



**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ  
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

**Белорусский национальный  
технический университет**

---

**Кафедра «Геотехника и экология в строительстве»**

# **ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ**

**Лабораторный практикум**

**Минск  
БНТУ  
2016**

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ  
Белорусский национальный технический университет

---

Кафедра «Геотехника и экология в строительстве»

# ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ

Лабораторный практикум  
для студентов строительных специальностей

*Рекомендовано учебно-методическим объединением  
высших учебных заведений по образованию  
в области строительства и архитектуры*

Минск  
БНТУ  
2016

УДК 624.131.1(076.5)  
ББК 33.11я7  
И62

Составитель  
*Т.М. Уласик*

Рецензенты:  
кафедра строительных конструкций  
Полоцкого государственного университета  
(зав. каф., канд. техн. наук, доцент *А.И. Колтунов*);  
канд. геолого-минералогических наук, главный геолог  
УП «Геосервис» *Ю. В. Заика*

И62 **Инженерная** геология: лабораторный практикум для студентов строительных специальностей / сост. Т. М. Уласик. – Минск : БНТУ, 2016. – 46 с.; вкл. ISBN 978-985-550-813-8.

Приводится методика описания и определения породообразующих минералов, и горных пород.

УДК 624.131.1(076.5)  
ББК 33.11я7

ISBN 978-985-550-813-8

© Белорусский национальный  
технический университет, 2016

## ВВЕДЕНИЕ

Лабораторный практикум по курсу «Инженерная геология» предназначен для студентов строительных специальностей. У студентов, изучающих дисциплину «Инженерная геология», должны быть сформированы навыки, необходимые для успешного выполнения всех видов профессиональной деятельности, предусмотренной для должности инженера-строителя. Особое внимание следует обратить на умение различать, распознавать виды горных пород, определять, к какой из главных групп горных пород они относятся. Базовыми знаниями для изучения горных пород являются знания о происхождении и физических свойствах породообразующих минералов.

В лабораторных работах изложена методика изучения породообразующих минералов, описание их по физическим свойствам и по принадлежности к основным классам минералов. Приводится также методика описания и определения магматических, осадочных и метаморфических горных пород.

Лабораторные работы разработаны в соответствии с программой курса «Инженерная геология».

### Лабораторная работа № 1

#### ПОРОДООБРАЗУЮЩИЕ МИНЕРАЛЫ

**Цель работы:** изучение физических свойств минералов и определение их с помощью определителя.

**Последовательность выполнения работы:**

1. Ознакомьтесь с краткими теоретическими сведениями о физических свойствах минералов;
2. Ознакомьтесь с «Определителем минералов», приведенным в табл. 1.3;
3. Составьте описание и определите по внешним признакам главные породообразующие минералы.
4. Составьте описание породообразующих минералов по классам;  
Для определения названия минерала воспользуйтесь определителем (табл. 1.3).

#### 1.1. Физические свойства минералов

**Минералами** называют однородные по своему составу и строению природные химические соединения или элементы, образованные в результате определенных физико-химических процессов в земной коре и на ее поверхности. Известно, что в земной коре содержится более 7 000 минералов и их разновидностей. Из всего многообразия около 100 минералов встречаются довольно часто и лишь немногие из них имеют широкое распространение, слагая горные породы. Они называются главными или породообразующими, так как входят в состав тех или иных горных пород. Главные минералы в составе определенной горной породы образуют более или менее постоянные сочетания и обуславливают основные свойства породы.

Изучение минералов по внешним признакам заключается в определении и описании следующих физических свойств: цвета, твердости, блеска, спайности, формы кристаллов и т. д.

*Цвет минералов* является одним из основных внешних признаков. Минералы могут быть бесцветными, прозрачными и иметь самую разнообразную окраску всевозможных оттенков. Окраска минералов зависит от химического состава и примесей элементов – железа, никеля, меди, кобальта, хрома и др.

*Цвет черты.* Под цветом черты понимается цвет минерала в порошке, который определяется трением минерала по шероховатой фарфоровой пластинке. Многие минералы в порошке имеют иной цвет, чем в куске. Некоторые минералы дают характерную черту: пирит в куске соломенно-желтый, а в порошке почти черный; гематит – свинцово-черный, а в порошке – кроваво-красный.

*Твердость* – способность минерала противостоять внешнему механическому воздействию (царапанию). Относительная твердость минералов определяется сравнением с эталонами (шкала Мооса), (табл. 1.1).

Каждый последующий минерал в этой шкале обладает более высокой твердостью, поэтому он оставляет царапину на предыдущем. Вспомогательными «эталонами» твердости могут служить: стальная булавка (твердость 5,5), гвоздь (твердость 4) ноготь (твердость 2–2,5).

Таблица 1.1

#### Шкала Мооса

1. Тальк	2. Гипс	3. Кальцит	4. Флюорит	5. Апатит
6. Ортоклаз	7. Кварц	8. Топаз	9. Корунд	10. Алмаз

Используя шкалу Мооса, можно сравнивать минералы. Для определения относительной твердости минерала выбирают небольшую ровную поверхность на исследуемом образце и прочерчивают по ней острым ребром эталонного минерала. При отсутствии минералов-эталонов шкалы Мооса нередко используют для определения твердости такие предметы, как карандаш (твердость 1), бронзовую монету (твердость 3,5–4), стекло (твердость 5). Абсолютная твердость измеряется при помощи специальных приборов – скленометров.

*Блеск* минералов обусловлен отражением света поверхностью минерала и зависит от его показателя преломления. Минералы могут иметь металлический блеск, металлоидный (блеск потускневшей поверхности металла), стеклянный, жирный, перламутровый, шелковистый, алмазный, восковой, матовый.

*Спайность* – способность минерала раскалываться при ударе по гладким плоскостям – плоскостям спайности. Это свойство минералов обусловлено их внутренним строением и отражает силу сцепления между ионами в кристаллической решетке, зависящую от характера связи и расстояния между ними.

У минералов различают следующие *виды спайности*:

*весьма совершенная* – минерал легко раскалывается с образованием одной плоскости спайности (биотит, мусковит);

*совершенная* – при легких ударах минерал, раскалываясь, образует три плоскости спайности и, как правило, дает правильные ограненные формы (галит, кальцит);

*средняя* – минерал раскалывается на обломки, на которых обнаруживаются две плоскости спайности (ортоклаз, роговая обманка);

*несовершенная* – плоскости спайности обнаруживаются с трудом (апатит);

*весьма несовершенная* – спайность отсутствует, все обломки минерала неправильной формы (кварц, корунд).

*Излом* в отличие от спайности не имеет правильных, ориентированных, блестящих поверхностей. При раскалывании или разламывании образуются следующие виды излома: раковистый (халцедон), занозистый (роговая обманка), волокнистый (асбест), землистый (каолинит) и др.

*Плотность* для различных минералов колеблется от 1,8 до 22,8 г/см<sup>3</sup> (самородное золото – 19,3 г/см<sup>3</sup>). Большинство минералов имеет плотность 2,5–4,0 г/см<sup>3</sup>.

Минералы могут обладать рядом особых свойств: магнитностью (магнетит), вкусом (галит – соленый), запахом (при трении, ударе, горении минералов), взаимодействием с соляной кислотой (кальцит, доломит) и др.

*Форма минералов* – один из признаков, определяемых их строением и позволяющих распознавать многие из них, например, у галита кристаллы в форме куба, у кальцита – ромбоэдра, горного хрусталя – шестигранные призмы, завершающиеся пирамидой. В природе минералы могут встречаться в виде одиночных кристаллов и их сростков ( друзы, щетки), а также минеральных агрегатов (зернистых, игольчатых, листоватых, пластинчатых, конкреций и др.). При медленности кристаллизации вещества из растворов образуются натечные формы, имеющие вид сосулков – сталактиты и сталагмиты. Сталактиты – натёки, свисающие в виде сосулков сверху, а нарастающие им навстречу снизу вверх – сталагмиты.

### ***Методика определения основных породообразующих минералов по их физическим свойствам***

Определение неизвестного минерала следует начинать с тщательного анализа его физических свойств по внешним признакам. При этом используются фарфоровая пластинка, шкала Мооса, разбавленная соляная кислота, стеклянная пластинка и др. подручные средства. После установления цвета, твердости и блеска исследуемого образца определяют его спайность, черту, проверяют реакцию с соляной кислотой, выявляют наличие магнитных и других особых свойств.

Запишите в лабораторную тетрадь основные сведения, характеризующие *основные свойства минералов, их роль в горных породах и в каких сферах они находят применение*. Такое описание составьте для следующих минералов: пирит, халькопирит, кварц, глауконит, халцедон, тальк, ангидрит, серпентин, ортоклаз, каолинит, микроклин, хлорит, лабрадор, гематит, магнетит, опал, лимонит, авгит, гипс, биотит, авгит, роговая обманка, оливин, мусковит, галит, кальцит, доломит.

## *Характеристика важнейших породообразующих минералов*

Минералы классифицируются по различным признакам. Наиболее важной с инженерно-строительной точки зрения является классификация по химическому составу. Характеристика важнейших классов минералов приведена в табл. 1.2.

Таблица 1.2

### Основные свойства минералов

Классы	Важнейшие свойства	Представители
1	2	3
Самородные элементы	Металлы и неметаллы состоят из одного химического элемента или смеси двух элементов	Сера, графит
Сернистые соединения	Соединения элементов с серой. Металлический блеск, большая плотность, имеют окрашенную черту	Пирит, халькопирит
Галоидные соединения	Соли галоидно-водородных кислот. Имеют вкус, неметаллический блеск, среднюю твердость, растворяются в воде	Галит, сильвин, флюорит
Карбонаты	Соли угольной кислоты. Для них характерна способность вступать в реакцию с соляной кислотой. Имеют среднюю твердость, неметаллический блеск	Кальцит, доломит, магнезит, арагонит
Сульфаты	Соли серной кислоты. Характерна светлая окраска, невысокая твердость, стеклянный блеск, хорошая растворимость в воде	Ангидрит, гипс
Фосфаты	Соли фосфорной кислоты. Характеризуются неметаллическим блеском, пестрой окраской, отсутствием спайности, хрупкостью	Апатит
Силикаты	Соли кремниевых и алюмо-кремниевых кислот. Подразделяются на: 1. Алюмосиликаты <i>K-Na</i> – полевые шпаты, <i>Na-Ca</i> – полевые шпаты, плаггиоклазы Фельдшпатиты Слюды 2. Метасиликаты Пироксены Амфиболы 3. Ортосиликаты 4. Вторичные силикаты 5. Глинистые минералы	Ортоклаз, албит, олигоклаз, лабрадор, анортит Нефелин, лейцит Биотит, мусковит Авгит Роговая обманка  Оливин Тальк, серпентин Каолинит, монтмориллонит, гидрослюда

## Методика работы с определителем минералов

Прежде чем найти минерал в определителе (табл. 1.3), необходимо подробно описать все свойства образца: твердость, блеск, цвет, цвет черты и т. д. В основе определения минерала лежит свойство – твердость. Соответственно твердости все минералы разбиваются на семь групп. В каждой группе минералы разделяются по блеску в меньшие подгруппы, где каждый минерал имеет определенный порядковый номер, против которого указаны наиболее характерные признаки, отличающие данный минерал от его соседей по группе. Следует обратить внимание на то, что основные характеристики, по которым сгруппированы минералы в определителе – это твердость и блеск.

Для того чтобы наиболее полно составить представление о свойствах минерала необходимо прочитать более подробную характеристику в разделе «Описание минералов» (см. п. 1.2). Здесь минералы расположены под теми же номерами, что и в табл.-определителе 1.3.

