

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Сибирский федеральный университет

## **ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ**

Учебно-методическое пособие для самостоятельной работы

*Электронное издание*

Красноярск  
СФУ  
2012

УДК 624.131.1(07)

ББК 38.58я73

И622

Составитель: С.И. Гриб

**И622 Инженерная геология:** учеб.-метод. пособие для самостоятельной работы [Электронный ресурс] / сост. С.И. Гриб. – Электрон. дан. – Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2012. – 1 диск. – Систем. требования: РС не ниже класса Pentium I; 128 Mb RAM; Windows 98/XP/7; Microsoft Word 97-2003/2007. – Загл. с экрана.

*Учебно-методическое пособие направлено на формирование у студентов практических навыков анализа инженерно-геологической документации, а также интерпретации и оценки материалов инженерно-геологических изысканий для строительных целей. Оно содержит программу дисциплины «Инженерная геология», необходимую для студентов заочного обучения, методические указания для выполнения самостоятельной работы и задания к самостоятельной работе.*

*Предназначено для студентов всех специальностей направления 270100 «Строительство» всех форм обучения.*

УДК 624.131.1(07)

ББК 38.58я73

© Сибирский

федеральный

университет, 2012

Учебное издание

Подготовлено к публикации редакционно-издательским  
отделом БИК СФУ

Подписано в свет 10.04.2012. Заказ 7235.  
Тиражируется на машиночитаемых носителях.

Редакционно-издательский отдел  
Библиотечно-издательского комплекса  
Сибирского федерального университета  
660041, г. Красноярск, пр. Свободный, 79  
Тел/факс (391)206-21-49. E-mail [rio@sfu-kras.ru](mailto:rio@sfu-kras.ru)  
<http://rio.sfu-kras.ru>

## ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

### Раздел 1. ОСНОВЫ ОБЩЕЙ ГЕОЛОГИИ

#### **Тема 1. Основные сведения о Земле**

Строение Земли. Геосферы (атмосфера, литосфера, гидросфера, биосфера, мантия, ядро).

Тепловой режим Земли. Геохронология.

*Эта тема предусматривает изучение геосфер. Особое внимание следует обратить на строение литосферы (земной коры) и роль биосферы, включающей часть атмосферы, гидросферу и часть литосферы, в экологии.*

*При изучении теплового режима Земли необходимо различать внутреннее тепло, порождающее эндогенные процессы в литосфере, и внешнее тепло (тепло Солнца), а также действие атмосферы, гидросферы и биосферы, порождающие экзогенные процессы и влияющие на условия строительства.*

*Геохронологию (возраст Земли) следует связать со временем образования отложений грунтов. Это позволит научиться читать инженерно-геологические карты и разрезы, а также оценивать строительные свойства грунтов в зависимости от их возраста.*

#### **Тема 2. Породообразующие минералы и грунты**

Физические свойства и виды минералов.

Грунты и их генетическая классификация.

Условия и формы залегания грунтов.

*При изучении этой темы следует иметь в виду, что грунтом называется любая горная порода, которая используется в качестве основания, материала или среды для сооружения. Горная порода – это агрегат минералов, объединенных условиями формирования. Минералы – это природные химические соединения, формирующиеся в земной коре в результате различных физических и химических процессов.*

*Строительные свойства грунтов зависят от свойств минералов, входящих в их состав, и условий, в которых формируются грунты. Условия и формы залегания грунтов учитываются при проектировании зданий и сооружений.*

## Раздел 2. ДИНАМИЧЕСКАЯ ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ

### **Тема 1. Процессы внутренней динамики Земли (эндогенные процессы)**

Тектонические движения земной коры.

Сейсмические явления.

*В этой теме необходимо понять механизм тектонических движений земной коры, их влияние на формирование рельефа Земли, рассмотреть различные формы нарушений в залегании грунтов (плекативные и дизъюнктивные дислокации) и учет их при проектировании сооружений. Следует понять принципы сейсмического районирования территории и оценки сейсмичности площадки строительства с учетом её инженерно-геологических особенностей.*

### **Тема 2. Процессы внешней динамики Земли (экзогенные процессы)**

Выветривание. Виды выветривания. Элювиальные и делювиальные отложения, виды грунтов и их строительные свойства.

Геологическая деятельность ветра. Эоловые отложения, виды грунтов и их строительные свойства. Лессовые грунты.

Эрозия. Виды эрозии. Оврагообразование. Речные долины и их строение.

Аллювиальные отложения, виды грунтов и их строительные свойства.

Геологическая деятельность ледников. Моренные и водно-ледниковые отложения, виды грунтов и их строительные свойства.

Абразия. Морские отложения, виды грунтов и их строительные свойства.

Торфяные отложения и их строительные свойства.

Оползни. Обвалы. Осыпи.

Карст.

Суффозия.

Пылуны.

Вечномерзлые грунты.

*В этой теме необходимо уяснить механизм каждого процесса, изучить условия формирования и строительные свойства грунтов в элювиальных, делювиальных, аллювиальных, моренных, водно-ледниковых, болотных и морских отложениях.*

*Все это позволит оценить возможность проявления отдельных инженерно-геологических процессов при строительстве и эксплуатации сооружений и разработать меры по их предотвращению.*

## Раздел 3. ГИДРОГЕОЛОГИЯ

## **Тема 1. Виды подземных вод по происхождению, условиям залегания, гидравлическим свойствам**

*Наибольший практический интерес для строителей представляют инфильтрационные подземные воды, напорные и безнапорные, а также физически связанная и капиллярная вода в грунтах. При изучении химического состава следует уделить особое внимание агрессивным свойствам воды по отношению к бетону.*

## **Тема 2. Движение подземных вод**

*Основное внимание в этой теме необходимо уделить изучению закономерности движения воды в грунтах, расчету водопритоков в строительные выработки, котлованы, траншеи совершенного и несовершенного типа (открытый водоотлив), а также использованию скважин для понижения уровня подземных вод (глубинный водоотлив).*

## **Раздел 4. ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗЫСКАНИЯ**

### **Тема 1. Цель и задачи инженерно-геологических изысканий**

*В этой теме следует понять необходимость проведения инженерно-геологических изысканий в различных грунтовых условиях строительных площадок.*

### **Тема 2. Виды и состав инженерно-геологических изысканий**

*В этой теме основное внимание должно быть направлено на формирование у будущих строителей умения, во-первых, анализировать задание на выполнение инженерно-геологических изысканий, во-вторых, читать инженерно-геологические материалы (инженерно-геологические разрезы и колонки) и оценивать грунтовые условия для проектирования и строительства зданий и сооружений.*

## **ЗАДАНИЯ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ**

Самостоятельная работа включает в себя семь заданий, тематически отражающих все разделы дисциплины «Инженерная геология». Эти задания выполняются с использованием рекомендуемой литературы [1 – 6] и консультации преподавателя.

Задания 1 – 6 выполняются на листах формата А4. Инженерно-геологический разрез задания 7 может быть выполнен на листе формата А3.

Студентам дневной формы обучения варианты заданий выдает преподаватель. Студенты заочной формы обучения варианты заданий 1 – 5 выбирают по сумме двух последних цифр номера зачетной книжки, варианты заданий 6, 7 – по сумме второй и последней цифр номера зачетной книжки студента.

**Задание 1.** Описать грунты в следующем порядке:

- условия образования
- минералогический состав, структура и текстура;
- структурные связи и строительные свойства грунтов.

