

ГОУ ВПО Кыргызско-Российский Славянский университет



## МОДУЛЬ: ЕСТЕСТВЕННО-НАУЧНЫЙ Гидрогеология

### рабочая программа дисциплины (модуля)

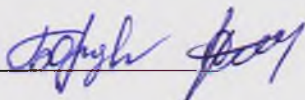
Закреплена за кафедрой	Защиты в чрезвычайных ситуациях		
Учебный план	b20030130_18_1тб зчс.plx	Направление	20.03.01 Техносферная безопасность профиль "Защита в чрезвычайных ситуациях"
Квалификация	бакалавр		
Форма обучения	очная		
Общая трудоемкость	3 ЗЕТ		
Часов по учебному плану	108	Виды контроля в семестрах:	экзамены 4
в том числе:			
аудиторные занятия	51		
самостоятельная работа	21		
экзамены	36		

#### Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	4 (2.2)		Итого	
	уп	рпд	уп	рпд
Неделя	14 2/6			
Вид занятий	уп	рпд	уп	рпд
Лекции	17	17	17	17
Лабораторные	17	17	17	17
Практические	17	17	17	17
В том числе	13	13	13	13
Итого ауд.	51	51	51	51
Контактная	51	51	51	51
Сам. работа	21	21	21	21
Часы на	36	36	36	36
Итого	108	108	108	108

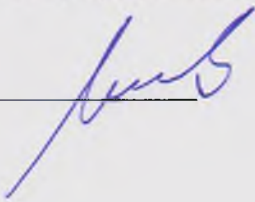
Программу составил(и):

к.т.н., профессор, Ордобаев Б.С.; к.т.н., Сардарбекова Э.К.



Рецензент(ы):

д.т.н., профессор, Логинов Г.И.



Рабочая программа дисциплины

**Гидрогеология**

разработана в соответствии с ФГОС 3+:

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования по направлению подготовки 20.03.01 ТЕХНОСФЕРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ (уровень бакалавриата) (приказ Минобрнауки России от 21.03.2016г. №246)

составлена на основании учебного плана:

Направление 20.03.01 Техносферная безопасность профиль "Защита в чрезвычайных ситуациях" утвержденного учёным советом вуза от 26.06.2018 протокол № 12.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

**Защиты в чрезвычайных ситуациях**

Протокол от 27 августа 2018 г. № 1

Срок действия программы: уч.г. 2018-2022

Зав. кафедрой профессор Ордобаев Бейшенбек Сыдыкбекович



---

**Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году**

Председатель УМС

29 августа 2019 г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для  
исполнения в 2019-2020 учебном году на заседании кафедры  
**Защиты в чрезвычайных ситуациях**

28 августа

1

Протокол от 28 августа 2019 г. № 1  
Зав. кафедрой к.т.н., профессор Ордобаев Б.С.

---

**Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году**

Председатель УМС

02 сент 2020 г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для  
исполнения в 2020-2021 учебном году на заседании кафедры  
**Защиты в чрезвычайных ситуациях**

Протокол от 02 сент 2020 г. № 1  
Зав. кафедрой к.т.н., профессор Ордобаев Б.С.

---

**Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году**

Председатель УМС

02 сент 2021 г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для  
исполнения в 2021-2022 учебном году на заседании кафедры  
**Защиты в чрезвычайных ситуациях**

Протокол от 02 сент 2021 г. № 1  
Зав. кафедрой к.т.н., профессор Ордобаев Б.С.

---

**Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году**

Председатель УМС

\_\_\_\_\_ 2022 г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для  
исполнения в 2022-2023 учебном году на заседании кафедры  
**Защиты в чрезвычайных ситуациях**

Протокол от \_\_\_\_\_ 2022 г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой к.т.н., профессор Ордобаев Б.С.

**1.**

1.1	« » - ; ; ; ; ;
-----	--------------------------------

1.2	« » ; ;
-----	---------------

**2.**

( ) :	1. .03
-------	--------

2.1	:
-----	---

2.1.1	- 2 ,
-------	-------

2.1.2	
-------	--

2.1.3	
-------	--

2.1.4	
-------	--

2.2	( )
-----	-----

2.2.1	
-------	--

2.2.2	
-------	--

2.2.3	- :
-------	-----

2.2.4	
-------	--

2.2.5	
-------	--

**3.**

-1:	, ,
-----	-----

:	
---	--

1	
---	--

2	;
---	---

3	;
---	---

:	
---	--

1	, ;
---	-----

2	; , , ,
---	---------

3	( , ). , , ;
---	--------------

:	
---	--

1	,
---	---

2	,
---	---

3	,
---	---

3.1	:
-----	---

3.1.1	- ;
-------	-----

3.1.2	- ;
-------	-----



1.10	/ /	4	7		1.1 1.2 1.3 2.1 1 2 3	0	,
	<b>2.</b>						
2.1	.	4	2		1.2 2	2	
2.2	: , , / /	4	2		1.1 1.3	2	" "
2.3	3. 3/ /	4	2		1.1	0	
2.4	.	4	2		1.2 1.1 2	0	
2.5	.	4	2		1.1 1.3	0	
2.6	3. . 4.	4	2		1.2 2.1	0	
2.7	.	4	2		1.2 2	0	
2.8	.	4	2		1.1 1.3 1.2	2	" "
2.9	.	4	2		1.1 2.1	0	
2.10	.	4	7		1.1 1.2 1.3 2.1 1 2 3	0	,
	<b>3.</b>						
3.1	.	4	2		1.2 2	0	
3.2	, -	4	2		1.1 1.3	0	
3.3	.	4	2			0	
3.4	.	4	2		1.2 2	0	

3.5	, , , . / /	4	2		1.1 1.3	2	" "
3.6	/ /	4	2			0	
3.7	- . / /	4	1		1.2	0	
3.8	/ /	4	1		1.3 1.2 1.1	0	
3.9	- . / /	4	1			0	
3.10	, , , , , / /	4	7		1.1 1.2 1.3 2.1 2 3	0	,
3.11	/ /	4	36			0	
3.11	/КрЭж/	4	0,3			0	

5.

5.1.

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.
- 6.
- 7.
- 8.
- 9.
- 10.
- 11.
- 12.
- 13.
- 14.
- 15.

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.
- 6.
- 7.
- 8.
- 9.
- 10.
- 11.
- 12.
- 13.
- 14.
- 15.

- 1.
- 2.

( )

3.  
4.  
5.  
6.  
7. ( ; ).  
8.  
9.  
10.  
11.  
12.  
13. ,  
14. , , .

**5.2.** ( )

**5.3.**

20.  
21.  
22.  
23.  
24. .  
25.  
26.  
27. ?  
28. ,  
29. ?  
30.  
31.  
32. ( ) .  
33.  
34.  
35.  
36.  
37. ( ; ).  
38.  
39.  
40.  
41.  
42.  
43. ,

**5.4.**

1.  
2.  
3.  
4.

**6.** - ( )

**6.1.**

**6.1.1.**

	,		,
1.1	. ,, : " : "	-	: " - " 2017
1.2	. .	:	2008
1.3	. ,, : "	" : " "	: - 2018

**6.1.2.**

	,		,
--	---	--	---



2.1				2007
<b>6.2.</b>				
1				<a href="http://protect.krsu.edu.kg/index.php/publikatsii/119-">http://protect.krsu.edu.kg/index.php/publikatsii/119-</a>
2				<a href="https://en.ppt-online.org/search?text=%">https://en.ppt-online.org/search?text=%</a>
3				<a href="http://metodichka.x-pdf.ru/15stroitelstvo/117756">http://metodichka.x-pdf.ru/15stroitelstvo/117756</a>
<b>6.3.</b>				
<b>6.3.1</b>				
6.3.1.1				
6.3.1.2				
6.3.1.3				
<b>6.3.2</b>				
6.3.2.1				11
6.3.2.2				<a href="http://mes.kg/upload/file/zakon-o-hvostohranilishah.rtf">http://mes.kg/upload/file/zakon-o-hvostohranilishah.rtf</a>
6.3.2.3				IPRbooks
6.3.2.4				<a href="http://www.public.ru">http://www.public.ru</a>
6.3.2.5				
6.3.2.6				
6.3.2.7				
6.3.2.8				<a href="http://e.lanbook.com">http://e.lanbook.com</a>
6.3.2.9				
6.3.2.10				
6.3.2.11				<a href="http://scientbook.com">http://scientbook.com</a>
6.3.2.12				

<b>7.</b>				
7.1				409 305 412,
7.2				

<b>8.</b>				
1.				
2.				
3.				

- min 20 -

- 20-25 -

- 25-30 -

).

1.

2.

3.

4.

5.

6.

2.

( 4),

•

•

•

•

•

•

•

•

•

•

•

•

•

•

•

•

•

•

•

•

•

•

•

•

•

•

•

•

•

•

•

•

## Технологическая карта дисциплины «Гидрогеология»

## Курс 2, семестр 4. Количество ЗЕ – 4. Отчетность – экзамен

Название модулей дисциплины согласно РПД	Контроль	Форма контроля	зачетный	зачетный максимум	график контроля
<b>Модуль 1</b>					
Модуль 1. Общая гидрогеология, гидросфера и кругооборот воды, глобальное изменение планеты Земли.	Текущий контроль	Реферат. Самостоятельная работа студента, посещаемость и активность на занятиях	5	10	5 недели
	Рубежный контроль	Тест	8	15	
<b>Модуль 2</b>					
Модуль 2. Методы гидрогеологических исследований и гидрогеологическое районирование Кыргызстана.	Текущий контроль	Реферат. Самостоятельная работа студента, посещаемость и активность на занятиях	6	10	10 недели
	Рубежный контроль	Тест	7	15	
<b>Модуль 3</b>					
Модуль 3. Основы инженерной геологии, экзогенные геологические и инженерно-геологические процессы и явления.	Текущий контроль	Реферат. Самостоятельная работа студента, посещаемость и активность на занятиях	6	10	16 недели
	Рубежный контроль	Тест	8	10	
<b>ВСЕГО за семестр</b>			<b>40</b>	<b>70</b>	17
<b>Промежуточный контроль (Экзамен)</b>		<b>Письменные ответы на вопросы</b>	<b>20</b>	<b>30</b>	
<b>Семестровый рейтинг по дисциплине</b>			<b>60</b>	<b>100</b>	

## ШКАЛА ОЦЕНИВАНИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАДАНИЙ (текущий контроль)

Оцениваются в процентах от выполненных и защищенных практических заданий согласно методическим указаниям по их выполнению.

- 85-100 % – выполнены и защищены все 5 практических задания;
- 75-84 % – выполнены все 5 и защищены 4 практических задания;
- 60-74 % – выполнены все 5 и защищены 3 практических задания;
- 0-59 % – выполнены 5 и защищены 2 практических задания.

## ШКАЛА ОЦЕНИВАНИЯ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ (текущий контроль)

Оцениваются в процентах от выполненных и защищенных лабораторных работ согласно методическим указаниям по их выполнению.

- 85-100 % – выполнены и защищены все 5 практических задания;
- 75-84 % – выполнены все 5 и защищены 4 практических задания;
- 60-74 % – выполнены все 5 и защищены 3 практических задания;
- 0-59 % – выполнены 5 и защищены 2 практических задания.

## ШКАЛА ОЦЕНИВАНИЯ РЕФЕРАТА (рубежный контроль)

№№ п/п	Наименование показателя	Отметка в %
1	Во введении четко сформулирован тезис, соответствующий теме реферата, выполнена задача заинтересовать читателя.	85-100
2	Деление текста на введение, основную часть и заключение.	
3	В основной части логично, связно и полно доказывается выдвинутый тезис.	
4	Заключение содержит выводы, логично вытекающее из содержания основной части.	
5	Правильно (уместно и достаточно) используются разнообразные средства связи.	

6	Все требования, предъявляемые к заданию выполнены.	
7	При защите реферата демонстрирует полное понимание темы и для выражения своих мыслей не пользуется упрощенно-примитивным языком.	
1	Во введении четко сформулирован тезис, соответствующий теме реферата, в известной мере выполнена задача заинтересовать читателя.	70-84
2	В основной части логично, связно, но не достаточно полно доказывается выдвинутый тезис.	
3	Заключение содержит выводы, логично вытекающее из содержания основной части.	
4	Уместно используются разнообразные средства связи.	
5	При защите реферата демонстрирует понимание темы и для выражения своих мыслей не пользуется упрощенно-примитивным языком.	
1	Во введении тезис сформулирован не четко и не вполне соответствует теме реферата.	60-69
2	В основной части выдвинутый тезис доказывается недостаточно логично (убедительно) и последовательно.	
3	Заключенные выводы не полностью соответствуют содержанию основной части.	
4	Недостаточно или, наоборот, избыточно используются разнообразные средства связи.	
5	При защите реферата демонстрирует не полное понимание темы и язык работы в целом не соответствует уровню 3 курса.	
1	Во введении тезис отсутствует или не соответствует теме реферата.	31-59
2	Деление текста на введение, основную часть и заключение.	
3	В основной части нет логичного последовательного раскрытия темы.	
4	Выводы не вытекают из основной части.	
5	Средства связи не обеспечивают связность изложения материала.	
6	Отсутствует деление текста на введение, основную часть и заключение.	
7	При защите реферата демонстрирует полное непонимание темы и язык работы можно оценить, как «примитивный».	
1	Реферат подготовлен не по теме.	0-30

#### ШКАЛА ОЦЕНИВАНИЯ ПО ТЕСТИРОВАНИЮ (рубежный контроль)

Оцениваются в процентах от выполненных заданий.

85-100 % – ответы на 12-13 заданий правильные;

75-84 % – ответы на 8-11 заданий правильные;

60-74 % – ответы на 6-9 заданий правильные;

0-59 % – ответы на 3-5 заданий правильные.

#### ШКАЛА ОЦЕНИВАНИЯ ЭКЗАМЕНА (промежуточный контроль)

№№ п/п	Наименование показателя	Отметка в %
1	Ответ к вопросам написан логично, связно и полно приводятся определения.	85-100
2	Уместно и достаточно полно приведены и используются соответствующие прямые формулы.	
3	Все требования, предъявляемые к экзамену выполнены.	
1	В ответе к вопросам логично, связно, но не достаточно полно приводятся определения.	70-84
2	Уместно, но не достаточно полно приведены и используются соответствующие прямые формулы.	
3	Выполнены не все требования, предъявляемые к экзамену.	
1	В ответе к вопросам логично, но не связно и не достаточно полно приводятся определения.	60-69
2	Уместно, но не достаточно полно приведены и используются соответствующие прямые формулы.	
3	Выполнены не все требования, предъявляемые к экзамену.	
1	В ответе к вопросам определения приведены на «примитивном» языке изложения.	31-59
2	Недостаточно используются прямые формулы или, наоборот, избыточно используются косвенные формулы, не предусмотренные для ответа, что привело к искажению ответа.	
3	Выполнены не все требования, предъявляемые к экзамену.	
1	Нет теоретических ответов на вопросы.	0-30
2	Были попытки привести формулы, но нет результатов.	
3	Требования предъявляемые к экзамену не выполнены.	

***Общая гидрогеология, гидросфера и кругооборот воды, глобальное изменение планеты Земли. Кругооборот воды, гидросфера и положение в ней подземных вод.***

*1. Введение в дисциплину «Гидрогеология». Кругооборот воды в природе. Гидросфера и положение в ней подземных вод.*

Теоретические и методологические основы *Гидрогеологии*. Связь гидрогеологии с другими науками. Роль воды в геологических процессах. Значение подземных вод в народном хозяйстве. Научные и практические задачи в области гидрогеологии в связи с развитием народного хозяйства, освоением и развитием новых районов, курортов, месторождений полезных ископаемых. Роль *Гидрогеологии* в решении задач инженерной геологии и гидротехнического строительства. Системный анализ в *Гидрогеологии*.

Развитие учения о подземных водах. Роль русских и советских ученых в развитии *Гидрогеологии*. Краткий обзор работ зарубежных ученых по вопросам изучения подземных вод.

*2. Вода в горных породах. Водно-физические свойства горных пород и их показатели.*

Распределение воды в земной коре. Критическая температура. Зона аэрации, насыщения и капиллярная подзона. Значение геологических структур и история их развития в распределении подземных вод. Гидротермия земной коры.

Виды воды в горных породах и минералах. Связанная и свободная вода. Виды связанной воды. Капиллярная и гравитационная вода. Парообразная и твердая вода. Влажность горных пород. Водные свойства горных пород: влагоемкость, водоотдача, недостаток насыщения, капиллярность, водопроницаемость.

Водопроницаемость и проницаемость горных пород. Единицы измерения водопроницаемости.

Понятие о водоносных горизонтах и водоносных комплексах. Элементы водоносного горизонта. Гидроизогипсы и гидроизопьезы.

*3. Типы подземных вод.*

*Химический состав подземных вод.*

Распределение воды в атмосфере и литосфере. Климатический круговорот воды в природе. Понятие о стоке в водном балансе.

Геологический круговорот воды, его направленность, источники энергии, движущие силы, основные этапы; геосинклинальный, орогенный и платформенный. Мантийный, океанический и космический круговороты.

Представление о происхождении подземных вод. Генетические типы воды (воды инфильтрационные, седиментационные, возрожденные, ювенильные), их взаимосвязь и распространение в земной коре.

Основы учения о стоке. Коэффициент стока, модуль подземного стока, норма стока. Краткая характеристика методов изучения подземного стока.

**Методы гидрогеологических исследований и гидрогеологическое районирование Кыргызстана.**

*4. Методы гидрогеологических исследований: гидрогеологическая съемка, поиски и разведка подземных вод. Гидрогеологическое районирование.*

Разнообразие форм движения воды. Общие сведения о типах гидродинамических режимов. Гидродинамическая зональность земной коры. Пластовые давления и их

природа. Закон Дарси. Скважины совершенные и несовершенные. Понятие о критических границах водоносных горизонтов.