Таблица 1.3

### Определитель минералов

Группы минералов определенной твердости		
Подгруппы	Блеск, цвет черты, спайность	Порядковый номер минералов в разделе «Описание минералов»
1	2	3
	<b>Минералы с твердостью до 2 включительно</b>	
	<i>С металлическим блеском</i>	
а)	Черта темно-серая, до черной.	2
	<i>Со стеклянным или шелковистым блеском</i>	
а)	Черта белая, спайность весьма совершенная в одном направлении, агрегаты волокнистые, зернистые, пластинчатые.	21
	<i>С жирным блеском</i>	
а)	Бледно-зелёный, белый, черта белая, мыльный на ощупь.	26
б)	Белый, черта белая, землистый.	32
в)	Цвет жёлтый, черта белая, хрупкий.	1



1	2	3
	<i>Минералы с твердостью от 2 до 3 включительно</i> <i>С металлическим блеском</i>	
а)	Цвет свинцово-серый, черта серовато-чёрная.	3
	<i>Со стеклянным и перламутровым блеском</i>	
а)	Белый, серый, черта белая, солёный на вкус.	7
б)	Бурый до чёрного, черта белая, расчленяется на тонкие листочки.	27
в)	Светлый, черта белая, расчленяется на тонкие листочки.	28
г)	Белый, серый, прозрачный, голубой, черта белая, вскипает от соляной кислоты.	15
д)	Светло-зелёный до тёмно-зелёного, черта бледно-зелёная, слюдоподобный.	29
	<i>С жирным или матовым блеском</i>	
а)	Зелёный разных оттенков, черта зелёная, зернистый.	30
	<i>Минералы с твердостью от 3 до 4 включительно</i> <i>С металлическим блеском</i>	
	<i>Со стеклянным, жирным, шелковистым или перламутровым блеском</i>	
а)	Золотисто-жёлтый, черта зеленовато-серая до чёрной.	4
	<i>Со стеклянным, жирным, шелковистым или перламутровым блеском</i>	
а)	Цвет зелёный, разных оттенков, черта белая или зеленоватая, часто с волокнистыми прожилками.	31
б)	Цвет белый, серый, желтоватый, черта белая, вскипает от соляной кислоты в порошке.	16
в)	Фиолетовый, зелёный, синий, прозрачный, черта белая.	6
г)	Бурый, серый до черного, черта серая или желто-бурая, вскипает в подогретой соляной кислоте.	17

1	2	3
д)	Белый, серый, жёлтый, черта белая, вскипает в подогретой соляной кислоте.	19
е)	Белый, серый, голубой, черта белая, зернистый, не вскипает от соляной кислоты.	20
ж)	Ярко-зелёный, черта зелёная, вскипает в соляной кислоте.	18
	<b>Минералы с твердостью от 4 до 5 включительно</b>	
	<i>С жирным, стеклянным или матовым блеском</i>	
а)	Цвет различный, черта белая.	22
	<b>Минералы с твердостью выше 5 до 6 включительно</b>	
	<i>С металлическим, полуметаллическим и тусклым блеском</i>	
а)	Чёрный, черта чёрная, магнитный.	9
б)	Тёмно-бурый, жёлто-бурый, ржаво-жёлтый, черта жёлтая до бурой.	14
в)	Красный, железо-чёрный, черта вишнёво-красная.	8
	<i>С жирным, шелковистым, тусклым блеском</i>	
а)	Цвет различный, блеск тусклый. Аморфный.	13
б)	Цвет различный, черта белая, жирный на изломе.	38
в)	Цвет зелёный, тёмно-зелёный, зеленовато-чёрный, черта серо-зелёная, игольчато-лучистого строения.	25
	<i>Со стеклянным блеском</i>	
а)	Тёмно-коричневый до чёрного, черта светлая, светло-зелёная...	24
б)	Цвет от серого до чёрного, синий отлив (ирризация на плоскости спайности)	35
в)	Белый, серый, бесцветный, черта белая, спайность совершенная.	34
г)	Светло-розовый до красного, голубоватый, иногда желтоватый, черта белая, спайность под прямым углом.	36 37
д)	Светло-серый, почти белый, черта белая, спайность совершенная в двух направлениях.	33

1	2	3
	<b>Минералы с твердостью от 6 до 7 включительно</b>	
	<i>С металлическим блеском</i>	
а)	Золотисто-жёлтый, черта зеленовато-чёрная.	5
	<i>С жирным, матовым и стеклянным блеском</i>	
а)	Цвет голубовато-серый, жёлтый, бурый, излом с острыми режущими кромками, черты не даёт, аморфный.	11
б)	Цвет различный, излом раковистый, блеск жирный на изломе, стеклянный на гранях.	10
в)	Оливково-зелёный, черта бесцветная, зернистый.	23
	<b>Минералы с твердостью выше 7</b>	
	<i>Со стеклянным блеском</i>	
а)	Цвет различный, черта белая.	12

В разделе «Описание минералов» для каждого минерала дано описание основных физических свойств, указывается также на роль минерала в горных породах, на условия образования и применение. Фотографии минералов приведены во вкладке 1–47.

## 1.2. Описание минералов

### Класс «Самородные элементы»

#### 1. Сера S

а) Твердость 1,5–2. Плотность 2,0–2,1 г/см<sup>3</sup>.

Цвет жёлтый различных оттенков. Блеск жирный. Черта белая до светло-жёлтой. Спайность несовершенная. При трении издаёт своеобразный запах. Встречается как в кристаллах, так и в виде землистых агрегатов. Излом землистый.

б) Образуется из вулканических газов на стенах кратеров вулканов, при разложении сернистых соединений металлов. Встречается в самой верхней части земной коры и на её поверхности.

в) Использование серы многостороннее: химическая промышленность, отбеливание, вулканизация.

### 1. Графит C

а) Твердость 1–2. Плотность 2,2 г/см<sup>3</sup>.

Цвет серо-стальной до чёрного. Черта тёмно-серая до чёрной. Блеск металлический, жирный. Спайность весьма совершенная в одном направлении. Встречается в виде чешуйчатых, тонкозернистых, плотных и землистых масс.

б) Встречается в гнейсах, кислых, средних и основных магматических породах.

в) Используется в гальванопластике, для производства карандашей и жаростойких тиглей и др.

## Класс «Сернистые соединения»

### 2. Галенит PbS

а) Твердость 2,5–3. Плотность 7,5 г/см<sup>3</sup>.

Цвет серый, свинцово-серый. Черта серовато-чёрная до чёрной. Блеск сильный, металлический. Спайность совершенная в трёх направлениях. В большинстве случаев образует кубы, чаще в виде сплошных зернистых масс.

б) Встречается в рудных жилах, в контактах известняков и доломитов с магматическими породами.

в) Руда для получения свинца.

### 4. Халькопирит CuFeS<sub>2</sub>

а) Твердость 3,5–4. Плотность 4,1–4,3 г/см<sup>3</sup>.

Цвет жёлтый, латунно-жёлтый до золотисто-жёлтого, на воздухе покрывается пёстрой побежалостью, иногда фиолетовой до чёрной плёнки. Черта зеленовато-серая до чёрной. Блеск металлический. Образует сплошные массы, кристаллы редки. Излом неровный.

б) Встречается в рудных жилах, в контактах магматических пород с известняками, в магматических породах, реже в осадочных.

в) Является важной медной рудой.

### 5. Пирит FeS<sub>2</sub>

а) Твердость 6–6,5. Плотность 4,9–5,2 г/см<sup>3</sup>.

Цвет золотисто-жёлтый. Черта зеленовато-чёрная. Блеск металлический. Спайности нет. Излом неровный, иногда раковистый. Кристаллы чаще всего имеют форму куба. Характерна штриховка на гранях кристаллов. Широко распространён пирит в виде сплошных масс зернистого или плотного строения.

б) В качестве отдельных вкрапленников входит в состав многих горных пород: гранитов, сланцев, песчаников и др.

в) Вредная примесь в строительном камне. Используется для получения серной кислоты.

## Класс «Галоидные соединения»

### 6. Флюорит $\text{CaF}_2$

а) Твердость 4. Плотность 3,1–3,2 г/см<sup>3</sup>.

Прозрачный или зелёного, красного, синего, фиолетового цветов. Черта белая. Блеск стеклянный. Спайность совершенная. Встречается в виде кубических кристаллов, а также в виде зернистых, плотных землистых масс.

б) Встречается в магматических породах.

в) Применяются в металлургии и для получения плавиковой кислоты.

### 7. Галит $\text{NaCl}$

а) Твердость 2. Плотность 2,1–2,2 г/см<sup>3</sup>.

Цвет белый, бесцветный. Черта белая. Совершенная спайность по кубу. Блеск стеклянный. Солёный вкус. Хрупок. В воде легко растворяется. Кристаллы имеют форму куба. Часто встречается в виде зернистых и плотных масс.

б) Образует осадочную породу того же названия, в составе осадочных пород ухудшает их строительные свойства.

в) Используется в пищевой, химической, металлургической промышленности.

## Класс «Окислы»

### 8. Гематит $\text{Fe}_2\text{O}_3$

а) Твердость 5,5–6. Плотность 4,8–5,3 г/см<sup>3</sup>.

Цвет красный, бурый, железо-чёрный, цвет черты вишнёво-красный. Блеск металлический у кристаллических разновидностей, матовый – у землистых. Спайность отсутствует. Кристаллы в форме чешуек, табличек, образует сплошные зернистые массы.

б) Примесь в гранитах, сиенитах.

в) Ценная железная руда.

### 9. Магнетит (магнитный железняк) $\text{Fe}_3\text{O}_4$

а) Твердость 5,5–6. Плотность 5 г/см<sup>3</sup>.

Цвет чёрный, черта чёрная. Блеск металлический. Магнитен. Обычно встречается в виде зернистых или плотных сплошных масс, изредка в виде отдельных кристаллов. Спайность несовершенная. Кристаллы призматические, встречаются в виде зернистых и плотных масс.

б) Входит в магматические, осадочные и метаморфические породы.

в) Применяется для изготовления оптических приборов, для получения стекла, фарфора, в ювелирном деле.

### 10. Кварц $\text{SiO}_2$

а) Твердость 7. Плотность 2,65 г/см<sup>3</sup>.

Окраска различна: бесцветный, молочно-белый, желтый, розовый, серый, фиолетовый, черный. Черта белая. Излом раковистый. Блеск стеклянный на гранях, жирный на изломе. Спайность несовершенная. Форма кристаллов призматическая с пирамидальным окончанием. Кварц встречается в виде зернистых и плотных масс.

б) Второй по распространению (после полевого шпата) минерал. Входит в состав магматических, осадочных и метаморфических горных пород.

в) Применяется для изготовления оптических приборов, для получения стекла, фарфора, огнеупоров, в ювелирном деле.

11. Халцедон  $\text{SiO}_2$  (кремень)

а) Твердость 7. Плотность  $2,6 \text{ г/см}^3$ .

Цвет различный: голубовато-серый, синий, жёлтый. Черты не даёт. Блеск матовый. При ударе искрит, издаёт запах жжёной кости. Спайности нет. Аморфный, встречается в виде желваков.

б) Содержится в кремнистых песчаниках.

в) Используется в ювелирном деле (агат), в точной механике, в часовом производстве.

12. Корунд  $\text{Al}_2\text{O}_3$

а) Твердость 9. Плотность  $3,9\text{--}4,3 \text{ г/см}^3$ .

Цвет различный: серый, синий, белый, розовый. Черта белая. Блеск стеклянный. Спайность несовершенная. Излом неровный. Образует одиночные кристаллы в виде шестигранных бочонков или пластинок. Встречается также в виде зёрен.

б) Встречается среди метаморфических пород, в пегматитовых жилах.

в) Используется в приборостроении, в качестве абразивного материала, в ювелирном деле.

13. Опал  $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$

а) Твердость  $5,5\text{--}6$ . Плотность  $2,2\text{--}2,3 \text{ г/см}^3$ .

Цвет белый, жёлтый, серый, синий. Черта белая. Полупрозрачный. Блеск тусклый, жирный. Излом раковистый, кристаллов не образует. Часто встречается в виде плотных масс.

б) Встречается в осадочных породах.

в) Благородный опал используется как драгоценный камень.

14. Лимонит  $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$  (бурый железняк)

а) Твердость различная, но не более 5. Плотность  $3,5\text{--}4 \text{ г/см}^3$ .

Цвет тёмно-бурый, жёлто-бурый, ржаво-жёлтый. Черта жёлтая до бурой. Блеск полу металлический, тусклый. Аморфный, образует натёки, сплошные массы, конкреции. Излом землистый.

б) Может являться цементом осадочных пород.

в) Является очень важной железной рудой. Применяется также как краска (охра).

## Класс «Карбонаты»

15. Кальцит (известковый шпат)  $\text{CaCO}_3$

а) Твердость 3. Плотность 2,6–2,8 г/см<sup>3</sup>.

Цвет белый, серый, голубой. Черта белая. Иногда прозрачен. Блеск стеклянный до перламутрового. Бурно вскипает от соляной кислоты. Спайность совершенная по трём направлениям. Кристаллы ромбоэдрические. Агрегаты зернистые, плотные, волокнистые.

б) Распространён в осадочных породах (мел, известняки, лессы), в метаморфических (мраморы). Сообщает карбонатную жёсткость воде.

в) Используется в строительстве (известь, цемент), в металлургии, земледелии, в оптике.

16. Доломит  $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$

а) Твердость 3,5–4,5. Плотность 2,8–2,9 г/см<sup>3</sup>.