Вариант	Грунты
0	Известняк, базальт, дресвяный грунт
1	Мрамор, алевролит, гравийный грунт
2	Гранит, песчаник, суглинок
3	Кварцит, брекчия (дресвелит), глина
4	Сиенит, аргиллит, торф
5	Сланец, гравелит, лёсс
6	Порфирит, конгломерат, супесь
7	Гнейс, галит, щебенистый грунт
8	Диабаз, гипс, песок
9	Габбро, ангидрит, галечниковый грунт
10	Суглинок, известняк, алевролит
11	Гравийный грунт, базальт, песчаник
12	Дресвяный грунт, гранит, мрамор
13	Лёсс, кварцит, аргиллит
14	Глина, сиенит, гравелит
15	Торф, сланец, брекчия (дресвелит)
16	Песок, порфирит, галит
17	Щебенистый грунт, гнейс, гипс
18	Супесь, диабаз, конгломерат

**Задание 2.** Описать геологические и инженерно-геологические процессы в следующем порядке:

- механизм процесса, причины его проявления и условия формирования различных отложений;
- меры по предотвращению или ограничению процесса, применяемые при проектировании, строительстве и эксплуатации сооружений.

Вариант	Геологические и инженерно-геологические процессы
0	Эрозия
1	Выветривание
2	Землетрясения. Их интенсивность. Сейсморайонирование территорий и площадки строительства
3	Геологическая деятельность ледников
4	Оползни
5	Тектонические движения земной коры. Формы залегания грунтов
6	Геологическая деятельность ветра
7	Абразия
8	Морозное пучение грунтов
9	Осадка и просадка
10	Геологическая деятельность ледников
11	Выветривание
12	Оползни
13	Землетрясения. Их интенсивность. Сейсморайонирование территорий и площадки строительства
14	Эрозия
15	Осадка и просадка
16	Геологическая деятельность ветра
17	Морозное пучение грунтов

**Задание 3.** Описать отложения грунтов в следующем порядке:

- условия формирования;
- виды грунтов в отложениях и их строительные свойства;
- инженерно-геологические процессы, которые могут развиваться в этих грунтах.

Вариант	Виды отложений
0	Вечномерзлые грунты
1	Морские Морские отложения
2	Аллювиальные отложения
3	Эоловые отложения
4	Лёсс и лёссовидные грунты
5	Элювиальные отложения
6	Водно-ледниковые отложения
7	Моренные отложения
8	Делювиальные отложения
9	Торфяные отложения
10	Лёсс и лёссовидные грунты
11	Эоловые отложения
12	Аллювиальные отложения
13	Вечномерзлые грунты
14	Водно-ледниковые отложения
15	Моренные отложения
16	Делювиальные отложения
17	Торфяные грунты
18	Морские отложения

**Задание 4.** Описать подземные воды, движение воды в грунтах и процессы, вызванные фильтрацией.

Вариант	Подземные воды и фильтрация воды в грунтах
0	Подземные воды, происхождение, режим
1	Виды воды в грунтах в зоне аэрации
2	Состав подземных вод и оценка их агрессивности
3	Закон ламинарной фильтрации воды в грунтах
4	Приток подземных вод в котлованы совершенного типа
5	Приток подземных вод в котлованы несовершенного типа
6	Понижение уровня подземных вод дренажными устройствами. Виды дренажных устройств
7	Коэффициент фильтрации воды в грунтах и методы его определения
8	Плывуны
9	Суффозия
10	Физически связанная вода и ее влияние на строительные свойства грунтов
11	Приток подземных вод в котлованы совершенного типа
12	Закон ламинарной фильтрации воды в грунтах
13	Состав подземных вод и оценка их агрессивности
14	Виды подземных вод
15	Приток подземных вод в котлованы несовершенного типа

16	Коэффициент фильтрации воды в грунтах и методы его определения
17	Понижение уровня подземных вод дренажными устройствами. Виды дренажных устройств
18	Плывуны

**Задание 5.** Для проведения строительных работ необходимо произвести осушение котлована несовершенного типа. Определить приток подземных вод в котлован по исходным данным, приведенным в таблице:

Вариант	Площадь котлована $A, \text{ м}^2$	Уровень воды в котловане до откачки $P, \text{ м}$	Радиус влияния $R, \text{ м}$	Коэффициент фильтрации $k_f, \text{ м/сут}$
0	262	2,2	182	2,50
1	198	1,7	215	0,31
2	184	2,4	191	0,08
3	217	1,8	218	1,10
4	166	1,7	189	0,77
5	248	2,6	220	0,82
6	267	2,8	179	0,45
7	215	1,7	229	1,81
8	229	2,9	212	1,43
9	232	0,9	178	0,52
10	174	1,7	186	0,61
11	204	1,6	205	1,41
12	238	2,0	211	1,24
13	226	2,5	238	3,12
14	251	0,6	174	0,05
15	197	1,1	164	0,24

16	290	1,4	218	0,82
17	257	2,2	207	1,03
18	268	1,8	225	1,59

**Задание 6.** Построить карту гидроизогипс по данным замеров абсолютных отметок уровня подземных вод в 16 скважинах, расположенных в виде квадратной сетки (см. таблицу). Расстояние между скважинами 50 м. Масштаб карты 1:1000. По карте гидроизогипс определить направление и скорость движения подземных вод в квадрате между скважинами 1,2,5,6 при  $k_{\phi} = 0,04$  м/сут.

Таблица

№ скважины	Варианты									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Абсолютные отметки уровня подземных вод в скважинах, м									
1	216,5	117,2	318,0	217,6	502,5	104,2	614,7	326,6	207,8	437,1
2	218,2	117,0	316,5	213,6	503,7	105,8	616,6	330,8	205,0	436,4
3	219,3	116,5	316,2	216,0	504,8	108,7	615,4	328,8	204,2	438,2
4	217,7	114,7	313,4	217,1	503,3	107,3	612,3	328,4	202,6	438,8
5	214,3	112,4	318,7	216,6	502,2	105,3	616,0	326,2	204,0	436,6
6	212,7	112,8	317,5	214,5	504,1	106,0	617,2	332,1	201,8	432,0
7	219,6	116,7	315,3	213,3	505,7	110,8	614,2	328,2	200,5	433,6
8	218,7	116,8	314,2	212,1	504,3	108,7	613,3	326,2	200,8	433,0
9	212,4	112,8	319,7	217,5	503,3	104,5	617,1	328,2	202,7	436,8
10	211,7	112,3	318,4	216,7	505,0	108,2	618,3	331,7	201,4	433,6
11	216,4	115,8	319,2	212,8	506,8	101,8	617,2	327,4	200,7	431,8
12	217,9	116,2	319,8	213,9	505,5	107,9	616,5	326,2	202,0	434,0
13	218,8	116,4	316,7	216,5	504,3	105,2	618,2	327,4	201,4	436,6
14	217,9	116,7	315,4	214,7	506,2	107,7	624,3	329,2	200,9	438,8
15	219,8	115,2	319,2	216,8	507,8	109,6	620,5	328,1	201,8	436,2
16	216,9	113,8	318,1	216,2	506,0	108,2	619,9	326,2	202,9	435,6