*5. Запасы и ресурсы подземных вод. Месторождения подземных вод.*

*Классификация эксплуатационных запасов подземных вод.*

Состав и строение воды. Физические свойства подземных вод. Вода, как сложный раствор. Концентрация водородных ионов. Химический состав подземных вод. Микроэлементы в подземных водах и их роль.

Формы выражения анализов природных вод. Графическое изображение состава вод. Краткие сведения о систематизации анализов вод и химических классификациях подземных вод. Карта химического состава подземных вод. Общая минерализация, классификация вод по минерализации. Жесткость воды и ее виды.

*6. Охрана подземных вод от загрязнения и истощения. Мониторинг подземных вод.* Формирование химического состава подземных вод. Общая характеристика процессов формирования подземных вод и связь этих процессов с формированием горных пород и геологической историей развития структур. Конгруэнтное и инконгруэнтное растворение. Формирование подземных вод различной минерализации. Происхождение главных компонентов химического состава подземных вод. Формирование химического состава вод различных генетических групп. Основные процессы изменения состава подземных вод и условия обогащения их микроэлементами и радиоактивными элементами. Понятие о гидрогеохимической зональности.

## **Основы инженерной геологии, экзогенные геологические и инженерно-геологические процессы и явления.**

*7. Предмет и содержание инженерной геологии. Физико-механические свойства горных пород.*

Классификации подземных вод по условиям их залегания, распространения, происхождения, водообильности, характера трещиноватости, химического и газового состава и др. (Ф.И.Саваренского, О.К. Ланге, А.М. Овчинникова, Е.В. Пиннекера и др.).

Основные типы подземных вод: верховодка, грунтовые и артезианские воды.

Воды *зоны аэрации*. Зона аэрации и ее роль в питании подземных вод. Верховодка и ее режим. Верховодка районов избыточного увлажнения и пустынь. Особенности болотных и почвенных вод.

*Грунтовые воды*. Понятие о грунтовых водах. Условия залегания грунтовых вод. Формы грунтовых потоков и бассейнов. Виды залегания грунтовых вод. Режим грунтовых вод. Понятие о балансе грунтовых вод. Зональность грунтовых вод. (В.С. Ильин, О.К. Ланге, Г.И. Каменский и др.). Грунтовые воды выщелачивания и континентального засоления. Характеристика основных типов грунтовых вод. Грунтовые воды трещин коры выветривания и лавовых покровов. Особенности гидрографии и гидрогеологии карстовых районов. Гидрогеологическое значение древнего и современного карста, режим карстовых вод. Значение изучения карстовых вод при гидротехническом и других видах строительства и при разработке месторождений полезных ископаемых. Примеры районов развития карстовых вод. Геологические условия формирования месторождений грунтовых вод: аллювиальных и ледниковых отложений, предгорных и горных районов, приморских дюн и т. д.

*Артезианские воды.* Понятие об артезианских бассейнах и артезианских склонах. Пьезометрическая поверхность напорных вод. Условия питания и разгрузки напорных вод. Взаимоотношение артезианских и грунтовых вод. Особенности режима артезианских вод. Химический состав и зональность артезианских вод. Генетические типы вод артезианских бассейнов: инфильтрационные и седиментационные. Геологические условия формирования различных генетических типов вод. Внутренние области питания и разгрузки. Отдельные примеры артезианских бассейнов. Водонапорные системы и их классификация.

8. *Единство и круговорот воды в земной коре. Экзогенные геологические и инженерно-геологические процессы и явления.*

Подземные воды *многолетней мерзлоты.* Распространение криолитозоны на территории СССР. Условия залегания подземных вод в области многолетней мерзлоты. Деятельный слой и его режим. Талики и их роль в питании подземных вод, классификация таликов. Воды над-, меж- и подмерзлотные по Н.И. Толстихину. Особенности питания, движения, разгрузки различных типов подземных вод. Источники, наледи и гидролакколиты. Явление термокарста.

Воды областей *современного вулканизма,* их распространение, генезис и условия залегания, особенности состава. Гейзеры, мафеты и др. особенности разгрузки.

Гидрологические особенности вод зон тектонических нарушений. Условия залегания этих вод. Зависимость зон тектонических нарушений, водообильность и характер водоносности от их размера, геологической структуры и типа. Особенности режима вод зон тектонических нарушений. Напорные воды тектонических трещин, зон крупных размеров и их классификация. Примеры районов развития вод зон тектонических нарушений. Роль этих вод в формировании месторождений полезных ископаемых.

9. *Классификация грунтов и их физико-механические свойства. Искусственное улучшение качества грунтов.*

*Минеральные воды.* Понятие о минеральных водах, их классификация. Провинции и месторождения минеральных вод: углекислых сероводородных, азотных, радиоактивных. Особенности изучения, разведки и каптажа газифицирующих минеральных вод.

*Промышленные воды.* Подземные воды промышленного значения и их использование для химической промышленности. Йодно-бромные, редко-металльные, борные и др. рассолы, содержащие ценные химические элементы. Геологические условия их формирования. Примеры месторождений промышленных вод в России и за рубежом. Особенности их изучения и использования.

*Термальные воды.* Основные типы термальных вод. Распространение термальных вод на территории России. Практическое использование термальных вод.

# Методические указания к выполнению лабораторных работ и их содержание

## Лабораторная работа №1. Породообразующие минералы

### Содержание и порядок выполнения лабораторной работы

Природные минералы являются соединениями определенного химического состава и образовались в результате физико-химических процессов, протекающих в земной коре. Наиболее распространенные минералы, слагающие основную массу горных пород. Называются породообразующими.

Все твердые вещества (в том числе и минералы) можно подразделить на кристаллические и аморфные. Слагающие кристаллическое вещество атомы, ионы или молекулы, расположены в строго закономерном порядке, образуя пространственную решетку. В аморфных веществах строгой закономерности в расположении атомов, ионов и молекул нет, они расположены хаотично, хотя распределены в пространстве более или менее равномерно.

Подавляющее большинство твердых веществ имеют кристаллическое строение. Аморфных же вещества мало, в качестве примеров можно отметить стекло, воск, вар, некоторые сплавы металлов и некоторые минералы. Аморфное состояние вещества в условиях поверхности Земли неустойчиво и со временем наблюдается их раскристаллизация (помутнение стекол).

При выполнении лабораторной работы вначале, пользуясь настоящими методическими указаниями и коллекцией минералов, студенты знакомятся с основными физическими свойствами минералов и учатся определять эти свойства (блеск, твердость, спайность, цвет в куске и порошке и др. свойства), используя простейшие приемы. В методических указаниях предусмотрена возможность использования при определении минералов химических реактивов и исследование с помощью пламени паяльной трубки. Более трудоемкие методы определения минералов (петрографические, рентгеновские, термические в методических указаниях не рассматриваются).

Контроль усвоения материала проводят в форме вопросов и ответов (устно).

Затем студентам предлагают материал – образцы из коллекции породообразующих минералов. Образцы не имеют этикеток.

Задача студентов: определить свойства минералов и пользуясь методическими указаниями или полевым определителем, самостоятельно назвать каждый минерал, после этого записать минерал в рабочую тетрадь с описанием его физических свойств.

Контроль проводится преподавателем в конце занятия.

Для выполнения лабораторной работы в кабинете геологии имеется:

1. Коллекция классификации минералов.
2. Коллекция физических свойств минералов.
3. Минералы шкалы Мооса.
4. Образцы породообразующих минералов (раздаточный материал).

### Физические свойства минералов

Многие минералы являются сложными природными соединениями. При их исследовании применяют много методов: химический, рентгенометрический, кристаллооптический, кристаллографический, термический, спектральный и др. Они являются трудоемкими, дорогостоящими и требуют использования специальной аппаратуры.

В то же время многие минералы достаточно надежно могут быть определены на основании изучения только их физических свойств: цвета, блеска, твердости, спайности и др., не прибегая к дорогостоящим специальным методам.

Следует учитывать, что отдельные свойства могут быть одинаковыми у разных минералов (например, цвет или твердость), поэтому необходимо определить возможно большее количество свойств. Обычно только комплексная оценка физических свойств позволяет достаточно надежно диагностировать тот или иной минерал. По одному какому-то свойству (магнитность, оптические свойства и т.д.) определить название минерала удастся редко.

Из физических свойств минералов большое значение имеют в их диагностике оптические (цвет минерала и его черты, блеск) и механические (твердость, спайность) признаки.

#### Прозрачность

Под прозрачностью понимается способность вещества пропускать сквозь себя свет. По степени прозрачности минералы, наблюдаемые в виде крупных кристаллов, подразделяются на группы:

прозрачные, сквозь которые ясно видно изображение (горный хрусталь, прозрачный кальцит – исландский шпат);

просвечивающие, прозрачные лишь в тонких краях (опал);

непрозрачные, не пропускающие свет даже в тонких обломках (пирит);

полупрозрачные, сквозь которые предметы распознаются с трудом (гипс).

Тонкозернистые агрегаты минералов, в отличие от монокристаллов, всегда кажутся непрозрачными, прозрачность их проявляется только в тонких шлифах.

#### Двойное лучепреломление

Это свойство присуще ряду минералов, но особенно хорошо выражено в кристаллах исландского шпата. Если положить такой кристалл на бумагу с какой-либо надписью, то сквозь него будут отчетливо видны две надписи, одна более четкая, другая более слабая. Чем толще кристалл, тем дальше будет одна надпись от другой.



## Окраска

Цвет (окраска) является важным диагностическим признаком минералов. Некоторые минералы свое название получили от их окраски. Примеры: хлорит (от греч. "хлорос" – зеленый), альбит (от греч. "альбус" – белый).

Окраска минералов зависит от химического состава, структуры и механических примесей. Характер окраски минерала обусловлен главным образом примесью красителей – хромофор: титан (синяя, красная и черно-зеленая); ванадий (красная, красно-бурая, желтая); марганец (розовая, темно-красная, черная); хром (красная, ярко-зеленая, фиолетовая, желтая, оранжево-красная); железо (красная, желто-бурая, бутылочно-зеленая, черная); кобальт (розовая, оливково-зеленая, синяя, коричневая, черная, желтовато-зеленая, желтая). Кроме того, красящими ионами являются молибден, вольфрам, иод, обладающие большими атомными массами.

Хромофоры могут непосредственно входить в состав химических соединений, слагающих минерал. Такие окраски называются идиохроматическими (от греч. "идиос" – свой, "хрома" – цвет). Например: красная киноварь, латунно-желтый пирит, зеленый изумруд.

Идиохроматические окраски появляются иногда при радиоактивном облучении катодными лучами кристаллических решеток минералов.

Иногда хромофоры отмечаются в составе минералов в виде механических примесей и вызывают окраску, не зависящую от химической природы минерала. Эта окраска называется аллохроматической (от греч. "аллос" – посторонний). Так, бесцветный кварц бывает окрашен в фиолетовый цвет (аметист), золотистый (цитрин), черный (морион) и др.

Некоторые минералы меняют окраску в зависимости от освещения. На полированной поверхности магматической породы лабрадорита, сложенной минералом лабрадором, при некоторых углах поворота появляются зеленовато-синие переливы, вызванные присутствием тончайших пленок ильменита в трещинах спайности плагиоклаза. Такая окраска называется псевдохроматической (от греч. "псевдос" – ложный).

## Цвет черты

Это цвет тонкого слоя порошка минерала, остающегося на поверхности неглазурованной фарфоровой пластинки, если по ней провести минералом. Цвет черты является надежным признаком по сравнению с окраской минералов. Цвет черты может соответствовать цвету минерала (черная черта у черного магнетита, красная – у красной киновари). Часто цвет черты отличается от окраски минерала (черная черта у латунно-желтого пирита и т. д.).

## Блеск

Отраженный от поверхности минерала свет создает его блеск, который зависит от показателя преломления минерала и практически не зависит от его окраски.

А.Г. Бетехтин чисто практическим путем по показателям преломления с учетом характера отражающей поверхности минералов выделил следующие градации интенсивности блеска минералов.

Стеклянный блеск является самым распространенным и напоминает блеск поверхности стекла. Свойственен минералам с показателем преломления 1,3 – 1,9 (силикаты).

Алмазный блеск искрящийся, выражается в переливающейся игре цветов. Характерен для минералов с показателем преломления 1,9 – 2,6 (алмаз, сфалерит).

Полуметаллический (металлоподобный) блеск напоминает как бы потускневший металлический. Имеется у полупрозрачных и прозрачных минералов с показателем преломления от 2,6 до 3,0 (киноварь, гематит).

Металлический блеск характерен для непрозрачных минералов с показателями преломления выше 3 (пирит, галенит).

Жирный (смолистый) блеск наблюдается на куске каменной соли после ее пребывания во влажном воздухе, когда блестящая в свежем изломе поверхность тускнеет и как бы покрывается пленкой жира. Этим же блеском обладает нефелин на слегка выветренных поверхностях.

Восковой блеск свойственен поверхностям с более грубой неровностью (некоторые кремни).

Матовый блеск наблюдается у тонкопористых минералов (сухой каолин).

Перламутровый блеск узнается по радужному переливанию цветов вследствие отражения лучей света от плоскостей спайности. Характерен для минералов с весьма совершенной спайностью (мусковит, пластинчатый гипс).

Шелковистый блеск сходен с блеском шелкового волокна. Наблюдается у минералов с параллельным волокнистым строением (асбест, волокнистый гипс).

Следует помнить, что многие минералы одного и того же состава вследствие особенностей их внутреннего строения могут иметь различный блеск.

## Твердость

Под твердостью минералов понимается их способность сопротивляться внешним механическим воздействиям, в частности царапанью.

Для оценки твердости минералов применяется шкала Мооса, в которую входят десять минералов, твердость которых взята в условных единицах (таблица 1).

Таблица 1

Минерал	Твердость	Минерал	Твердость
Тальк	1	Полевой шпат	6
Гипс	2	Кварц	7
Кальцит	3	Топаз	8
Флюорит	4	Корунд	9
Апатит	5	Алмаз	10

Твердость исследуемого минерала определяется путем установления, какой из эталонных минералов он царапает последним. Например, если исследуемый минерал царапается кальцитом, то его твердость заключается между 2 и 3.

Твердость порошкообразных минералов определяется путем натирания поверхности эталона порошком испытуемого минерала.

Твердость минералов можно приблизительно определить и не имея шкалы Мооса. Так, минералы с твердостью 1-2 чертятся ногтем, с твердостью 3 царапаются монетой, с твердостью 4-5 не царапают стекло, а 6 и выше – царапают.

### **Спайность**

Спайностью называют способность кристаллов минералов раскалываться или расщепляться по определенным кристаллографическим направлениям с образованием гладких ровных блестящих поверхностей. Раскол происходит параллельно плоским сеткам пространственной решетки, между которыми действуют наиболее слабые силы связи. Для спайности определяются степень совершенства и простая форма, по которой кристалл раскалывается.

По степени совершенства выделяют следующие виды спайности:

- весьма совершенная – кристаллы минералов легко расщепляются руками на пластинки или листочки (слюды, хлорит);
- совершенная – кристаллы раскалываются на обломки, ограниченные плоскостями спайности, причем отбитые куски внешне напоминают кристаллы (галит, кальцит);
- средняя (ясная) – кристаллы раскалываются на обломки, ограниченные как плоскостями спайности, так и неровными поверхностями излома по случайным направлениям (пироксены);
- несовершенная – спайности почти не наблюдается, при раскалывании образуется главным образом неправильные поверхности излома (апатит, гематит);
- весьма несовершенная – спайность отсутствует, при ударе кристалл раскалывается по случайным направлениям и дает неправильные поверхности излома (кварц, пирит).

В зависимости от той простой формы, по которой проходят плоскости спайности, кристаллы могут раскалываться по нескольким направлениям:

- одному направлению, соответствующему пинакоиду;
- двум – призме ромбической или тетрагональной, двум пинакоидам;
- трем – призме тригональной или гексагональной, кубу или ромбоэдру, трем пинакоидам;
- четырем – октаэдру;
- шести – ромбододекаэдру.

### **Излом и отдельность**

Поверхность раскола минерала, прошедшая не по спайности, называется изломом. Различают несколько видов излома:

- ровный – поверхность излома ровная, более или менее плоская, но не зеркально гладкая как в случае совершенной спайности (халькопирит);
- неровный – поверхность раскола неровная. Характерен для минералов с несовершенной спайностью (апатит, кварц, нефелин);
- раковистый – волнистая поверхность раскола, напоминающая внутреннюю поверхность раковины. Особенно четко выражен у минералов без спайности или со скрыто кристаллическим строением (опал, кварц);
- занозистый – характерен для поперечных расколов агрегатов игольчатых и волокнистых минералов (асбест, волокнистый гипс, амфиболы);
- крючковатый – поверхность излома покрыта неровностями, похожими на крючки (самородные металлы – золото, серебро);
- землистый – наблюдается у минералов, имеющих шероховатую, матовую поверхность (каолинит, порошковый лимонит);
- ступенчатый – имеет место в том случае, когда частично раскол происходит по спайности, а частично под некоторым к ней углом (полевые шпаты);
- зернистый – на поверхности отчетливо видны отдельные зерна, слагающие агрегат (хромит, магнетит).

В некоторых минералах встречается отдельность, представляющая собой ровный излом, напоминающий раскол по спайности. В отличие от спайности отдельность вызывается не особенностями внутреннего строения, а случайными внешними причинами – давлением, колебанием температуры, осаждением на гранях растущего кристалла посторонних веществ, что ослабляет в этих местах его прочность. Примеры: корунд, апатит, изредка кварц.