Цвет белый, серый, иногда желтоватый. Непрозрачен. Черта белая. Блеск стеклянный, перламутровый. Спайность совершенная. Образует ромбоэдрические кристаллы, а также зернистые и плотные массы. Вскипает от подогретой соляной кислоты или в порошке.

б) Является породообразующим минералом осадочных и метаморфических пород.

в) Употребляется как флюс и стройматериал.

17. Сидерит  $\text{FeCO}_3$  (железный шпат)

а) Твердость 3,5–4. Плотность 3,8 г/см<sup>3</sup>.

Цвет бурый, жёлто-бурый, серый до чёрного. Черта серая или жёлто-бурая. Блеск стеклянный или полу-металлический. Встречается в виде плотных и зернистых масс. В соляной кислоте разлагается при нагревании.

б) Иногда встречается в известняках.

в) Является хорошей железной рудой.

18. Малахит  $\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$

а) Твердость 3,5–4. Плотность 3,9–4,1 г/см<sup>3</sup>.

Цвет травяно-зелёный, ярко-зелёный. Черта зелёная. Блеск жирный до шелковистого. Спайность средняя. Вскипает в разбавленной соляной кислоте. Кристаллы редки. Обычно образует шарообразные, почковидные агрегаты. Встречается в виде плёнок и землистых масс.

б) Малахит в виде включений или примазок часто встречается в зонах окисления медных месторождений.

в) Декоративный поделочный камень. Руда для получения меди.

19. Магнезит  $\text{MgCO}_3$

а) Твердость 4–4,5. Плотность 2,9–3,1 г/см<sup>3</sup>.

Цвет серый, белый, жёлтый. Черта белая. Блеск стеклянный. Спайность в кристаллических разностях совершенная. Излом раковистый. Вскипает в подогретой соляной кислоте.

б) Встречается среди доломитов, известняков.

в) Употребляется для производства специальных кирпичей.

## Класс «Сульфаты»

### 20. Ангидрит $\text{CaSO}_4$

а) Твердость 3,5–4. Плотность 2,8–3,0 г/см<sup>3</sup>.

Цвет серый, голубой. Черта белая. Прозрачный и непрозрачный. Блеск стеклянный до перламутрового. Спайность совершенная. Образует таблитчатые или призматические кристаллы. Но чаще встречается в виде сплошных землистых масс. Излом землистый.

б) Встречается в осадочных породах.

в) Употребляется в производстве специального цемента.

### 21. Гипс $\text{CaSO}_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}$

а) Твердость 2. Плотность 2,3 г/см<sup>3</sup>.

Цвет белый, серый, розовый, иногда желтоватый. Черта белая. Блеск стеклянный, шелковистый, перламутровый. Спайность весьма совершенная в одном направлении. Обычно встречается в виде пластинчатых, листоватых, зернистых, волокнистых и плотных агрегатов.

б) Образует осадочную породу того же названия.

в) Применяется в производстве вяжущих веществ, в архитектуре, медицине и др.

## Класс «Фосфаты»

### 22. Апатит $\text{Ca}_5(\text{F, Cl})(\text{PO}_4)_3$

а) Твердость 5. Плотность 3,1–3,2 г/см<sup>3</sup>.

Цвет голубой, зелёный, фиолетовый. Черта белая. Иногда прозрачен. Блеск жирный на изломе, стеклянный. Разлагается в соляной кислоте. Хрупкий. Образует игольчатые, таблитчатые кристаллы. Часто встречается в виде зернистых и плотных агрегатов.

б) В виде мелких зёрен присутствует во многих изверженных, метаморфических и осадочных породах.

в) Сырьё для изготовления удобрений.

## Класс «Силикаты»

### 23. Оливин (перидот) $(\text{Mg, Fe})_2 \cdot \text{SiO}_4$

а) Твердость 6,5–7. Плотность 3,3–3,9 г/см<sup>3</sup>.

Оливково-зелёного цвета, черта бесцветная. Блеск стеклянный. Спайность несовершенная. Образует короткие столбчатые кристаллы, а также зернистые и плотные агрегаты. Излом неровный.

б) Является породообразующим минералом ультраосновных и основных магматических пород. Распространён в метеоритах.

в) Оливиновые породы применяются для изготовления огнеупорных кирпичей.



24. Авгит Ca (Mg, Fe, Al) [(Si, Al)<sub>2</sub> · O<sub>6</sub>]

а) Твердость 5–6. Плотность 3,3–3,5 г/см<sup>3</sup>.

Цвет тёмно-зелёный, тёмно-коричневый до чёрного. Черта светлая. Блеск стеклянный. Кристаллы в виде восьмигранных призм и мелких столбиков, в породе встречается в виде отдельных кристаллов или мелких зёрен. Спайность несовершенная. Излом раковистый.

б) Породообразующий минерал основных магматических и метаморфических пород.

в) Пока практического применения не имеет.

25. Роговая обманка Ca<sub>2</sub>Na (Mg, Fe)<sub>4</sub> (Al, Fe) [(Si, Al)<sub>4</sub>O<sub>11</sub>]<sub>2</sub>

а) Твердость 5,5–6. Плотность 2,9–3,1 г/см<sup>3</sup>.

Цвет зелёный, тёмно-зелёный иногда коричневатый, зеленовато-чёрный. Черта зеленоватая или серо-зелёная. Блеск шелковистый, стеклянный. Спайность совершенная. Излом занозистый. Одиночные кристаллы вытянутые (игольчатые), в сплошных массах игольчато-лучистого облика.

б) Составная часть многих пород. В процессе выветривания переходит в асбест, серпентин, тальк, хлорит.

в) Практического применения не имеет.

26. Тальк Mg<sub>3</sub>[Si<sub>4</sub>O<sub>10</sub>] · [OH]<sub>2</sub>

а) Твердость 1. Плотность 2,5–2,8 г/см<sup>3</sup>.

Цвет белый, зеленоватый, голубоватый. Черта белая. Блеск жирный, перламутровый. На ощупь жирный, мыльный. Спайность весьма совершенная. Кристаллы листоватые или чешуйчатые, образуют мелкозернистые агрегаты.

б) Образует тальковые сланцы.

в) Сырьё для производства огнеупорных, изоляционных материалов.

27. Биотит K (Mg, Fe)<sub>3</sub> [Si<sub>3</sub>AlO<sub>10</sub>][OH, F]<sub>2</sub>

а) Твердость 2,5–3. Плотность 2,8–3,4 г/см<sup>3</sup>.

Цвет бурый до чёрного. Блеск стеклянный или перламутровый. При выветривании цвет становится бронзовым, а блеск металлоидным. Черта белая до серой. Образует кристаллы в виде шестиугольных табличек, но чаще встречается как листоватый или чешуйчатый агрегат. Спайность весьма совершенная.

б) Породообразующий минерал магматических и метаморфических пород (гранит, слюдяные сланцы).

в) Применяется как электроизолятор.

28. Мусковит KAl<sub>2</sub>[AlSi<sub>3</sub>O<sub>10</sub>] · [OH]<sub>2</sub>

а) Твердость 2,5–3,0. Плотность 2,7–3,1 г/см<sup>3</sup>.

Светлый, с зеленоватым оттенком, листочки прозрачные, упругие. Черта белая. Блеск стеклянный до перламутрового. Спайность весьма совершенная. Строение кристаллическое, листоватое, пластинчатое.

б) Входит в состав магматических, метаморфических и осадочных пород.

в) Применяется в электро- и радиотехнике.

29. Хлорит  $(\text{Fe,Mg})_5\text{Al}(\text{OH})[\text{AlSi}_3\text{O}_{10}]$

а) Твердость 2–3. Плотность 2,7 г/см<sup>3</sup>.

Цвет светло-зеленый до тёмно-зелёного. Черта зелёная. Блеск стеклянный до перламутрового. Спайность весьма совершенная. Иногда жирный на ощупь. Кристаллы в виде чешуек, листочков.

б) Входит в состав хлоритовых сланцев.

в) Хлориты с высоким содержанием железа используются как железная руда.

30. Глауконит  $\text{K}(\text{Fe, Al, Mg})_3 \cdot [\text{OH}] \cdot [\text{AlSi}_3\text{O}_{10}] \cdot n\text{H}_2\text{O}$

а) Твердость 2. Плотность 2,22,8 г/см<sup>3</sup>.

Цвет зеленый, жёлтый, бурый. Черта зелёная. Блеск матовый, стеклянный, жирный. Кристаллы редки, чаще зернистые агрегаты.

б) Входит в состав глауконитовых песков.

в) Используется как удобрение.

31. Серпентин  $\text{Mg}_6(\text{OH})_8(\text{Si}_4\text{O}_{10})$  (волокнистая разновидность – горный лён)

а) Твердость 3–4. Плотность 2,5–2,7 г/см<sup>3</sup>.

Цвет желтовато-зелёный до тёмно-зелёного. Черта белая или зеленоватая. Блеск жирный, восковой, шелковистый. Кристаллы в виде волокон, пластинок, зёрен. Образует скрытокристаллические массы. Спайность у волокнистых агрегатов весьма совершенная. Излом занозистый, раковистый.

б) Образует метаморфическую породу того же названия.

в) Волокнистые разновидности (асбест) используются как огнестойкий материал (см. во вкладке фотографии 52 и 53).

32. Каолинит  $\text{Al}(\text{OH})_8[\text{Si}_4\text{O}_{10}]$

а) Твёрдость 1. Плотность 2,2–2,6 г/см<sup>3</sup>.

Цвет белый, желтоватый, сероватый. Блеск тусклый, матовый, жирный. Черта белая. Кристаллы редки. Слагает землистые массы. Спайности нет. Излом землистый.

б) Входит как составная часть в большинстве глинистых пород.

в) Сырьё для изготовления гончарных, фаянсовых и фарфоровых изделий.

33. Альбит  $\text{Na} \cdot \text{Al} \cdot (\text{Si}_3\text{O}_8)$

а) Твёрдость 6. Плотность 2,6 г/см<sup>3</sup>.

Цвет почти белый. Черта белая. Блеск стеклянный до перламутрового. Спайность совершенная. Образует пластинчатые, зернистые агрегаты.

б) Является пороодообразующим минералом магматических пород.

в) Сырьё для стекольной и керамической промышленности.

34. Анортит  $\text{CaAl}_2 \cdot [\text{Si}_2\text{O}_8]$

а) Твёрдость 6. Плотность 2,7 г/см<sup>3</sup>.

Бесцветный, серовато-белый, серый. Черта белая. Блеск стеклянный, перламутровый. Спайность совершенная. Образует пластинчатые или зернистые агрегаты.

б) Входит в состав основных магматических пород.

в) Сырьё для стекольной промышленности.

35. Лабрадор (изоморфная смесь альбита и анортита)

Изоморфная смесь состоящая из анортита от 0 до 10 % и альбита от 90 до 100 %.

а) Твёрдость 6. Плотность 2,7 г/см<sup>3</sup>.

Цвет от серого до чёрного, с синим отливом. Черта белая. Блеск стеклянный, перламутровый. Спайность совершенная. Образует таблитчатые кристаллы.

б) Породообразующий минерал основных магматических пород (лабрадорит).

в) Используется как поделочный и облицовочный материал.

36. Ортоклаз К [Al·Si<sub>3</sub>O<sub>8</sub>]

а) Твёрдость 6. Плотность 2,6 г/см<sup>3</sup>.

Цвет светло-розовый до красного, иногда желтоватый. Блеск стеклянный, перламутровый. Черта белая. Спайность средняя под прямым углом. Образует пластинчатые кристаллы. Агрегаты плотные.

б) Породообразующий минерал кислых, средних магматических пород.

в) Используется как керамическое сырьё, удобрение.

37. Микроклин К [Al·Si<sub>3</sub>O<sub>8</sub>]

а) Твёрдость 6. Плотность 2,6 г/см<sup>3</sup>.

Цвет белый, серый, зелёный (амазонит), розовый. Черта белая. Блеск стеклянный, перламутровый. Спайность совершенная в двух направлениях под углом, близком к прямому. Образует пластинчатые кристаллы или сплошные массы.

б) Породообразующий минерал магматических и метаморфических пород.

в) Имеет такое же применение, как ортоклаз (см. во вкладке фотографии 50 и 51).

38. Нефелин Na [Al·SiO<sub>4</sub>]

а) Твёрдость 5,5–6,0. Плотность 2,6 г/см<sup>3</sup>.

Цвет белый с сероватым, желтоватым, зеленоватым оттенком. Черта белая. Блеск жирный, стеклянный. Спайность несовершенная. Образует призматические кристаллы и зернистые агрегаты.

