Кварц (70 %...100 %), мусковит, хлорит, графит, пироксен, силлиманит и др.	Большая твердость (6...7 по шкале Мооса), плотная порода	Региональный	Кварцит
Зернистая различной крупности, гранобластовая	Массивная, сланцеватая	Темно-зеленая, зеленая-черная, темно-серая	Амфибол, плагиоклазы (от олигоклаза до анортита), гранит, пироксен	Темная окраска, зернистое строение	Региональный	Амфиболит
Плотная	Массивная, пятнистая, полосчатая	Зеленая, темно-зеленая до черной, зеленой	Серпентин, пироксен, хромит, магнетит, гранит	Плотное строение, неравномерно-пятнистая окраска, наличие прослоев асбеста	Автометаморфизм	Серпентинит (змеевик)
Мелкозернистая, гранобластовая, гнейсовидная	Сланцеватая, полосчатая	Светло-серая, серая, темно-серая, желтоватая, бурая	Кварц, слюда (мусковит, биотит), полевой шпат (ортоклаз, плагиоклаз) и др.	Кварц и полевые шпаты сливаются в сплошные полосы	Региональный	Гнейс

Окончание таблицы 4.1

1	2	3	4	5	6	7
Тонкозернистая	Сланцеватая	Разнообразная: серая, темно-серая, серо-зеленая, реже черная	Кварц, серицит, хлорит, биотит, альбит, гранат, ставролит	Всегда имеет тонкую сланцеватость и очень тонкую зернистость, шелковистый блеск	Региональный	Филлит
Мелкозернистая	Сланцеватая	Светло-серая, зеленая	Слюда (мусковит, биотит), кварц	Шелковистый блеск на плоскостях сланцеватости	Региональный	Слюдяной сланец
Зернистая	Сланцеватая	Зеленая, темно-зеленая	Хлорит, примесь магнетита, кварца	Шелковистый блеск, наличие октаэдров магнетита	Региональный	Хлоритовый (зеленый) сланец
Зернистая	Сланцеватая	Белая, желтоватая, зеленоватая	Тальк, кварц, хлорит, слюда	Светлая окраска, низкая твердость (1 по шкале Мооса), жирный на ощупь	Региональный	Тальковый сланец
Зернистая	Сланцеватая	Зеленая до темно-зеленой	Роговая обманка, полевой шпат	Темно-зеленая окраска, характерная для роговой обмани	Региональный	Роговообманковый сланец
Плотная	Массивная	Желтая, красная, коричневая, зеленая и др.	Кварц, халцедон, эпидот, гранат, актинолит, гематит, гетит и др.	Раковистый излом, часто пятнистая или полосчатая окраска, порода непрозрачная, твердость 6...7	Региональный в геосинклинальных областях	Яшма
Средне- или крупнозернистая	Массивная, сланцеватая	Темно-зеленая	Пироксен (омфацит), гранат (пироп, альмандин, гроссуляр), рутил, корунд, оливин и др.	Порода содержит красные граниты, образована при очень высоких температурах и давлении, очень прочная	Контактовый	Эклогит

Таблица 4.2 – Форма описания метаморфических горных пород

Наименование	Тип (по происхождению)	Цвет	Структура	Текстура	Минеральный состав	Особое свойство, признак
1	2	3	4	5	6	7

Отчет должен быть аккуратно оформлен, содержать название работы, ее цель, заполненную таблицу, вывод о проделанной работе.

### ***Вопросы для самоконтроля***

1 Какие геологические процессы обусловили образование метаморфических горных пород?

2 Каково применение метаморфических горных пород в разных отраслях производства?

3 Назовите характерные признаки метаморфических пород.

## **5 Лабораторная работа № 5. Построение инженерно-геологического разреза**

*Цель работы:* построить инженерно-геологический разрез по данным буровых скважин.

### ***5.1 Геологические разрезы (профили)***

Геологические карты, независимо от их вида, не дают полного представления о строении участка земной коры в том или ином месте. Представление это дополняется геологическими разрезами, или профилями.

Геологический разрез – это вертикальное сечение части литосферы. Геологический разрез можно ясно представить, если мысленно рассечь вертикально часть земной коры и нанести на чертеж в определенном масштабе обнажившиеся напластования горных пород. Этот вертикальный разрез можно провести в любом направлении при горизонтальном залегании пластов. Если пласты наклонены, то целесообразнее разрез строить в направлении, перпендикулярном к простиранию. Геологические разрезы позволяют изображать отложения, которые не выходят на дневную поверхность и присутствие которых определяется разведочными выработками и геофизическими методами.

Разрезы могут составляться по геологическим картам или непосредственно по материалам бурения, шурфования, геофизических работ, по описанию естественных обнажений.

В наиболее простом случае разрез строится для одной точки по материалам одной скважины или шурфа. Такой разрез называется колонкой в отличие

от собственно геологического разреза, который отражает строение участка по определенному направлению.

Разрез должен составляться в определенном масштабе. Следует всегда стремиться к тому, чтобы горизонтальный и вертикальный масштабы геологического разреза были одинаковыми. Такой разрез дает картину, полностью соответствующую действительности. Однако увеличивать вертикальный масштаб по отношению к горизонтальному приходится в тех случаях, когда необходимо отобразить интересующие формы рельефа. Часто прибегают к уменьшению горизонтального масштаба по сравнению с вертикальным для уменьшения длины чертежа.

Построение начинается с вычерчивания топоосновы – топографического профиля по выбранному направлению. Для нанесения топографического профиля с левой стороны листа проводится вертикальный линейный масштаб в виде линейки с делениями. Это облегчает составление и чтение разреза. Затем проводят условно базисную (нулевую линию), равную длине профиля. Нулевая линия проводится ниже наиболее низкой точки рельефа в выбранном сечении. Ее можно провести и на высоте устья той скважины, которая имеет самую низкую абсолютную отметку.