### **Плотность**

Плотность минералов колеблется от 0,9 до 23 г/см<sup>3</sup>. для подавляющего большинства породообразующих минералов плотность не превышает 3,5 г/см<sup>3</sup>. Способом приблизительного "взвешивания" образца минерала в руке минералы можно разделить на три группы:

легкие с плотностью до 2,5 (гипс, опал, галит), средние с плотностью от 2,5 до 4 (кальцит, кварц) и тяжелые с плотностью выше 4 г/см<sup>3</sup> (пирит, барит, корунд и т.д.).

### **Упругость**

Для некоторых минералов присуща упругость – свойство вещества изменять свою форму под влиянием деформирующих сил и вновь ее восстанавливать по удалению их.

Этим свойством обладают слюды: биотит и мусковит. Похожие на слюды хлориты при сильном изгибе листочков хотя и не ломаются, но не восстанавливают своего прежнего положения.

### **Вкус**

Отдельные минералы легко растворяются в воде и при опробывании вызывают различные вкусовые ощущения. Так, галит (NaCl) вызывает соленый вкус, сильвин (KCl) – горько-соленый, караналит (MgCl<sub>2</sub> KCl 6H<sub>2</sub>O) – горький.

### **Штриховка**

У отдельных кристаллов минералов его грани покрыты бороздками и штрихами, образовавшимися в связи с особенностями роста. У различных минералов штрихи имеют различную ориентировку: у горного хрусталя они располагаются поперек вытянутых граней, у пирита штрихи одной грани перпендикулярны штрихам соседних граней.

### **Вскипание**

При действии даже слабого раствора соляной кислоты на минералы из группы карбонатов (особенно на кальцит) происходит бурное вскипание – выделение пузырьков CO<sub>2</sub>.

В геологической практике при определении некоторых минералов исследуются также такие свойства, как магнитность, радиоактивность, хрупкость, ковкость, окрашивание пламени, люминесценция, горючесть и др.

Описанию этих свойств нами не уделяется внимания потому, что они не имеют существенного значения для диагностики минералов, рекомендуемых к изучению в данной работе.

## **Основные характеристики важнейших породообразующих минералов**

Специалистам строительного профиля в практической деятельности приходится постоянно иметь дело с распространенными породообразующими минералами. Студентам строительных специальностей можно рекомендовать к изучению следующие минералы: пирит, галит, корунд, кварц, опал, лимонит, кальцит, доломит, ангидрит, гипс, апатит, оливин, авгит, роговая обманка, тальк, биотит, мусковит, хлорит, серпентин, каолинит, монтмориллонит, альбит, лабрадор, ортоклаз и нефелин.

Описание этих минералов дано на основании опубликованной минералогической литературы.

Последовательность изложения материала и наименование минералогических классов соответствуют известной и широко применяемой классификации А.Г. Бетехтина.

Каждый минерал описан по нижеприведенной схеме:

1. Название, химическая формула.
2. Цвет.
3. Черта.
4. Блеск.
5. Твердость по шкале Мооса.
6. Плотность в г/см<sup>3</sup>.
7. Прочие свойства (тепло – и электропроводность, взаимодействие с химическими реагентами, поведение под паяльной трубкой и т.д.).

В данной главе использованы общепринятые сокращения:

Тв. – твердость;

Сп. – спайность;

Пл. – плотность;

Проч. св-ва – прочие свойства;

П. п. тр. – под паяльной трубкой.

## **Сульфиды**

### **Пирит FeS<sub>2</sub>**

Цвет светлый, латунно-желтый, часто с побежалостями желтовато-бурого и пестрых цветов. Черта буровато- или зеленовато – черная. Блеск сильный металлический Тв. 6-6,5, Сп. Весьма несовершенная. Пл. 5,01, проч. св-ва: на гранях кристаллов видна штриховка; электричество проводит слабо; термоэлектричен; некоторые разновидности обладают детекторными свойствами; п. п. тр. растрескивается, плавится в магнитный шарик, сера горит голубым пламенем; в HNO<sub>3</sub> разлагается с трудом (в порошке легко), в HCl не растворяется.

## **Галоидные соединения**

### **Галит NaCl**

Цвет зависит от чистоты вещества – чистые массы прозрачны и бесцветны, за счет примесей окраска может быть желтой, красной, бурой, черной и др.

Блеск стеклянный, на поверхности слегка выветрелых разновидностей жирный, Тв.2, Сп. весьма совершенная, Пл. 2,1-2,2.

Проч. св-ва: слабая энергопроводность; высокая теплопроводность; легко растворим в воде; вкус соленый; хрупок.

## **Оксиды**

### **Корунд Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>**

Цвет обычно синевато – или желтовато – серый, встречаются прозрачные кристаллы различной окраски: красные, синие.

Блеск стеклянный, Тв. 9, Сп. отсутствует, Пл. 3,95-4,10.

Проч. св-ва: характерны бочонковидные, столбчатые, пирамидальные и пластинчатые кристаллы; грани кристаллов часто покрыты кривой штриховкой; в кислотах не растворяется; п. п. тр. не плавится.

### **Кварц SiO<sub>2</sub>**

Бесцветный, белый, фиолетовый, розовый, дымчатый, черный, золотисто-желтый.

Блеск стеклянный, Тв. 7, Сп. весьма несовершенная, Пл. 2.19.

Проч. св-ва: на кристаллах часто видна горизонтальная штриховка (поперек вытянутости кристалла); растворим в щелочах; с кислотами не реагирует, кроме HF.

## Гидроксиды

### Опал $\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$

Бесцветный, белый, за счет железа и других хромофоров бывает окрашен в различные оттенки желтого, красного, бурого и зеленого цвета.

Блеск стеклянный, у пористых масс восковой или матовый. Тв. 5-6, Сп. отсутствует, т.к. минерал аморфный, Пл. 1,9-2,5. Проч. св-ва: п. п. тр. не плавится, но сильно растрескивается; в HF и горячей КОН растворяется без остатков.

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

Цвет охристо –желтый, бурый, до черного. Черта от желто –бурой до бурой.

Блеск матовый, полуметаллический. Тв. 1-5. Пл. 3,3-4,0.

Сп. отсутствует, т.к. минерал аморфный.

Проч. св-ва: характерны натечные формы агрегатов; п. п. тр. плавится, при длительном нагревании становится сильно магнитным; в HCl медленно растворяется.

## Карбонаты

### Кальцит $\text{CaCO}_3$

Цвет обычно бесцветный или молочно-белый, но иногда окрашен примесями в различные (обычно светлые) оттенки серого, желтого, розового, красного, бурого и черного цветов.

Блеск стеклянный. Тв.3.

Сп. совершенная. Пл. 2,71.

Проч. св-ва: в разбавленной HCl легко растворяется даже на холоде с шипением (выделение  $\text{CO}_2$ ); в прозрачных кристаллах наблюдается сильное двулучепреломление; при сжатии электризуется; п. п. тр. образующаяся CaO ярко светится и окрашивает пламя в оранжевый цвет.

### Доломит $\text{CaMg}[\text{CO}_3]_2$

Цвет серовато-белый, иногда с оттенками желтоватым, буроватым, зеленоватым.

Блеск стеклянный. Тв. 3,5-4.

Сп. совершенная. Пл. 2,8-2,9.

Проч.св-ва: HCl на холоде разлагает доломит очень медленно, без шипения; в катодных лучах светится ярким оранжево-красным цветом; п. п. тр. CaO окрашивает пламя в оранжевый цвет.

## Сульфаты

### Ангидрит $\text{CaSO}_4$

Цвет белый с голубым, сероватым или красноватым оттенком, реже кристаллы бесцветные, прозрачные.

Блеск стеклянный, на плоскостях спайности перламутровый. Тв. 3-3,5.

Сп. совершенная. Пл. 2,8-3,0.

Проч. св-ва: в присутствии воды при атмосферном давлении постепенно переходит в гипс, сильно увеличиваясь в объеме (до 30%); с увеличением внешнего давления этот переход затрудняется; в порошкообразном состоянии растворим в  $\text{H}_2\text{SO}_4$  и слаборастворим в HCl; п.п. тр. плавится в белую эмаль, окрашивая пламя в красновато – желтый цвет.

### Гипс $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

Цвет белый с водяно-прозрачными и бесцветными отдельными кристаллами, за счет примесей бывает окрашен в серый, медово-желтый, красный, бурый и черный тона.

Блеск стеклянный, на плоскостях спайности перламутровый. Тв. 2, у волокнистых разновидностей шелковистый блеск.

Сп. весьма совершенная. Пл. 2,32.

Проч. св-ва: растворим в воде, в слабо концентрированной  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , очень мало – HCl; в пустотах встречаются друзы кристаллов, а в трещинах – разновидности с параллельно – волокнистым строением; п. п. тр. теряет воду и сплавляется в белую эмаль; на угле в восстановительном пламени дает CaS.

## Фосфаты

### Апатит $\text{Ca}_5[\text{PO}_4]_3[\text{OH},\text{F},\text{Cl}]$

Бесцветный, белый с оттенками бледно-зеленого, голубого, желтого, бурого, фиолетового цвета.

Блеск стеклянный, а на поверхности излома жирный. Тв. 5.

Сп. несовершенная. Пл. 3,1-3,35.

Проч. св-ва: для кристаллов характерен шестигранный призматический облик; п. п. тр. трудно плавится; порошок, смоченный  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , окрашивает пламя в голубовато-зеленый цвет; в  $\text{HNO}_3$ , HCl и  $\text{H}_2\text{SO}_4$  растворяется; азотно-кислый раствор с молибденово-кислым аммонием дает реакцию на фосфор.

## Силикаты

### Оливин $(\text{MgFe})_2 \text{SiO}_4$

Цвет желтый с зеленым оттенком, чаще бесцветен, иногда совершенно прозрачный.

Блеск стеклянный, жирный. Тв. 6,5-7.

Сп. средняя. Пл. 3,88.

Проч. св-ва: порошок бурно разлагается в концентрированной  $H_2SO_4$  с образованием студня кремнезема; в  $HCl$  почти не растворяется; п. п. тр. не плавится.

#### Авгит $Ca(Mg, Fe, Al)[(SiAl)_2O_6]$

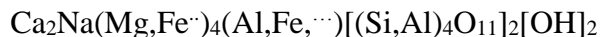
Цвет черный, зеленовато- и буровато-черный, реже темно-зеленый или бурый.

Блеск стеклянный. Тв. 5-6.

Сп. средняя под углом  $87^\circ$ . Пл. 3,2-3,6.

Проч. св-ва: п.п.тр. плавится с трудом; в кислотах почти не растворяется.

#### Роговая обманка



Цвет зеленый, бурый, черный.

Блеск стеклянный. Тв. 5,5-6.

Сп. совершенная под углом  $124^\circ$ . Пл. 3,1-3,3.

Проч. св-ва: в кислотах не растворяется; п. п. тр. с трудом плавится в темно-зеленое стекло.

#### Тальк $Mg_3[Si_4O_{10}][OH]_2$

Цвет бледно-зеленый или белый с желтоватым, буроватым, зеленоватым оттенками.

Блеск стеклянный, на плоскостях спайности перламутровый. Тв.1.

Сп. весьма совершенная. Пл. 2,7-2,8.

Проч. св-ва: жирный на ощупь; с раствором азотно-кислого кобальта после прокаливания становится бледно-розовым.

#### Биотит $K(Mg,Fe)_3[AlSi_3O_{10}][OH,F]_2$

Цвет черный, бурый, иногда с оранжевым, красноватым и зеленоватым оттенком.

Блеск стеклянный, на плоскостях спайности перламутровый. Тв. 2-3.

Сп. весьма совершенная. Пл. 2,7-3,3.

Проч. св-ва: листочки гибкие и упругие;  $HCl$  действует слабо, но в концентрированной  $H_2SO_4$  разлагается полностью; п. п. тр. плавится с трудом в серое или черное стекло.

#### Мусковит $KAl_2[AlSi_3O_{10}][OH]_2$

Цвет в тонких листах бесцветен, но часто с желтоватым, сероватым, зеленоватым и редко красноватым оттенком.

Блеск стеклянный, на плоскостях спайности перламутровый. Тв. 2-3.

Сп. весьма совершенная. Пл. 2,77-2,88.

Проч. св-ва: листочки гибкие и упругие; является отличным изолятором для электрических токов обычного напряжения; п. п. тр. плавится с трудом в непрозрачную белую эмаль; кислотами не разлагается.

#### Хлорит $(Mg_{3.13}Fe_{2.00}Al_{0.87})[Al_{0.7}Si_{3.3}O_{10}][OH]_8$

Цвет бутылочно-зеленый различных оттенков до зеленовато-черного, реже серебристо-белый.

Блеск на плоскостях спайности перламутровый. Тв. 2-2,5.

Сп. весьма совершенная. Пл. 2,6-2,85.

Проч. св-ва: листочки гибкие, но не упругие; п.п.тр. расщепляется, но не плавится; разлагается в  $H_2SO_4$ .

#### Серпентин $Mg_3[Si_4O_{11}][OH]_8$

Цвет темно-зеленый различных оттенков, буровато-зеленый, оливково-зеленый с желтым оттенком, серый, часто окраска имеет пятнистый характер.

Блеск стеклянный, жирный, восковой. Тв. 3-4.

Сп. наблюдается только у пластинчатой разновидности серпентина – антигорита. Пл. 2,5-2,7.

Проч. св-ва: разлагается в  $HCl$  и  $H_2SO_4$ ; п. п. тр. с трудом оплавляется по краям.

#### Каолинит $Al_4[Si_4O_{10}][OH]_8$

Цвет белый, часто с желтым, иногда с зеленоватым или голубоватым оттенком, отдельные чешуйки бесцветны.

Блеск отдельных чешуек и пластинок перламутровый, сплошных масс – матовый. Тв.1.

Сп. весьма совершенная. Пл. 2,58-2,60.

Проч. св-ва: п. п. тр. не плавится; в  $H_2SO_4$  при нагревании легко разлагается; после прокаливания до температуры  $500^\circ$  полностью разлагается в  $HCl$ ; белые разности после прокаливания с азотнокислым кобальтом принимают синий цвет.

#### Монтмориллонит



Цвет белый с сероватым, иногда с синеватым оттенком, розовый, реже зеленый.

Блеск матовый, иногда восковой. Тв. 1-2.

Сп. совершенная. Пл. непостоянна, 2-3.

Проч. св-ва: сильное набухание от влаги и связанная с этим свойством жирность.

#### Нефелин $Na[AlSiO_4]$

Бесцветный, но чаще серовато-белый или серый с желтоватым, буроватым, красноватым, зеленоватым оттенком.

Блеск на плоскостях кристаллов стеклянный, в изломе жирный. Тв. 5-6.

Сп. несовершенная. Пл. 2,6.

Проч. св-ва: на выветрелых поверхностях образуются матовые пленки или корочки; кислотами разлагается; п.п.тр. плавится, иногда довольно легко окрашивая пламя в желтый цвет.

## Минералы группы полевых шпатов

Из всех силикатов полевые шпаты являются наиболее распространенными в земной коре, составляя в ней около 50% по весу.

Выделяются две наиболее распространенные в природе подгруппы полевых шпатов:

1. Подгруппа натриево-кальциевых полевых шпатов, называемых плагиоклазами, представляющих собой непрерывный изоморфный ряд от альбита до анортита (табл. 2).

Таблица 2

Минералы	Содержание анортитовой молекулы, %
Альбит	0-10
$\text{Na}[\text{AlSi}_3\text{O}_8]$	10-30
Андезин	30-50
Лабрадор	50-70
Битовнит	70-90
Анортит	90-100
$\text{Ca}[\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8]$	

2. Подгруппа калиевых полевых шпатов с формулой  $\text{K}[\text{AlSi}_3\text{O}_8]$ .

Из группы полевых шпатов для изучения рекомендуются альбит, лабрадор и ортоклаз.

### Альбит $\text{Na}[\text{AlSi}_3\text{O}_8]$

Цвет белый, серовато-белый, иногда с зеленоватым, синеватым, реже красноватым оттенком.

Блеск стеклянный. Тв. 6-6,5.

Сп. совершенная. Пл. 2,63.

Проч. св-ва: в кислотах не растворяются; п. п. тр. плавится с трудом в стекло, часто окрашивая пламя в желтый цвет (за счет Na).

### Лабрадор (30-50%) $\text{Na}[\text{AlSi}_3\text{O}_8]$ · (50-70%) $\text{Al}[\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8]$

Цвет серый, темно-серый с характерным переливчатым отсветом в синих и зеленых тонах по граням кристаллов.

Блеск стеклянный. Тв. 6-6,5.

Сп. совершенная. Пл. 2,7.

Проч. св-ва: п. п. тр. плавится с трудом в стекло; в кислотах не растворяется.

### Ортоклаз $\text{K}[\text{AlSi}_3\text{O}_8]$

Цвет светло-розовый, буровато-желтый, красновато-белый, иногда мясо-красный. Прозрачная разновидность называется адуляром.

Блеск стеклянный. Тв. 6-6,5.

Сп. совершенная под углом  $90^\circ$ . Пл. 2,5-2,6.

Проч. св-ва: нередко в кристаллах имеются двойники прорастания.

## Задание 1

Составить характеристики свойств горных пород, перечисленных в соответствующих вариантах, по следующей схеме: происхождение, минеральный состав, структура, текстура, окраска, устойчивость к выветриванию, форма залегания, возможность применения в качестве основания сооружения и строительного материала. Исходные данные приводятся в таблице.

Номер варианта	Название пород
1	Гранит, песчаник, глинистый сланец
2	Вулканический туф, конгломерат, кварцит
3	Диорит, известняк, глина
4	Андезит, каменная соль, мрамор
5	Габбро, мергель, песок
6	Диабаз, доломит, гнейс
7	Базальт, кристаллический сланец, брекчия
8	Порфирит, гипс, щебень
9	Лабрадорит, известковый туф, галька
10	Кварцевый порфир, лесс, филлит

## Задание 2

Объяснить условия образования отложений, названных в соответствующих вариантах. Перечислить, какими разновидностями (по механическому составу) они представлены, и охарактеризовать их строительные свойства. Исходные данные приводятся в таблице.