б) Нефелин является породообразующим минералом щелочных магматических пород.

в) Применяется в стекольной, керамической промышленности.

## Лабораторная работа № 2

### ГЛАВНЕЙШИЕ ГРУППЫ ГОРНЫХ ПОРОД

**Цель работы:** изучение главных групп горных пород.

Горная порода – это природный агрегат, состоящий из одного или нескольких количественно постоянных минералов, образующих самостоятельное геологическое тело в земной коре. Каждая горная порода образуется в определённых геологических условиях под воздействием разнообразных процессов внутренней и внешней динамики Земли. Горные породы обладают определённым строением, составом и свойствами.

*Известно около 1 000 видов горных пород. Главным принципом классификации горных пород служит генезис, который является основным фактором, формирующим строение, состав и свойства горных пород.*

Особенности строения горных пород определяют в значительной степени их свойства. Понятие строение включает в себя *структуру и текстуру* горной породы.

*Под структурой горной породы* понимается размер, форма слагающих её элементов (минералов), количественное соотношение и характер связи между ними. *Под текстурой* – взаиморасположение или относительное распределение элементов, т. е. минералов в породе.

По своему происхождению горные породы делятся на три генетические группы: магматические, осадочные, метаморфические. По каждому виду пород ниже приводится описание по схеме:

- а) цвет, минералогический и петрографический состав;
- б) структура, текстура, условия образования, формы залегания;
- в) распространение;
- г) основные физико-механические свойства и использование.

#### **Задание 1.** Изучение свойств магматических горных пород

Ознакомьтесь с краткими сведениями о магматических породах, классификацией магматических пород и характеристикой основных представителей.

На коллекционном материале определите структуру, текстуру, минералогический состав, цвет.

Используя схему классификации, отнесите породу к определённой группе. Основные сведения о породах данного типа запишите в лабораторную тетрадь.

## Магматические горные породы

Магматические или изверженные горные породы возникают в результате кристаллизации магмы – сложного силикатного расплава с температурой около 1 000–1 300 °С – при её остывании в недрах Земли и на её поверхности.

Магматические породы состоят из 600 различных видов и разновидностей. В зависимости от условий образования выделяются: глубинные (интрузивные), жильные, излившиеся (эффузивные) и вулканические породы.

Расплавленная магма, прорываясь по трещинам земной коры и застывая в ее недрах, приводит к образованию глубинных пород.

Глубинные интрузивные породы образуются в среде ранее образованных пород в условиях высокого давления, медленного и равномерного остывания магмы, нередко при деятельном участии растворённых в ней газов и паров. В этом случае происходит спокойная кристаллизация магмы и образуются ясно кристаллические породы. Такая полная раскристаллизация магмы ведет к образованию плотных, массивных полнокристаллических пород, таких как гранит, габбро. Они залегают крупными массивами. Следовательно, глубинные породы имеют полнокристаллическую структуру, которая характеризуется тем, что порода целиком состоит из кристаллов.

Если размеры кристаллов, слагающих породу, приблизительно одинаковы, то такие породы называют равномернозернистыми и подразделяют на крупнозернистые (размер частиц более 5 мм), среднезернистые (5–2 мм) и мелкозернистые (мелкие 2 мм). Породы, в которых кристаллы отдельных минералов резко выделяются, называются неравномернозернистыми или порфировидными.

Жильные породы образуются при кристаллизации магмы в трещинах горных пород, зачастую с интенсивным гидротермальным воздействием. Обычно кристаллизация происходит без дифференциации вещества магмы, что приводит к образованию характерного полнокристаллического строения породы.

Излившиеся (эффузивные) породы образуются на поверхности Земли при низких давлениях и температурах, при быстром охлаждении и дегазации расплава магмы. В таких условиях невозможна полная дифференциация, часть расплава застывает в виде аморфной стекловатой массы и образуются неполнокристаллические породы. Часто кристаллизация осуществляется в две фазы: медленную в глубине земной коры, когда образуются отдельные кристаллы минералов, а затем быструю на поверхности, когда происходит интенсивное остывание расплава. В этом случае образуется неравномерно-кристаллическая (порфировая) структура.

Если для глубинных пород характерна массивная, плотная текстура, то у излившихся она зачастую может быть пористой.

Вулканокластические породы образуются при вулканических извержениях как на континентах, так и в морских бассейнах. Расплав магмы быстро остывает с одновременным процессом интенсивной потери растворённых газов и паров. В данных условиях образуются вулканические стёкла, скрытокристаллические высокопористые породы, а также специфические рыхлые породы.

Одной из наиболее важных характеристик, определяющих свойства магматических пород, является их химический состав, формирующий минералогический состав и облик породы.

При классификации магматических пород по химическому составу используются данные о содержании в них двуоксида кремния  $\text{SiO}_2$  (в % по массе), входящего как в виде свободного окисла кремния (кварц), так и в составе других силикатов.

Разделение магматических пород по содержанию  $\text{SiO}_2$  имеет практическое значение, так как с уменьшением  $\text{SiO}_2$  в глубинных породах возрастает их удельный вес, снижается их температура плавления.

Выделяют породы ультракислого, кислого, среднего, основного и ультраосновного состава, для которых характерны определённые (главные или обязательные) минералы.

Минералогический состав отражает химический состав исходной магмы. Установлено, что для глубинных и излившихся пород характерно совпадение химического состава, поэтому излившиеся породы называют аналогами глубинных.

Основными первичными минералами, образовавшимися в процессе кристаллизации магмы, являются полевые шпаты, амфиболы, пироксены, кварц и слюды.

В наиболее древних магматических породах могут присутствовать вторичные минералы (карбонаты, глинистые минералы). Количество этих минералов указывает на степень выветрелости пород.

Минералогический состав пород от ультракислых к ультраосновным изменяется следующим образом: постепенно исчезает кварц, затем полевые шпаты, содержание тёмноцветных минералов (роговая обманка, авгит и др.) возрастает. С уменьшением содержания  $\text{SiO}_2$  окраска изменяется от светлой до тёмной, возрастает плотность, породы лучше поддаются полировке.

В табл. 2.1 приведена схематическая классификация магматических пород по составу и условиям образования.

Таблица 2.1

Схематическая классификация магматических пород по составу и условиям образования

Состав горной породы		Породы по условиям образования				
химический ( $\Sigma \text{SiO}_2$ ), %	минералогический (главные минералы)	глубинные (интрузивные)	излившиеся (эффузивные)		жильные	вулканокластические
			палеотипные	кайнотипные		
Ультракислые (> 75)	Ортоклаз (или кислый плагиоклаз), кварц, биотит	—	—	—	Пегматит, аплит	Обсидан, пемза

Состав горной породы		Породы по условиям образования				
Кислые (65–75)	Ортоклаз (или кислый плагиоклаз), кварцы, слюды, роговая обманка	Гранит	Кварцевый порфир	Липарит	–	Туф, пепел
Средние (55–65)	Ортоклаз (или нефелин), слюды, роговая обманка	Сиенит (нефелиновый сиенит)	Ортофир	Трахит	–	–
	Средний плагиоклаз, роговая обманка, авгит (иногда кварц)	Диорит	Порфирит	Андезит	–	
Основные (45–55)	Основной плагиоклаз (лабрадор), авгит, роговая обманка (иногда оливин)	Габбро (лабрадорит)	Диабаз	Базальт	–	
Ультраосновные (< 45)	Авгит, оливин, роговая обманка, рудные минералы	Пироксенит, перидотит, дунит	–	–	–	

### ***Описание магматических (изверженных) горных пород***

#### **Ультракислые породы**

##### **1. Пегматит**

а) Окраска светлая, розовая или серая пёстрая. В состав входят ортоклаз (редко кислый плагиоклаз), биотит, мусковит, эгирин. Часто содержит крупные кристаллы берилла, корунда, турмалина, урановые слюдки, литиевые слюды и др.

б) Крупнозернистая, массивная, иногда с закономерным прорастанием кварца и полевых шпатов – «письменная» структура (на поперечных разрезах поверхность напоминает рукопись с древнееврейскими буквами). Залегает в жилах с меняющейся мощностью, редко в массивах и гнёздах.

в) Встречается довольно часто (Украина, Кавказ, Урал, Ср. Азия, Казахстан, Забайкалье, Восточная Сибирь).

г) Скальная порода; при выветривании превращается в обломки различной крупности и каолиновые глины. Используется как керамическое сырьё.

С ними связаны месторождения ценных полезных ископаемых.

## Кислые породы

### 2. Гранит

а) Порода имеет светлую окраску: розовую, серую, красную, желтоватую. Состоит из полевых шпатов 40–60 %, кварца 20–40 %, тёмных минералов (до 10 %), слюды, роговой обманки.

б) Полнокристаллическая, равномернозернистая, реже порфировидная. По крупности зёрен может быть крупно-, средне- и мелкозернистой. Образовался гранит в виде кристаллической массы при медленном остывании в виде батолитов, реже лакколлитов, штоков, жил. Гранитные массивы разбиты системой вертикальных и горизонтальных трещин.

в) Образуют большие массивы на Кольском полуострове, в Карелии, на Украине, Кавказе, Урале, Средней Азии. Выходы гранита имеются на юге Беларуси (3 месторождения с промышленным запасом 5767,6 м<sup>3</sup>).

г) Плотность 2,6–2,8 т/м<sup>3</sup>, прочность (временное сопротивление одноосному сжатию) – 250–120 МПа, пористость 1 %. Прочность и устойчивость пород зависит от минералогического состава, структуры, текстуры. Более стойким при выветривании является мелкозернистый гранит с повышенным содержанием кварца и небольшим содержанием слюды. В процессе выветривания гранит распадается на глыбы, щебень, дресву, песок, глинистые породы. Коэффициент крепости 10–15. Широко применяется в строительстве. Хорошо обтёсывается и полируется. Из гранита изготавливают штучные камни (брусчатку, плиты и пр.), щебень (см. во вкладке фотографии 48 и 49).

### 3. Липарит и кварцевый порфир

а) Окрашены в светлые тона. У кварцевого порфира цвет основной массы часто красный до коричневого. Являются излившимися аналогами гранита и сходны с ним по минералогическому составу.

б) Имеют порфировую структуру. Основная масса скрытокристаллическая или стекловатая.

Порфиновые вкрапленники преимущественно представлены полевыми шпатами, кварцем, иногда биотитом и роговой обманкой. Залегают в виде куполов, небольших потоков и покровов.

в) Липариты встречаются на Кавказе, в Крыму, на Камчатке и др. Кварцевые порфиры широко распространены на Урале, в Казахстане, Средней Азии и др.

г) Плотность 2,4–2,6 т/м<sup>3</sup>. Прочность 130–180 МПа. Коэффициент крепости 10–15. Породы со стекловатой основной массой обладают хрупкостью. Применение аналогично граниту.

## Средние породы (группа сиенита)

### 4. Сиенит

а) Глубинная порода по окраске не отличается от гранита. Основными минералами являются: полевой шпат (преимущественно ортоклаз), роговая обманка, биотит, содержание кварца 0–5 %.



б) Структура полнокристаллическая, равномернозернистая или порфировидная. Залегают в краевых зонах гранитных массивов или в виде самостоятельных небольших интрузивных тел: штоков, жил.

в) Встречается реже гранитов на Урале, в Забайкалье, Казахстане, Кавказе и др.

г) Плотность 2,0–2,8 т/м<sup>3</sup>. Прочность 120–180 МПа. Сиениты обрабатываются и полируются легче, чем граниты, так как в них отсутствует кварц. Применяются как дорожный камень, щебень для бетона, материал для облицовки сооружений и др.

#### 5. Трахит и ортофир (бескварцевый порфир)

а) Излившиеся аналоги сиенита. Характерна светлая окраска (белая, сероватая, желтоватая и др.). Ортофиры отличаются от трахитов более яркой окраской (красной, коричневой).

б) Структура порфировая, основная масса стекловатая или скрытокристаллическая, мелкие вкрапленники зёрен полевых шпатов.

в) Встречается в Крыму, на Урале, Алтае, Казахстане и др.

г) Плотность 2,2–2,6 т/м<sup>3</sup>. Прочность 60–70 МПа. Коэффициент крепости 15–12. Трахит имеет шероховатую поверхность, пористый, ортофир более плотный. Морозостойкость и сопротивляемость выветриванию невысокие. Благодаря шероховатой поверхности хорошо связываются цементным раствором. Полировке трахит не поддаётся. Породы применяются как кислотоупорный и строительный материал. Некоторые красиво окрашенные ортофиры используются как декоративный материал и поделочный камень.