Линия топографического профиля проводится с таким расчетом, чтобы сверху осталось место для написания заголовка, а внизу – для изображения геологического строения и оформления профиля. Затем на нулевую линию наносятся в горизонтальном масштабе расстояния между скважинами в соответствии с заданием. Из нанесенных на нулевую линию точек (используя вертикальный масштаб профиля) восстанавливают перпендикуляры, по своей величине равные превышению данной точки над отметкой нулевой линии. Соединив концы перпендикуляров плавной линией, получают линию топографического профиля. Затем наносятся осевые линии скважин и шурфов.

На проведенных осевых линиях скважин небольшими горизонтальными штрихами отмечают сверху вниз мощность пройденных слоев, а рядом указывают условными обозначениями литологический состав и возраст каждого слоя. Иначе говоря, на профиль наносятся в вертикальном масштабе колонки скважин в соответствии с данными бурового журнала. Затем приступают к увязке разреза, к выделению литологических границ.

Производя увязку, соединяют непрерывными линиями в одно целое каждый пласт, вскрытый в отдельных выработках. В первую очередь увязывают наиболее характерные слои, встреченные в нескольких соседних скважинах. Это выдержанные пласты или прослойки горных пород, которыми могут быть глина, торф, супесь моренная и т. д. Они служат «руководящими», «опорными» или «маркирующими» горизонтами.

На тех участках, где построение разреза основано на предположениях автора, границы между слоями наносятся предположительно (изображаются штриховой линией). Если порода, обнаруженная в одной скважине (шурфе), в соседней отсутствует, то изображают ее постепенное выклинивание к середине расстояния между скважинами или шурфами.

На разрез наносят отметки уровней подземных вод и соединяют их в единую пунктирную линию уровня. После увязки всех литологических границ слоев участки между скважинами заштриховываются согласно общепринятым условным обозначениям (легенде).

Кроме того, на профиле пишутся индексы, которые указывают на возраст и происхождение пород.

Оси буровых скважин и шурфов выделяются четкими линиями, а их забои подчеркиваются. Справа от оси скважин приводятся абсолютные отметки подошвы пластов, а слева – отметки подземных вод и дата замера.

Номера скважин, их абсолютные отметки и расстояния между соседними скважинами указываются под разрезом. Номер скважины и абсолютную отметку ее устья можно указывать и сверху, над линией топографического профиля, у вертикальных линий оси скважин.

Разрез подписывается вверху. Например: «Инженерно-геологический разрез по линии скважин 1–10». Тут же под разрезом, в средней его части, указываются масштабы.

## ***5.2 Порядок проведения работы***

1 Анализируются геологические данные, по которым строится разрез, т. е. устанавливаются общие закономерности строения района.

2 Определяется масштаб разреза. В большинстве случаев горизонтальный и вертикальный масштабы должны быть одинаковыми и равными масштабу карты.

3 Строится топографический профиль. Располагается он так, чтобы конец линии, имеющий западные румбы (запад, северо-запад, юго-запад), находился слева, а конец с восточными румбами (восток, северо-восток, юго-восток) – справа. Если разрез идет меридионально, то север располагается справа, юг – слева.

4 На топографический профиль наносятся геологические данные, т. е. границы между стратиграфическими подразделениями, и литологические данные.

5 Приступают к построению собственно геологического разреза, т. е. соединяют линиями выходы слоев на поверхность, учитывая при этом общий характер залегания слоев (горизонтальный, моноклиальный, складчатый). Если имеются данные об элементах залегания и их мощности, то разрез строится с учетом этих данных. При построении разреза надо постоянно следить за стратиграфической последовательностью слоев, ни в коем случае не допуская ее нарушения.

6 Каждый слой закрашивается или заштриховывается в соответствии с литологическим составом. На каждом изолированном слое ставится буквенное обозначение возраста – индекс.

7 Геологический разрез строится на отдельном листе миллиметровой бумаги, оформляется, как показано на рисунке 5.1. Для построения разреза используются таблицы 5.1–5.3.