Номер варианта	Название отложений
1	Элювиальные
2	Делювиальные
3	Проллювиальные
4	Аллювиальные
5	Эоловые
6	Ледниковые
7	Болотные
8	Плывуны
9	Озерные
10	Морские

### Лабораторная работа №2. "Горные породы"

Лабораторные занятия по теме "Горные породы" проводятся после выполнения лабораторной работы по минералогии. Она включает изучение и описание горных пород по внешнему виду на образцах петрографической коллекции последовательно трех генетических классов – магматического, осадочного и метаморфического.

Образцы снабжены этикетками. Рассматривая образцы пород, студенты в первую очередь должны обратить внимание на строение (структуру и текстуру), затем на цвет, минералогический состав и, пользуясь описанием и классификационными таблицами методических указаний или определителей, в рабочей тетради охарактеризовать каждую горную породу. Закончив характеристику горных пород магматического генезиса, перейти к описанию горных пород осадочного генезиса, а затем метаморфического.

Контроль проводится по системе "Огонек" либо в виде письменной контрольной работы. Студент должен самостоятельно определить и охарактеризовать не менее двух образцов, правильно ответить на следующие вопросы:

- название горной породы;
- генезис;
- минералогический состав;
- структура породы;
- текстура породы;

Для выполнения лабораторной работы в кабинете геологии имеется:

- коллекция горных пород по генетическим группам;
- коллекция образцов наиболее характерных структур и текстур;
- коллекция горных пород (раздаточный материал – штуфы).

### Горные породы

Горные породы – это минеральные агрегаты определенного состава и строения, сформировавшиеся в результате геологических процессов и залегающие в земной коре и в виде самостоятельных тел.

Горные породы представляют собой закономерные ассоциации минералов, а не случайные их скопления. Горные породы, состоящие из одного минерала, называются мономинеральными (лабрадорит, пироксенит, дунит, гипс и др.), из нескольких минералов – полиминеральными (гранит, диорит, мергель и др.).

Среди горных пород, в соответствии с главными геологическими процессами, которые приводят к их образованию, различают три генетических группы:

- Магматические горные породы – продукты затвердевания природных силикатных расплавов (магм).

- Осадочные горные породы – продукты разложения других, ранее существовавших пород и жизнедеятельности организмов.

- Метаморфические горные породы – продукты перекристаллизации магматических и осадочных пород без их расплавления.

Кроме пород перечисленных групп, резко отличающихся друг от друга по минеральному составу и строению, имеются породы, которые занимают промежуточное положение между этими группами. Встречаются осадочные и магматические породы, подвергшиеся лишь частичному метаморфизму, породы промежуточные между магматическими и осадочными (вулканогенно-осадочные) и др.

Горные породы, находящиеся в сфере инженерной и хозяйственной деятельности человека как среда и основание сооружений, называются грунтами. Их классификация проводится по ГОСТ, где класс выделяется по типу структурных связей, группа и подгруппа – по происхождению (генезису), тип – по петрографическому и гранулометрическому составу, вид – по структуре, текстуре и другим характерным особенностям.

Инженерно-геологические свойства горных пород зависят не только от минералогического состава (лабораторная работа №1), но и от строения, т.е. структуры и текстуры.

К структуре относят те признаки строения, которые характеризуют степень раскристаллизованности, абсолютные и относительные размеры зерен, а также форму и взаимоотношение составных частей горной породы. Структурные признаки связаны с процессами кристаллизации и изменения минералов.

К текстуре относят совокупность признаков строения горной породы, обусловленных ориентировкой и относительным положением и распределением составных частей породы. Текстуры, как правило, изучаются макроскопически, причем часто наиболее важные наблюдения получают именно в поле при изучении обнажений. Тип текстуры зависит и от условий кристаллизации, и от влияния внешних факторов. Иногда структурные и текстурные признаки бывает трудно разграничить. У горных пород можно наблюдать следующие типы строения структуры и текстуры:

- Структура полнокристаллическая (зернистая). Минералы, слагающие породу, представлены зернами, ясно различимыми без помощи лупы. Пример: гранит.

По крупности зерна различают: крупнозернистые (средний размер зерен более 5 мм); среднезернистые (1-5 мм) и мелкозернистые (0,5-1 мм).

Полнокристаллическую различной зернистости структуру имеют горные породы: гранит, диорит, габбро, лабрадорит, гипс, каменная соль, мрамор, скарны, гнейсы, кристаллические сланцы.

Кристаллические породы могут иметь равномернозернистое или неравномернозернистое строение, когда на сплошном зернистом фоне встречаются относительно крупные зерна отдельных минералов. Примером пород равномернозернистого строения может служить гранит, неравномернозернистого – его разновидность: гранит-рапакиви.

- Структура пегматитовая. Наблюдаются сростки двух минералов, обычно кварца и калиевого полевого шпата, причем, калишпат образует крупные выделения, проросшие одинаково ориентированными индивидами кварца. Пример: пегматит.

- Структура скрытокристаллическая. Размеры слагающих породу зерен не превышает 0,5 мм (обычно менее 0,05 мм), и кристаллическое строение устанавливается только под микроскопом. Пример: базальт, диабаз, известковый туф.

- Структура стекловатая. Порода состоит из стекла. Кристаллы практически отсутствуют (не наблюдаются при изучении под микроскопом). Стекловатую структуру имеет обсидиан.

- Структура порфиристая. На фоне нераскристаллизованной (либо скрытокристаллической) массы породы видны вкрапления более или менее крупных зерен отдельных минералов (порфиристые выделения). Пример: порфирит.

- Структура оолитовая. Оолиты – минеральные образования округлой или эллипсоидной формы, характеризующиеся концентрически-слоистым строением. Размеры оолитов – от долей до 2 мм. Примеры: бокситы и известняки химического происхождения.

- Структура биоморфная. Порода состоит преимущественно из остатков организмов-раковин. Например: известняк-ракушечник.

- Структуры осадочных пород механического происхождения. За основу взяты размеры обломков (обломочных зерен). Выделяют типы структур:

пелитовая (глинистая) – диаметр отдельных обломочных зерен менее 0,005 мм, например, глины, мергели;

алевритовая (пылеватая) – диаметр частиц 0,005-0,05 мм – это лёсс, алевролит и алевролит;

псаммитовая (песчаная) – размер отдельных частиц 0,05-2,0 мм – пески;

псефитовая – размеры частиц более 2 мм, это гравий, щебень и др.

если обломочный материал сцементирован – это указывается при характеристике структуры осадочной породы. Например: песчаник имеет псаммитовую сцементированную структуру. Конгломерат – псефитовую сцементированную структуру и т. д.

В скобках указаны названия, по которым согласно ГОСТ 25 100-82 в классе нескальных грунтов выделены подгруппы.

- При характеристике структур пород метаморфического генезиса общим для всех типов является термин кристалло-бластовые структуры. Они возникают в результате кристаллобластеза – перекристаллизации пород в твердом состоянии. Примеры: глинистый сланец, филлит, кварцит, яшма.

- Кластическая структура. Это структура обломочных пород вулканогенно-осадочного происхождения: вулканических туфов и вулканического пепла.

Распространенные типы текстур:

- Массивная текстура. Характеризуется равномерным распределением минералов в пространстве, при котором порода в любом участке имеет одинаковый состав и строение. Такая текстура свойственна подавляющему большинству магматических пород и некоторым породам метаморфического и осадочного происхождения. Массивную текстуру имеют: гранит, пегматит, диорит, порфирит, габбро, лабрадорит, диабаз, дунит, обсидиан, гипс, каменная соль, мрамор,



яшма. Некоторые горные породы могут иметь другие разновидности текстуры. Например, полосчатые или пятнистые (обсидиан, мрамор, яшма и др.).

- Полосчатая текстура. Обусловлена чередованием полос разного состава. Характерна для некоторых пород магматического и метаморфического происхождения. Примеры: некоторые разновидности габбро, яшмы, обсидиана.
- Пятнистая текстура. Возникает при метаморфизме пород и определяется неравномерным, кучным распределением минералов. Пример: некоторые разновидности мрамора, яшмы.
- Очковая (линзовидная) текстура. Характеризуется наличием крупных линзовидных зерен или агрегатов зерен кварца или полевого шпата, так называемых "очков", которые выделяются на фоне сланцеватой основной массы породы. Пример: некоторые разновидности гнейсов.
- Пузыристая текстура обусловлена наличием в породе полостей, которые ранее были заняты пузырьками газа, формы стенки гладкие, размеры полостей различные. Пузыристой текстурой обладают базальты.
- Шлаковая текстура обусловлена наличием вытянутой формы, беспорядочно расположенных и составляющих по объему больше половины породы. Характерна для лавовых потоков. Пример: пемза.
- Миндалекаменная текстура. Образуется в эффузивной породе при заполнении пустот вторичными минералами – кварцем, хлоритом, цеолитами и т.д. пример: некоторые разновидности базальта.
- Пористая текстура – текстура породы с более или менее обильными порами, не заполненными вторичными минералами. Различают первичную пористость (образовалась одновременно с породой) и вторичную (при выщелачивании).

Грубoporистой текстурой обладают известняки-ракушечники, тонкопористой – лёссы, глины, алевроиты.

- Сланцеватая текстура. Характеризует обширную группу регионально метаморфизованных пород, формировавшихся в условиях направленного, обычно одностороннего давления. Эта текстура определяется расположением пластинчатых и чешуйчатых минералов по параллельным плоскостям. По этим же плоскостям порода раскалывается на плитки по системе мелких трещин. Пример: сланцы, филлит, гнейс.

- Слоистая текстура. Широко распространенная текстура осадочных пород. В породах с этой текстурой наблюдается чередование параллельных слоев, различающихся между собой минеральным составом, структурными и текстурными особенностями. Такая текстура наблюдается у большинства осадочных пород. Пример: многие разновидности осадочных пород механического происхождения, некоторые известняки.

- Беспорядочная текстура. Это текстура осадочных пород, в которых слагающие частицы расположены без всякой закономерности ориентировки в пространстве. Примеры: пески, галечники, песчаники.

- Сливная (или плотная) текстура характерна для осадочных пород смешанного происхождения. Пример: мергель.

После того как установлено строение породы, необходимо обратить внимание на ее минералогический состав.

Для каждой группы пород характерна своя совокупность основных минералов, присутствие которых в данной породе является обязательным. Отсутствие хотя бы одного из основных минералов приводит к изменению названия породы.

Кроме основных минералов, определяющих название данной породы, встречаются второстепенные минералы, которые могут присутствовать либо могут отсутствовать, нисколько не меняя название породы. Так, например, основными минералами в граните являются кварц, полевые шпаты, слюды, второстепенными – роговая обманка и др.

Окраска горных пород обусловлена цветом минералов, входящих в состав пород. Таким образом, окраска пород в известной мере указывает и на минералогический состав этих образований. Различают породы, имеющие светлую окраску, и породы темной окраски. К светлым окраскам относятся: белая, светло-серая, желтоватая, розовая, красноватая. Темные окраски: серая, темно-серая, темно-зеленая, черная.

## Магматические горные породы

Магматические (кристаллические, изверженные) горные породы образуются в результате застывания и кристаллизации магмы при внедрении ее в земную кору или при выходе на поверхность в процессе извержения вулканов.

Если магма застывает на большой глубине, в условиях высоких давлений и в течение длительных периодов времени, породы характеризуются полным развитием всех минералов. Они приобретают полнокристаллическую равномернозернистую структуру и массивную текстуру.

Такие породы называются интрузивными или глубинными. К ним относятся граниты, сиениты, диориты, габбро, пироксениты, перидотиты, дуниты.

В том случае, если магма выходит на поверхность (при вулканических извержениях), она теряет, в связи с уменьшением давления, газообразные компоненты и, становясь лавой, быстро застывает, получаются породы другого типа. Для них характерны порфировая, скрытокристаллическая или мелкозернистая структура, массивная, шлаковая или полосчатая текстура. Такие породы называются эффузивными или излившимися. К ним относятся трахиты, липариты, андезиты, базальты, порфиты, кварцевые порфиры, диабазы.

Согласно ГОСТ все магматические горные породы относятся к классу скальных грунтов с жесткими структурными связями.

Таблица 3. Схема классификации магматических пород

Группа пород		Минералогический состав	Интрузивные породы	Эффузивные породы	
				Кайнотипные (молодые)	Палеотипные (древние)
Породы с полевыми шпатами	Ультракислые $SiO_2 > 65\%$	Полевые шпаты (ортоклаз), кварц, слюда	пегматит	липарит	Кварцевый порфир

		Полевые шпаты (плаггиоклазы, ортоклаз) кварц, слюда, роговая обманка	гранит		
	Средние SiO <sub>2</sub> 52-65 %	Полевые шпаты (ортоклаз), роговая обманка, биотит	сиенит	трахит	Ортоклазовый порфир
		Полевые шпаты (плаггиоклаз), роговая обманка, авгит, биотит	диорит	андезит	порфирит
	основные SiO <sub>2</sub> 45-52 %	Полевые шпаты (лабрадор), авгит, оливин	Габбро (лабрадорит)	базальт	диабаз
Без полевых шпатов	Ультраосновные SiO <sub>2</sub> <45 %	авгит	пироксенит	-	-
		Оливин, авгит	перидотит		
		оливин	дунит		
вулканогенные		Стекло преимущественно кислого состава	-	обсидиан	

Таблица 4. Характеристика магматических пород

Название породы	Группа по генезису	Минералогический состав	Структура	Текстура
Пегматит	Интрузивные	Полевые шпаты, (ортоклаз), кварц, слюда	Пегматитовая	Массивная
Гранит	Интрузивные	Полевые шпаты, кварц, слюда, реже роговая обманка	Полнокристаллическая (зернистая)	Массивная, реже - полосчатая
Диорит	Интрузивные	Плаггиоклазы, роговая обманка	Среднезернистая	Массивная
Габбро	Интрузивные	Плаггиоклазы, авгит	Зернистая	Массивная, полосчатая
Лабрадорит	Интрузивные	Лабрадор	Крупнозернистая	Массивная
Дунит	Интрузивные	Оливин	Мелкозернистая	Массивная
Базальт	Эффузивные	Плаггиоклаз, авгит	Скрытокристаллическая	Массивная, пузыристая, миндалекаменная
Порфирит	Эффузивные	Плаггиоклазы, роговая обманка	Порфировая	Массивная
Диабаз	Эффузивные	Плаггиоклаз, авгит	Скрытокристаллическая	Массивная
Кварцевый порфир	Эффузивные	Полевые шпаты, кварц, слюда	Порфировая	Массивная
Обсидиан	Вулканогенные	Стекло (кисл)	Стекловатая	Массивная, реже-полосчатая
Пемза	Эффузивные	Стекло (кисл)	Стекловатая	Шлаковая

Таблица 5. Строительные свойства магматических пород

Название породы	Предел прочности при сжатии, МПа	Применение в строительстве
Пегматит	80-200	Сырье в производстве фаянса, глазури. Стекла
Гранит	100-300	Основание сооружений, деловой камень, облицовочные плиты, щебень, песок
Диорит	180-300	Основание сооружений, дорожный камень, плиты, щебень
Габбро	100-280	Гидротехнические сооружения, облицовочные плиты, щебень
Лабрадорит	150-300	Облицовочные плиты, архитектурный и деловой камень
Дунит	150-200	Огнеупорный материал, пески в литейном производстве

Базальт	100-500	Дорожный камень, каменное литье
Порфирит	60-240	Облицовочный материал, щебень, брусчатка, основание сооружений
Диабаз, кварцевый порфир	200-300	Основание сооружений при строительстве ж/д и автодорог, щебень, бетон, штучный камень
Обсидиан		Как основание непригоден. В производстве строительных материалов – абразивный керамзит, архитектурные поделки
Пемза	0,4-2,0	Теплоизоляционный материал, активная добавка к вяжущим, абразив

### **Инженерно-геологические особенности магматических пород**

Как указывалось выше, все магматические породы имеют прочные жесткие кристаллизационные связи между минеральными зернами, что обеспечивает им высокую прочность, значительно превышающую нагрузки, известные в инженерной практике. Все магматические породы не растворимы в воде и практически водонепроницаемы, если они монолитны. Наряду с этим, ряд обстоятельств осложняет строительство на магматических породах. Как видно из табл. 4 предел прочности при сжатии значительно колеблется. Поэтому при изысканиях дается характеристика породы в образцах, обнажениях и массиве.

Обращают внимание, в первую очередь, на трещиноватость и выветрелость массивов. Различные типы магматических пород характеризуются различной трещиноватостью и склонностью к выветриванию. И хотя показатели физико-механических и деформационных свойств этих пород и являются высокими, в зависимости от состава, структуры и трещиноватости они могут колебаться в очень широких пределах. Так, выветрелые граниты имеют прочность, достигающую 270 МПа, а у каолинизированных разновидностей она снижается до 48-40 МПа. Для слаботрещиноватых гранитов Красноярской ГЭС модуль деформации равен  $16 \cdot 10^3$  МПа, для среднетрещиноватых –  $9 \cdot 10^3$  МПа, а для сильнотрещиноватых –  $4,5 \cdot 10^3$  МПа.

При строительстве в районах залегания эффузивных пород, кроме трещиноватости и выветрелости, необходимо также учитывать степень пористой неоднородности этих пород, мощность эффузивных тел, их форму и свойства подстилающих или вмещающих пород.