### **Средние породы (группа диорита)**

#### 6. Диорит

а) Цвет серый до чёрного, иногда с зеленоватым оттенком за счёт продуктов изменения. Состоит из плагиоклаза (50–60 %) и роговой обманки (30–35 %), реже авгита или биотита.

б) Структура полнокристаллическая, чаще мелкозернистая, редко порфировидная. Текстура массивная, образует штоки, лакколиты, жилы. Диориты слагают краевые зоны крупных гранитных массивов и по направлению к центру сменяются гранитами (гранодиорит).

в) Известны на Урале, в Закавказье, в Крыму, в ряде мест Сибири и Дальнего Востока, а также на юге Беларуси.

г) Плотность 2,9 т/м<sup>3</sup>. Прочность 180–200 МПа. Коэффициент крепости 10–15. При значительном содержании биотита и пирита порода легко поддаётся выветриванию. Хорошо полируется и используется как облицовочный и поделочный материал, применяется как строительный и дорожно-строительный материал.

#### 7. Порфирит, андезит

а) Излившиеся аналоги диорита. У андезита цвет серый или тёмно-серый, у порфирита – серый или зеленоватый.

б) Структура порфировая. Среди вкрапленников преобладает плагиоклаз зеленовато-белого цвета. Образуют потоки, покровы, иногда купола, лакколиты и др.

в) Широко распространены во многих районах, среди излияний современных вулканов Камчатки и Курильских островов, в Крыму, на Кавказе, Дальнем Востоке, Урале и др.

г) Плотность 2,7–3,1 т/м<sup>3</sup>. Прочность 140–250 МПа. Плотные породы используются в качестве кислотоупорных плит и щебня для кислотоупорного бетона, как строительный материал. Андезит часто шереховатый на ощупь, пористый, хорошо распиливается.

## Основные породы

### 8. Габбро

а) Глубинная порода, состоит в основном из плагиоклаза (часто лабрадора) и авгита, реже входит роговая обманка, биотит. Цвет обычно тёмно-серый до чёрного, иногда с зеленоватым оттенком.

б) Структура полнокристаллическая мелко-, средне- и крупно-зернистая. Текстура массивная, реже полосчатая. Образует штоки, лакколиты, мощные интрузивные залежи, иногда площадью в десятки тысяч квадратных километров.

в) Распространены на Урале, Украине, Кольском полуострове, Алтае, в Забайкалье и др.

г) Плотность 2,8–3,2 т/м<sup>3</sup>. Прочность 200–280 МПа. Коэффициент крепости 10–15. Габбро хорошо полируется, поэтому используется как облицовочный материал. Широко применяется как строительный материал. Разновидность габбро, состоящая из одного плагиоклаза (лабрадора), лабрадорит (серого, чёрного цвета), используется как декоративный и облицовочный материал (см. во вкладке фотографии 52 и 53).

### 9. Диабаз, базальт

а) Излившиеся аналоги габбро. Цвет у базальта тёмно-серый до чёрного, у диабаза тёмно-зелёный до чёрного.

б) Структура мелкозернистая или скрытокристаллическая, иногда порфировая. Текстура чаще плотная. Залегают в виде потоков, покровов или жил. Образуют целые комплексы лавовых потоков, пластовых интрузивных залежей (силлов), объединяемых термином трапп.

в) Распространены в Закавказье, Крыму, Сибири, на Украине, Дальнем Востоке, встречаются на юге Беларуси.

г) Плотность 3,0–3,5 т/м<sup>3</sup>. Прочность 300–350 МПа, иногда до 500 МПа. Коэффициент крепости 20. Диабазы и базальты являются самыми прочными породами верхней части земной коры. Мелкозернистые базальты стойки при выветривании. В результате выветривания пород образуются глинистые карбонатные породы.

Применяются как строительный, кислотоупорный материал. Большое применение находят в каменно-литейной промышленности. При термической обработке (1 200–1 250 °С) получают прочные изделия: облицовочные плитки, плиты, кислотоупорные трубы и др.

## Ультраосновные породы

### 10. Пироксенит, перидотит, дунит

а) Глубинные породы, тёмно-зелёные, тёмно-серые, чёрные. Пироксенит состоит из авгита, редко – примесь оливина, перидотит – из оливина и авгита, дунит – из оливина.

б) Структура полнокристаллическая (мелко-, средне- и крупно-зернистая). Образуются на глубине при медленном остывании магмы при высоком давлении. Залегают в виде штоков, жил.

в) Встречаются на Урале, Кольском полуострове, в Сибири и др.

г) Плотность 3,0–3,4 т/м<sup>3</sup>. Используют как поделочный камень. Высокая плотность затрудняет широкое использование в качестве строительного камня, сравнительно легко выветривается. Дунит редко находится в свежем состоянии, поверхность часто покрыта жёлто-бурой, тонкой коркой выветривания.

## Вулканические породы непостоянного химического состава

### 11. Обсидиан (вулканическое стекло)

а) Обсидиан – кислое вулканическое стекло, содержащее более 70 % SiO<sub>2</sub>. Цвет серый, чёрный, красно-бурый, бывает пятнистой и полосчатой окраской.

б) Структура стекловатая. Залегает в виде небольших потоков, куполов, игл.

в) Встречается в большинстве районов развития молодого кислого вулканизма в Закавказье, Забайкалье, на Дальнем Востоке и др.

г) Плотность 2,2–2,4 т/м<sup>3</sup>. Прочность 50–60 МПа. Красивые разновидности обсидиана используются как поделочный и декоративный камень. Разновидности – пехштейн (смоляной камень) и перлит. Состав может быть как кислым, так и основным, и щелочным (базальтовый, трахитовый и др.). Перлит – стекловатая порода, состоит из шариков, похожих на жемчужины, диаметром 1–15 мм, плотность 1,3–1,6 т/м<sup>3</sup>. При быстром нагревании до 800–1 000 °С вспучивается, увеличиваясь в объёме в 8–14 раз. Такой перлит является ценным теплозвукоизоляционным материалом: используется как наполнитель бетона, растворов и т. д.

### 12. Пемза

а) Пемза – вулканическое стекло пузыристого или пенистого сложения. Состав – чаще кислый, реже средний. Цвет белый, серый, желтоватый, чёрный.

б) Структура стекловатая. Образуется при бурном вскипании лавы вследствие выделения вулканических газов и паров при извержении.

в) Встречается на Кавказе и Камчатке.

г) Плотность 0,3–0,9 т/м<sup>3</sup>. Пористость достигает 80 %, плавает в воде. Прочность 20–40 МПа. Ценный вид минерального сырья. Используется как абразивный материал, наполнитель лёгких бетонов, гидравлическая добавка к цементам и др.

## **Обломочные (пирокластические породы вулканического происхождения)**

### 13. Вулканический туф

а) Вулканические туфы представляют обломочный материал, образовавшийся при вулканических взрывах, в дальнейшем сцементированный и уплотнённый. По составу бывают липаритовые, трахитовые и др. Цвет различный (розовый, серый, бурый и др.).

б) На фоне массы, имеющей пористое строение, разбросаны обломки различной величины, формы и цвета. Порода неоднородная. Залегают туфы пластами.

в) Месторождения вулканического туфа разрабатываются в Армении. Особенно известен арктикский туф розовато-бурого цвета (месторождение Артик).

г) Плотность 1,4–2,5 т/м<sup>3</sup>. Прочность 5–75 МПа. Обладают высокими теплоизоляционными свойствами, звуконепроницаемостью, лёгкостью. Используются для кладки стен невысоких зданий, представляют собой ценный строительный и архитектурный материал. Разновидности: трассы – плотные вулканические туфы, пуццоланы – рыхлый вулканический пепел, применяются в производстве цемента.

### **Задание 2. Изучение свойств осадочных горных пород**

Ознакомьтесь с краткими сведениями об осадочных породах, классификацией осадочных пород и характеристикой основных представителей (табл. 2.2).

Изучите главные виды осадочных пород на коллекционном материале. Пользуясь схемой классификации осадочных пород, отнесите породу к определённой группе.

Основные сведения о породах данного типа запишите в лабораторную тетрадь.

## **Осадочные породы**

*Осадочные породы образуются* в результате осаждения из воды или воздуха продуктов выветривания всех групп горных пород.

Агентами физического или механического выветривания являются колебания температуры, расклинивания трещин замерзающей водой, разрушение растительным покровом и др. Химическое выветривание протекает в виде реакций минералов и пород с водой и содержащимися в ней химическими веществами, органическое выветривание протекает под воздействием растений и живых организмов. В зависимости от условий образования и от факторов, способствовавших накоплению, осадочные породы подразделяются на обломочные химические, органогенные, смешанного происхождения. Для осадочных пород характерно наличие ряда особенностей, отражающих условия их образования и существенно отличающих их от других пород.

*Своеобразными чертами осадочных пород являются* слоистость, пористость, зависимость состава и свойств породы от климата, содержание остатков растительных и животных организмов.

Структуры осадочных пород связаны со способом их образования. Различают обломочные структуры – разные по крупности частиц, химические структуры (кристаллические) и органические, в которых ясно заметны следы строения животных и растительных остатков. В текстуре наиболее существенным признаком является слоистость. Большинство пород явно слоисты, что связано со способом их образования в результате постепенного накопления материала на дне какого-нибудь бассейна. Отдельные слои отличаются по цвету, крупности частиц, по минералогическому составу и т. п. Другим текстурным признаком этих пород является пористость. Величина пор колеблется от тончайших, невидимых невооружённым глазом (глины), до крупных (гравий).

Таблица 2.2

Схема классификации осадочных пород

Группа	Подгруппа (строение)	Размеры обломков, мм		Несцементированные		Сцементированные
Механические осадки (обломочные)	Крупнообломочные (грубообломочные)	> 200	Рыхлые	Окатанные	Валуны	Конгломерат
		200...10			Галечник	
		10...2			Гравий	
		> 200		Угловатые	Глыбы	Брекчия
		200...10			Щебень	
	10...2	Дресва	Дресвелит			
	Песчаные (среднеобломочные)	2...0,05	Пески: (гравелистые, крупные, средней крупности, мелкие, пылеватые)		Песчаник	
Пылеватые (мелкообломочные)	0,05...0,005	Связные	Лессы, лессовидные породы		Алевролит	
Глинистые (тонкообломочные)	< 0,005		Супесь, суглинок, глина		Аргиллит	
Химические осадки	Галоиды	Кристаллическая	Особые признаки	Солёные	Галит (каменная соль), сильвин (калийная соль)	
	Сульфаты			Мономинеральные	Гипс, ангидрит	
	Карбонаты			Реагирует с HCl	Известковый туф, оолитовый известняк, доломит	
Органические осадки	Известковые	Структура	Органогенная	–	Известняк-ракушечник, мел, мергель	
	Кремнистые			Тонкопористые	Диатомит, трепел, опока	
	Углеродистые			Горючие	Торф, каменный уголь, нефть	

## Обломочные осадочные породы

Обломочные породы образуются при отложении водой, ветром, льдом обломков пород или минералов различной крупности. Обломочные породы классифицируются по размерам и форме обломков. Обломочная порода одного и того же названия может иметь различный химический и минералогический состав. Породы подразделяются на рыхлые (несцементированные) и сцементированные (табл. 2.3).

Таблица 2.3

Типы песчаных грунтов в зависимости от гранулометрического состава

Типы песчаных грунтов	Фракция, мм	Содержание фракции, %
Гравелистый	> 2	Более 25
Крупный	> 0,5	Более 50
Средней крупности	> 0,25	Более 50
Мелкий	> 0,1	75 и более
Пылеватый	> 0,1	Менее 75

## Несцементированные породы

### Крупнообломочные

#### 1. Валуны, галька, гравий

а) По петрографическому составу могут быть однородными (образовавшиеся из одной породы или минерала) и неоднородными (смесь разных пород и минералов). По гранулометрическому составу подразделяют на типы в зависимости от размера крупнообломочного материала и его процентного содержания: валунный грунт – содержание частиц крупнее 200 мм превышает 50 %, галечниковый грунт – содержание частиц крупнее 10 мм превышает 50 %; гравийный грунт – содержание частиц крупнее 2 мм превышает 50 %.

б) Породы состоят из обломков окатанной формы. При оценке грунтов учитывают взаимное расположение в грунте крупнообломочного материала и заполнителя. Выделяют бутовую (набросную) и псевдопорфировую текстуру. Образуются в результате переноса речными потоками, ледником, при действии морского прилива. Залегают в виде слоёв, линз.

в) Широко распространены по берегам морей, рек, озёр. Ледниковые отложения – в средней и северной части Беларуси.