## Инженерно-геологический разрез

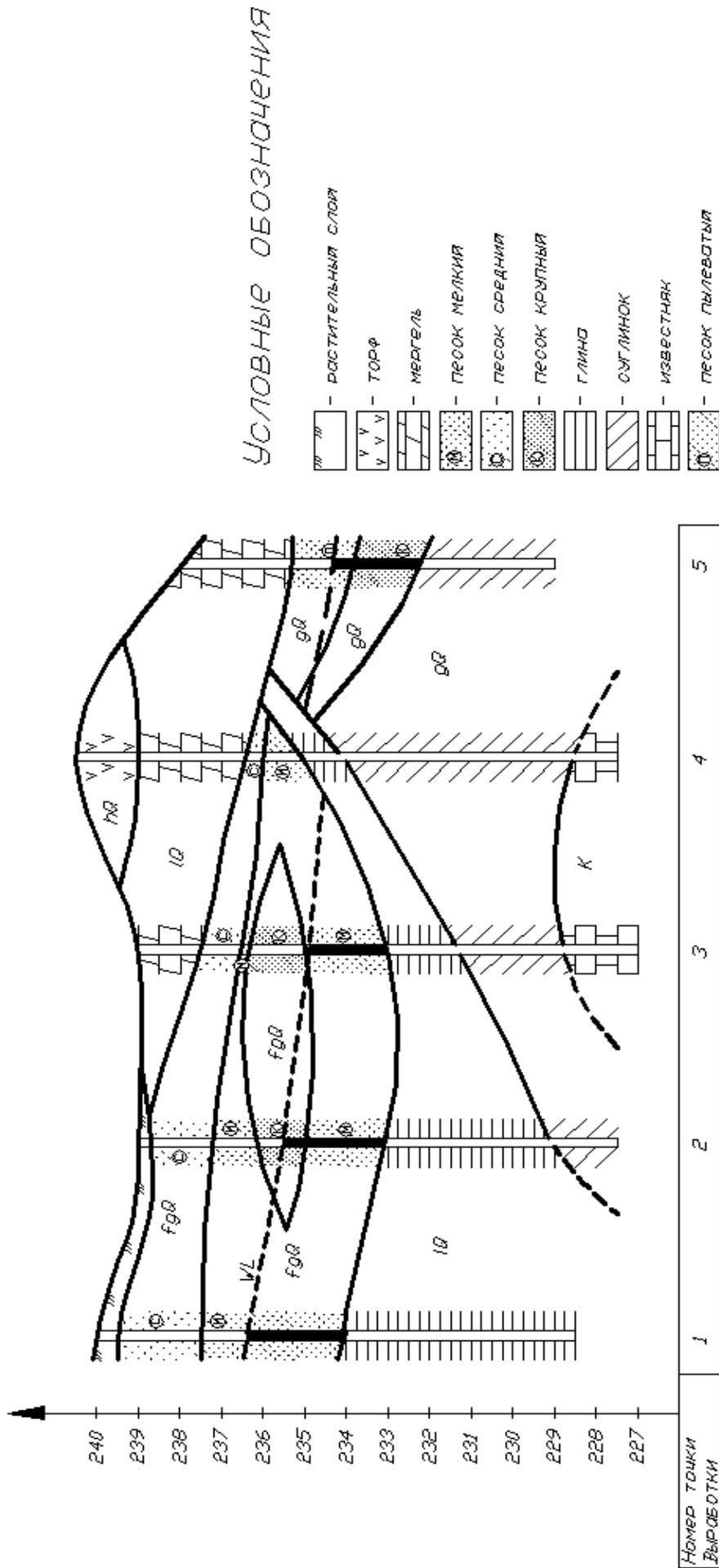


Рисунок 5.1 – Инженерно-геологический разрез

Таблица 5.1 – Условные обозначения генетических типов четвертичных отложений

Наименование отложений	Индекс	Наименование отложений	Индекс
Вулканические образования	$\beta Q$	Коллювиальные	$cQ$
Морские	$mQ$	Болотные	$hQ$
Техногенные	$tQ$	Эоловые	$vQ$
Элювиальные	$eQ$	Лессовые	$LQ$
Делювиальные	$dQ$	Элювиально-делювиальные	$edQ$
Аллювиальные	$aQ$	Оползневые	$dpQ$
Проллювиальные	$pQ$	Делювиально-аллювиальные	$daQ$
Ледниковые (гляциальные)	$gQ$	Озерно-аллювиальные	$laQ$
Озерные (лимнические)	$lQ$	Солифлюкционные	$sQ$
Флювиогляциальные (водно-ледниковые)	$fgQ$		

Таблица 5.2 – Условные обозначения возраста горных пород (индексы)

Эра (эратема)	Период (система)	Индекс
Архейская $AR$		
Протерозойская $PR$		
Палеозойская $PZ$	Кембрийский	$\epsilon$
	Ордовикский	$O$
	Силурийский	$S$
	Девонский	$D$
	Каменноугольный	$C$
	Пермский	$P$
Мезозойская $MZ$	Триасовый	$T$
	Юрский	$J$
	Меловой	$K$
Кайнозойская $KZ$	Палеогеновый	$P$
	Неогеновый	$N$
	Четвертичный	$Q$

Отчет должен быть аккуратно оформлен, содержать название работы, ее цель, выполненный разрез, вывод о проделанной работе.

### **Вопросы для самоконтроля**

- 1 Какие геологические процессы обусловили образование горных пород в данном районе?
- 2 Горные породы какого возраста встречены в разрезе?
- 3 Какова очередность напластования горных пород?
- 4 Основные генетические типы четвертичных отложений и их обозначения (индексы) на картах и разрезах.
- 5 Что отображают на инженерно-геологическом разрезе?
- 6 Принципы построения инженерно-геологического разреза.

Таблица 5.3 – Условные графические обозначения литологии грунтов

Класс грунтов	Тип грунтов	Графическое изображение	Наименование грунтов	Класс грунтов	Тип грунтов	Графическое изображение	Наименование грунтов	
Скальные	Обломочные сцементированные		Алевролит	Нескальные	Песчаные		Песок крупный	
			Аргиллит				Песок средний	
	Биохимические		Доломит				Песок мелкий	
			Мел				Песок пылеватый	
Нескальные	Крупнообломочные		Мергель	Пылеватоглинистые			Супесь	
			Валунный грунт				Суглинок	
			Гравийный грунт				Глина	
	Песчаные			Песок гравелистый	Биогенные			Торф
				Песок гравелистый				Растительный (почвенно-растительный) слой

## 5.2 Варианты заданий

Исходные данные для построения инженерно-геологического разреза по вариантам даны на рисунках 5.2–5.16.

Вариант 1								
Номер скважины		1	2	3	4	5	6	7
Отметка устья скважины, м		212,2	216,8	216,0	214,8	212,0	214,0	214,7
Наименование слоя	Генезис	Мощность слоя, м						
Растительный слой		0,3	0,3	0,3	0,3			0,3
Торф	$hQ$					2,3	1,1	
Мергель	$IQ$				0,5	1,3	0,5	
Песок мелкий	$fgQ$	2,5	0,8					0,9
Глина	$IQ$	0,5		0,6				
Песок средней крупности	$fgQ$	1,0	1,0	1,6	2,4	0,8	2,5	6,3
Песок крупный	$fgQ$	0,8			1,2		1,5	
Песок мелкий	$fgQ$		1,9	1,2				1,2
Песок средней крупности	$fgQ$	2,0	4,0	1,2	2,5		2,0	
Супесь	$fgQ$						3,0	
Алевролит	$J$	2,9		7,0	3,8	5,6	2,5	2,3
УГВ, м		210,5	213,1	213,2	213,2	211,8	213,5	214,1