### **Осадочные горные породы**

Осадочные горные породы слагают самую верхнюю часть земной коры и занимают значительную площадь, покрывая около 75 % поверхности суши. Мощность осадочной оболочки колеблется от долей метра до 10-15 км. основанием сооружений чаще всего являются именно осадочные породы.

Осадочные горные породы образовались на поверхности Земли в результате накопления минеральных масс, образовавшихся в процессе разрушения горных пород (магматических, ранее существовавших осадочных. Метаморфических). Условия образования накладывают существенный отпечаток на облик осадочных пород. В одних случаях образующиеся на поверхности Земли осадочные горные породы состоят из обломков ранее разрушенных горных пород (обломочные породы или осадочные породы механического происхождения), в других – из скоплений органических остатков (органогенные породы), а в третьих – из кристаллических зерен, выпавших из растворов (химические осадки). Среди почти всех толщ осадочных пород находят окаменевшие остатки флоры и фауны, позволяющие уточнить среду, в которой шло формирование осадка и определить возраст толщи.

К породам осадочного генезиса относят породы, имеющие как кристаллизационные и цементационные связи (гипс, ангидрит, песчаники и др.), которые согласно ГОСТ 25 100-82 входят в состав класса скальных грунтов, так и породы, не имеющие жестких структурных связей, составляющие класс нескальных грунтов – обломочных пород (гравийные, песчаные, глинистые).

Главнейшие породообразующие минералы осадочных пород – кварц, кальцит, каолинит, опал, гипс, слюды, реже – глауконит, минералы железа и другие минералы, устойчивые в зоне гипергенеза.

Соединения железа, обуглившиеся растительные остатки и цветные минералы окрашивают породы в палевый, желтый, бурый, красный, серый и др. цвета.

Среди осадочных пород наиболее сложная классификация у пород механического происхождения.

Таблица 6

Название фракции	Размер, мм	Название породы	
		Рыхлой	Цементированной
Глинистая	<0,005	Глина	Аргиллит
Пылеватая	0,005-0,05	Алеврит, лёсс	Алевролит
Песчаная	0,05-2	Песок	Песчаник
Гравий	2-10	Гравий (окат) Дресва (неокат)	Конгломерат (окат)
Галька	10-100	Галечник (окат) Щебень (неокат)	
Валуны	> 100	Валунник (окат) Глыбы (неокат)	Брекчия (неокат)

### **Инженерно – геологические особенности осадочных пород Породы механического происхождения (по Е.М. Сергееву)**

Обломочные цементированные породы

Инженерно-геологические особенности цементированных пород во многом определяется крупностью цементированных обломков или частиц и характером цемента.

Наиболее распространенными цементами являются кварцевый, железистый, карбонатный и глинистый. Гораздо реже встречаются породы, цементированные гипсом. Наиболее прочные среди них – кварцевый и железистый цементы. Обычно их прочность не меньше прочности цементируемых зерен, а в ряде случаев превышает последнюю. Карбонатный цемент также обладает высокой прочностью, но растворяется в воде. Особенно важно при оценке физико-механических свойств учитывать высокую растворимость гипсового цемента. Глинистый цемент малопрочен. Только в породах, претерпевших очень сильный эпигенез, глинистое вещество может начать перекристаллизовываться, и прочность таких пород повышается.

### Обломочные рыхлые породы

Грубообломочные несвязные. Состоят в основном из угловатых или окатанных обломков. Поры могут быть свободными или заполненными песчаным, пылеватым или глинистым материалом. Наличие такого заполнителя пор резко сказывается на инженерно-геологических особенностях всех типов грубообломочных пород. В случае отсутствия мелкозернистого материала они обладают высокой водопроницаемостью, причем движение воды часто носит турбулентный характер. Грунты с заполнителями могут иметь небольшую водопроницаемость, величина которой будет определяться составом самого заполнителя. Присутствие заполнителя будет снижать угол внутреннего трения. Форма обломков, их размер и характер заполнителя определяется генезисом породы. Породы, состоящие из гальки и гравия, практически несжимаемы под нагрузкой.

Песчаные породы. Породы, входящие в эту группу, могут быть подразделены на генетические и петрографические типы. Элювиальные пески имеют обычно рыхлое строение, угловатую форму зерен; размер зерен определяется минеральным составом и структурой разрушающей породы. Они обладают достаточно высокой уплотняемостью.

Делювиальные пески по своим инженерно-геологическим свойствам близки к элювиальным, но обладают слоистостью, образующейся при переносе частиц водой вниз по склону.

Проллювиальные пески характеризуются переслаиванием слоев разного гранулометрического состава. Они часто залегают в виде прослоев и линз в толще крупнообломочного материала. Среди аллювиальных песков встречаются различные по гранулометрическому составу разновидности, отличающиеся структурно-текстурными особенностями и инженерно-геологическими свойствами. Для русловых песков закономерно уменьшаются размеры зерен по продольному профилю реки и одновременно с этим повышается их однородность.

Пойменные и старичные пески представлены мелко- и тонкозернистыми и пылеватыми песками, горизонтально, косо- и линзовидно-слоистыми, содержащими примесь глинистого и часто органического состава. Они имеют меньшую величину водопроницаемости и более высокую сжимаемость.

Пески различных генетических типов под влиянием гидродинамического давления могут переходить в плавунное состояние. Они обладают наибольшей величиной деформации и особенно опасны при влажности, превышающей границу текучести.

Связные породы (алевроитовые и пелитовые). Группа связных грунтов объединяет лессовые и глинистые породы. Для них характерна зависимость прочностных и других свойств от влажности вследствие того, что в зависимости от влажности преобладают структурные связи разного характера: ионно-электростатические, капиллярные и молекулярные.

Лессовые породы – полигенетические образования, состав, строение и свойства которых различны в зависимости от их генезиса. Они обладают невысокой пластичностью, малой водопроцностью. При замачивании отдельные разновидности обладают просадочностью.

Глинистые породы – встречаются среди отложений различного возраста. Состав, структурно-текстурные особенности и свойства, а также строение толщ определяется их генезисом. Большое влияние на свойства оказывает возраст пород, степень литификации и условия залегания. Выделяют элювиальные, делювиальные и проллювиальные генетические типы глин. По пластичности и гранулометрическому составу среди глинистых пород выделяют глины, суглинки и супеси /ГОСТ 25 100-82/. При увлажнении несущая способность глин ухудшается, отдельные разновидности обладают пучинистыми свойствами.

### Породы химического и органогенного происхождения

Инженерно-геологические особенности химических и органогенных пород определяют наличие у них кристаллизационных структурных связей, преимущественно ионного характера. Этим объясняется их высокая прочность в воздушно-сухом состоянии и растворимость в воде (известняк, доломит, каменная соль, мел, гипс, ангидрит). В массивах таких пород возможно развитие карста.

Таблица 7 Схема классификации группы осадочных пород

Подгруппа пород	Название породы	Главные минералы	Преобладающие структуры	Преобладающие текстуры
Осадки механического происхождения	Глина, аргиллит	Глинистые минералы	Пелитовая	Беспорядочная, слоистая
	Лесс, алевроит, алевролит	Полиминеральный	Алевроитовая	Беспорядочная, слоистая
	Песок, песчаник	Полиминеральный	Псаммитовая	Беспорядочная, слоистая
	Галька, гравий, валуны, щебень, дресва, глыбы, конгломерат, брекчия	Полиминеральный	Псефитовая	Беспорядочная

Химические осадки	Известняк	Кальцит	Оолитовая, пелитовая Скрытокристаллическая Полнокристаллическая Полнокристаллическая Мелко и среднекристаллическая Пелитовая тонкозернист	Массивная
	Известковый туф	Кальцит		Пористая
	Каменная соль	Галит, сильвин		Массивная
	Гипс	Гипс		Массивная
	Ангидрит	Ангидрит		Массивная, слоистая
	Доломит	Доломит		Массивная, реже слоистая

Продолжение таблицы 7

Органогенные осадки (биогенные)	Известняк плотный	Кальцит	Полнокристаллическая, скрытокристаллическая Биоморфная Пелитовая	Массивная, полосчатая
	Известняк-ракушечник Мел	Кальцит		Пористая
	Кремнистые (опока, трепел, диатомит)	Кальцит, примеси глинистых минералов Кварц (опал)		Пористая
Смешанные	Мергель	Кальцит, глинистые минералы Алюмосиликатные минералы	Пелитовая Псефитовая, солитовая	Сливная
	Боксит			Беспорядочная

Осадочные породы кремнистого органогенного состава (диатомит, опока, трепел) характеризуются большой изменчивостью прочностных характеристик.

Торф отличается весьма большой пористостью и влажностью, очень сильно сжимается под нагрузкой.

#### Породы смешанного происхождения

Мергель является плотной и прочной породой. Однако, подвергаясь попеременному просыханию и увлажнению, мергель растрескивается и разрушается, превращаясь в грязеподобную массу.

### Вулканогенно-осадочные (пирокластические) породы

К вулканогенно-осадочным относят породы, являющиеся результатом вулканических извержений. Они занимают промежуточное положение между магматическими и осадочными породами.

Извержение вулкана сопровождается выбросом из его кратера большого количества вулканического пепла и песка, камешков (лепиллей) и более крупных застывших обломков лавы – вулканических бомб. Эти обломки, оседая на поверхности земли, дают накопления, часто смешанные с осадочными породами.

Среди вулканогенно-осадочных пород наиболее распространенными являются вулканические пеплы (рыхлые или слабо сцементированные) и вулканические туфы (сцементированные).

Вулканические пеплы представляют собой скопления мелких вулканических продуктов извержения (пыли, песка и др.), а вулканические туфы состоят из более крупных обломков магматических пород, сцементированных пепловым и осадочным материалом.

Минералогический состав вулканического туфа и пепла полиминеральный (вулканическое стекло, минералы и куски горных пород). Структура их кластическая, текстура - пористая. По инженерно-геологическим свойствам вулканогенно-осадочные породы аналогичны осадочным обломочным сцементированным породам.

Таблица 8. Применение осадочных пород в строительстве

Порода	Плотность	Предел прочности при сжатии, МПа	Применение в строительстве
Пемза	400-1400	0,4-2,0	Теплоизоляционный материал, активная добавка к извести и цементу.
Вулканический туф	1250-1350	8-19	Крупные стеновые блоки, облицовочный материал, добавки к воздушной извести и цементу
Песчаник кремнистый	Различная	До 200	Щебень, облицовка опор мостов и зданий, дорожные покрытия
Конгломерат, брекчия	Различная	Различный	Щебень, штучный камень, облицовочный материал
Гипс	Различная	Различный	Облицовочный материал внутренних стен

			зданий
Ангидрит	Различная	Различный	Облицовочный материал внутренних стен, вяжущие материалы
Известковый туф	Различная	Различный	Штучный камень, щебень для легких бетонов
Известняк	1700-2600	10-100	Щебень, облицовочные плиты, архитектурные детали, известь, портландцемент
Известняк-ракушечник	900-2000	0,4-15	Стеновые камни и блоки, заполнитель легких бетонов
Доломит	Различная	Различный	Щебень, облицовочные плиты, вяжущие материалы
Мел	Различная	Различный	Малярные работы, замазка, известь, портландцемент
Трепел, диатомит	400-1200	Различный	Теплоизолирующие материалы, легкий кирпич, гидравлические вяжущие, активные минеральные добавки в бетоны
Глинистый сланец, филлит	Различная	Различный	Кровельные материалы

### **Метаморфические породы**

Метаморфические породы образуются путем перекристаллизации в глубоких зонах земной коры изверженных и осадочных пород. Главными факторами метаморфизма являются: температура, давление (гидростатическое и одностороннее), состав и химическая активность растворов и флюидов. Существенное значение имеют также состав и строение исходных пород и геологические условия метаморфизма. Метаморфические изменения заключаются в распаде первоначальных минералов, в молекулярной перегруппировке и образовании новых, более устойчивых ассоциаций минеральных видов, т.е. сводятся к частичной или полной перекристаллизации породы с образованием новых структур и в большинстве случаев – новых минералов.

Метаморфические процессы весьма разнообразны по форме проявления и характеру преобразования породы. Они классифицируются с учетом роли отдельных факторов: термодинамических, физико-химических и геологических условий.

Главнейшими видами метаморфизма являются: контактово-термальный, контактово-метасоматический и региональный или динамометаморфизм.

#### **Инженерно-геологические особенности метаморфических пород**

Прочность метаморфических пород значительно превышает требования, которые предъявляются к основаниям промышленных и гражданских зданий и сооружений. Наиболее высокую прочность имеют алюмосиликатные породы – роговики, кварциты, яшмы.

Однако у поверхности земли метаморфические породы способны разрушаться, особенно глинистые сланцы. Поэтому при оценке как оснований сооружений надо уделять внимание их состоянию: наличию трещин, степени их развития. Изменению отдельных минералов и т.д.

Необходимо большое внимание уделять сланцеватости. Если метаморфические породы использовать с небольшими нагрузками строительства, то сланцеватость не играет существенной роли, но для строительства подземных и подпорных сооружений данные сланцеватости имеют первостепенное значение.

При наличии в пределах строительной площадки метаморфических пород карбонатного состава (мраморов), необходимо считаться с возможностью их растворения водой.

## Метаморфические горные породы (схема классификации и характеристика)

Таблица 9

Тип метаморфизма	Факторы метаморфизма	Исходный химический состав	Название породы	Главные минералы	Преобладающие структуры	Преобладающие текстуры
Контактовый альпийский	Высокая температура	Известковый	Мрамор	Кальцит	Полнокристаллическая Скрытокристаллическая	Массивная, пятнистая Массивная, пятнистая
		Алюмосиликатный	Роговик	Полевой шпат, кварц, слюды и др.		
Контакт орометасоматический	Привнос вещества	Контакт известковых и алюмосиликатных пород	Скарн	Пироксен, гранат и др.	Полнокристаллическая	Пятнистая, массивная
Региональный или динамотермальный	Высокая температура и давление	Известковый	Мрамор	Кальцит	Полнокристаллическая Кристаллобластовая Кристаллобластовая	Массивная, пятнистая Массивная  Массивная и полосчатая
		Кремнистый	Кварцит	Кварц		
		Кремнистый с примесью глинозема	Яшма	Кремнезем и глинистые минералы		

Продолжение таблицы 9

	Алюмосиликатный	Гнейс	Кварц, полевой шпат, слюды Слюда или тальк, др. минералы	Полнокристаллическая  Полнокристаллическая	Сланцеватая, очковая  Сланцеватая
		Кристаллический сланец Филлит	Кварц, слюда	Полнокристаллическая кристаллобластовая Кристаллобластовая	Сланцеватая
		Глинистый сланец	Глинистые минералы		Сланцеватая

Таблица 10. Применение метаморфических пород

Порода	Объемная масса, кг/м <sup>3</sup>	Предел прочности при сжатии, МПа	Применение в строительстве
Гнейс	Различная	Различный	Бутовые камни для фундаментов зданий
Мрамор	Различная	До 300	Облицовка внутренних стен зданий
Кварцит	Различная	До 400	Облицовка зданий и опор мостов
Песок и гравий	С содержанием не более 1-2 % частиц мельче 0,1 мм		Заполнители бетонов
Яшма	Различная	До 400	Архитектурный, поделочный, облицовочный камень

### Лабораторная работа №3. Построение геологических разрезов

Проектирование гражданских и промышленных зданий и сооружений выполняется на основании инженерно-геологического заключения о геологическом строении конкретного участка или района строительства, составленных по результатам полевых и лабораторных исследований.

Заключение должно содержать материалы, достаточные для решения следующих вопросов:

- оценки пригодности территории для застройки с учетом возможных изменений грунтовых условий в результате строительства;
- установления объема и характера инженерных мероприятий по освоению территории для строительства;
- выбора грунтов основания и их оценки;
- прогноза осадки проектируемых зданий и сооружений.

К заключению прилагается геологическая карта и инженерно-геологические разрезы, дающие представление о литологическом составе пород и их распространении по площади (геологическая карта) и на глубину (разрез). Геологическим разрезом (литологическим) называют вертикальное сечение участка литосферы. Он представляет собой проекцию границ геологических тел на вертикальную плоскость. На геологических разрезах отображается возраст, состав и условия залегания горных пород, мощность пластов и гидрогеологические условия. Если разрез отражает физико-геологические явления и физико-механические свойства горных пород, то его называют инженерно-геологическим разрезом. Геологические разрезы составляют в определенном масштабе по разведочным выработкам, нанесенным на топографическую основу и геологическим картам, на которых указаны не только границы различных геологических тел, но и их возраст и элементы залегания. Масштаб может быть одинаковым или различным для вертикальных и горизонтальных элементов.

### Построение разреза по геологической карте

Для того, чтобы геологический разрез давал наглядное представление об условиях залегания пород на глубине, необходимо линию разреза располагать вкрест простирания, т.е. в направлении перпендикулярном линии простирания пород. Только в этом случае разрез отразит действительные углы падения и истинные мощности пластов. При построении разреза переносят точки пересечения разреза с границами каждого слоя и по элементам залегания с учетом возраста пород достраивают разрез. Принцип построения разрезов по геологической карте дан на рисунке 1.