г) Плотность 1,7–1,9 т/м<sup>3</sup>, коэффициент крепости – 1,5–0,9. Отличаются хорошей водопроницаемостью, легко отдают воду. Применяются как строительный материал в дорожном строительстве, в изготовлении бетона и др.

## 2. Глыбы, щебень, дресва

а) Состоят из неокатанных обломков различных горных пород и минералов. По гранулометрическому составу подразделяют на типы в зависимости от размера крупнообломочного материала и его процентного содержания: глыбовый грунт – содержание частиц крупнее 200 мм превышает 50 %, щебнистый грунт – содержание частиц крупнее 10 мм превышает 50 %, дресвяный грунт – содержание частиц крупнее 2 мм превышает 50 %.

б) Продукты выветривания элювиального и делювиального происхождения. На месте разрушения и на склонах залегают в виде маломощной коры выветривания.

У подножия гор и возвышенностей образуются более мощные слои.

в) Широко распространены в горных районах.

г) Плотность 1,7–1,8 т/м<sup>3</sup>. Применение (см. «валуны»).

## 3. Песок

а) Пески состоят в основном из кварца. В виде примеси могут быть самые различные минералы: полевые шпаты, слюды, кальцит, лимонит, глауконит и др. Различные примеси придают пескам соответствующую окраску: окислы железа – бурую, глауконит – зелёную и т. п.

Иногда песок состоит из зёрен доломита, гипса и др.

б) Порода рыхлая, состоит из окатанных или угловых зёрен.

Образуются пески в результате переноса и отложения частиц текучими водами и ветром, при накоплении их в прибрежных зонах. В связи с этим по своему происхождению могут быть морскими, речными, озёрными, водноледниковыми, эоловыми. Образуют слои, линзы, конусы выноса, дюны, барханы.

в) В Беларуси имеют повсеместное распространение.

г) Плотность 1,5–1,8 т/м<sup>3</sup>. Пористость песков 30–40 %. Коэффициент крепости 0,5–0,6. Широко применяется как строительный материал в производстве растворов, бетонов, кирпича, для устройства насыпей. Используется для изготовления фаянса, фарфора, стекла. Применяется как фильтрационный и формовочный материал.

## 4. Лесс

а) Пылеватая порода светлого цвета. Состоит в основном из кварца, глинистых минералов, кальцита, лимонита и др.

б) Строение землистое, легко растирается пальцами в тончайшую пыль, образуя мучнистую массу. В лессе часто видны тонкие полые каналчики, встречаются известковые конкреции (журавчики) причудливой формы. По мнению большинства геологов, лесс образовался в результате работы ветра и откладывался в полосе затишья в виде обширных покровов.

в) Широко распространён на Украине, в южной половине Европейской части России, в Средней Азии, Западной Сибири.

г) Плотность 1,6–1,8 т/м<sup>3</sup>, высокая пористость (до 50 % и выше). Вскипает при действии соляной кислоты. В сухом состоянии образует отвесные стенки, может быть неплохим основанием сооружений. При увлажнении объём уменьшается, лёсс уплотняется и даёт значительные просадки, вызывая большие затруднения при строительстве зданий и сооружений (тоннели и т. п.). Коэффициент крепости 0,8, при водонасыщении – 0,3.

## 5. Глинистые породы

а) Свойства глинистых пород определяются глинистыми минералами, образующимися в результате химического выветривания. Главные группы глинистых минералов: каолинит, монтмориллонит, гидрослюда. Глины разнообразны по составу, могут быть мономинеральными, состоящими из одного глинистого минерала каолинита и т. д., а также полиминеральными – глинистые минералы, кварц, слюда, кальцит и др. Цвет белый, зелёный и голубоватый у пород с примесью глауконита и хлорита; жёлтый, красный – с примесью окислов железа; бурый, чёрный – окислов марганца; серый до чёрного – углистое вещество и гумус.

б) Тонкозернистые образования (размеры глинистых частиц < 0,005 мм. Жирные на ощупь глины сложены преимущественно глинистыми минералами (40–70 %). Тощие и переходные формы (суглинки, супеси) содержат больше кварца, полевых шпатов и др. По условиям образования различают первичные (или остаточные глины, образовавшиеся в результате процессов выветривания и накопления продуктов выветривания на месте разрушения) и вторичные (осадочные) в результате перемещения и переотложения первичных (морские, речные, озёрные, озёрно-ледниковые, моренные).

Залегают часто мощными пластами, слоями, прослойками, линзами.

в) Относятся к наиболее распространённым породам в верхней части земной коры. Мощность глинистых толщ достигает десятков и сотен метров. Встречаются повсеместно. Мономинеральные глины встречаются реже.

г) Плотность 1,8–2,2 т/м<sup>3</sup>. На физико-механические свойства глинистых грунтов существенное влияние оказывает влажность (твёрдое, пластичное, текучее состояние). Коэффициент фильтрации глины незначительный, породы являются водоупорными, образуя водонепроницаемые горизонты в земной коре. Способны изменять объём при изменении влажности (набухание, усадка).

Породы поверхностного типа – суглинки, супеси, илистые грунты. Суглинки по своим свойствам приближаются к глинам, супеси ближе к пескам. Илы – глинистые грунты в начальной стадии формирования, образовавшиеся как структурный осадок в воде при наличии микробиологических процессов, содержат большое количество органических веществ.

Применение глин широкое и разнообразное: строительный, огнеупорный материал, входит в состав цемента, сырьё для изготовления фарфора и фаянса, керамзита, кирпича. Применяется как адсорбент, для приготовления глинистых суспензий, используемых при бурении скважин и в специальном фундаментостроении; для устройства водонепроницаемых экранов и т. д.

Глинистые породы подразделяются на виды в зависимости от содержания глинистых частиц (табл. 2.4).



Классификация глинистых пород (по В.В. Охотину)

Грунт	Содержание частиц, %		
	глинистых ( $< 0,005$ мм)	пылеватых ( $0,05-0,005$ мм)	песчаных ( $2,0-0,05$ мм)
Глина тяжёлая	Более 60	–	–
Глина	60–30	–	–
Суглинок тяжёлый	30–20	–	более, чем пылеватых
Суглинок средний			
Суглинок лёгкий	15–10	–	–
Супесь тяжёлая	10–6	–	более, чем пылеватых
Суглинок лёгкая	6–3	–	то же

### Цементированные породы

Цементированные породы образуются в результате цементации обломков различных минералов и горных пород каким-либо природным цементом. Породы могут быть цементированы известковистым, глинистым, железистым, кремнистым и другими цементами. Их образование связано с движением в пустотах обломочных пород подземной воды, содержащей во взвешенном состоянии глинистые частицы или растворённые соли. Прочность цементованных пород зависит от количества, качества природного цемента и характера его распределения в массе породы.

#### 1. Конгломерат, гравелит

а) В состав входят окатанные обломки разных пород и минералов (галька). Породы с размерами обломков 0,2–1 см (гравий) часто называются гравелитами. Обломки цементированы известковым, кремнистым, железистым, глинистым цементом, нередко цемент представляет собой как бы самостоятельную породу. Окраска конгломерата обычно неоднородная, пёстрая.

б) Толщи конгломератов мощностью до нескольких сот метров образовались в предгорных и горных областях (континентальные). Формируются и в прибрежной зоне морей (морские) – в виде небольших прослоёв среди морских отражений.

в) Встречаются на Кавказе, Урале, Средней Азии.

г) Плотность и прочность изменяются в больших пределах в зависимости от состава обломочного материала и цементирующего вещества. плотность 1,9–2,9 т/м<sup>3</sup>, прочность 5–180 МПа, коэффициент крепости 10/2. Используется как строительный и облицовочный материал.

## 2. Брекчия

а) Минеральный состав и окраска изменяются в широких пределах.

б) Сложена неокатанными остроугольными обломками, связанными цементирующим веществом. Образуется путём накопления продуктов разрушения у подножия гор и их цементации. Мощных толщ не образует.

в) Распространена в разных районах, но встречается в небольших количествах.

## 3. Песчаник

а) Минеральный состав разнообразен. Чаще встречаются кварцевые песчаники (более 90% составляет кварц), реже песчаники с заметным преобладанием полевого шпата, граувакки – темноокрашенные песчаники сложного состава. По составу цемента подразделяются на кремнистые, железистые, гипсовые, известковистые. Наиболее распространена серая окраска с буроватым и зеленоватым оттенками. Чисто кварцевые песчаники – белые или светло-серые. Гидроокислы железа придают ржаво-бурюю или темно-красную окраску, органические вещества – темно-коричневую, чёрную.

б) Песчаники – цементированные пески. Структура песчаника определяется размером обломочных зёрен: крупнозернистые, среднезернистые, мелкозернистые. Образуется в результате цементации песка, преимущественно в мелководных заливах. Залегает в песчаных толщах в виде пластов или линз.

в) Широко распространены на Украине, в центральных областях РСФСР, Поволжье, Кавказе, во многих районах Восточной Сибири и Дальнего Востока и др.

г) Плотность 1,9–2,8т/м<sup>3</sup>, прочность 4–140 МПа, колеблется в больших пределах в зависимости от пористости, вида цементирующего вещества, величины зёрен. Наиболее прочными и устойчивыми являются кремнистые песчаники. Широко применяются как строительный камень. Кремнистые песчаники используются как кислотоупорный материал и ценное сырьё для производства огнеупоров.

## **Химические осадки**

Наиболее распространённые химические осадки по химическому составу подразделяются на: 1) галоиды; 2) сульфаты; 3) карбонаты. Породы имеют постоянный химический и минералогический состав, являются породами мономинеральными. Большинство пород химического происхождения образуется на дне водных бассейнов в результате выпадения веществ из растворов.

## **Галоиды**

### 1. Каменная соль

а) Состоит из минерала галита с примесью сильвина, гипса, глинистых частиц и др. Бесцветна или окрашена в серые, бурые, красные, синие тона, иногда многоцветна.

б) Структура кристаллически-зернистая. Размер зёрен от долей миллиметра до 2–3 см. Образуется в бессточных соляных озёрах и замкнутых морских бассейнах. Залегаёт в виде слоёв, линз, штоков, куполов.

в) Распространена на Украине, Урале, в Восточной Сибири и др.

г) Легко растворимая порода. Коэффициент крепости 2. Применение.

## Сульфаты

### 1. Гипс

а) Мономинеральная порода, состоящая из минерала гипса с незначительными примесями ангидрита, глинистых минералов и др.

б) Структура от крупно до мелкокристаллической, реже волокнистая, листоватая. Образуется как химический осадок солёных озёр и лагун, в результате окисления серного колчедана, гидротации ангидрита. Залегаёт в виде пластов, линз.

в) Месторождение на Урале, в Поволжье, Украине, Прикамье и др.

г) Плотность 2,2 т/м<sup>3</sup>, прочность до 20 МПа. Коэффициент крепости 2. Легко растворяется подземными водами. Применение

### 2. Ангидрит

а) Состоит из минерала ангидрита. Окраска светлая.

б) Порода плотная равностружчатая. Выпадает из раствора, как гипс, но при более высоких температурах. Залегаёт на глубинах свыше 70 м, так как легко переходит в гипс при действии поверхностных и подземных вод. При этом увеличивается в объёме, вызывая механические деформации в окружающих породах. Залегаёт пластами вместе с гипсом.

в) Распространён на Урале, Поволжье, Украине.

г) Плотность 2,8 т/м<sup>3</sup>, прочность 60–80 МПа. Легко растворяется. Применение.

## Карбонаты

### 1. Известковый туф

а) Состоит из кальцита. Цвет белый, сероватый, желтоватый, бурый.

б) Пористая, неслоистая порода. Плотный известковый туф называют травертином. Образуется у выходов источников, богатых растворённым углекислым кальцием, выделяется также из подземных вод в пещерах, образуя сталактиты и сталагмиты.

в) Месторождения на Кавказе, Крыму, Закарпатье и др.

г) Обладают значительной пористостью. Прочность 10–80 МПа. Используется как строительный, облицовочный и декоративный материал, а также как сырьё для цементного и известкового производства.

### 2. Оолитовый известняк

а) Состоит из кальцита. Окраска светлая.

б) Сложен концентрически – скорлуповатыми стяжениями кальцита, сцементированным природным карбонатным цементом. Структура оолитовая. Образуется в мелководных прибрежных отложениях тёплых морей. Залегает в виде пластов.

в) Месторождения известны на Урале.

г) Плотность 1,2–1,5 т/м<sup>3</sup>.

д) Механическая прочность невелика – 16–20 МПа. Плотные разновидности применяются как строительный камень.