Продолжение таблицы

Варианты									
----------	--	--	--	--	--	--	--	--	--

№ сква- жины	10	11	12	13	14	15	16	17	18
	Абсолютные отметки уровня подземных вод в скважинах, м								
1	284,6	143,6	397,4	583,6	472,8	168,6	228,4	263,5	348,9
2	286,4	145,2	398,7	585,7	474,4	170,3	227,8	264,9	347,7
3	287,8	145,9	399,5	587,4	476,3	171,8	225,1	266,7	346,6
4	285,2	147,1	398,8	584,8	477,8	173,8	227,4	267,3	345,7
5	284,5	144,6	400,5	583,2	473,5	169,5	229,0	267,6	346,1
6	285,9	146,1	399,8	585,1	474,7	170,7	228,4	266,3	348,9
7	287,5	147,9	397,4	584,8	476,4	172,6	225,3	268,4	345,4
8	286,4	149,4	398,3	582,6	478,2	174,9	227,5	265,6	345,8
9	283,7	147,6	399,2	580,6	475,4	172,7	228,4	267,1	343,9
10	280,5	148,2	401,2	583,2	477,9	174,4	224,7	268,9	342,1
11	281,6	149,5	400,5	584,5	478,8	175,8	222,5	269,6	344,7
12	283,9	150,9	399,7	583,9	476,9	176,1	224,9	266,7	342,6
13	285,1	149,3	400,3	580,3	478,1	177,9	228,3	264,1	341,5
14	287,4	151,4	402,6	582,7	476,6	179,4	227,6	265,8	340,3
15	286,2	152,7	403,7	583,9	475,4	180,3	226,1	267,4	338,8
16	284,3	150,2	399,9	580,8	474,9	180,6	224,8	265,6	337,2

**Задание 7.** На участке строительства при инженерно-геологических изысканиях пробурено 5 скважин на расстоянии 250 м одна от другой [1 – 6].

Напластования грунтов в каждой скважине даны в порядке их расположения сверху вниз. Для каждого слоя грунта в задании указаны его мощность (толщина слоя), название, условия формирования и возраст.

Уровень подземных вод, установившийся в скважине, отсчитывается от поверхности грунта (устья скважины).

1. Построить инженерно-геологический разрез по скважинам 1 – 5.

2. Построить инженерно-геологическую колонку по скважине 4.

3. Охарактеризовать инженерно-геологические условия участка, учитывая возможность возведения сооружений при заданной глубине промерзания грунтов и при наличии опасных инженерно-геологических процессов.

Варианты заданий приводятся в следующих таблицах:

Вариант 0

№ слоя	Грунты	Абсолютные отметки устьев скважин, м				
		скв.1 347,1	скв.2 348,3	скв.3 349,9	скв.4 350,1	скв.5 351,2
		Мощность слоя, м				
1	Супесь лессовидная fgLQ <sub>4</sub>	5,6	6,3	6,8	6,5	6,0
2	Глина pQ <sub>3</sub>	–	1,2	1,9	2,8	4,6
3	Суглинок dQ <sub>3</sub>	14,9	15,6	14,9	15,2	14,0
4	Песок крупный dQ <sub>2</sub>	5,6	1,8	–	2,2	4,3
5	Щебенистый грунт eQ <sub>2</sub>	3,2	2,8	2,6	2,5	3,0
6	Брекчия mJ <sub>1</sub>	0,8	0,7	0,9	1,0	1,2
Уровень подземных вод, м		20,9	24,5	24,1	25,6	28,4

Глубина сезонного промерзания грунтов 1,6 м.

Вариант 1

№ слоя	Грунты	Абсолютные отметки устьев скважин, м				
		скв.1 264,4	скв.2 264,8	скв.3 264,9	скв.4 265,6	скв.5 264,2
		Мощность слоя, м				
1	Почвенно-растительный слой	0,8	1,0	0,7	0,6	0,5

2	Супесь сильнозоторфованная а Q <sub>4</sub>	5,4	4,8	3,9	4,2	5,0
3	Песок мелкий а Q <sub>4</sub>	–	2,2	3,5	1,0	–
4	Суглинок рQ <sub>3</sub>	16,4	14,8	15,1	14,5	15,6
5	Песок крупный а Q <sub>3</sub>	5,8	2,1	–	2,0	3,2
6	Конгломерат mP <sub>2</sub>	0,9	0,7	1,0	1,1	0,9
Уровень подземных вод, м		1,5	1,6	1,6	2,4	1,5

Глубина сезонного промерзания грунтов 2,1 м.

Вариант 2

№ слоя	Грунты	Абсолютные отметки устьев скважин, м				
		скв.1 133,5	скв.2 134,1	скв.3 132,8	скв.4 132,5	скв.5 131,6
		Мощность слоя, м				
1	Насыпной грунт	2,4	1,9	1,8	2,0	2,1
2	Песок пылеватый vQ <sub>4</sub>	3,2	1,8	–	2,4	3,6
3	Глина рQ <sub>3</sub>	–	2,1	4,4	1,8	–
4	Суглинок а Q <sub>3</sub>	10,8	12,6	11,9	12,6	13,0
5	Песок крупный а Q <sub>2</sub>	6,9	5,8	4,9	5,5	6,0
6	Сиенит с Є <sub>3</sub>	0,8	0,4	0,6	1,0	0,7
Уровень подземных вод, м		3,2	2,4	1,2	2,7	2,5

Глубина сезонного промерзания грунтов 3,5 м.

Вариант 3

№ слоя	Грунты	Абсолютные отметки устьев скважин, м				
		скв.1 142,6	скв.2 143,2	скв.3 143,8	скв.4 144,1	скв.5 143,5
		Мощность слоя, м				
1	Суглинок лессовидный а LQ <sub>4</sub>	7,2	6,8	6,5	7,0	6,6

2	Глина gQ <sub>4</sub>	4,6	5,2	8,4	6,7	7,0
3	Песок гравелистый а Q <sub>3</sub>	3,2	4,3	2,8	4,6	4,4
4	Песок мелкий а Q <sub>3</sub>	–	3,3	–	2,5	–
5	Гравийный грунт а Q <sub>2</sub>	3,6	2,8	2,1	4,3	3,5
6	Мергель mD <sub>2</sub>	0,8	0,6	0,9	1,1	1,0
Уровень подземных вод, м		12,5	12,8	13,2	13,6	13,9

Глубина сезонного промерзания грунтов 1,8 м.

Вариант 4

№ слоя	Грунты	Абсолютные отметки устьев скважин, м				
		скв.1 201,3	скв.2 201,9	скв.3 202,3	скв.4 201,5	скв.5 200,9
		Мощность слоя, м				
1	Лесс vL Q <sub>4</sub>	5,6	4,8	5,2	5,6	5,0
2	Песок средней крупности dQ <sub>4</sub>	–	1,4	3,3	0,8	–
3	Глина dQ <sub>3</sub>	16,5	12,4	14,8	15,6	16,0
4	Песок мелкий dQ <sub>3</sub>	5,6	2,1	2,0	1,8	4,3
5	Суглинок e Q <sub>2</sub>	–	2,2	3,0	1,8	–
6	Песчаник mS <sub>2</sub>	1,6	1,8	1,0	0,8	1,2
Уровень подземных вод, м		23,3	19,0	24,2	22,9	24,3

Глубина сезонного промерзания грунтов 3,0 м.

Вариант 5

№ слоя	Грунты	Абсолютные отметки устьев скважин, м				
		скв.1 188,3	скв.2 188,9	скв.3 189,4	скв.4 189,8	скв.5 190,1
		Мощность слоя, м				
1	Насыпной грунт	1,1	1,4	1,3	1,1	1,2

2	Песок пылеватый $vQ_4$	1,8	–	1,6	1,9	2,5
3	Суглинок $pQ_4$	6,6	7,8	9,6	10,4	9,9
4	Песок крупный $dQ_2$	10,6	12,8	13,4	14,6	15,8
5	Глина $e Q_2$	–	1,2	1,8	2,0	–
6	Известняк $mP_2$	1,4	1,8	0,7	1,1	1,0
Уровень подземных вод, м		10,2	11,5	13,9	14,5	15,9

Глубина сезонного промерзания грунтов 2,7 м.

Вариант 6

№ слоя	Грунты	Абсолютные отметки устьев скважин, м				
		скв.1 283,	скв.2 283,5	скв.3 282,9	скв.4 282,5	скв.5 283,0
		Мощность слоя, м				
1	Почвенно-растительный слой	1,7	1,4	1,8	1,7	1,6
2	Песок мелкий $vQ_4$	–	–	1,6	2,2	2,4
3	Супесь $dQ_4$	7,9	9,3	5,6	3,0	–
4	Песок гравелистый $a Q_4$	10,6	12,8	13,7	14,6	16,7
5	Гравийный грунт $a Q_3$	8,6	7,7	7,2	6,1	6,8
6	Гравелит $mD_1$	1,4	1,6	1,0	0,8	1,0
Уровень подземных вод, м		12,4	12,7	10,3	8,4	7,5

Глубина сезонного промерзания грунтов 2,0 м.

Вариант 7

№ слоя	Грунты	Абсолютные отметки устьев скважин, м				
		скв.1 251,9	скв.2 252,5	скв.3 252,8	скв.4 253,2	скв.5 253,6
		Мощность слоя, м				
1	Лесс $vL Q_4$	11,8	11,9	12,5	11,7	11,8

2	Песок пылеватый dQ <sub>4</sub>	3,4	4,2	5,0	1,5	–
3	Супесь fgQ <sub>4</sub>	–	1,0	3,1	5,2	6,7
4	Песок мелкий a Q <sub>3</sub>	12,8	10,9	13,4	12,1	15,6
5	Глина mN <sub>1</sub>	10,4	12,6	12,8	12,8	13,1
6	Аргиллит m P <sub>1</sub>	2,2	2,0	1,8	1,7	1,5
Уровень подземных вод, м		13,5	13,9	13,9	12,0	14,5

Глубина сезонного промерзания грунтов 2,3 м.

Вариант 8

№ слоя	Грунты	Абсолютные отметки устьев скважин, м				
		скв.1 165,6	скв.2 166,1	скв.3 166,6	скв.4 165,8	скв.5 165,1
		Мощность слоя, м				
1	Насыпной грунт	1,6	1,5	1,8	2,1	2,2
2	Глина gQ <sub>4</sub>	4,4	3,2	5,2	4,0	3,8
3	Песок крупный gQ <sub>4</sub>	–	1,3	3,0	1,8	–
4	Песок мелкий a Q <sub>3</sub>	14,2	10,6	12,4	13,8	14,9
5	Суглинок a Q <sub>2</sub>	–	0,8	2,8	1,1	–
6	Галечник a Q <sub>2</sub>	2,1	1,8	2,5	3,3	3,0
Уровень подземных вод, м		6,8	7,0	7,8	7,5	7,3

Глубина сезонного промерзания грунтов 2,4 м.

Вариант 9

№ слоя	Грунты	Абсолютные отметки устьев скважин, м				
		скв.1 296,2	скв.2 295,6	скв.3 295,2	скв.4 296,0	скв.5 296,5
		Мощность слоя, м				
1	Почвенно-растительный слой	1,2	2,4	2,0	1,6	1,4

2	Супесь d LQ <sub>4</sub>	3,4	3,7	3,0	–	–
3	Песок мелкий dQ <sub>3</sub>	–	1,4	4,8	7,6	8,9
4	Суглинок e Q <sub>2</sub>	2,8	3,9	6,6	4,2	1,8
5	Песок средней крупности e Q <sub>2</sub>	7,8	9,6	10,4	11,7	6,4
6	Алеврит mJ <sub>3</sub>	1,6	1,2	1,1	0,8	0,7
Уровень подземных вод, м		7,8	11,6	16,8	15,0	12,6

Глубина сезонного промерзания грунтов 2,6 м.

Вариант 10

№ слоя	Грунты	Абсолютные отметки устьев скважин, м				
		скв.1 247,4	скв.2 248,7	скв.3 249,9	скв.4 256,1	скв.5 253,6
		Мощность слоя, м				
1	Почвенно-растительный слой	1,6	1,8	2,3	1,9	1,7
2	Супесь сильнозоторфованная a Q <sub>4</sub>	2,4	3,8	3,9	4,2	4,0
3	Суглинок pQ <sub>4</sub>	6,6	7,8	9,6	10,4	9,9
4	Песок пылеватый a Q <sub>3</sub>	19,9	18,1	18,7	20,4	17,8
5	Песок крупный a Q <sub>2</sub>	6,2	5,5	4,9	–	–
6	Известняк mP <sub>2</sub>	1,4	1,8	0,7	1,1	1,0
Уровень подземных вод, м		2,5	2,8	3,2	3,6	3,6

Глубина сезонного промерзания грунтов 2,9 м.

Вариант 11

№ слоя	Грунты	Абсолютные отметки устьев скважин, м				
		скв.1 202,3	скв.2 204,5	скв.3 204,9	скв.4 205,6	скв.5 207,3
		Мощность слоя, м				
1	Супесь лессовидная fgL Q <sub>4</sub>	11,6	12,8	10,9	11,2	13,6

2	Суглинок а Q <sub>4</sub>	4,6	3,1	–	2,4	5,8
3	Песок мелкий а Q <sub>3</sub>	7,6	5,9	6,3	7,5	8,1
4	Песок гравелистый а Q <sub>2</sub>	14,5	13,1	16,5	16,3	17,0
5	Глина m N <sub>1</sub>	–	2,6	4,4	3,5	–
6	Алеврит mJ <sub>3</sub>	1,6	1,2	1,1	0,8	0,7
Уровень подземных вод, м		15,9	16,8	17,1	18,9	20,6

Глубина сезонного промерзания грунтов 3,1 м.

Вариант 12

№ слоя	Грунты	Абсолютные отметки устьев скважин, м				
		скв.1 132,8	скв.2 135,1	скв.3 133,2	скв.4 131,6	скв.5 130,4
		Мощность слоя, м				
1	Насыпной грунт	3,6	3,5	3,8	4,1	4,2
2	Супесьfg L Q <sub>4</sub>	5,7	5,3	4,9	2,5	–
3	Суглинок dL Q <sub>4</sub>	16,8	18,4	18,6	17,9	16,7
4	Песок средней крупности dQ <sub>3</sub>	13,9	13,4	13,7	13,5	14,0
5	Песок дресвелистый e Q <sub>2</sub>	4,4	2,9	–	–	3,2
6	Сиенит с Є <sub>3</sub>	0,8	0,4	0,6	1,0	0,7
Уровень подземных вод, м		4,0	6,6	5,3	4,1	3,9

Глубина сезонного промерзания грунтов 2,7 м.

Вариант 13

№ слоя	Грунты	Абсолютные отметки устьев скважин, м				
		скв.1 218,6	скв.2 216,4	скв.3 213,9	скв.4 212,2	скв.5 215,6
		Мощность слоя, м				
1	Почвенно-растительный слой	1,7	1,9	2,1	1,4	1,6

2	Песок пылеватый vQ <sub>4</sub>	3,3	–	–	3,6	4,8
3	Супесь а L Q <sub>4</sub>	–	5,6	6,2	3,9	–
4	Песок крупный а Q <sub>3</sub>	14,3	14,8	16,5	17,1	18,7
5	Глина m P <sub>3</sub>	20,4	21,1	19,6	19,1	18,4
6	Аргиллит m P <sub>1</sub>	2,2	2,0	1,8	1,7	1,5
Уровень подземных вод, м		7,4	7,9	8,2	9,5	9,9

Глубина сезонного промерзания грунтов 2,5 м.

Вариант 14

№ слоя	Грунты	Абсолютные отметки устьев скважин, м				
		скв.1 199,1	скв.2 198,2	скв.3 199,9	скв.4 203,2	скв.5 205,4
		Мощность слоя, м				
1	Лесс vLQ <sub>4</sub>	12,8	13,9	12,5	12,7	11,8
2	Супесь p Q <sub>4</sub>	–	2,6	5,4	3,6	–
3	Песок пылеватый d Q <sub>3</sub>	6,1	2,8	–	3,2	4,9
4	Суглинок d Q <sub>3</sub>	15,3	17,4	17,5	14,6	14,4
5	Песок дресвелистый e Q <sub>2</sub>	8,4	9,1	8,7	8,2	10,3
6	Песчаник mS <sub>2</sub>	1,6	1,8	1,0	0,8	1,2
Уровень подземных вод, м		15,7	16,8	18,3	17,9	17,4

Глубина сезонного промерзания грунтов 3,0 м.

Вариант 15

№ слоя	Грунты	Абсолютные отметки устьев скважин, м				
		скв.1 164,7	скв.2 162,3	скв.3 160,1	скв.4 160,2	скв.5 161,8
		Мощность слоя, м				
1	Почвенно-растительный слой	0,9	1,5	1,8	1,4	1,8

2	Суглинок g Q <sub>4</sub>	9,6	8,4	8,9	7,5	9,1
3	Песок мелкий а Q <sub>3</sub>	5,2	4,6	3,2	–	–
4	Супесь а Q <sub>3</sub>	–	–	3,8	4,3	5,7
5	Песок гравелистый а Q <sub>2</sub>	19,3	20,7	21,4	22,6	20,5
6	Галечник а Q <sub>2</sub>	2,1	1,8	2,5	3,3	3,0
Уровень подземных вод, м		16,2	16,8	15,8	14,6	16,1

Глубина сезонного промерзания грунтов 2,5 м.

Вариант 16

№ слоя	Грунты	Абсолютные отметки устьев скважин, м				
		скв.1 248,6	скв.2 251,5	скв.3 253,2	скв.4 252,0	скв.5 255,1
		Мощность слоя, м				
1	Почвенно-растительный слой	0,8	0,8	1,6	1,9	1,5
2	Песок мелкий vQ <sub>4</sub>	4,2	2,6	–	–	3,8
3	Суглинок g Q <sub>4</sub>	8,6	6,2	7,7	6,5	8,5
4	Глина а Q <sub>3</sub>	5,4	7,3	7,2	8,3	9,1
5	Гравийный грунт а Q <sub>2</sub>	10,6	9,7	9,2	8,1	7,8
6	ГравелитmD <sub>1</sub>	1,4	1,6	1,0	0,8	1,0
Уровень подземных вод, м		20,2	19,7	17,9	17,6	24,9

Глубина сезонного промерзания грунтов 3,2 м.

Вариант 17

№ слоя	Грунты	Абсолютные отметки устьев скважин, м				
		скв.1 386,5	скв.2 388,2	скв.3 390,6	скв.4 392,3	скв.5 394,1
		Мощность слоя, м				
1	Суглинок лессовидный а LQ <sub>4</sub>	6,2	7,8	7,5	8,2	6,6

2	Супесь рQ <sub>4</sub>	6,2	4,3	3,3	–	–
3	Песок средней крупности а Q <sub>3</sub>	13,6	12,9	15,4	17,5	18,6
4	Песок мелкий а Q <sub>3</sub>	2,6	–	–	3,5	5,9
5	Глина mPg <sub>2</sub>	19,4	20,2	21,3	20,5	19,9
6	Мергель mD <sub>2</sub>	0,8	0,6	0,9	1,1	1,0
Уровень подземных вод, м		13,4	14,7	16,2	12,7	11,5

Глубина сезонного промерзания грунтов 2,7 м.

Вариант 18

№ слоя	Грунты	Абсолютные отметки устьев скважин, м				
		скв.1 302,4	скв.2 303,6	скв.3 306,7	скв.4 308,7	скв.5 309,5
		Мощность слоя, м				
1	Почвенно-растительный слой	2,4	2,6	2,2	1,7	1,4
2	Песок пылеватый vQ <sub>4</sub>	–	1,2	3,8	4,6	4,5
3	Супесь р Q <sub>4</sub>	3,3	1,9	0,9	–	–
4	Песок крупный d Q <sub>2</sub>	7,9	6,5	5,8	4,9	5,6
5	Суглинок е Q <sub>1</sub>	18,6	17,8	17,4	18,5	18,7
6	Конгломерат mP <sub>2</sub>	0,9	0,7	1,0	1,1	0,9
Уровень подземных вод, м		6,9	8,2	8,8	7,9	7,0

Глубина сезонного промерзания грунтов 3,4 м.

### МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Выполнение заданий необходимо начинать с изучения соответствующих разделов в источниках [1 – 6].

**Задание 1.** Это задание предусматривает усвоение основ классификации грунтов по ГОСТ 25100-95 «Грунты. Классификация». Классификационная таблица грунтов в адаптированном виде приводится в прил.1. В описании грунтов необходимо указать класс, группу, подгруппу каждого грунта, дать развернутое объяснение механизма их формирования, минералогический состав, физические признаки (структура, текстура, структурные связи) и оценить их строительные свойства, используя источники [2 – 5].

**Задание 2.** Описание инженерно-геологических процессов в порядке, указанном в задании, следует сопровождать графическими схемами и рисунками, используя источники [3 – 5].

**Задание 3.** При описании отложений грунтов, условий их формирования и полученных при этом строительных свойств необходимо обратить внимание на формы залегания грунтов в этих отложениях и пояснить их графически [2 – 5].

**Задание 4.** Пояснений не требует.

**Задание 5.** Приток подземных вод в осушаемый котлован несовершенного типа  $Q$ , м<sup>3</sup>/сут, определяется по формуле [3 – 5]

$$Q = 1,366 k_{\phi} (H^2 - h^2) / (\lg R - \lg r),$$

где  $k_{\phi}$  – коэффициент фильтрации, м/сут;  $H = P + 0,333 P$  – часть водоносного слоя грунта в пределах котлована (мощность активной зоны), м;  $P$  – высота воды в котловане до откачки, м;  $h$  – часть водоносного слоя грунта после откачки, м. (При осушении котлована  $h = 0,333P$ );  $R$  – радиус влияния, м;  $r = \sqrt{A/\pi}$  – приведенный радиус котлована, м;  $A$  – площадь котлована, м<sup>2</sup>. Величины  $H$ ,  $P$ ,  $R$ ,  $h$  и  $r$  приводятся на расчетной схеме котлована (рис. 1).

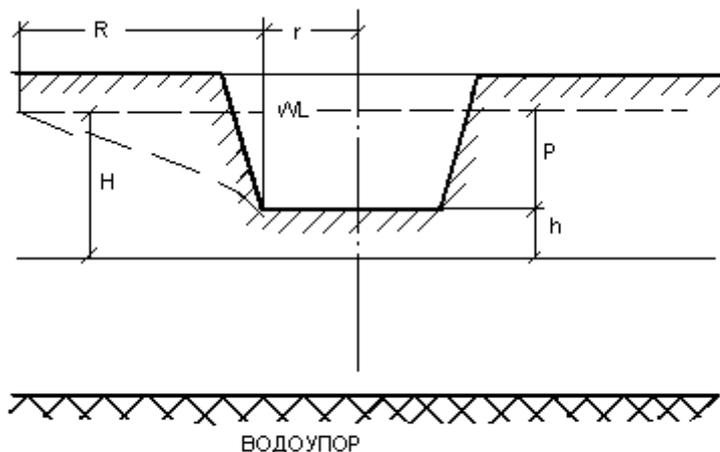


Рис. 1. Расчетная схема котлована несовершенного типа

**Задание 6.** Гидроизогипсы – линии, соединяющие точки с равными абсолютными отметками уровней подземных вод. Карта гидроизогипс – карта поверхности подземных вод. Построение гидроизогипс производят по тем же правилам, что и построение горизонталей (линий равных отметок поверхности грунта). В масштабе 1: 1000 вычерчивают план расположения скважин, обозначая их кружочками диаметром 2 мм. Схема размещения скважин (по номерам) показана на рис. 2. Расстояния между скважинами 50 м.

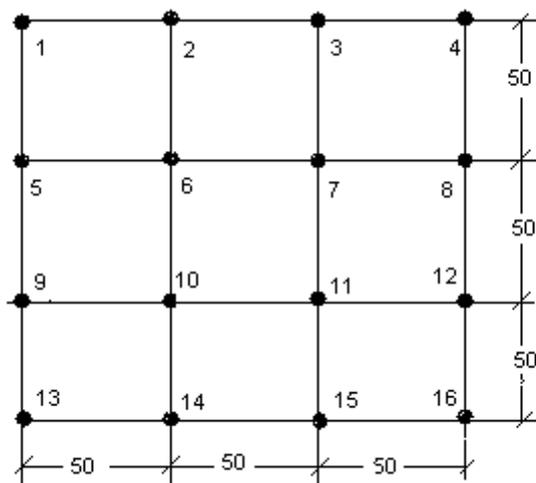


Рис. 2. Схема расположения скважин

Справа от каждой скважины записывают ее номер (в числителе) и абсолютную отметку уровня подземных вод (в знаменателе).

Далее путем интерполяции между абсолютными отметками подземных вод находят точки с абсолютными отметками, равными половине целого числа, т. к. гидроизогипсы проводят через 0,5 м. Соединив точки с одинаковыми абсолютными отметками подземных вод плавными линиями, получают гидроизогипсы. Карту гидроизогипс строят на листе формата А4.

Пример построения гидроизогипс показан на фрагменте карты (участок между скважинами 2, 3, 6, 7), приведенном на рис. 3.

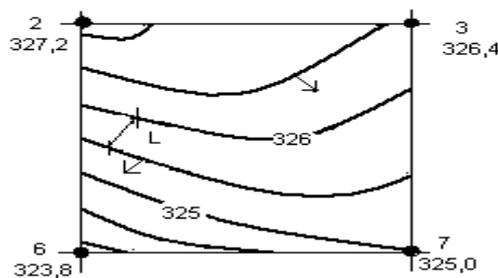


Рис. 3. Фрагмент карты гидроизогипс

Направление движения подземных вод перпендикулярно к линиям гидроизогипс. На карте гидроизогипс оно обозначается стрелками.

Для определения гидравлического градиента потока подземных вод на участке L делят разность абсолютных отметок двух смежных гидроизогипс на расстояние между ними. На рис. 3 между гидроизогипсами 326 и 325,5 м  $L = 7$  м, тогда

$$i = (326 - 325,5) / 7 = 0,071.$$

Скорость движения воды на этом участке при коэффициенте фильтрации  $k_{\phi} = 0,12$  м/сут определяют по формуле Дарси:

$$v_{\phi} = k_{\phi} \cdot i = 0,12 \cdot 0,071 = 0,086 \text{ м/сут.}$$

**Задание 7.** Правила построения инженерно-геологического разреза и инженерно-геологической колонки приводятся на примере со следующими исходными данными:

Вариант 19

№ слоя	Грунты	Абсолютные отметки устьев скважин, м				
		скв.1	скв.2	скв.3	скв.4	скв.5
		127,4	128,0	128,3	127,8	
		Мощность слоя, м				
1	Песок пылеватый $vQ_4$	2,6	—	—	1,2	3,4
2	Суглинок $a Q_4$	7,6	8,7	8,9	6,6	5,4
3	Супесь $pQ_3$	—	2,2	4,8	3,2	—
4	Песок гравелистый $a Q_3$	8,6	7,8	8,2	9,6	10,5
5	Мергель $mD_1$	0,6	0,8	0,6	0,6	0,5

Уровень подземных вод, м	10,6	11,8	13,4	13,8	13,2

Глубина сезонного промерзания грунтов 2,3 м.

Построение инженерно-геологического разреза на листе формата А4 начинают с вычерчивания профиля рельефа по линии устьев разведочных скважин (рис. 4). Для этого на горизонтальной линии (внизу чертежа линия А) обозначается местонахождение каждой скважины в соответствии с горизонтальным масштабом 1:5000. Ниже этой линии в трех строчках указываются соответственно расстояния между скважинами, номера скважин и отметки их устьев (поверхности грунта) так, как это сделано на разрезе (рис. 4). Вертикальную шкалу абсолютных отметок Б ограничивают следующим образом: максимальная верхняя отметка шкалы должна быть несколько выше самой высокой абсолютной отметки устья скважины, минимальная – ниже забоя (забой – низшая точка пробуренной скважины) самой глубокой скважины. (В примере: при максимальной отметке устья скважины 3 – 128,3 м максимальная отметка вертикальной шкалы Б принята 129 м, при минимальной отметке забоя скважины 4 – 106,5 м минимальная отметка вертикальной шкалы В принята 105 м).

Вертикальную шкалу Б (в примере от 105 до 129 м) наносят слева от скважины 1 в масштабе 1:200. Далее в местах пересечения абсолютных отметок устьев с линией скважины находят точку устья каждой скважины. Соединяя эти точки, получают профиль поверхности грунта. На вертикальные линии, соответствующие местоположению скважин, наносят короткий поперечный штрих, означающий отметку забоя пробуренной скважины. Справа от штриха записывают абсолютную отметку забоя, вычисляемую как разность между абсолютной отметкой устья и глубиной скважины, которая равна сумме мощностей слоев грунтов, пройденных этой скважиной. Ствол скважины от устья до забоя обозначают двумя вертикальными отрезками.

Для построения инженерно-геологического разреза вдоль линии каждой скважины от устья к забою (сверху вниз) размечают границы слоев грунтов в соответствии с вертикальным масштабом. Соединяют границы слоев одинаковых грунтов в соседних скважинах и заштриховывают их соответствующими условными обозначениями (прил. 2).

Если в каких-либо скважинах отдельные слои грунтов «выпадают», что связано с прерывистостью их литологического состава, то при построении разреза слой, пройденный одной или несколькими рядом расположенными скважинами и не вскрытый соседними, выклинивают, т.е. сводят его мощность к нулю. Выклинивание слоя производят на середине между двумя скважинами, в одной из которых слой вскрыт, а в другой – отсутствует.

После этого вычисляют абсолютные отметки уровней подземных вод в каждой скважине как разность между абсолютной отметкой устья и глубиной залегания уровня подземных вод и наносят их на линии скважин. Соединяют эти отметки пунктирной линией, обозначая ее WL.

Завершают построение инженерно-геологического разреза нанесением индексов, соответствующих возрасту всех выделенных в разрезе слоев грунтов и условиям их формирования. Последние принято обозначать следующим образом: m – морские отложения; c – континентальные; e – элювиальные; d – делювиальные; p – пролювиальные; a – аллювиальные; g – ледниковые; fg – водно-ледниковые; v – золовые; h – торфяные; L – лёсс и лёссовидные грунты.

Построение инженерно-геологической колонки по скважине 4 начинают с выбора масштаба чертежа. Вертикальный масштаб выбирают таким, чтобы инженерно-геологическая колонка разместилась на листе формата А4 (рис. 5).

Колонку вычерчивают сверху вниз от устья скважины (поверхности грунта) в соответствии с масштабной вертикальной шкалой. Эта шкала начинается сверху (нулевая отметка в уровне устья скважины) и заканчивается в уровне забоя скважины (рис. 5). От устья скважины на вертикальный разрез соответствующими условными обозначениями (в выбранном масштабе) наносят все слои грунтов, вскрытых этой скважиной. Ширина колонки составляет 2...5 см.

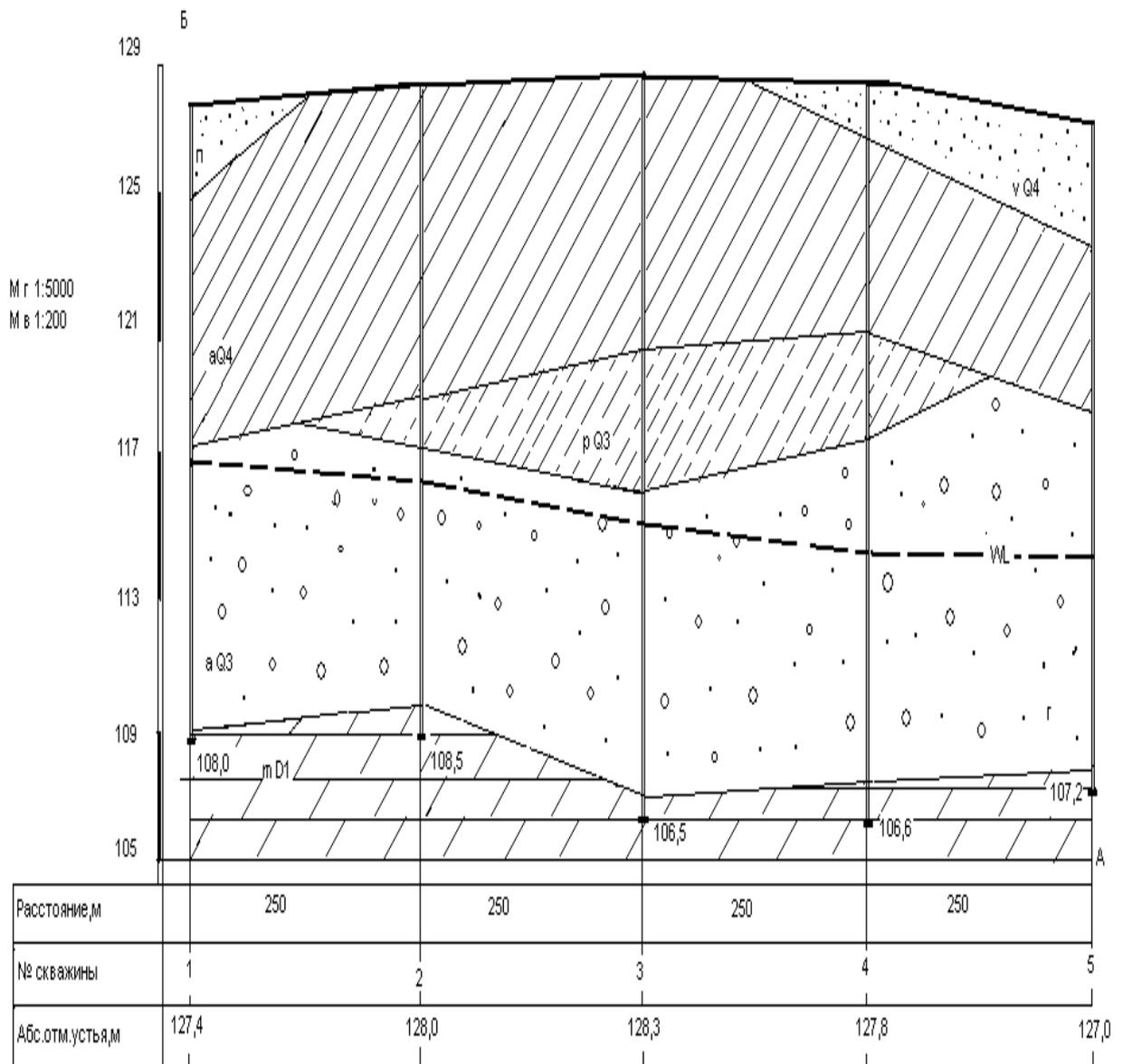
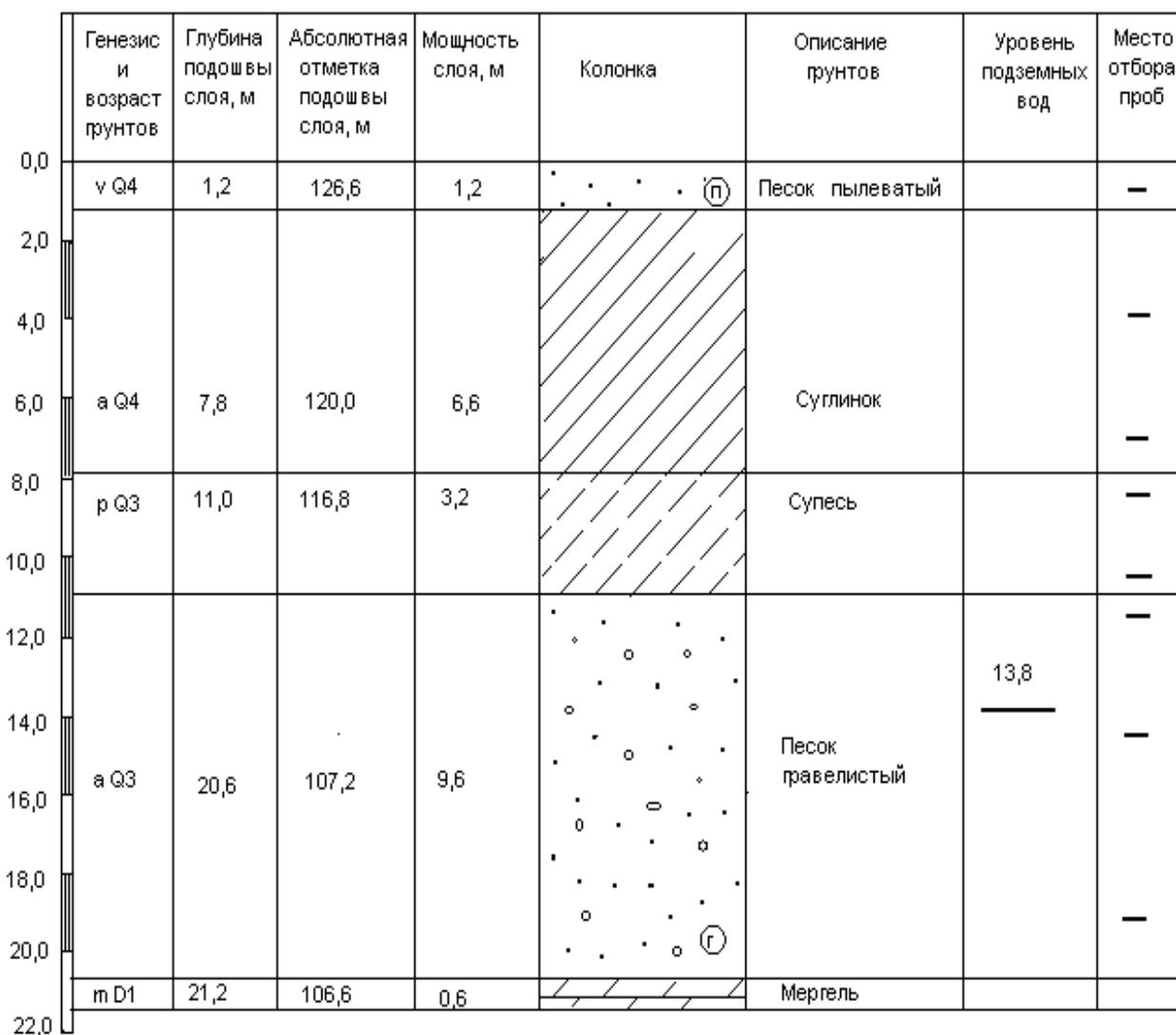