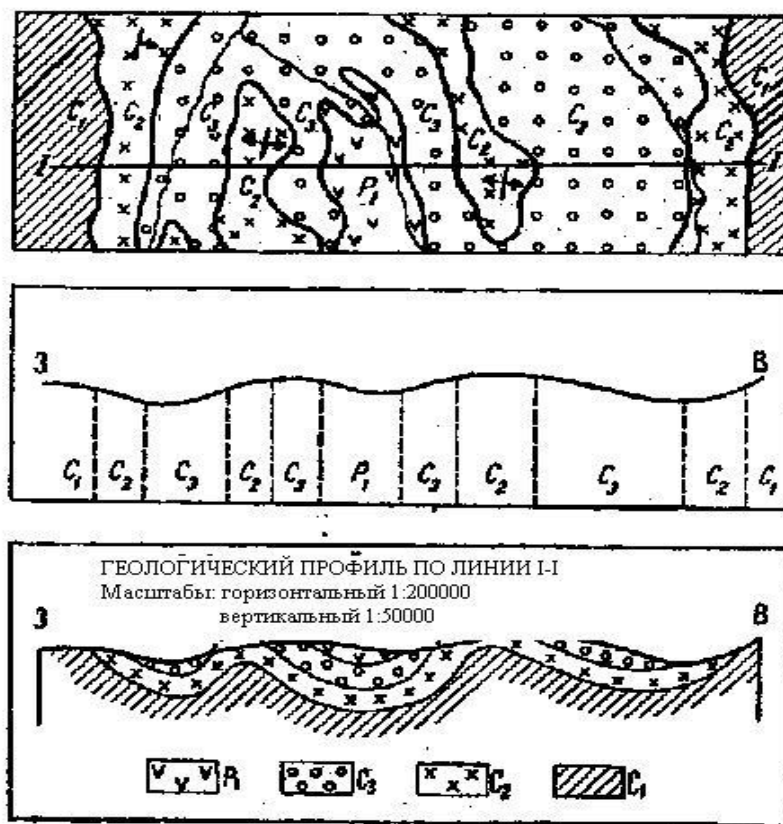



Рисунок 1. Принцип построения геологического разреза по геологической карте: P<sub>1</sub> - нижний отдел пермской системы; C<sub>3</sub> - верхний отдел каменноугольной системы; C<sub>2</sub> - средний отдел каменноугольной системы; C<sub>1</sub> - нижний отдел каменноугольной системы;  - элемент залегания горной породы.



## Построение геологических разрезов по данным разведочных выработок

Для изучения геологического строения участка будущей застройки бурятся скважины. Расположение скважин и их количество зависит от размеров зданий или сооружений в плане и сложности геологического строения участка. Глубина скважин зависит от расчетной величины сжимаемой толщи от веса здания и от особенностей геологического строения участка и определяется СНиПом. Принцип построения геологического разреза по данным разведочных выработок дан на рисунке 2.

### Задание № 3

Построить геологический разрез по четырем скважинам. Исходные данные указаны в таблице 1 и 2.

### Данные для построения геологического разреза

Таблица 1

Номер варианта	Номер скважин в геологическом разрезе	Расстояния между скважинами, м	Масштаб	
			Вертик.	Горизонт.
1	1-2-3-4	50-50-50	1:100	1:1000
2	2-3-4-5	100-50-50	1:100	1:1000
3	4-5-6-7	50-50-50	1:100	1:1000
4	5-6-7-8	100-50-50	1:100	1:1000
5	7-8-9-10	50-50-50	1:100	1:1000
6	8-9-10-11	100-50-50	1:100	1:1000
7	10-11-12-13	50-50-50	1:100	1:1000
8	11-12-13-14	100-50-50	1:100	1:1000
9	13-14-15-16	50-50-50	1:100	1:1000
10	12-13-14-15	100-50-50	1:100	1:1000

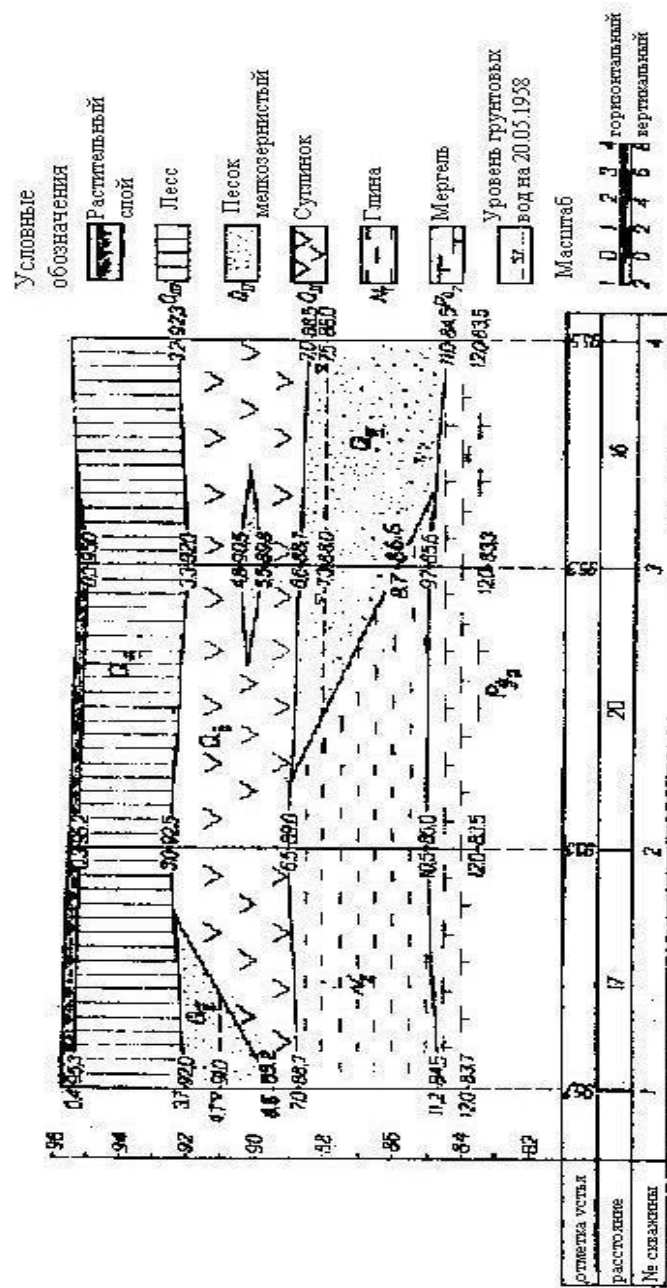


Рисунок 2. Геологический разрез

Данные для построения геологического разреза

Таблица 2

№ п/п	Наименование грунта	Геохронологический индекс	Интервалы пластов грунтов по буровым скважинам, м			
			1	2	3	4
1.	Почва	Q	103,0-102,6	103,2-102,9	104,2-103,1	
2.	Суглинок светлобурый	Q	102,6-101,4	102,9-102,2		
3.	Песок белый мелкозернистый	Q	101,4-95,8	102,2-95,3	103,1-96,2	101,7-97,3
4.	Гравий	N			96,2-95,1	97,3-95,7
5.	Супесь гумусированная темно-серая	N	95,8-93,3	95,3-93,8	95,1-94,7	
6.	Глина каолиновая белая	K		93,8-93,2	94,7-93,3	95,7-94,8
7.	Песок серо-зеленый мелкозернистый	K	93,3-90,8	93,2-90,7	93,3-90,6	94,8-92,6
(8)	Глубина залегания подземных вод		13,0	1-9,5 П-13,9	1-9,1 П-14,4	1-5,8 П-12,1

Продолжение таблицы 2

	5	6	7	8	9	10
1		103,3-102,8	104,5-103,5	104,5-103,3	103,5-102,9	
2	102,4-101,9	102,8-102,2		103,3-102,7	102,9-102,0	101,9-101,3
3	101,9-97,9	102,2-98,6	103,5-99,2	102,7-101,0		
4	97,9-96,3	98,6-97,0	99,2-97,7	101,0-99,1	102,0-100,5	
5		97,0-96,6	97,7-96,6	99,1-96,9	100,5-97,5	101,3-98,4
6						
7	96,3-90,0	96,6-89,6	96,6-89,5	96,9-89,7	97,5-89,6	98,4-89,0
8	1-9,4 П-13,4	1-10,1 П-15,0	1-11,8 П-16,5	1-13,6 П-16,0	1-13,1 П-15,6	1-7,9 П-14,3

Продолжение таблицы 2

	11	12	13	14	15	16
1		103,9-103,4	104,5-103,5	103,3-102,4	102,0-101,4	101,3-100,5
2	102,2-101,6			102,4-102,0	101,4-100,2	100,5-99,7
3	101,6-101,0	103,4-101,8				
4						
5	101,0-99,2	101,8-99,8	103,5-100,3	102,0-100,9		
6		99,8-99,3	100,3-99,0	100,9-98,9	100,2-99,4	
7	99,2-89,1	99,3-89,7	99,0-90,3	98,9-90,6	99,4-91,2	99,7-92,2
8	1-7,6 П-14,4	1-9,6 П-16,0				

Примечание: в п.8 таблицы 2: - первый горизонт грунтовых вод (уровень грунтовых вод); П – второй горизонт грунтовых вод.

Исходным материалом для построения разреза служат данные о каждой скважине: абсолютная отметка ее устья, последовательность и мощность вскрытых слоев при бурении пород. Кроме того, задаются расстояния между соседними скважинами и масштабы (вертикальный и горизонтальный) построения разреза.

Начинать работу следует с выбора необходимого размера бумаги (миллиметровки), учитывая масштабы и исходные данные. Далее, в левой части чертежа строят шкалу абсолютных отметок; она должна охватывать (с некоторым запасом) весь требуемый диапазон отметок, который должен быть предварительно установлен. Отступая от шкалы 1-2 см намечают устье первой скважины, на вертикали от которого делают засечки, соответствующие всем границам пластов (кровли и подошвы), а также уровням подземных вод и забоя скважины. Все указанные границы и уровни должны иметь справа от скважины соответствующую абсолютную отметку.

Вторая, третья и четвертая скважины располагаются на заданных расстояниях от первой скважины и между собой, исходя также из абсолютных отметок их устьев; с ними прорисовывается аналогичная работа.

Затем переходят к процессу построения, который носит уже не механический, а творческий характер. Его задача – не нарушая геологических законов объединить разрозненные скважины в единую законченную картину – геологический разрез. Основные правила такого объединения состоят в следующем:

1. Точки, соответствующие устьям скважин, соединяют прямыми линиями, отражая рельеф вдоль данного створа.
2. Если в соседних скважинах наблюдается одна и та же порода, то ее кровлю и подошву можно соединить прямой линией от скважины к скважине; с проведения таких прямых линий следует начинать.
3. Если необходимо разграничить два различных пласта, которые занимают в соседних скважинах аналогичную позицию по отношению к уже проведенным (п.2) общим границам, то разграничительная линия носит характер плавной кривой, каждый конец которой отстоит на 1/3-1/4 расстояния от соответствующей скважины. При этом данная линия должна быть проведена таким образом, чтобы в середине межскважинного пространства более молодая по геологическому возрасту порода перекрывала более древнюю, а не наоборот.
4. Если самый верхний или самый нижний пласт в данной скважине не имеет аналога в соседней скважине; его выклинивают (т.е. сводят на нет) примерно в середине расстояния между скважинами, его подошву или кровлю до поверхности рельефа (если это верхний пласт) или до подошвы ниже лежащего слоя (если речь идет о нижнем пласте).
5. Точки забоев соединять между собой не следует, т.к. это соединение может создать впечатление подошвы нижнего слоя. Но пространство между забоями нужно заполнить условными обозначениями; ниже забоев их наносить не следует.
6. Уровни подземных вод, зафиксированные в соседних скважинах, соединяют между собой прямыми пунктирными линиями; при этом необходимо следить за тем, чтобы такая линия не была проведена сквозь толщу какого-либо водоупорного (водонепроницаемого) пласта.

Если из двух соседних скважин одна обнаружила водоносный горизонт, а другая нет, уровень подземных вод (пунктирную линию) необходимо подвести к контакту с водоупорным пластом в произвольной точке, стремясь однако, не создавать резких переломов указанного уровня.

Условные обозначения для горных пород приведены на рис. 3. Внутри каждого слоя должен быть проставлен геологический индекс.

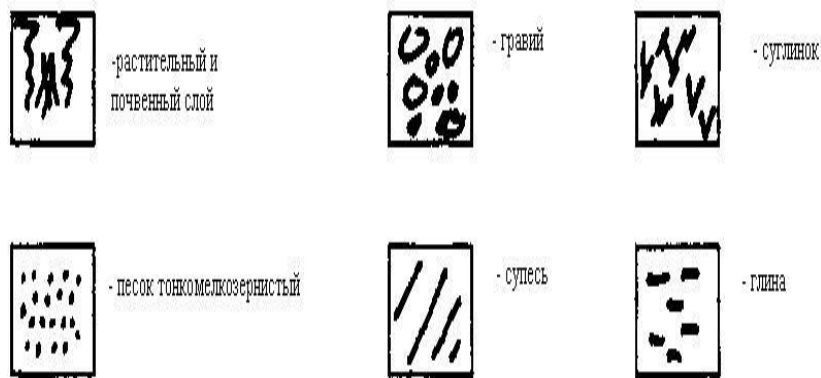


Рисунок 3. Условные обозначения для геологических разрезов и инженерно-геологических карт.

## Гидрогеологические карты и динамика подземных вод

Для оценки гидрогеологических условий местности, выявления возможностей водоснабжения, устройства полей фильтрации, орошения или осушения территории, а также борьбы с карстовыми провалами и оползнями составляются гидрогеологические карты.

Из всех видов специальных гидрогеологических карт наибольший интерес и практическое значение для инженерных целей имеют карты гидроизогипс.

Гидроизогипсы представляют собой линии, соединяющие точки зеркала грунтовых вод, лежащие на одном уровне (2). Гидроизогипсы дают представление о рельефе зеркала (поверхности) водоносного горизонта.

По карте гидроизогипс можно определить направление грунтового потока в любой точке. Линии движения грунтовых вод (линии тока грунтовых вод) всегда перпендикулярны к гидроизогипсам и указывают на движение воды от гидроизогипсы с большей отметкой к гидроизогипсе с меньшей отметкой.

При параллельном расположении линии токов мы имеем плоский поток, а если линии токов сходятся или расходятся – радиальный (соответственно сходящийся или расходящийся) поток грунтовых вод.

Карты гидроизогипс составляются обычно как при гидрогеологических съемках, так и при целевых гидрогеологических изысканиях. Они являются основной площадной характеристикой грунтового потока. При кратковременных исследованиях обычно ограничиваются составлением карты гидроизогипс по данным на определенную дату. При продолжительных наблюдениях составляют несколько карт гидроизогипс на различные периоды года (в межень, паводок и т.п.). такие карты позволяют выявить изменение условий питания и дренирования, связь поверхностных и подземных вод в результате сооружения и эксплуатации водохранилищ, каналов, полей фильтрации.

При отсутствии карты гидроизогипс для решения гидрогеологических задач, определения направления движения грунтовых вод и анализа гидрогеологических условий применяют метод скважин. Замеры уровня грунтовых вод делают в одно и то же время во всех трех скважинах. Скважины располагают по углам треугольника, длина сторон которого обычно от 50 до 300 м.

### Построение карты гидроизогипс, нанесение положения промышленной зоны и дренажной канавы

1. Построить карту гидроизогипс по данным замеров в 16 скважинах, заложенных в водоносном аллювиальном пласте в виде квадратной сетки. Расстояние между скважинами 40 м. масштаб 1:1000. Абсолютные отметки уровней воды в скважинах и сечения гидроизогипс указаны в таблице 1.
2. По карте гидроизогипс определить: направление движения подземных вод (показать стрелкой) и тип потока; значение напорного градиента (J); скорость движения воды (V) в указанном квадрате сетки.
3. Нанести положение промзоны в центральном квадрате, площадь зоны соответствует площади квадрата.
4. Нанести положение дренажной канавы, перехватывающей на период строительства грунтовые воды выше промзоны. Устройство дренажной канавы определяется положением объекта и гидроизогипс. Канавы располагается со стороны потока, повторяя форму гидроизогипсы. Для этого: из каждого угла объекта проводим перпендикуляр на ближайшую линию гидроизогипсы; вдоль гидроизогипсы наносим контур канавы. Длина канавы определяется контурами объекта на гидроизогипсу плюс 5 м консоли с каждого конца, конфигурация канавы повторяет форму гидроизогипсы в виде ломаной. Ширина канавы 2 м. Канавы заштриховывается, что указывает, что после окончания строительства канавы закрывается.
5. Оконтурить направление загрязняющего потока при эксплуатации объекта (промзоны).

Таблица 1

№ варианта	Сечение гидроизогипс	Номера скважин и отметки зеркала воды в скважинах, м						
		1	2	3	4	5	6	7
1	0,5	14,6	14,0	15,2	15,5	15,3	15,0	16,1
2	0,5	1,9	2,5	5,0	4,0	2,5	3,0	7,0
3	0,2	4,7	4,4	4,0	3,6	4,2	3,7	3,2
4	1,0	3,5	4,0	9,8	10,5	2,0	3,5	8,7
5	1,0	15,2	20,0	25,0	22,0	10,0	17,8	22,4
6	0,5	8,6	7,0	5,2	4,0	8,0	6,2	4,5
7	1,0	13,0	18,1	19,4	20,2	10,0	15,8	19,0

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

Продолжение таблицы 1

8	9	10	11	12	13	14	15	16
16,8	14,8	16,8	17,0	18,6	13,6	15,8	18,4	20,0
5,5	2,0	5,0	8,0	4,0	2,5	4,0	6,0	5,1
3,0	3,6	3,0	2,4	2,1	4,0	3,5	3,0	2,5
9,1	5,8	6,8	7,8	8,5	5,2	6,1	6,5	7,6
20,6	9,0	12,0	18,5	19,2	8,0	14,0	19,4	16,4
3,7	6,5	5,2	3,5	4,8	5,0	3,4	4,0	5,2
21,3	7,2	11,0	18,2	22,4	8,0	18,1	20,5	24,6
16,8	14,8	16,8	18,7	20,4	13,6	15,8	22,4	24,3
19,0	14,8	16,0	20,0	19,8	15,5	18,9	21,0	21,2
6,2	7,5	6,2	4,5	5,8	6,0	4,0	6,5	6,2

## Задание 4

### Решение гидрогеологических задач

1. На топографическую основу в масштабе 1:1000 нанести скважины, располагая их в углах треугольника (см. задание – таблица 2).
2. Абсолютные отметки зеркала грунтовых вод записывают справа от номера скважины.
3. На каждой стороне треугольника методом линейной интерполяции через 0,5 или 1,0 м (в соответствии с вариантом) находят абсолютные отметки отдельных точек зеркала грунтовых вод. Соединив точки с одинаковыми отметками получают участок карты гидроизогипс, затем наносят линии токов и определяют направление и тип потока.
4. В центральной части треугольника скважин определить скорость потока и расположить здесь промышленную зону условной площадью 200 м<sup>2</sup> (20 м x 10 м). Скорость потока определяется по формуле:

$$U = K_{\phi} \cdot J, \text{ где } J = \frac{H_1 + H_2}{L},$$

где  $U$  - скорость потока, м/сут;

$J$  - напорный градиент на участке определения;

$H_1$  - отметка гидроизогипсы с большим значением, м;

$H_2$  - отметка гидроизогипсы с меньшим значением, м;

$L$  - расстояние между гидроизогипсами на участке определения, м;

$K_{\phi}$  - коэффициент фильтрации, характеризующий водопроницаемость породы, м/сут. (таблица 3).