Рисунок 5.2 – Исходные данные к варианту 1

Вариант 2								
Номер скважины		1	2	3	4	5	6	7
Отметка устья скважины, м		249,8	247,5	245,8	248,0	247,0	245,8	244,8
Наименование слоя	Генезис	Мощность слоя, м						
Растительный слой		0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Песок пылеватый	$pQ$		0,6	0,4				
Песок мелкий	$fgQ$	2,8	1,0	2,3	3,2	2,0	2,4	1,7
Песок средней крупности	$fgQ$	1,5	0,8	2,8			0,9	
Песок крупный	$fgQ$				0,9	0,8		
Песок мелкий	$fgQ$	1,7	1,5		3,3	1,2	4,5	
Глина	$IQ$					0,9		
Песок средней крупности	$fgQ$	4,7	1,3		2,8	2,1		
Гравий	$fgQ$						3,9	
УГВ, м		247,2	246,0	245,2	244,7	244,7	243,9	243,6

Рисунок 5.3 – Исходные данные к варианту 2

Вариант 3								
Номер скважины		1	2	3	4	5	6	7
Отметка устья скважины, м		223,7	221,5	219,8	220,0	221,0	219,5	218,0
Наименование слоя	Генезис	Мощность слоя, м						
Растительный слой		0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Песок мелкий	<i>fgQ</i>	3,5				1,0		
Песок пылеватый	<i>pQ</i>		0,3	0,5				
Песок мелкий	<i>fgQ</i>		0,6	2,3	3,2		0,4	
Песок крупный	<i>fgQ</i>		0,7		0,8	1,0		
Суглинок	<i>fgQ</i>		1,0		1,3	1,7		
Песок средней крупности	<i>fgQ</i>	5,6	1,2	0,6	1,7		2,6	1,7
Глина	<i>lQ</i>					0,7	1,2	
Песок мелкий	<i>gQ</i>		1,0					
Песок средней крупности	<i>gQ</i>		3,2			3,5	3,3	
Гравий	<i>gQ</i>		1,0			0,8	3,2	
Доломит	<i>T</i>	2,6	1,7	5,3	4,7	3,0	1,0	9,0
Известняк	<i>C</i>	0,5	1,4					
УГВ, м		220,3	218,5	217,5	217,4	218,2	217,6	216,8

Рисунок 5.4 – Исходные данные к варианту 3

Вариант 4								
Номер скважины		1	2	3	4	5	6	7
Отметка устья скважины, м		205,6	206,3	205,0	207,0	208,6	209,5	207,5
Наименование слоя	Генезис	Мощность слоя, м						
Растительный слой		0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Песок пылеватый	<i>pQ</i>		0,6					
Песок средней крупности	<i>fgQ</i>	4,5	1,0	2,2				0,7
Песок мелкий	<i>fgQ</i>				1,0	1,0	2,0	2,0
Песок крупный	<i>fgQ</i>		1,2		1,3			
Супесь	<i>lQ</i>		3,2		4,5	1,5	1,1	0,5
Суглинок	<i>lQ</i>		1,0				1,3	1,0
Глина	<i>lQ</i>						0,7	0,5
Песок мелкий	<i>gQ</i>						0,6	2,8
Гравий	<i>gQ</i>		1,5		2,2		1,6	0,4
Суглинок	<i>gQ</i>	4,5	1,2	5,5	1,7	6,0	2,4	2,5
Известняк	<i>C</i>	1,6				1,2	2,0	1,3
УГВ, м		202,1	202,7	202,0	203,5	206,2	206,7	205,6

Рисунок 5.5 – Исходные данные к варианту 4

Вариант 5								
Номер скважины		1	2	3	4	5	6	7
Отметка устья скважины, м		200,5	201,7	202,4	202,0	201,3	200,4	200,9
Наименование слоя	Генезис	Мощность слоя, м						
Растительный слой		0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Песок пылеватый	<i>pQ</i>			0,5	0,9	0,4		
Песок мелкий	<i>aQ</i>	1,0	1,3	2,7	0,7	1,6	1,3	2,0
Песок средней крупности	<i>aQ</i>		1,1	3,2	4,0	1,0	2,0	2,0
Песок мелкий	<i>aQ</i>		2,0					
Глина	<i>IQ</i>	0,4	0,8					
Песок крупный	<i>fgQ</i>	1,0	5,3	3,5	2,0	0,5	0,7	
Песок средней крупности	<i>fgQ</i>					1,1	3,2	
Гравий	<i>fgQ</i>			2,8	3,1		1,6	
Суглинок	<i>gQ</i>	5,0	2,3			5,1	1,9	6,5
Известняк	<i>N</i>	2,3	1,0					1,2
УГВ, м		199,4	199,0	198,7	199,1	199,2	199,0	199,0

Рисунок 5.6 – Исходные данные к варианту 5

Вариант 6								
Номер скважины		1	2	3	4	5	6	7
Отметка устья скважины, м		205,5	206,3	205,0	207,0	206,6	206,0	207,3
Наименование слоя	Генезис	Мощность слоя, м						
Растительный слой		0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Песок пылеватый	<i>pQ</i>	1,0	0,6	1,2				
Песок мелкий	<i>aQ</i>	1,6	3,0	1,6	4,5	2,2	3,0	1,8
Песок средней крупности	<i>fgQ</i>					1,5	1,4	
Песок мелкий	<i>fgQ</i>					4,6	0,8	3,4
Песок крупный	<i>fgQ</i>	1,2	2,4	1,4	1,0	1,2	1,0	
Гравий	<i>fgQ</i>	1,7	2,1				2,6	
Мел	<i>K</i>		2,2	2,2	1,0	2,2		
Известняк	<i>D</i>	5,2	2,4	3,5	4,2	1,0	2,9	4,5
УГВ, м		203,4	203,4	203,1	203,7	204,3	204,3	204,3

Рисунок 5.7 – Исходные данные к варианту 6

Вариант 7								
Номер скважины		1	2	3	4	5	6	7
Отметка устья скважины, м		209,3	208,0	207,5	206,5	207,5	207,0	208,3
Наименование слоя	Генезис	Мощность слоя, м						
Растительный слой		0,3	0,3			0,3	0,3	0,3
Торф	<i>hQ</i>			1,0	2,0			
Мергель	<i>lQ</i>			1,2	1,8	0,6		
Песок мелкий	<i>fgQ</i>	5,5	2,2				2,0	1,5
Песок средней крупности	<i>fgQ</i>	2,0	3,0	3,0	1,0	2,0	1,3	4,3
Глина	<i>lQ</i>		1,3			0,7	1,0	
Песок средней крупности	<i>fgQ</i>		4,5			2,0	2,8	
Гравий	<i>fgQ</i>		1,6				2,5	0,4
Суглинок	<i>gQ</i>	5,2		5,8	6,2	5,4	2,1	6,5
Известняк	<i>K</i>				1,2	2,4		
УГВ, м		208,2	207,4	207,2	206,3	206,5	206,3	206,9

Рисунок 5.8 – Исходные данные к варианту 7

Вариант 8								
Номер скважины		1	2	3	4	5	6	7
Отметка устья скважины, м		209,5	210,3	209,0	211,0	211,8	212,5	213,0
Наименование слоя	Генезис	Мощность слоя, м						
Растительный слой		0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Песок пылеватый	<i>pQ</i>	1,1	0,4	0,8				
Глина	<i>lQ</i>						0,6	1,4
Песок мелкий	<i>aQ</i>	1,8	2,5	1,6	4,6	5,3	4,7	2,4
Песок крупный	<i>aQ</i>	0,5	1,2				1,1	
Песок средней крупности	<i>aQ</i>			3,5	0,8	0,3		0,5
Песок мелкий	<i>aQ</i>	1,5	1,8		1,3	2,8	2,2	
Глина	<i>fgQ</i>		3,0			0,7	1,1	
Гравий	<i>fgQ</i>		2,6	0,5	1,0	0,4		
Суглинок	<i>gQ</i>	5,8	1,2	2,2	2,0	1,5	2,6	6,4
Известняк	<i>T</i>			1,1		1,7	0,4	
УГВ, м		205,0	205,3	206,6	207,1	207,5	208,4	209,7

Рисунок 5.9 – Исходные данные к варианту 8

Вариант 9								
Номер скважины		1	2	3	4	5	6	7
Отметка устья скважины, м		250,4	250,9	249,0	248,0	248,5	249,8	250,6
Наименование слоя	Генезис	Мощность слоя, м						
Растительный слой		0,3	0,3			0,3	0,3	0,3
Торф	<i>hQ</i>			1,0	2,0			
Мергель	<i>lQ</i>			0,6	1,8	0,6		
Песок мелкий	<i>aQ</i>	5,5	1,7				2,0	1,5
Песок средней крупности	<i>aQ</i>	2,0	3,0			2,0	1,3	4,3
Песок крупный	<i>fgQ</i>		1,5			0,7	1,0	
Песок средней крупности	<i>fgQ</i>		3,2			0,5	1,1	
Песок крупный	<i>fgQ</i>					0,5	0,7	
Песок средний	<i>fgQ</i>			0,6	1,0	1,0	2,5	
Гравий	<i>gQ</i>		3,3				1,0	0,4
Мел	<i>K</i>	5,2		8,8	6,2	5,4	2,1	4,5
УГВ, м		249,5	249,8	248,8	247,8	248,0	248,7	249,5

Рисунок 5.10 – Исходные данные к варианту 9

Вариант 10								
Номер скважины		1	2	3	4	5	6	7
Отметка устья скважины, м		240,1	242,7	241,4	240,2	239,6	238,3	236,5
Наименование слоя	Генезис	Мощность слоя, м						
Растительный слой		0,3			0,3	0,3	0,3	0,3
Песок средней крупности	<i>aQ</i>	3,3	1,0			2,3	2,5	6,0
Песок мелкий	<i>aQ</i>		0,9			1,0	1,2	
Песок средней крупности	<i>aQ</i>		1,0			1,5	2,0	
Гравий	<i>fgQ</i>		1,1				1,5	1,7
Суглинок	<i>gQ</i>		3,0					
Глина	<i>N</i>		1,2	1,2	1,0	3,1	0,3	
Аргиллит	<i>P</i>	5,7	1,4	9,7	5,0	2,0	3,8	3,0
УГВ, м		238,7	238,9			237,4	236,3	234,8

Рисунок 5.11 – Исходные данные к варианту 10

Вариант 11								
Номер скважины		1	2	3	4	5	6	7
Отметка устья скважины, м		280,7	281,2	282,3	281,4	280,5	281,7	282,3
Наименование слоя	Генезис	Мощность слоя, м						
Растительный слой		0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Песок пылеватый	<i>pQ</i>					0,8	0,4	1,1
Песок мелкий	<i>eQ</i>	1,4	3,3	3,0	2,8	1,6	2,5	1,8
Глина	<i>lQ</i>	0,4	0,6	1,0				
Песок мелкий	<i>aQ</i>	2,0	1,7	1,6				
Песок крупный	<i>aQ</i>		1,1				1,2	0,5
Песок средней крупности	<i>aQ</i>	0,5			1,8	3,5		
Песок мелкий	<i>aQ</i>		2,2	2,8			1,8	1,5
Гравий	<i>aQ</i>		1,1	0,7			3,0	
Глина	<i>gQ</i>			0,4	0,8	0,5	2,6	
Суглинок	<i>gQ</i>	6,4	2,6	1,5	2,0	2,2	1,2	5,8
Известняк	<i>D</i>		0,4	0,7	5,3	1,1		
УГВ, м		279,3	279	279,4	279,3	278,7	278,8	279,5

Рисунок 5.12 – Исходные данные к варианту 11

Вариант 12								
Номер скважины		1	2	3	4	5	6	7
Отметка устья скважины, м		210,8	209,3	208,4	207,9	208,2	208,7	209,2
Наименование слоя	Генезис	Мощность слоя, м						
Растительный слой		0,3	0,3			0,3	0,3	0,3
Торф	<i>hQ</i>			1,1	0,9			
Мергель	<i>lQ</i>			1,0	0,8			
Песок мелкий	<i>aQ</i>	6,5	2,0	1,8		0,6	2,2	6,7
Песок средней крупности	<i>aQ</i>		2,1			2,3	4,3	
Песок крупный	<i>aQ</i>	1,4	1,4	1,6		1,0	0,9	
Песок средней крупности	<i>aQ</i>		1,0	1,2	1,5			
Гравий	<i>p</i>		2,0	5,3				
Глина	<i>p</i>					3,5	1,2	
Алевролит	<i>C</i>					0,9	0,9	2,2
Мергель	<i>D</i>	3,8	2,2		6,8	2,4	2,2	2,0
УГВ, м		209,3	208,3	207,8	207,5	207,7	207,8	208,0

Рисунок 5.13 – Исходные данные к варианту 12

Вариант 13								
Номер скважины		1	2	3	4	5	6	7
Отметка устья скважины, м		249,0	249,2	248,0	247,0	246,8	246,7	247,1
Наименование слоя	Генезис	Мощность слоя, м						
Растительный слой		0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Песок пылеватый	<i>aQ</i>		0,7	0,7	0,8			
Песок мелкий	<i>aQ</i>	2,1	1,3	1,4	0,7			
Песок крупный	<i>aQ</i>		1,1			1,4	1,9	1,9
Песок средний	<i>aQ</i>					3,8	4,3	2,2
Песок мелкий	<i>aQ</i>	1,6	1,5	1,7	1,2	1,2	0,9	
Песок средний	<i>aQ</i>	4,2	1,9					
Песок крупный	<i>aQ</i>	1,2	0,9					
Гравий	<i>gQ</i>	2,6	1,5					
Суглинок	<i>gQ</i>	4,4	5,2	6,1	7,1	3,9	2,7	1,5
Известняк	<i>C</i>		2,0	2,7	2,5		0,7	4,3
УГВ, м		246,0	245,4	244,9	244,8	243,8	242,8	243

Рисунок 5.14 – Исходные данные к варианту 13

Вариант 14								
Номер скважины		1	2	3	4	5	6	7
Отметка устья скважины, м		201,8	202,5	202,7	204,3	205,1	202,6	201,2
Наименование слоя	Генезис	Мощность слоя, м						
Растительный слой		0,3	0,3	0,3	0,3	0,3		0,3
Суглинок	<i>vQ</i>					0,8	1,2	1,4
Песок крупный	<i>aQ</i>	1,4	2,1	2,8	2,6	1,4	1,0	
Песок мелкий	<i>aQ</i>	3,6	0,8					1,5
Песок средний	<i>aQ</i>	0,4	1,4				0,5	1,2
Песок крупный	<i>aQ</i>			2,5	1,7	1,6		
Глина	<i>gQ</i>					0,5	1,7	2,1
Гравий	<i>gQ</i>	1,6	1,1					
Суглинок	<i>gQ</i>	3,7	4,2	6,1	7,3	6,4	5,8	2,3
Известняк	<i>D</i>			1,1	3,2			
УГВ, м		200,4	200,3	199,9	200,6	201,7	200,5	199,0

Рисунок 5.15 – Исходные данные к варианту 14

Вариант 15								
Номер скважины		1	2	3	4	5	6	7
Отметка устья скважины, м		224,8	222,5	221,3	220,8	223,2	224,4	225,1
Наименование слоя	Генезис	Мощность слоя, м						
Растительный слой		0,3	0,3			0,3	0,3	0,3
Торф	<i>hQ</i>			1,2	1,6	0,5		
Мергель	<i>lQ</i>		0,4	1,5	1,8	0,9		
Песок мелкий	<i>aQ</i>	3,5	2,7	2,1	1,3	1,1	2,0	
Песок крупный	<i>aQ</i>	1,2	0,6					3,4
Песок средний	<i>aQ</i>				2,4	1,7		1,5
Песок мелкий	<i>aQ</i>	0,5	1,6	2,3	2,8	2,9	3,7	
Глина	<i>gQ</i>	0,8	1,4	1,1			0,5	1,8
Суглинок	<i>gQ</i>	4,3	5,1	4,8	4,5	3,8	2,7	2,1
Мел	<i>K</i>	4,7	1,1			3,7	6,6	6,4
УГВ, м		222,8	221,6	220,8	220,4	222,1	223,5	223,9

Рисунок 5.16 – Исходные данные к варианту 15

## 6 Лабораторная работа № 6. Построение карты гидроизогипс

*Цель работы:* построить на топографической основе карту гидроизогипс; на карте выделить участки с глубиной залегания уровня грунтовых вод менее 2 м.

### 6.1 Карты гидроизогипс

Кроме общих геологических и инженерно-геологических карт, в практике инженерно-геологических изысканий приходится составлять карты и разрезы, позволяющие оценивать гидрогеологические особенности местности.

По своему содержанию гидрогеологические карты весьма разнообразны, т. к. отражают сложность гидрогеологических условий и удовлетворяют различным целям, преследуемым при исследовании подземных вод. Так, гидрогеологические карты используют при выяснении возможностей водоснабжения, орошения или осушения территории, а также в целях борьбы с карстовыми провалами и оползнями. Выделяют два вида гидрогеологических карт: карты пьезометрической поверхности напорных вод (гидроизопьезы) и карты поверхности грунтовых безнапорных вод (гидроизогипсы).

Карты гидроизогипс из двух видов специальных гидрогеологических карт для инженерных целей имеют наибольший интерес и практическое значение. Такие карты характеризуют поверхность грунтовых вод, т. е. поверхность первого от поверхности земли водоносного горизонта, выдержанного по площади.

Именно с этими водами чаще всего приходится сталкиваться в практической работе.

Гидроизогипсы представляют собой линии, соединяющие точки с одинаковыми абсолютными или относительными отметками уровней ненапорных грунтовых вод. Гидроизогипсы дают рельеф зеркала безнапорного водоносного горизонта.

Для построения карты гидроизогипс замеряют уровни грунтовых вод в ряде точек на площади распространения горизонта (в шурфах, скважинах, колодцах, источниках, поверхностных водоемах). Точность построения будет тем больше, чем гуще наблюдательная сеть. Замеры производят в возможно более короткий отрезок времени, т. к. уровень грунтовых вод не остается постоянным. Карту гидроизогипс можно составлять по результатам одновременных или близких по времени (1–2 дня) замеров, а также по результатам сезонов года. Наибольшее значение имеют карты для периодов наиболее низкого и наиболее высокого положения зеркала грунтовых вод.

При выполнении разведочных работ пробурено 12 скважин, расположенных в плане в углах квадратной сетки, как показано на рисунке 6.1, на расстоянии 25 м друг от друга. В таблице 6.1 приведены абсолютные отметки устьев скважин (в числителе) и результаты одновременного замера глубин залегания уровней грунтовых вод (в знаменателе).

Используя эти данные, постройте на топографической основе карту гидроизогипс масштаба 1:500, приняв сечение горизонталей и гидроизогипс через 1 м. На карте выделите участки с глубиной залегания уровня грунтовых вод менее 2 м.

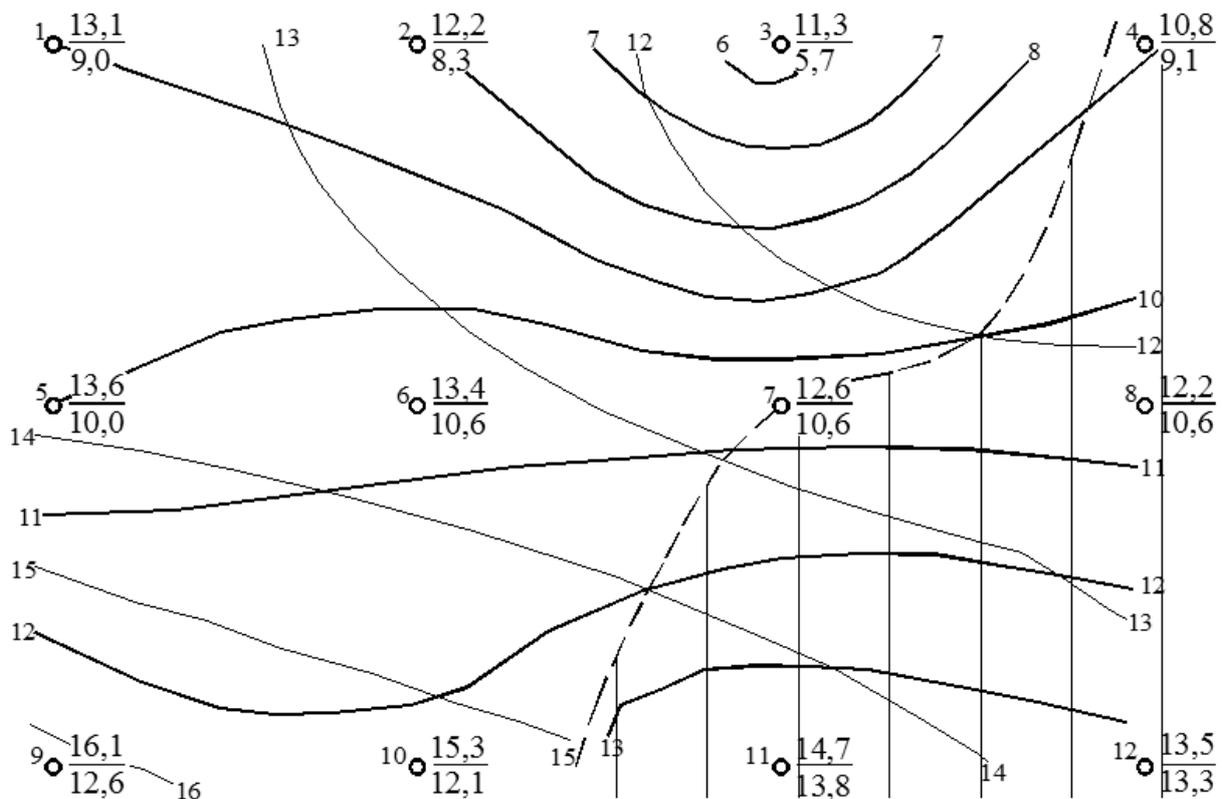


Рисунок 6.1 – Карта гидроизогипс

Таблица 6.1 – Абсолютные отметки устьев скважин (в числителе) и глубин залегания уровней грунтовых вод (в знаменателе)

Вариант	Номер скважины											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	12,4	11,3	10,6	10,5	13,0	12,5	12,3	12,4	15,3	14,2	13,7	13,3
	3,9	2,4	1,5	1,8	3,2	2,0	1,7	2,8	3,2	1,3	0,4	2,3
2	13,6	13,1	12,5	12,4	16,7	15,1	14,4	13,5	18,2	18,3	18,2	17,0
	3,6	2,8	2,0	1,7	3,6	3,2	1,1	0,4	1,3	4,2	3,1	2,0
3	13,2	12,5	12,0	11,7	15,2	14,0	13,6	13,3	18,8	18,0	17,3	17,2
	4,1	2,9	2,4	3,5	4,2	2,0	1,2	3,3	5,0	4,2	3,6	5,2
4	10,3	9,1	8,4	7,5	10,6	10,3	9,5	9,1	13,3	12,2	11,2	10,5
	4,2	4,3	2,6	2,0	3,8	3,4	2,3	1,5	3,6	3,2	1,3	0,2
5	9,1	8,2	7,6	7,5	10,1	9,5	9,4	9,2	12,0	11,3	10,5	10,3
	4,3	2,5	1,6	2,0	3,2	2,4	1,8	2,5	3,2	1,7	0,8	2,3
6	10,6	10,1	9,5	9,6	13,2	12,4	11,5	10,5	15,6	15,3	15,1	14,3
	3,6	3,0	2,3	1,5	3,5	3,2	1,1	0,2	3,3	4,0	2,9	2,4
7	10,1	9,5	9,4	9,6	11,2	12,3	10,5	10,3	15,3	15,4	14,3	14,4
	3,6	2,1	1,5	2,5	3,3	0,9	0,2	2,3	4,2	3,2	1,9	4,1
8	15,2	15,7	16,7	17,5	14,2	14,3	15,4	15,0	10,3	10,5	11,2	12,3
	3,5	2,5	3,6	5,4	4,1	2,2	3,0	4,4	2,2	0,3	1,4	3,2
9	15,7	16,6	17,5	18,2	17,3	15,0	15,2	15,4	10,5	11,2	12,3	13,4
	2,2	3,7	5,3	5,4	2,1	2,8	4,4	3,3	0,2	0,9	3,2	3,5
10	8,5	9,1	10,0	10,5	10,8	11,3	8,5	11,8	12,6	13,1	9,2	13,1
	2,6	1,7	4,3	4,1	3,2	0,9	2,9	6,2	5,5	6,5	3,5	6,6
11	6,9	8,1	10,2	9,5	7,9	6,3	6,7	7,9	9,5	4,8	3,2	6,5
	2,2	3,3	4,3	3,8	6,6	4,7	2,4	1,3	2,7	2,6	1,5	1,4
12	11,3	9,8	12,0	14,4	12,8	12,5	13,3	14,6	12,8	13,5	15,2	16,3
	3,8	1,9	1,8	3,2	5,0	2,4	2,2	2,8	2,9	3,7	4,4	4,0
13	16,2	14,5	12,4	10,7	14,6	13,1	11,6	12,3	13,5	13,2	13,3	13,2
	2,9	2,3	2,3	2,3	2,0	1,6	1,6	3,6	1,8	1,7	2,1	2,7
14	13,3	12,2	12,3	13,1	12,6	9,8	11,1	11,4	11,7	8,8	8,8	10,4
	2,1	1,8	1,9	2,1	2,2	0,5	2,5	2,7	2,2	1,0	1,2	2,7
15	9,8	12,2	11,9	11,8	10,7	13,5	14,4	13,8	12,4	14,3	15,4	16,2
	0,9	2,7	1,2	0,6	0,1	2,1	2,2	1,3	0,8	2,1	2,3	2,7
16	12,7	11,5	10,4	9,7	13,4	12,5	11,8	11,5	14,6	15,1	15,2	14,2
	2,8	2,3	1,2	0,9	2,5	2,3	1,0	2,5	2,4	3,4	3,0	2,7

## 6.2 Порядок проведения работы

1 В заданном масштабе наносят на карту план расположения скважин, обозначая их кружками диаметром 2 мм. Слева от каждой скважины записывают ее номер, справа в числителе – абсолютную отметку устья, в знаменателе – абсолютную отметку уровня грунтовых вод  $WL$ . Абсолютную отметку уровня грунтовых вод в каждой скважине вычисляют как разность между отметкой устья и глубиной залегания  $УГВ$ .

2 Далее путем интерполяции между абсолютными отметками устьев скважин наносят точки с абсолютными отметками, равными целому числу (по заданию сечение горизонталей и гидроизогипис через 1 м). Соединив точки с одина-

ковыми отметками плавными линиями, получают горизонталы рельефа (на рисунке 6.1 обозначены тонкими линиями).

3 Аналогично путем интерполяции находят точки с абсолютными отметками *УГВ*. Соединив точки с одинаковыми отметками *УГВ* плавными линиями, получим гидроизогипсы (на рисунке 6.1 – жирные линии). При составлении карты гидроизогипс нельзя интерполировать между точками, расположенными по разные стороны поверхностных водотоков и водоемов.

4 Для выделения участков с глубиной залегания *УГВ* менее 2 м находят точки пересечения горизонталей и гидроизогипс с разностью отметок 2 м. Линия, проведенная через эти точки, – гидроизобата – будет границей участка. На рисунке 6.1 гидроизобата показана пунктирной линией, а участок с глубиной залегания *УГВ* менее 2 м заштрихован.

5 Гидрогеологическая карта строится на отдельном листе миллиметровой бумаги, оформляется, как показано на рисунке 6.1. Для построения разреза используются данные из таблицы 6.1.

### ***Вопросы для самоконтроля***

- 1 Какие существуют гидрогеологические карты?
- 2 Что такое карта гидроизогипс?
- 3 Как составляются карты гидроизогипс?
- 4 Что такое гидроизогипсы?

### **Список литературы**

- 1 СТБ 943–2007. Грунты. Классификация. – Минск: Госстандарт, 2007. – 23 с.
- 2 СТБ 21.302–99. Система проектной документации для строительства. Инженерно-геологические изыскания для строительства. Основные требования к составлению и оформлению документации, условные графические обозначения. – Минск: М-во архитектуры и стр-ва Респ. Беларусь, 1999. – 69 с.
- 3 Лолаев, А. Б. Инженерная геология: учебник / А. Б. Лолаев, В. В. Бутюгин. – Москва; Вологда: Инфра-Инженерия, 2022. – 256 с.
- 4 Ананьев, В. П. Инженерная геология: учебник / В. П. Ананьев, А. Д. Потапов, А. Н. Юлин. – 7-е изд., стереотип. – Москва: ИНФРА-М, 2017. – 575 с.
- 5 Ананьев, В. П. Специальная инженерная геология: учебник / В. П. Ананьев, А. Д. Потапов, Н. А. Филькин. – Москва: ИНФРА-М, 2021. – 263 с.
- 6 Чернышев, С. Н. Задачи и упражнения по инженерной геологии / С. Н. Чернышев, А. Н. Чумаченко, И. Л. Ревелис. – Москва : Высшая школа, 2001. – 254 с.