Рис. 4. Инженерно-геологический разрез

Абсолютная отметка устья скважины 4 - 127,8



М 1 : 200

Рис. 5. Инженерно-геологическая колонка

Слева от колонки в специальных графах указывают индексами условия образования (генезис) и возраст грунтов, глубину расположения и абсолютные отметки подошвы каждого слоя грунта, а также его мощность.

Справа от колонки дается описание грунтов каждого слоя.

Над колонкой проставляется абсолютная отметка устья скважины.

Характеристика инженерно-геологических условий участка строительства должна включать в себя описание грунтов и условий их залегания, оценку гидрогеологических особенностей и инженерно-геологических процессов, которые могут быть неблагоприятны при строительстве и эксплуатации зданий

и сооружений на этом участке, а также мероприятия, устраняющие вредное влияние геологических факторов.

Рассмотрим участок строительства, инженерно-геологический разрез которого приводится на рис. 4.

Участок строительства сложен грунтами четвертичного возраста: песками пылеватыми, суглинками, супесями, песками гравелистыми, которые подстилаются мергелями девонского возраста. Грунты залегают слабонаклонными слоями, пески пылеватые и супеси выклиниваются.

На глубине 10,6 - 13,8 м в песке гравелистом располагается уровень подземных вод. Зона аэрации сложена эоловыми пылеватыми песками мощностью до 3,4 м, суглинком аллювиальным мощностью до 8,9 м, а также супесью пролювиальной мощностью до 4,8 м. Эоловые пески отличаются большой подвижностью и могут выдуваться вблизи сооружений и из-под них. Суглинки аллювиальных отложений имеют низкий коэффициент фильтрации и большую высоту капиллярного поднятия воды, поэтому в период обильных дождей или при утечке воды из водопровода в суглинках может сформироваться верховодка, которая осложнит производство земляных работ при строительстве и может вызвать подтопление подземных частей зданий при эксплуатации. Опасным может быть и морозное пучение суглинков.

Основными мероприятиями, устраняющими вредное влияние этих факторов, являются предохранение грунтов от увлажнения и промерзания во время строительства и закладка фундаментов зданий ниже глубины сезонного промерзания грунтов.

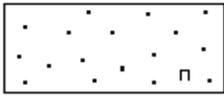
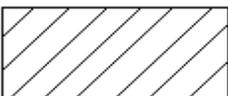
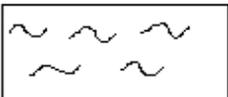
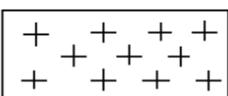
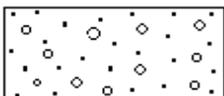
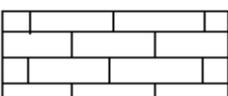
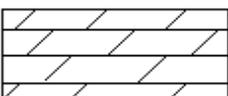
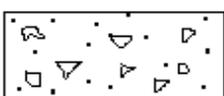
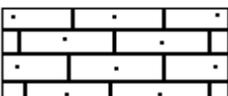
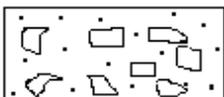
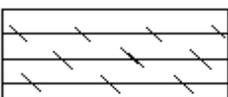
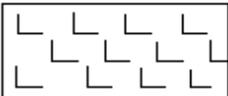
### **Список рекомендуемой литературы**

1. СНиП11 – 02 – 96. Инженерные изыскания для строительства/ Минстрой России. М., 1997. 105 с.
2. ГОСТ 25100-95. Грунты. Классификация. М.: Изд-во стандартов, 1995. 31 с.
3. Передельский Л.В. Инженерная геология. Ростов н/Д.: Феникс, 2009. 460 с.
4. Ананьев В.П. Инженерная геология / В.П. Ананьев, А.Д. Потапов. М.: Высш. шк., 2009. 460 с.
5. Ананьев В.П. Специальная инженерная геология. М.: ВШ. 2008. 263 с.
6. СНиП 22-02-2003. Инженерная защита территорий, зданий и сооружений от опасных геологических процессов. Росстрой. М.: 2004. 50 с.

### Классификация природных грунтов

Класс	Группа	Подгруппа		Вид	
Скальные (с жесткими структурными связями – кристаллизационными и цементационными)	Скальные	Магматические	Интрузивные	Граниты, сиениты, габбро	
			Эффузивные	Обсидианы, порфириты, базальты, диабазы	
		Метаморфические		Гнейсы, сланцы, кварциты, мраморы	
	Полускальные	Осадочные		Конгломераты, брекчии, гравелиты, дресвелиты, песчаники, известняки,	
Песчаники, алевролиты, аргиллиты, мергели, известняки, ангидриты, гипсы, галиты					
Дисперсные (с водно-коллоидными и механическими связями)	Связные	Осадочные		Глинистые	Супеси, суглинки, глины
				Илы	
	Торфы				
	Несвязные			Крупнообломочные	Валунные, глыбовые, галечниковые, щебенистые, гравийные, дресвяные
					Пески

Условные обозначения грунтов

	Почвенно-растительный грунт		Супесь
	Песок пылеватый п		Суглинок
	Песок мелкий м		Глина
	Песок средней крупности с		Лёсс и лёссовидные грунты
	Песок крупный к		Торф
	Песок гравелистый г		Ил
	Песок дресвельистый д		Грунты магматические и метаморфические
	Гравийный грунт г		Известняк
	Галечниковый грунт г		Мергель
	Дресвельный грунт д		Песчаник
	Щебенистый грунт щ		Аргиллит и алевролит
	Насыпной грунт		Грунты скальные осадочные (кроме известняка, мергеля, песчаника, аргиллита и алевролита)

## Оглавление

Программа дисциплины.....	3
Задания для выполнения самостоятельной работы.....	5
Методические указания для самостоятельной работы.....	22
Список рекомендуемой литературы .....	29
Приложение 1. Классификация природных грунтов.....	30
Приложение 2. Условные обозначения грунтов.....	31