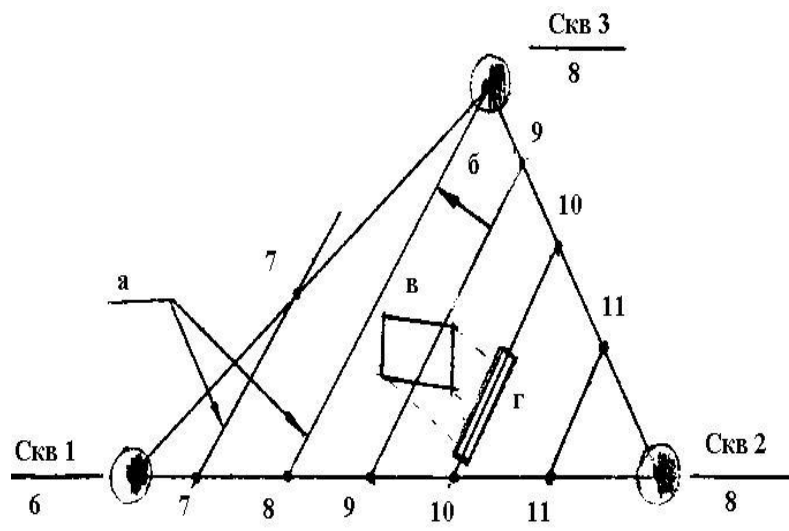
5. По заданию (таблица 3) определить дебет водозаборной скважины по формуле:

$$Q = 1,366 \cdot K_{\phi} \cdot \frac{H^2 - h^2}{\lg R - \lg r},$$

где  $Q$  - расход скважины, м<sup>3</sup>/сут;  $K_{\phi}$  - коэффициент фильтрации м/сут;  $H$  - статический уровень, м;  $h$  - динамический уровень, м;  $R$  - радиус влияния скважины, м;  $r$  - радиус скважины, м.

6. Нанести положение дренажной канавы, перехватывающей на период строительства грунтовые воды выше промзоны. Длина канавы определяется контурами объекта на гидроизогипсу плюс 5 м консоли с каждого конца, конфигурация канавы повторяет форму гидроизогипсы в виде ломаной. Ширина канавы 2 м. канава заштриховывается, что указывает, что после окончания строительства канава закрывается.
7. Провести анализ принятого решения, исходя из реальной формы поверхности подземного потока и условия, что в результате эксплуатации сооружений происходит загрязнение подземного потока и повышение уровня грунтовых вод на территории промзоны на 1 м. по этому условию принимаем, что в углах промзоны уровень грунтовых вод повышается на 1 м и меняются значения гидроизогипс в пределах промзоны. Соединяют полученные отметки уровня грунтовых вод с соответствующими отметками на сторонах треугольника. После чего оконтуривается зона загрязнения подземного потока, которая начинается от промзоны и идет в сторону движения подземных вод.
8. При загрязнении подземного потока, направленного в сторону скважины на воду, необходимо выбрать новый вариант расположения скважины и дать обоснование принятому решению. Дебет новой скважины должен быть не ниже чем скважины по заданию.

Работа выполняется на миллиметровой бумаге, анализ карты, обоснование принятых решений и определение дебета скважины оформляется в виде пояснительной записки.



Пример: а – гидроизогипсы; б – линия тока; в – промзона; г – дренажная канава.

## Задание 5

### Построение карты гидроизогипс

Таблица 2

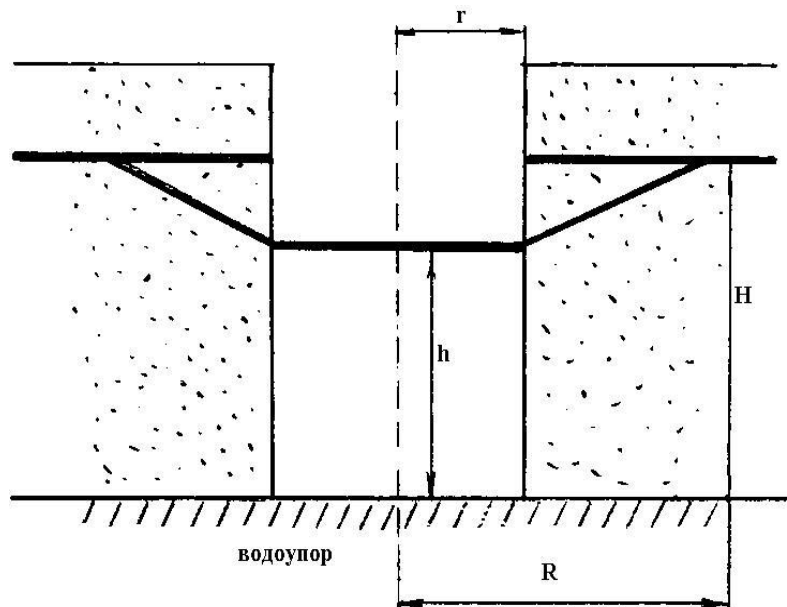
№ зад.	Расстояния между скважинами, м			Абс.отметки уровня гр. вод в скважинах, м			Сечения гидроизогипс, м
	1-2	2-3	3-1	1	2	3	
1	135	120	143	8	13	19	Через 0,5
2	150	150	160	19	9	11	Через 0,5
3	117	126	150	8	17	23	Через 1,0
4	144	150	135	19	25	10	Через 0,5
5	128	168	132	12	4	18	Через 0,5
6	165	195	170	8	23	10	Через 1,0
7	156	128	108	23	11	27	Через 1,0
8	140	153	154	15	5	22	Через 0,5
9	154	136	141	14	3	11	Через 0,5
10	120	152	132	21	17	9	Через 1,0

## Задание 6

### Расчет дебета водозаборной скважины

Таблица 3

№ зад	№ скважины	Диаметр скважины (d), мм	Процент понижения статического уровня	Радиус влияния СКВ. (R), м	Коэф. Фильтрации (K <sub>ф</sub> ), м/сут
1	2	146	40	120	10
2	1	150	50	150	15
3	1	200	40	150	18
4	3	210	60	100	12
5	2	146	50	140	20
6	1	220	40	130	20
7	2	200	60	150	18
8	1	250	40	120	14
9	3	220	50	100	10
10	3	200	40	140	18



$$Q = 1,366 K_{\phi} \cdot \frac{H^2 - h^2}{\lg R - \lg r}$$

# ГЛОССАРИЙ

**АБСОЛЮТНАЯ ВЛАГОЕМКОСТЬ** — см. *Полная влаго-емкость породы*.

**АБСОЛЮТНАЯ ВЛАЖНОСТЬ ГОРНОЙ ПОРОДЫ** — влажность, выраженная по отношению к весу абсолютно сухой породы (высушенной при температуре 105 — 107°).

**АБСОЛЮТНАЯ (ФИЗИЧЕСКАЯ) ПРОНИЦАЕМОСТЬ** — проницаемость горной породы при заполнении в ней порового пространства на 100% однородной инертной жидкостью или газом. Все горные породы при применении тех или иных давлений (иногда очень высоких) имеют известную проницаемость для газов и жидкостей. Измеренная в подобных условиях проницаемость называется абсолютной (физической) в отличие от эффективной (полезной) проницаемости, представляющей свойство породы пропускать через себя жидкость и газы в природных условиях. Чтобы получить данные об А. п., сравниваемой с физической проницаемостью другой породы, следует пользоваться инертными газами и жидкостями (азотом, керосином, очищенным от смол).

**АБСОРБЦИЯ** — физическое поглощение вещества из расп-гтор 1 частицами грунта (абсорбента), причем абсорбируемое; вещество поглощается равномерно (объемное поглощение) по всему объему частиц грунта. А. не следует смешивать с адсорбцией — поверхностным физическим поглощением.

**АГРЕГАТЫ ПОЧВЕННЫЕ** — комки почвы диаметром 1 — 10 мм, образующиеся в результате цементирования частичек почвы не растворимым в воде деятельным перегноем, содержащим поглощенный кальций; отличаются прочностью (не распадаются в воде). Такие комки придают почве комковатую структуру, наиболее благоприятную для роста и развития растений.

**АРТЕЗИАНСКАЯ (ПЬЕЗОМЕТРИЧЕСКАЯ) ПОВЕРХНОСТЬ** — воображаемая поверхность, до которой артезианская вода поднимается по пробуренным скважинам или другим горным выработкам. На карте изображается изопьезами, А. п. может быть названа положительной, если она расположена выше поверхности земли (или водоема), и отрицательной, если она находится ниже поверхности земли или водоема.

**АРТЕЗИАНСКИЕ ВОДЫ** — подземные воды, заключенные в более или менее глубоко залегающих водоносных пластах между водоупорными слоями и образующие бассейны. А. в. находятся под напором, вследствие чего они, будучи вскрыты скважинами (артезианскими колодцами), поднимаются в последних выше кровли водоносного пласта и при достаточной высоте напора изливаются на поверхность или фонтанируют. А. в. получили свое название от провинции Артуа во Франции, где в XII в. впервые в Европе был устроен артезианский колодец, выводивший из глубоких водоносных слоев напорную самоизливающуюся воду. Однако подобные колодцы были известны еще в глубокой древности в Китае и Египте.

**АРТЕЗИАНСКИЙ БАССЕЙН ПОДЗЕМНЫХ ВОД** -комплекс водоносных пластов, слагающих структуры в виде синклиз или синклиналиных прогибов (рис. 2). В каждом А. б. следует различать область питания, область напора и область разгрузки.

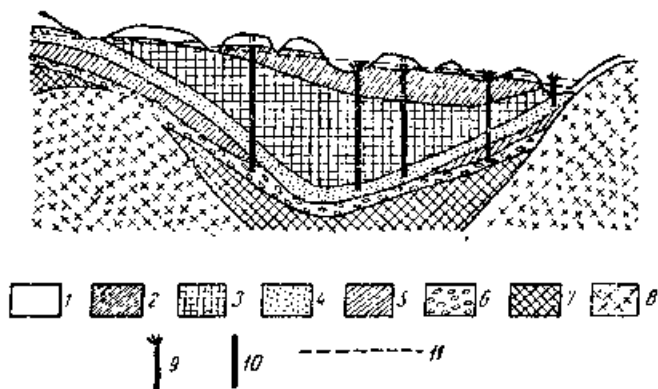


Рис. 2. Геологический разрез артезианского бассейна.

Отложения; 1 — четвертичные (лессовидные суглинки и пески с грунтовыми водами); 2 — третичные (пески, глины, мергели); 3 — меловые (мел, мергели); 4 — меловые (пески), артезианский водоносный горизонт; 5 — горение (глины); 6 — юрские (пески), артезианский водоносный горизонт; 7 — палеозойские; 8 — докембрий, кристаллические породы (гранит, гнейс и т. л.); 9 — скважина самоизливающая; 10 — скважина несамоизливающая; 11 — линия напорных уровней.

**АРТЕЗИАНСКИЙ ВОДОНОСНЫЙ ГОРИЗОНТ** — пласт горной породы, содержащий артезианские подземные воды.

**АРТЕЗИАНСКИЙ КОЛОДЕЦ** — колодец, вскрывающий артезианские воды.

**АРТЕЗИАНСКИЙ СКЛОН** — асимметричный бассейн артезианских подземных вод, обусловленный моноклинально залегающими или выклинивающимися водоносными пластами на окраинах горных стран (рис. 3). В А. с. область питания и область разгрузки расположены рядом, а область напора в стороне. В результате в месте стыка областей питания и разгрузки наблюдаются как нисходящие, так и восходящие источники. Напор создается в области питания; пьезометрический уровень определяется абсолютной высотой выхода на поверхность контакта водоносного слоя с покрывающим водоупором. В результате происходит подтягивание (вытеснение) напорных вод из пониженных частей артезианского бассейна.



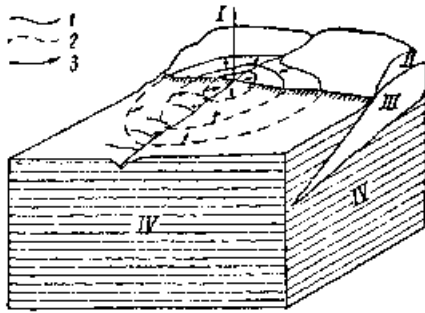


Рис. 3. Схема артезианского склона.

1 — гидроизогиа, а — гидроизогиа; а — направление движения воды; I — очаг разгрузки; II — уровень воды; III — водоносный слой; IV — водоупор.

**АСЕКВЕНТИЫЕ (консистентные) ОПОЛЗНИ** — оползни в однородных (неслоистых) породах. Смещение пород происходит по кривой поверхности, называемой динамической поверхностью оползания.

**АЭРОГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКОЕ ДЕШИФРИРОВАНИЕ** — чтение, расшифровка аэрофотоснимков с целью изучения или уточнения района развития подземных вод по геоморфологическим особенностям рельефа, по характеру и окраске растительности или почвенного слоя и т. п.

**БАЗИС ОПОЛЗНЯ** — низший уровень скольжения оползня.

**БАКТЕРИОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ВОДЫ** — определение содержания в воде бактерий, их вида и числа их колоний. Для оценки питьевой воды определяется содержание кишечной палочки в определенном объеме воды. Различают поду здоровую (1 кишечная палочка на  $100 \text{ см}^3$ ), достаточно здоровую (1 кишечная палочка на  $10 \text{ см}^3$ ), сомнительную (1 кишечная палочка на  $1 \text{ см}^3$ ), нездоровую — загрязненную (1 кишечная палочка на  $0,1 \text{ см}^3$ ), совершенно нездоровую (1 кишечная палочка на  $0,01 \text{ см}^3$ ).

**БАЛАНС ГРУНТОВЫХ ВОД** — количественное выражение кругооборота грунтовой воды определенного района. Приходная часть Б. г. в. составляется за счет питания атмосферными осадками (а также конденсации водяных паров) и поглощения вод рек, озер и т. д., расходная часть — за счет подземного стока и испарения с поверхности грунтовых вод.

**БАЛАНСОВОЕ УРАВНЕНИЕ** — уравнение связи между элементами прихода и расхода баланса вод. Для замкнутого бассейна приход (А) складывается из атмосферных осадков (Х), выпадающих на площадь бассейна, конденсации водяных паров (К) и подземного притока (Р);  $A = X + K + P$ . Расходную часть (В) составляют поверхностный сток (F), испарение (Z) и подземный сток из бассейна (f);  $B = V + Z + f$ . В засушливые годы общий объем подземной и наземной влаги меньше, чем во влажные годы; поэтому в засушливые годы расход В превышает приход А на величину  $\Delta W$ , а во влажные годы происходит обратное явление. Таким образом, уравнение годового водного баланса для замкнутого бассейна имеет вид:

$$A + K + P = V + Z + f + \Delta W,$$

где  $+\Delta W$  — накопление и  $-\Delta W$  — расходование влаги за 1 год.

**ВЕРХНИЕ КОНТУРНЫЕ ВОДЫ** — в нефтяной гидрогеологии пластовые воды, занимающие головные участки нефтеносных пластов и обычно питающиеся поверхностными водами.

**ВЕРХНИЙ ПРЕДЕЛ ПЛАСТИЧНОСТИ (граница текучести грунтов)** — см. *Пластичность глинистых пород.*

**ВЕРХОВОДКА** — ближайшие к поверхности воды, не отличающиеся постоянством во времени и не имеющие сплошного распространения. К В. можно отнести: 1) воды, приуроченные к поверхности небольших линз водонепроницаемой породы среди проницаемой в зоне аэрации; в таких случаях, если приток воды с поверхности прекращается, В. постепенно растекается по краям линзы и опускается до постоянного уровня грунтовых вод; 2) воды, приуроченные к прослоям пород, обладающим меньшей фильтрационной способностью, чем вышележащие породы; вода временно задерживается этими прослоями; 3) временное скопление грунтовой воды в случае затопления паводковыми водами; 4) воды, появившиеся вследствие наличия иллювиального горизонта или погребенных почв.

**ВЕС УДЕЛЬНЫЙ** — см. *Удельный вес.*

**ВЕСОВАЯ ВЛАГОЕМКОСТЬ (термин излишний)** — см.

*Влагодность грунтов.*

**ВЕСОВАЯ ПОРИСТОСТЬ (полная влажность) ГРУНТА** — отношение веса воды в объеме всех пор к весу скелета грунта. Термин излишний.