### 3. Доломит

а) Состоит в основном из минерала доломита, присутствует кальцит, магнетит, гидроокислы железа и др. Цвет желтовато-бурый, при наличии органических веществ – тёмно-серый до чёрного.

б) Структура разнообразна (мелкозернистая, крупнозернистая). По происхождению может быть продуктом химического осаждения из воды в озёрах или морских бассейнах. Кроме того, образуется в результате замещения кальцита углекислым магнием. Залегает пластами.

в) Распространён в Подмосковье, Донбассе, Кавказе, Урале и др.

г) Плотность 2,7–2,9 т/м<sup>3</sup>, прочность 100–140 МПа. Коэффициент крепости 8–10. Менее растворим, чем известняк. Применяется как строительный камень, для получения огнеупоров, цементов, в стекольной промышленности.

## **Биохимические (органогенные) породы**

Образуются в результате накопления и преобразования остатков животных (зоогенные) и растительных (фитогенные) организмов. Большинство морских организмов для построения скелета извлекают из морской воды углекислый кальций и окись кремния. После отмирания организмов образуются известковые и кремнистые массы, которые претерпевают сложные изменения (перекристаллизацию, уплотнение, химическое взаимодействие и т. п.). По химическому составу выделяют: 1) известковые (карбонатные) породы; 2) кремнистые; 3) углеродистые (каустобиолиты).

### **Известковистые**

#### 1. Известняк

а) Состоит в основном из кальцита. Обычные примеси: доломит, кремнистые вещества, песчанистый и глинистый материал, битум и др. Окраска от светло- до тёмно-серой, красноватая.

б) Образовался вследствие отмирания морских организмов и накопления их скелетов на дне водоёмов.

Имеются разновидности, в которых легко устанавливаются остатки раковин (до 1–2 см) – ракушечник. В других разновидностях органические остатки обнаруживаются с трудом – плотные известняки. Структура от мелкозернистой до крупнозернистой. Текстура плотная, пористая, кавернозная. Залегают в виде слоёв, мощные толщи прослеживаются на сотни километров, линз, куполов.

в) Распространены практически повсеместно.

г) Плотность 1,2–2,6 т/м<sup>3</sup>, прочность 5–220 МПа. Коэффициент крепости 4–15. Малопрочными являются известняки – ракушечники. Чистые разновидности вскипают при действии соляной кислоты.

Известняки широко используются в народном хозяйстве. В строительстве применяются как строительный камень, облицовочный материал, сырьё для изготовления цемента, извести (см. во вкладке фотографии 48 и 49).

## 2. Мел

а) Разновидность известняков. Состоит из кальцита. Цвет белый, желтоватый, зеленоватый, светло-серый.

б) Строение землистое. Образуется в тёплых морях в результате накопления мельчайших раковин форраминифер и микроскопических водорослей. Залегают в виде мощных пластов.

в) Отложения мела широко распространены на Украине, Среднем Поволжье, Белгородской, Курской, Воронежской областях и др.

г) Плотность 1,8–2,6 т/м<sup>3</sup>, прочность 20–40 МПа, коэффициент крепости – 2. Реагирует с разбавленной соляной кислотой. Применяется для производства цемента, извести и др.

## 3. Мергель

а) По составу – смесь глинистых и карбонатных (кальцита и доломита) минералов, содержащихся примерно в равных количествах.

При преобладании кальцита – известняк глинистый, при преобладании глины – глинистый мергель, известковистая глина.

Цвет белый, светло-серый, желтоватый, зеленоватый, реже тёмно-серый, буроватый, красноватый.

б) Структура тонкозернистая. Порода каменистая, плотная. Образуется в результате одновременного осаждения карбонатного и глинистого материалов в морских и озёрных бассейнах.

Залегают в виде слоёв, перемежающихся со слоями глинистых и карбонатных пород.

в) Распространён в Донбассе, на Черноморском побережье Кавказа, в Крыму.

г) Плотность 1,8–2,6 т/м<sup>3</sup>, прочность 20–60 МПа, коэффициент крепости 2. В естественных обнажениях и выемках подвергается выветриванию, разрыхляется, распадается на обломки (мергели – трескуны). Сырьё для получения цемента.

## Кремнистые

### 1. Диатомит, трепел

а) Диатомит образуется из остатков панцирей, сцементированных опалом. Трепел – из микроскопических округлых частичек опалового вещества, частично остатков диатомей.

б) Состоит из частиц размером 0,001–0,01 мм. Землистые, однородные или слоистые. Похожи на мел, отличаются менее шероховатой поверхностью,

не вскипают от действия соляной кислоты. Образуются в морских и озёрных бассейнах из скелетов диатомей – мельчайших водорослей и опала, продукта растворения и переотложения кремнистого вещества скелетов диатомей. Образуют слои выдержанной мощности и линзы.

в) Распространены в Поволжье, Центральных районах, Донбассе, Кавказе и др.

г) Плотность 0,25–1,0 т/м<sup>3</sup>. Обладают большим водопоглощением. Используются как адсорбенты, для изготовления цемента. Применяются как теплоизоляционный материал и наполнитель для производства кирпича.

## 2. Опока

а) Состоит из зёрен опала, частично остатков скелета водорослей с примесью глинистого вещества. Цвет светло-серый до тёмного, светло-жёлтый.

б) Структура тонкозернистая. Текстура однородная, слоистая. Образуется как трепел. Залегаёт в виде пластов, иногда с прослоями трепела.

в) Распространение (см. «трепел»).

г) Плотность 1,0–1,3 т/м<sup>3</sup>. Порода лёгкая, твёрдая, пористая. Прочность 9–60 МПа. Используется как строительный материал, гидравлическая добавка к цементу.

## Углеродистые

### 1. Торф

а) Состоит из полуразложившихся растительных остатков. Содержит углерод, кислород, азот и примеси минеральных веществ. Цвет бурый, жёлто-бурый, чёрно-бурый.

б) Обычно кусковатый, слабосвязанный, легко ломается руками. Различается по составу растительных остатков. Образуется в результате постепенного накопления и разложения органических остатков растений, в болотах в условиях повышенной влажности, слабого доступа воздуха. Образует пласты линзы.

в) Широко распространён в Западной Сибири, Беларуси, Украине и др.

г) Плотность 0,95–1,4 т/м<sup>3</sup>, в сухом состоянии 0,7–0,075 т/м<sup>3</sup>. Имеет высокую пористость и влажность – 100 % и более. Как основание сооружений – неустойчив, имеет большую сжимаемость. Применяется как топливо, сырьё для получения химических продуктов.

### **Задание 3.** *Изучение свойств метаморфических горных пород*

Ознакомьтесь с общими сведениями о метаморфических горных породах, с классификацией их и характеристикой основных представителей.

Изучите главные виды метаморфических пород по внешним признакам на коллекционном материале в лаборатории.

Основные сведения о породах данного типа запишите в лабораторную тетрадь.

## Метаморфические горные породы

Образуются в результате преобразования осадочных и магматических пород при воздействии на них высоких температур и давлений, а также под влиянием внедрения магмы в отложенные породы.

К числу основных факторов метаморфизма относят температуру, давление, флюиды – жидкие или газообразные компоненты магмы или циркулирующие в глубинах Земли насыщенные газами растворы.

Эти факторы вызывают сложный процесс изменения первоначального строения пород, их химического и минералогического состава. Процессы преобразования пород проходят без расплавления последних. Характер изменения пород различен: от уплотнения до полной перекристаллизации минералов, слагающих исходные породы. Метаморфические породы являются вторичными. Степень метаморфизма различна, поэтому существует довольно большое число переходных пород.

Структура метаморфических пород кристаллическая, образовавшаяся при явлениях перекристаллизации, несколько отличается от структуры магматических пород. Текстура метаморфических пород служит наиболее надёжным макроскопическим признаком для их определения и подразделяется на следующие виды:

- 1) сланцеватая – удлинённые или таблитчатые минералы располагаются своими длинными сторонами взаимно параллельно;
- 2) полосчатая или ленточная – чередуются полосы разного минералогического состава и цвета;
- 3) полосчатая – плоскости сланцеватости и полосы, смятые в мелкие складки;
- 4) массивная – аналогична текстуре магматических пород.

Различают следующие типы метаморфизма:

1) контактовый, который развивается на границе интрузии расплава магмы с осадочными породами. Возникающее здесь давление, повышенная температура и вещества магмы существенно меняют горные породы (например, известняки переходят в мраморы, скарны). Строение пород контактового метаморфизма кристаллическое, сахаровидное, массивное, слабослоистое;

2) глубинный (региональный) метаморфизм развивается при совместном воздействии температур, высокого давления и флюидов, протекающих на больших глубинах. В этом случае минералогический состав пород иногда существенно меняется. Породы приобретают характерное кристаллическое, сланцеватое, полосчатое, плотное строение. Наличие сланцеватости и полосчатости существенно сказывается на силе структурных связей в различных направлениях, что обуславливает анизотропию свойств пород;

3) динамометаморфизм, который вызывается высоким давлением при горообразовательных (тектонических) процессах. Образуются мощные зоны смятия, возникают сложные складки.

В табл. 2.5 приведена классификация метаморфических горных пород.

## Классификация метаморфических пород

Исходные (материнские) породы	Тип метаморфизма	Метаморфические породы	Минералогический состав
Гранит, глинисто-песчаные породы	Глубинный (региональный) и динамометаморфизм	Гнейсы	Кварц, полевые шпаты, роговая обманка, слюды
Различные магматические и глинистые породы		Сланцы кристаллические	Слюды, тальк, роговая обманка, хлорит, графит, кварц и др.
Песчаники кремнистые (кварцевые) Известняки, доломиты Глинистые породы		Кварциты, яшмы  Мраморы, филлиты Глинистые сланцы	Кварц и примеси  Кальцит, доломит Каолинит, кварц, слюды
Глинистые породы, алевролиты, аргиллиты	Контактовый	Роговики	Кварц, полевые шпаты, биотит, роговая обманка
Известняки, доломиты		Скарны	Кальцит, роговая обманка, рудные минералы
То же		Мраморы	Кальцит, доломит и примеси

1. Гнейс

а) Состоит из полевого шпата (преимущественно плагиоклаза) и кварца, второстепенные минералы – биотит, роговая обманка, авгит и др. Цвет обычно серый, от светлого до тёмного или светлорозовый.

б) Структура полнокристаллическая равномернозернистая. Текстура сланцеватая, параллельно-полосчатая. По происхождению бывают ортогнейсы – продукты метаморфизации кислых магматических пород и парагнейсы – метаморфизации осадочных пород. Формы залегания ортогнейсов присущи магматическим породам, парагнейсов – осадочным.

в) Распространены в областях, где на поверхности обнажаются породы глубинных зон земной коры: на Кольском полуострове, Карелии, Украине, на обширных территориях Восточной Сибири и др.

г) Плотность 2,4–2,8 т/м<sup>3</sup>, прочность 80–180 МПа. Тонкосланцеватые гнейсы подвергаются быстрому выветриванию. Применяются как строительный камень, облицовочный материал.

2. Роговообманковый сланец

а) Состоит из роговой обманки и полевого шпата (плагиоклаза). Цвет тёмно-серый, тёмно-зелёный.



б) Порода сланцеватая, реже волокнистая. Образуется в результате изменения хлоритовых и тальковых сланцев. Встречается в виде небольших залежей среди других метаморфических пород.

в) Встречается на Урале, Средней Азии, Сибири.

г) Плотность 2,2–2,6 т/м<sup>3</sup>, прочность до 150 МПа. Неслоистые разновидности называются амфиболитами. Используются как строительный камень и щебень.

### 3. Слюдяной сланец

а) Состоит из кварца и слюды. От гнейса отличается отсутствием полевого шпата. Окраска чаще светлая, при наличии биотита наблюдаются тёмные полосы.

б) Мелкозернистая полнокристаллическая структура. Текстура сланцеватая. Образуется из филлитов. При увеличении в составе кварца переходит в кварцевый сланец и кварцит. Образует слои, смятые в складки.

в) Распространён в Карелии, на Урале, в Сибири.

г) Плотность 2,3–2,4 т/м<sup>3</sup>, прочность 60–80 МПа. Сравнительно быстро выветривается.

Толстослоистые разновидности с большим содержанием кварца используются как строительный камень.

### 4. Филлит

а) Чаще имеет светлую окраску, обусловленную присутствием тонких чешуек мусковита, серо-зелёную при содержании хлорита, тёмно-серую и чёрную при большом содержании графита.

Основные минералы: кварц, слюда, хлорит и др.

б) Имеет тонкую сланцеватость. По степени метаморфизма является переходным от глинистых к слюдяным сланцам.

в) Распространён на Урале, Кавказе, Сибири.

г) Характерен шелковистый блеск. Разновидности филлита, стойкие при выветривании и легко распадающиеся на тонкие плитки, используются как кровельный материал.

### 5. Хлоритовый сланец

а) Зелёный или тёмно-зелёный. Состоит в основном из хлорита. Часто содержит тальк.

б) Строение сланцеватое, зернисто-сланцеватое. Образуется из ультраосновных пород. Залегает в виде пропластков.

в) Встречается на Урале и других местах.

г) Как строительный материал практически не применяется.

### 6. Тальковый сланец

а) Белый или светло-зелёный. Состоит из талька, иногда с примесью хлорита, слюды, кварца.

б) Строение сланцеватое, легко колется на плитки. Образуется при метаморфизме основных пород и серпентина. Залегает в виде небольших пропластков.

в) Встречается на Урале и Туркменистане.

г) Имеет низкую твёрдость.

### 7. Глинистый сланец

а) Окраска различная (серая, коричневая, тёмно-серая до чёрной). Иногда розовая, состоит из глинистых частиц с кварцевой пылью и примесью чешуек слюды.

б) Структура глинистая, текстура сланцеватая, отдельные компоненты невооружённым глазом неразличимы. Образуется на начальной стадии метаморфизации глинистых пород.

в) Встречается довольно часто (Кавказ, Алтай, Урал, Сибирь).

г) Полускальная порода,  $R_{сж} \approx 5$  МПа. Анизотропна по прочности. В воде не размокает, иногда разрушается по сланцеватости при резких колебаниях температуры и влажности. Часто применяется как кровельный материал (шифер).

### 8. Амфиболит

а) Цвет от тёмно-серого, тёмно-зелёного до чёрного. Состоит из роговой обманки, в меньшей степени – из плагиоклаза.

б) Структура полнокристаллическая. Текстура полосчатая, сланцеватая либо массивная. Залегает в виде слоёв. Образуется в результате метаморфизма основных магматических или доломитовых осадочных пород.

в) Распространен в Карелии, на Украине, Урале и др.

г) Порода прочная, твёрдая. Массивная разновидность используется в строительстве и каменнолитейной промышленности.

### 9. Серпентинит

а) Окрашен в различные оттенки зелёного цвета, почти до чёрного. Состоит из минерала серпентина, иногда примеси оливина, магнетита и др.

б) Текстура массивная. Образуется из ультраосновных магматических пород.

в) Встречается на Урале, в Сибири, на Кавказе.

г) Красиво окрашенный серпентинит находит применение как декоративный и поделочный камень.

### 10. Мрамор

а) Белый (чистый без примесей), серый до чёрного, зеленоватый, розоватый, красный, кремовый. Окраска пёстрая, пятнистая в связи с разнообразием структуры, изменчивым содержанием примесей. Состоит в основном из кальцита и доломита: кальцитовый мрамор (легко вскипает от кислоты), доломитовый мрамор (вскипает в порошке), есть разновидности смешанного состава. Примеси: кварц, хлорит, слюды и др.

б) Структура кристаллически-зернистая. Размер тесно сросшихся минеральных зёрен от долей миллиметра до 1–3 см. Текстура массивная. Залегает в виде слоёв, часто деформированных в сложные складки. Образуется при перекристаллизации известняков и доломитов.

в) В Красноярском крае, на Урале, Карелии, Кавказе и др.

г) Плотность 2,6–2,8 т/м<sup>3</sup>. Прочность 550–120 МПа. Коэффициент крепости 8.

д) Сравнительно легко выветривается, особенно под воздействием воды и углекислоты. Применяется как прекрасный облицовочный, декоративный и скульптурный материал, хорошо полируется. Иногда используется как щебень для декоративного бетона.

## 11. Кварцит

а) Белый, светло-серый, серый. Яркую тёмно-малиновую, красновато-коричневую, розоватую окраску придаёт примесь гематита или лимонита. Состоит в основном из кварца: минералы-примеси, мусковит, гематит, роговая обманка и др. Железистый кварцит содержит в большом количестве магнетит и гематит.

б) Структура в основном мелкозернистая, сложение очень плотное, и зёрна трудно различаются. Залегаёт в виде слоёв, иногда значительной мощности. Образуется из песчанистых пород при их метаморфизации.

в) Распространён в Карелии, на Урале, Алтае: железистые разновидности – на Украине.

г) Плотность 2,8–3,0 т/м<sup>3</sup>, прочность 120–250 МПа. Коэффициент крепости 15–20. Обладает высокой твёрдостью, плотная, кислото- и щелочестойкая порода. Обрабатывается с трудом. Кварцит без примесей используют для изготовления огнеупорного кирпича – динаса, как строительный и облицовочный материал. Красный кварцито-песчаник Шокшинского месторождения (Карелия) ценится как высокосортный облицовочный материал.

## 12. Яшма

а) Имеет окраску различных цветов и оттенков (красную, красно-бурую, коричневую, жёлтую, розовую, зелёную и др.). По характеру окраски выделяют одноцветные и пёстроцветные разновидности. Состоит из халцедона и кварца. Тонко распыленные и неравномерно распределённые примеси (хлорит, слюда, железистые минералы, марганец и др.) обуславливают разнообразие и пестроту окраски породы.

б) Структура скрытокристаллическая. Текстура разнообразная. Залегаёт в виде линзовых тел, мощных толщ (десятки и сотни метров) небольшой протяжённости. Образуется из кремнистых пород.

в) Распространена на Южном Урале, Алтае и др.

г) Плотность 2,8 т/м<sup>3</sup>. Твёрдость высокая, при расколе часто образует острые осколки с режущими краями. Применяется как поделочный и декоративный камень.

## **Инженерно-геологическая классификация горных пород (грунтов)**

Горные породы, рассматриваемые с инженерно-строительной точки зрения, называются грунтами.

В зависимости от характера структурных связей минеральных агрегатов и зёрен грунта подразделяются согласно ГОСТ 25100–82 на два принципиально различных класса:

– класс грунтов с жёсткими (кристаллизационными или цементационными) структурными связями (табл. 2.6);

– класс грунтов без жёстких структурных связей (класс нескальных грунтов

Кроме того, оба этих класса разбиты на группы, подгруппы, типы, виды или разновидности, выделяемые по следующим признакам:

группа – по происхождению (генетическое подразделение первого порядка);

подгруппа – по условиям образования (генетическое подразделение второго порядка);

тип – по петрографическому составу, гранулометрическому составу и степени его неоднородности, числу пластичности;

вид – по структуре, текстуре, составу цемента, плотности сложения, относительному содержанию и степени разложения органических веществ, по способу преобразования грунтов и степени уплотнения от собственного веса;

разновидность – по физическим, физико-механическим, химическим свойствам и состоянию.

Типы грунтов с жёсткими структурными связями выделяют по визуальным признакам в соответствии с табл. 2.6.

Таблица 2.6

Класс грунтов с жёсткими структурными связями  
(класс скальных грунтов)

Группа	Подгруппа	Тип	Вид	Разновидность
Магматические	Интрузивные (глубинные)	Граниты, диориты, сиениты, габбро, перидотиты и др.	Выделяется по структуре: мелко-средне- и крупнозернистые порфиновые и др.	Выделяется: 1 – по пределу прочности: на одноосное сжатие в водонасыщенном состоянии $R_c$ МПа: очень прочные $R_c > 120$ ; прочные $120 \geq R_c > 50$ ; средней прочности $50 \geq R_c > 15$ ; малопрочные $15 \geq R_c \geq 5$ ; пониженной прочности $5 > R_c \geq 3$ ; низкой прочности $3 > R_c \geq 1$ ; весьма низкой прочности $R_c < 1$ ;
	Эффузивные (излившиеся)	Липариты, трахиты, андезиты, порфиры, туфы, базальты, туфобрекчии и др.	Выделяются по структуре: стекловатые, неполнокристаллические, порфиновые и др.	
Метаморфические	Регионально-метаморфизованные	Гнейсы, кварциты, кристаллические сланцы, «зелёные сланцы», глинистые сланцы и др.	Выделяются: 1 – по текстуре: гнейсовые, сланцеватые, слоистосланцеватые, тонкослоистые, полосчатые, массивные и др.; 2 – по структуре так же, как виды магматических грунтов	2 – по степени засоленности: незасоленные, засоленные; 3 – по степени размягчаемости в воде: неразмягчаемые, размягчаемые; 4 – по степени растворимости: растворимые, труднорастворимые, среднерастворимые, легкорастворимые;
	Контактово-метаморфизованные	Роговики, мраморы, яшмы и др.		
	Динамометаморфизованные	Милониты, тектонические брекчии и др.		

1	2		3	4	5	
Группа	Подгруппа		Тип	Вид	Разновидность	
Осадочные сцементированные	Обломочные	Крупнообломочные	Выделяются по петрографическому составу	Конгломераты, брекчии, гравелиты	Выделяются по составу цемента: кремнистые, железистые, карбонатные, глинистые и др.	
		Мелкообломочные		Песчаники, туфиты		
		Пылеватые и глинистые		Алевролиты, аргиллиты		
	Биохимические	Кремнистые		Споиголиты, опоки, трепела, диатомиты		Выделяются: 1 – по структуре: пелитоморфные, мелко-, средне- и крупнокристаллические; 2 – по составу примесей: окремeneвые, ожелезненные, глинистые и др.
		Карбонатные		Доломиты, известняки, мергели, мел		
	Химические	Сульфатные		Ангидрит, гипс		
		Галлоидные		Галит, сильвин, сильвинит, карналит		
						5 – по температуре грунта и содержанию льда: немерзлые, талые, мерзлые с включением льда, морозные без содержания включений льда

## ЛИТЕРАТУРА

1. Ананьев, В. П. Инженерная геология / В. П. Ананьев, В. И. Коробкин. – М.: Высшая школа, 1973. – 294 с.
2. Гурский Б.Н. Определитель минералов и горных пород / Б. Н. Гурский, К. К. Кудло. – Минск: Вышэйшая школа, 1978. – 96 с.
3. Грунты (классификация): ГОСТ 25100–82. – М.: ГОСКОМ СССР по делам строительства. – 9 с.
4. Викарук, Л.Н. Лабораторные работы по курсу «Инженерная геология» / Л.Н. Викарук, Л.К. Морозова. – Минск: БПИ, 1990. – 57 с.
5. Немец, Ф. Ключ к определению минералов и пород / перевод с чешского А. В. Заварзина. – М.: Недра, 1982. – 174 с.
6. Павлинов, В.Н. Пособие к лабораторным занятиям по курсу общей геологии / В.Н. Павлинов, Д.С. Кизельватер [и др.]. – М.: Недра, 1970. – 191 с.
7. Пешковский Л. М. Инженерная геология / Л.М. Пешковский, Т.М. Перескокова – Минск: Вышэйшая школа, 1982. – 341 с.
8. Инженерные изыскания в строительстве: справочник строителя / под ред. С.П. Абрамова. – М.: стройиздат, 1982. – 358 с.
9. Шарай, В.Н. Лабораторные работы по общей и инженерной геологии / В.Н. Шарай, Л.Н. Викарук. – Минск.: Вышэйшая школа, 1971. – 109 с.
10. Морозова, Л.К. Лабораторный практикум по курсу «Инженерная геология». / Л.К. Морозова, И.Г. Лукинская – Минск: БПИ, 1977. – 65 с.
11. Юбельт, Т.Р. Определитель минералов / Т.Р. Юбельт; перевод с немецкого Т.Б. Здорик и В.П. Колчанова. – М.: Мир, 1978. – 236 с.

## Содержание

Введение .....	3
Лабораторная работа № 1 ПОРОДООБРАЗУЮЩИЕ МИНЕРАЛЫ .....	3
Лабораторная работа № 2 ГЛАВНЕЙШИЕ ГРУППЫ ГОРНЫХ ПОРОД .....	19
Литература.....	45

Учебное издание

**УЛАСИК** Тамара Михайловна

## **ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ**

Лабораторный практикум  
для студентов строительных специальностей

Редактор *О. В. Ткачук*  
Компьютерная верстка *Ю.С. Кругловой*

Подписано в печать 27.05.2016. Формат 60×84 <sup>1</sup>/<sub>8</sub>. Бумага офсетная. Ризография.

Усл. печ. л. 5,46. Уч.-изд. л. 2,14. Тираж 100. Заказ 337.

Издатель и полиграфическое исполнение: Белорусский национальный технический университет.

Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя, распространителя  
печатных изданий № 1/173 от 12.02.2014. Пр. Независимости, 65. 220013, г. Минск.