**ВЕЧНАЯ МЕРЗЛОТА** — см. *Зона многолетнемерзлых пород.*

**ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ (интерференция) СКВАЖИН, КОЛОДЦЕВ** — влияние откачки воды из одной скважины (или колодца) на другие, выражающееся в том, что воронки депрессии, создаваемые откачкой, частично перекрывают одна другую, вследствие чего производительность каждой скважины (колодца) падает.

**ГАЗОВАЯ ДИНАМИКА** — учение о движении газов и газонасыщенных жидкостей.

**ГАЗОВОЕ ДАВЛЕНИЕ** — 1. В гидрогеологии — давление газа на водную поверхность. Г. д. может обусловить образование газонапорных вод и усилить напорное движение подземных вод. 2. Давление газов (*ват*), заключенных в газонасыщенном пласте.

**ГАЗОВЫЙ ИСТОЧНИК** — естественный выход струй газа на поверхность земли из пор или трещин горных пород или выделение газа в виде пузырьков на поверхности воды, нефти и грязи.

**ГАЗОВЫЙ РЕЖИМ** — в нефтяной гидрогеологии — режим работы нефтяной залежи, при котором нефть увлекается к забоям скважин более подвижными массами расширяющегося газа, перешедшего при снижении давления в пласте ниже давления насыщения из растворенного состояния в свободное.

В процессе эксплуатации по мере снижения пластового давления газонасыщенность пласта увеличивается

вследствие выхода из нефти новых порций газа и расширения ранее образовавшихся пузырьков газа. В связи с этим эффективная проницаемость (см.) породы для нефти уменьшается, а для газа увеличивается. Это приводит к быстрому снижению дебита нефтяных скважин.

**ГАЗОВЫЙ ФАКТОР** — количество природного газа (в  $m^3$ ), приходящееся на 1 то или 1  $m^3$  нефти. Большой Г. ф. характеризуется величинами 1000 — 2000  $m^3/m$  (1000 — 2000  $m^3$  газа на 1  $m$  нефти) и более. Весьма часто Г. ф. имеет величину 100 — 200  $m^3/m$ . При очень малом количестве газа в залежи Г. ф. падает до 5 — 20  $m^3/m$  и ниже. Для подземных вод Г. ф. — отношение количества газа к количеству воды.

**ГИДРАВЛИКА** — наука об условиях и законах равновесия и движения жидкостей и способах применения этих законов к решению практических задач. Знание законов движения жидкостей необходимо для развития водных путей сообщения, гидроэнергетики, осушения и орошения земель, водоснабжения, канализации, гидромеханизации и т. п.

**ДАРСИ ЗАКОН** — закон фильтрации жидкости в пористой среде, выражающий линейную зависимость скорости фильтрации от напорного градиента:

$$v = Ki,$$

где  $v$  — скорость фильтрации;  $K$  — коэффициент фильтрации (см.);  $i$  — напорный градиент.

**ЖЕСТКОСТЬ ВОДЫ** — свойство воды, обусловленное содержанием в ней  $Ca^{+2}$  и  $Mg^{+2}$ . Ж. в. выражается в миллиграмм-эквивалентах на 1 л воды. 1 *мг-экв* Ж. в. отвечает содержанию 20,04 *мг/л*  $Ca^{+2}$  или 12,16 *мг/л*  $Mg^{+2}$ . Раньше у нас, а также в зарубежных странах Ж. в. выражали в градусах: немецкий градус жесткости равен 10 *мг/л*  $CaO$ , французский — 10 *мг/л*  $CaCO_3$ , американский — 1 *мг/л*  $CaCO_3$ , английский — 1 *г*  $CaCO_3$  на 1 галлон воды (около 14 *мг/л*  $CaCO_3$ ). Во всех случаях содержание магния выражается в тех же градусах, для чего  $Mg^{+2}$  условно пересчитывается на  $CaO$  (немецкие градусы) или  $CaCO_3$  (французские, американские, английские градусы). 1 *MS-жв* соответствует 2,8 немецкого градуса.

Различают Ж. в. общую (общее количество содержащихся в воде кальция и магния), устранимую (экспериментальная величина, показывающая, насколько уменьшилась Ж. в. при длительном ее кипячении), карбонатную (величина, рассчитанная по содержанию в воде гидрокарбонатного и карбонатного ионов), неустраиваемую или постоянную (общая жесткость за вычетом карбонатной).

В зависимости от величины общей жесткости О. А. Але-кин предлагает различать следующие природные воды: очень мягкие (до 1,5 *мг-экв*), мягкие (1,5 — 3,0 *мг-экв*), умеренно жесткие (3 — 6 *мг-экв*), жесткие (6 — 9 *мг-экв*), очень жесткие (выше 9 *мг-экв*).

**ИЗБЫТОЧНОЕ ГИДРОСТАТИЧЕСКОЕ ДАВЛЕНИЕ** — см. *Гидростатическое давление*.

**ИЗОПЬЕЗЫ (гидроизопьезы)** — линии на плане или карте, соединяющие точки одинаковых пьезометрических уровней.

**ИЗОСКЛЕРЫ** — линии на карте или плане, соединяющие точки, в которых поверхностные или подземные воды имеют одинаковую общую жесткость.

**ИЗОТАХИ** — линии, соединяющие точки, скорость движения жидкости в которых одинаковая.

**ИЗОТРОПНЫЕ ПОРОДЫ** — однородные горные породы, характеризующиеся одинаковыми свойствами во всех направлениях (ориентировка образцов при испытаниях не сказывается на результатах).

**ИЛОВЫЕ ВОДЫ** — воды, которые заполняют пустоты между отдельными частицами илов.

**ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ** — отрасль геологии, изучающая динамику верхних горизонтов земной коры в связи с инженерной деятельностью человека. И. г. изучает геологические условия строительства и эксплуатации инженерных сооружений и разрабатывает прогнозы взаимодействия инженерных сооружений с геологической обстановкой.

**ИНЖЕНЕРНАЯ МЕЛИОРАЦИЯ ГРУНТОВ** — искусственное улучшение природного состояния грунтов. И. м. г. обычно связана с возведением тяжелых ответственных сооружений в неблагоприятных геологических условиях. Она в основном сводится: 1) к повышению механической прочности и водоустойчивости; 2) к уменьшению водопроницаемости; 3) к обезвоживанию. Методы, коренным образом изменяющие свойства горных пород на длительный срок: цементация, глинизация, битумизация и др. Методы, временно изменяющие свойства пород: замораживание, осушение.

**КАДАСТР ПОДЗЕМНЫХ ВОД** — систематизированный и постоянно пополняющийся свод всех данных о подземных водах, составляемый с целью учета и рационального их использования для нужд народного хозяйства. Сведения о подземных водах по типам (грунтовые, артезианские) и видам водопоявления (источники, колодцы, скважины и т. п.) наносят на учетные карточки, на специальные карты и т. п. и подвергают статистической и научной обработке. В СССР К. п. в. проводится Всесоюзным геологическим фондом, Гидрологическим институтом и различными учреждениями министерств (сельского хозяйства, здравоохранения и др.).

**КАМЕННЫЙ ЛЕД** — см. *Ископаемый лед*.

**КАПЕЖ (капель)** — подземные воды, поступающие в виде капель из кровли и со стенок горных выработок.

**КАПЕЛЬНОЖИДКАЯ СВОБОДНАЯ ВОДА** — см. *Гравитационная вода*.

**КАПИЛЛЯРИМЕТР** — прибор для определения отрицательного капиллярного давления и высоты капиллярного поднятия воды в горных породах.

**КАПИЛЛЯРНАЯ ВЛАГОЕМКОСТЬ** — количество воды, удерживаемое капиллярными пустотами при полном заполнении их водой в подолах зоны капиллярного поднятия. Выражается отношением веса воды к весу сухой породы (в %).

**КАПИЛЛЯРНАЯ ВОДА** — вода, заполняющая частично или полностью капиллярные пустоты.

**КОНДЕНСАЦИОННАЯ ТЕОРИЯ** — см. *Теория происхождения подземных вод*.

**ЛАМИНАРНОЕ ТЕЧЕНИЕ** — течение жидкости (или газа) в виде отдельных, очень тонких слоев (или параллельных струй), не перемешивающихся друг с другом. Л. т. происходит только до определенной (критической) скорости (см.). При скоростях, превышающих критическую, Л. т. переходит в турбулентное течение (см.).

**ЛЕНИВЫЙ ТЕРМОМЕТР** — термометр, медленно воспринимающий температуру окружающей среды и удерживающий ее продолжительное время вследствие того, что шарик Л. т. заделан в материал плохой теплопроводности (например, резину или пчелиный воск). Л. т. применяется в практической геотермике при измерении температуры горных пород и подземных вод в горных выработках, в скважинах и т. д.

**МАКСИМАЛЬНАЯ МОЛЕКУЛЯРНАЯ ВЛАГОЕМКОСТЬ ГРУНТА** — максимальное количество гигроскопической и пленочной воды, удерживаемое частицами грунта. Выражается по отношению: 1) к весу абсолютно сухой породы; 2) ко всему объему породы; 3) к объему зерен породы; 4) к объему пор. Соответственно обозначается символами  $W_m$ ,  $n_m$ ,  $e_m$ ,  $K_m$ . Чаще всего  $M$ . м. в. г. выражают в весовых единицах по отношению к весу абсолютно сухой породы, т. е. величиной  $W_m$ .

**МАКСИМАЛЬНАЯ СКОРОСТЬ ДВИЖЕНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ВОД** — скорость движения, определяемая по моменту появления индикатора в наблюдательных скважинах в интервале изучаемого участка движения подземных вод. М. с. д. п. в. соответствует участкам водоносного пласта, сложенным наиболее крупным отсортированным зернистым материалом.

**МАКСИМАЛЬНОЕ КАПИЛЛЯРНОЕ ПОДНЯТИЕ** — наибольшая высота, на которую вода может подняться капиллярными силами. (См. *Высота капиллярного поднятия в горной породе.*)

**МАРЦИАЛЬНЫЕ ВОДЫ** — холодные подземные воды, содержащие сернокислые соли железа. Названы так Петром I в честь бога войны Марса (Карелия).

**НАБУХАНИЕ** — способность глинистых пород к увеличению своего объема во взаимодействии с водой. Эта способность объясняется гидрофильностью породы в данном ее состоянии, в частности осмотическим впитыванием ею воды. Осмотическое же впитывание определяется составом и структурой породы, составом обменных катионов и воздействующей на породу воды. Н. характеризуется влажностью (количеством воды, впитанной образцом испытуемого грунта при полном Н.), давлением, которое развивается в набувшем образце, и величиной набухания (отношением объема или высоты набухшего образца к первоначальному его объему или высоте до Н.).

**ОБЛАСТЬ ИНФИЛЬТРАЦИИ** — часть площади распространения водоносной породы, в пределах которой происходит просачивание (инфильтрация) поверхностной и атмосферной воды в водопроницаемые породы.

**ОБЛАСТЬ ПИТАНИЯ ВОДОНОСНОГО ПЛАСТА** —

1. По одним авторам — вся та часть земной поверхности, с которой атмосферные осадки и поверхностные воды стекают к области поглощения в данный пласт горных пород.

2. По другим авторам — область питания, ограниченная той частью водоносного горизонта, где наблюдается погружение поверхностных вод. Область современного питания является областью передачи гидростатического давления на весь бассейн.

**ОСАДКА СООРУЖЕНИЯ** — вертикальное смещение сооружения вследствие сжатия, уплотнения или иных видоизменений грунтов, лежащих в его основании, под влиянием нагрузок, возникающих при возведении сооружения.

**ОСЕВШИЕ (капиллярно-подвешенные) ВОДЫ** — воды, удерживаемые тонкозернистой породой на контакте с подстилающей более грубозернистой породой. Выделение О. в. имеет значение в агротехнике: при их наличии требуется меньшее количество оросительных вод.

**ОСОБЫ** — внезапное смещение по склону продуктов физического выветривания и раздробления пород (осыпей). О. могут происходить как при смачивании осыпей атмосферными водами, так и при сухом состоянии осыпей.

**ОСОЛОНЦЕВАНИЕ ГРУНТОВ** — 1. Обработка грунтов натриевой солью как технический прием борьбы с потерями воды, происходящими вследствие просачивания сквозь грунт, в оросительных каналах, водоемах, земляных плотинах и дамбах (валах). Применяется также для увеличения прочности земляных строительных материалов и устойчивости полотна дорог и других сооружений. 2. В почвоведении осолонцеванием называется естественное образование солонцов.

**ОСТАТОЧНАЯ ДЕФОРМАЦИЯ** — при компрессии — разность между объемом грунта до сжатия и в конце разбухания после снятия нагрузки. О. д. объясняется нарушением структуры отдельных агрегатов частиц при сжатии. Особенно характерна для глинистых грунтов.

**ОСУШЕНИЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ** — совокупность технических мероприятий, направленных на снижение степени обводнения месторождения полезного ископаемого и регулирование режима притоков воды в горные выработки для следующих целей:

1) создания условий в горных выработках, которые полностью гарантируют безопасность работ и способствуют повышению производительности труда горнорабочих;

2) предохранения горного предприятия от всяких случайностей аварийного характера (затопления, обвалов, прорывов плывунов и т. п.); 3) предохранения дорогостоящих механизмов от завалов и агрессивного действия вод; 4) охраны недр, борьбы с подземными водами, препятствующими добыче полезного ископаемого.

**ПЛОСКОСТЬ СРАВНЕНИЯ (нулевая плоскость сравнения) НАПОРОВ** — плоскость, от которой отсчитываются напоры. В гидрогеологии за плоскость сравнения принимают уровень моря либо горизонтально залегающее водоупорное ложе потока.

**ПЛОТИННЫЕ (подпорные, барьерные) ИСТОЧНИКИ** — выходы подземных вод на поверхность земли вследствие препятствия на пути движения воды грунтового потока. Образование этого препятствия (барьера или плотины) может быть обусловлено переходом водоносных пород на простиранию из водопроницаемых в водонепроницаемые или разрывным тектоническим нарушением, когда водоносные породы контактируются с водоупорными.

**ПОРИСТОСТЬ** — общий объем всех пустот в горной породе. Количественно П. обычно выражают процентным отношением объема пустот ( $V_n$ ) к общему объему грунта ( $V$ ).

П. грунта может характеризоваться также отношением объема пустот ( $F_n$ ) к объему твердой фазы ( $F_s$ ); эта величина называется коэффициентом пористости, или приведенной пористостью, и выражается обычно в долях единицы. Величина пористости может быть выражена и по весу (весовая пористость) как отношение веса воды ( $G_w$ ), полностью заполняющей поры грунта, к весу абсолютно сухого грунта ( $G_s$ ).

По происхождению различают первичную П. — возникающие при образовании данной породы пустоты между частицами, слагающими породу, пустоты в лавах и т. п., и вторичную П. — пустоты, образующиеся в сформировавшихся породах в результате последующих процессов (поры растворения, трещины и пустоты, возникающие при кристаллизации, сокращении объема, выветривании и т. д.).

По размеру выделяют поры трех групп: 1) сверхкапиллярные  $>0,5$  мм; 2) капиллярные  $0,5 — 0,0002$  мм; 3) субкапиллярные  $< 0,0002$  мм.

Различают также П. общую (абсолютную, физическую) — общий объем всех пор независимо от их формы, величины и взаимного расположения и П. эффективную (динамическую) — объем тех пор, через которые происходит движение жидкости; эффективная П. выражается отношением объема пор, не занятых связанной с породой водой, к общему объему горной породы. (Абсолютно излишний синоним: порозность.)

**РАСЧЕТНОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ ГРУНТА** — нормативные показатели прочности грунта, используемые при проектировании естественных оснований зданий и промышленных сооружений по нормам и техническим условиям Государственного комитета Совета Министров СССР по делам строительства (П и ТУ 127-55). Согласно требованиям указанных норм и технических условий при проектировании оснований среднее давление по подошве фундамента, передаваемое сооружением на грунты основания, должно быть меньше или равно расчетному сопротивлению грунтов, залегающих в основании фундаментов. Р. с. г. определяют по таблицам в зависимости от характера грунта, его свойств и естественного состояния.

**СВЯЗНОСТЬ ГРУНТОВ** — способность грунтов оставаться в компактном виде и сохранять свою форму в сухом и во влажном состоянии. Различают связи упругие, кристаллизационные и аморфные, возникающие в результате кристаллизации вещества, слагающего грунт, и пластичные водно-коллоидные, обусловленные наличием воды и коллоидов в грунте. По характеру связей условно выделяют: 1) грунты с жесткой связью (кристаллизационная связь) — скальные и полускальные, которые под действием внешней нагрузки ведут себя как твердые упругие тела; 2) грунты со сложной связью (преимущественно коллоидного характера), которые при определенных условиях ведут себя как твердые, пластичные или жидкие тела, например глины; 3) грунты, у которых связь между зернами отсутствует — рыхлые грунты (песок, галечник и др.).

**СДВИЖЕНИЕ ГОРНЫХ ПОРОД** — деформации перемещения пород вокруг выработанного пространства в горных выработках, часто достигающие поверхности земли.

**ТЕРМОМЕТРЫ ГЛУБИННЫЕ** — термометры для измерения температуры почвы на некоторой глубине от поверхности. Используются главным образом в метеорологии и при изучении зоны аэрации. Существуют Т. г. двух видов: термометры, устанавливаемые на теплое время года в почву на глубине  $5 — 20$  см таким образом, что над поверхностью почвы остается только часть термометра со шкалой, и термометры глубинные, вытяжные, опускаемые внутрь погруженных в землю эбонитовых или пластмассовых трубок на глубину  $20 — 320$  см.

**ЩЕЛОЧНОСТЬ ВОДЫ** — свойство, обусловленное наличием анионов слабых кислот, главным образом угольной кислоты. Эти анионы гидролизуются с образованием гидроксил-ионов, например:

