

**Министерство образования, науки, молодежи и спорта
Украины**

**ХАРЬКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ СТРОИТЕЛЬСТВА И АРХИТЕКТУРЫ**

Специальности:

6.060101

6.060103

6.040106

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к выполнению практических работ

по дисциплинам:

**«ГЕОЛОГИЯ И ГИДРОГЕОЛОГИЯ», «ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ»,
«ИНЖЕНЕРНЫЕ ИЗЫСКАНИЯ»**

Харьков 2011

Министерство образования, науки, молодежи и спорта Украины

**ХАРЬКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ СТРОИТЕЛЬСТВА И АРХИТЕКТУРЫ**

Направление подготовки:

6.060101

6.040106

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к выполнению практических работ

по дисциплинам:

**«ГЕОЛОГИЯ И ГИДРОГЕОЛОГИЯ», «ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ»,
«ИНЖЕНЕРНЫЕ ИЗЫСКАНИЯ»**

Утверждено на заседании
кафедры геотехники
и подземных сооружений
Протокол № 9 от 14.03. 2011г.

Харьков 2011

Методические указания к выполнению практических и лабораторных работ по дисциплинам: «Геология и гидрогеология», «Инженерная геология», «Инженерные изыскания» для студентов-иностранцев направлений подготовки: 6.060101 Строительство; 6.040106 Экология, охрана окружающей среды и сбалансированное природопользование / Составители: В.Ю. Егупов, А.И. Бондаренко, А.В. Самородов, И.В. Храпатова, А.В. Убийвовк. – Харьков, ХГТУСА, 2011. – 92 с.

Рецензент А.Д. Дионисьев-Македонский

Кафедра геотехники и подземных сооружений

ВВЕДЕНИЕ

Целью изучения дисциплин геологического цикла является выработка у студентов навыков оценки геологических, инженерно-геологических и гидрогеологических условий застраиваемой территории по данным инженерных изысканий.

В результате изучения дисциплины студент должен:

Знать:

- генетическую классификацию минералов и горных пород;
- общую классификацию грунтов;
- методы определения показателей физико-механических свойств грунтов;
- виды подземных вод, условия их расположения и движения, химический состав;
- виды и особенности опасных инженерно-геологических процессов и явлений;
- состав изыскательских работ и их назначение.

Уметь:

- определять минералы и горные породы по внешним признакам;
- рассчитывать показатели физико-механических свойств грунтов и классифицировать грунты согласно этих показателей;
- строить инженерно-геологические разрезы и карту гидроизогипс.
- давать оценку инженерно-геологическим и гидрогеологическим условиям территории строительства и прогнозировать развитие опасных процессов и явлений.

Дисциплина базируется на знании геологических наук, физики, химии, математике, геодезии.

Приобретенные навыки будут далее использоваться во время выполнения курсовых работ и непосредственно в дипломном проектировании.

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Применение современных методов строительства позволяет осваивать даже очень неблагоприятные по геоморфологическим условиям участки, однако это требует больших дополнительных капиталовложений. Для оценки целесообразности таких затрат и установления объема необходимых для освоения территории инженерных мероприятий проводятся инженерно-геологические и гидрогеологические изыскания.

Результаты изысканий позволяют установить геологические, инженерно-геологические условия возведения различных зданий и сооружений (гражданских, промышленных, гидротехнических и др.), сопоставить отдельные участки по этим условиям, определить возможное влияние сооружений на состояние и свойства грунтов оснований. Таким образом, появляется возможность принять обоснованные проектные решения и осуществить инженерные мероприятия, обеспечивающие устойчивость и эксплуатационную надежность зданий и сооружений.

2 ОСНОВЫ МИНЕРАЛОГИИ И ПЕТРОГРАФИИ

2.1 Описание и определение минералов

В данном разделе приведены основные сведения о минералах, их классификации и основных физических свойствах, дана методика описания и определения породообразующих минералов по внешним признакам.

2.1.1 Основные сведения о минералах и их генезисе

Минералы – это природные тела, относительно однородные по химическому составу и физическим свойствам, образующиеся в недрах земной коры или на ее поверхности в результате всевозможных физико-химических процессов.

Верхние слои земной коры (литосферы), сложены горными породами и отдельно встречающимися минералами. Горные породы состоят из минералов, например, состав гранита – кварц, ортоклаз, микроклин, плагиоклазы, биотит, роговая обманка; глины – монтмориллонит, каолинит, гидрослюда и т.д.

По генезису (происхождению) минералы делят на эндогенные, экзогенные и метаморфические. Минералы, образовавшиеся внутри Земли при высоких температурах и давлениях в результате магматических процессов, называются эндогенными; образовавшиеся на поверхности Земли при низких температурах и давлении – экзогенными; а при процессе перерождения (метаморфическом процессе) в недрах Земли минералов различного генезиса в результате воздействия на них таких факторов метаморфизма, как высокая температура, давление и химически активные вещества, – метаморфическими.

В составе верхних слоев земной коры в настоящее время известно более 3500 минералов. Однако главную роль в образовании горных пород играют около 50 минералов, которые называются породообразующими. Остальные называются редкими или акцессорными.

2.1.2 Классификация минералов

Наибольшее распространение имеет классификация, в основе которой – химический состав и кристаллохимические признаки минералов. По этой классификации все минералы подразделяют на 12 классов: силикаты, карбонаты, оксиды, гидроксиды, сульфиды, сульфаты, галоиды, фосфаты, вольфраматы, арсенаты, молибдаты, самородные элементы.

Главные породообразующие минералы принадлежат к силикатам, карбонатам, оксидам и гидроксидам, сульфатам, галоидам.

Силикаты – наиболее многочисленный класс, содержит до 800 минералов. По некоторой общности состава и строения силикаты подразделяются на группы: полевые шпаты (ортоклаз, альбит, лабрадор), пироксены (авгит), амфиболы (роговая обманка, актинолит), слюды (мусковит, биотит), хлориты

(хлорит), тальки (тальк), оливины (оливин, серпентин), глинистые минералы (каолинит, монтмориллонит, глауконит).

Карбонаты – это минералы соли угольной кислоты. К этому классу относится до 80 минералов (кальцит, доломит, магнезит).

Оксиды и гидроксиды – эти два класса объединяют свыше 200 минералов (опал, лимонит, магнетит, гематит, корунд).

Сульфаты – это минералы – соли серной кислоты. класс объединяет до 260 минералов (гипс, ангидрит, мирабилит).

Сульфиды – это минералы – соли сероводородной кислоты. Класс насчитывает около 200 минералов (пирит, галенит, киноварь). В виде примеси пирит встречается во многих горных породах. В зоне выветривания пирит сравнительно легко разрушается с образованием серной кислоты. Поэтому его присутствие снижает качество строительных материалов.

Галоиды объединяют около 100 минералов. По химическому составу – это соединения хлора, фтора, кальция, натрия и калия (галит, флюорит, сильвин). Минералы чаще всего светлые и прозрачные, многие растворяются в воде.

Фосфаты – это минералы – соли фосфорных кислот. К фосфатам относятся около 350 минералов (апатит, фосфорит, вивианит).

Вольфраматы – минералы – соли вольфрамовой кислоты (вольфрамит).

Арсенаты – соединения мышьяка (As).

Молибдаты – соединения молибдена (Mo).

Самородные элементы – это минералы, представляющие собой простые тела, находящиеся в природе в свободном состоянии: металлоиды (алмаз, графит, сера), металлы – самородная медь, серебро, золото.

2.1.3 Физические свойства породообразующих минералов

Существует много способов определения минералов (рентгеноскопический, химический, микроскопический, электронно-микроскопический, спектральный и т.д.). Для этих способов требуется дорогое и сложное оборудование, специальные лаборатории и т.д. Однако подавляющее количество породообразующих минералов можно определить значительно проще - по внешним признакам. Для этого надо знать их физические свойства.

Основные физические свойства: форма кристаллов или агрегатов, цвет, блеск, прозрачность, твердость, спайность, излом и т.д.

Форма. Минералы в виде хорошо ограненных кристаллов встречаются редко, особенно в составе горных пород. Внешний осмотр боковых граней, кристалла или плоскостей спайности иногда позволяет охарактеризовать форму кристаллической решетки минерала. Среди породообразующих минералов различают следующие формы кристаллов: кубики (галит, пирит), ромбоэдры (кальцит, доломит), шестигранные призмы с пирамидальными вершинами (кварц), восьмигранные призмы (оливин), столбики игольчатой формы (роговая обманка), призматические пластинки и столбики раздвоенные вверху (гипс), таблитчатая и листовая форма (хлорит, слюда) и др.

Цвет у многих минералов строго постоянный. Например, малахит и глауконит – зеленый, альбит – белый, магнетит – черный и т.д. Однако целый ряд минералов, в зависимости от имеющихся примесей, имеет различный цвет (кварц – белый, фиолетовый, серый и т.д.; авгит – зеленый, бурый, черный; кальцит – белый, бесцветный, желтоватый). Все минералы по цвету условно можно разделить на две группы: светлые (гипс, кальцит, полевые шпаты и др.) и темные (магнетит, роговая обманка и др.).

Прозрачность – это способность минералов пропускать через себя свет. По прозрачности минералы обычно подразделяют на три группы: *прозрачные* (горный хрусталь, мусковит и др.), *полупрозрачные* (гипс, халцедон и др.), *непрозрачные* (магнетит, пирит и др.) Многие минералы становятся прозрачными лишь в тонких пластинках.

Блеск – это способность минералов отражать свет своей поверхностью. По блеску различают минералы с металлическим и неметаллическим блеском. *Металлический* блеск свойствен металлам и другим непрозрачным минералам (магнетит, пирит и др.). У минералов с неметаллическим блеском различают еще несколько видов блеска: *стеклянный* (кварц, гипс, кальцит), *жирный* (тальк), *перламутровый* (слюда), *алмазный* (алмаз), *матовый* (лимонит) и др.

Твердость – одно из основных свойств минералов, по которому их различают. Это способность минералов противостоять внешнему механическому воздействию, в частности царапанию. Определяют твердость минералов при царапании их другими минералами, твердость которых известна. Минералы с известной и постоянной твердостью, принятые за эталон при определении твердости других минералов, образуют шкалу Мооса (таблица 2.1).

Таблица 2.1 – Шкала твердости Мооса

Минералы - эталоны	Твердость по Моосу	Упрощенное испытание твердости минерала
Тальк	1	Царапается мягким карандашом, шелушится ногтем
Гипс	2	Царапается ногтем
Кальцит	3	Царапается медной монетой
Флюорит	4	Царапается гвоздем
Апатит	5	Царапается стеклом
Ортоклиз	6	Царапается лезвием стального ножа
Кварц	7	Царапается напильником
Топаз	8	Минералы твердостью 8-10 среди породообразующих не встречаются
Корунд	9	
Алмаз	10	

Спайность – это способность кристаллических минералов раскалываться или расщепляться по строго определенным (кристаллографическим) направлениям, образуя ровные, часто зеркальноблестящие поверхности, называемые плоскостями спайности. Спайность может проявляться по одному или нескольким направлениям. Выделяют минералы со следующими видами спайности: *весьма совершенная*, когда минералы очень легко при нажиме ногтем раскалываются на тонкие листочки или на пластинки (слюды); *совершенная*, если при ударе минерал раскалывается на гладкие параллельные пластинки, кубики (галит, кальцит); *несовершенная*, когда при раскалывании минерала преобладают поверхности с неровным изломом, плоскости спайности на обломках обнаруживаются с трудом (апатит); *весьма несовершенная*, если минерал практически не имеет спайности (кварц).

Излом – это вид поверхности, образующийся при раскалывании минерала не по плоскости спайности (т.е. излом характеризует поверхность разрыва минерала). Если минерал характеризуется спайностью в трех направлениях, то излом у него совпадет со спайностью. У различных минералов различают изломы: *ровный*, *неровный*, *землистый*, *зернистый*, *игольчатый*, *занозистый*, *раковистый* и др.

Плотность (т.е. масса единицы объема) минералов колеблется от 0,6 до 21 г/см³. По плотности минералы можно разделить на три группы: *малой плотности* - до 2,5 г/см³ (гипс), *средней плотности* - 2,5-4 г/см³ (кварц, слюда), *высокой плотности* – больше 4 г/см³ (барит, рудные минералы).

Реакция с соляной кислотой (HCl). Если при взаимодействии с HCl возникает реакция с выделением углекислого газа (процесс сопровождается возникновением пузырьков на поверхности капли кислоты), то исследуемый минерал относится к классу карбонатов.

В таблице 2.2 приведен журнал описания основных физических характеристик минералов.

Таблица 2.2 – Журнал описания и определения минералов

№ п/п	Характеристики	Образец 1	Образец 2
1	2	3	4
1	Состояние (аморфное или кристаллическое)		
2	Форма кристаллов или агрегатов		
3	Цвет		
4	Прозрачность		
5	Блеск		
6	Твердость по Моосу		
7	Спайность		
8	Излом		
9	Группа по плотности		
10	Реакция с HCl		
11	Специфические свойства		

12	Название		
13	Минерал породообразующий или акцессорный		
14	Класс		
15	Группа		

Продолжение таблицы 2.2

7

1	2	3	4
16	Химический состав		
17	Генезис		
18	Применение		

2.1.4 Пример описания минералов

В таблице 2.3 приведен пример журнала описания и определения минералов.

Таблица 2.3 – Журнал описания и определения минералов

№ п/п	Характеристики	Образец 1	Образец 2
1	2	3	4
1	Состояние (аморфное или кристаллическое)	кристаллическое	кристаллическое
2	Форма кристаллов или агрегатов	кубическая, часто образует сплошные плотные зернистые массы	ромбическая, но кристаллы редки
3	Цвет	белый	оливково-зеленый, бурый, иногда черный
4	Прозрачность	полупрозрачный	непрозрачный
5	Блеск	стеклянный	стеклянный, иногда жирный
6	Твердость по Моосу	Мягкий с твердостью 2	твердый, твердость от 6,5 до 7,0
7	Спайность	совершенная в трех направлениях	несовершенная
8	Излом	неровный	раковистый
9	Группа по плотности	малой плотности	высокой плотности
10	Реакция с HCl	Не реагирует	Не реагирует
11	Специфические свойства	Хорошо растворим в воде, имеет горько-соленый вкус	хрупкий
12	Название	Сильвин	Ольвин
13	Минерал породообразующий или	породообразующий	породообразующий

	аксессуарный		
14	Класс	галоиды	силикаты
15	Группа	хлориды	Оливина (островные силикаты)

Продолжение таблицы 2.3

1	2	3	4
16	Химический состав	КСI	$(Mg, Fe)_2 \cdot [SiO]_4$
17	Генезис	осадочный, образуется как химический осадок в морских и озерных водоемах.	магматический
18	Применение	Используется в химической, стекольной и лакокрасочной промышленности, в мыловарении и медицине.	Оливин применяется для изготовления огнеупоров, прозрачная разновидность оливина (хризолит) используется в ювелирном деле в качестве драгоценного камня.

2.2 Описание и определение горных пород

В данном разделе приведены основные сведения о горных породах, условиях их образования, существующих генетических классификациях, составе, свойствах, текстурно-структурных признаках, применении в строительстве, дана методика описания и определения горных пород по внешним признакам.

2.2.1 Генетическая классификация и основные диагностические признаки горных пород

Горные породы – это закономерные сочетания минералов. Образуются они в результате разнообразных геологических процессов и составляют земную кору (литосферу). Горные породы образуют в земной коре определенные геологические тела – пласты, слои, жилы, батолиты, потоки, покровы и т.д. Всего горных пород около 1000 видов и разновидностей.

По генезису (происхождению) горные породы делятся на три группы: магматические, осадочные и метаморфические.

Магматические горные породы образуются в результате застывания магмы – сложного силикатного расплава, поднимающегося из верхних слоев

мантии Земли. Поднимаясь вверх, магматический расплав затвердевает как внутри земной коры, так и на ее поверхности, образуя магматические горные породы.

Осадочные горные породы образуются на земной поверхности или вблизи нее в условиях относительно низких температур и давлений: 1) из продуктов разрушения ранее образованных горных пород; 2) в результате жизнедеятельности организмов; 3) путем выпадения солей из перенасыщенных водных растворов.

Метаморфические горные породы образуются в глубоких зонах земной коры в результате существенного изменения (метаморфизма) магматических и осадочных пород под влиянием высоких температур, высокого давления и химически активных веществ.

Горные породы всех трех групп различаются по совокупности их характеристик: минеральному составу, цвету, структуре и текстуре, которые служат основными показателями тех или иных горных пород при их описании и определении макроскопическим способом.

Каждая горная порода характеризуется определенным минеральным составом. Горная порода может состоять из одного минерала (каменная соль, гипс, доломит), но чаще – из нескольких минералов (гранит, глина, гнейс).

Цвет породы зависит от цвета входящих в породу минералов и рассеянных в ней примесей.

Важные диагностические характеристики горных пород – их структура и текстура.

Структура характеризует внутреннее строение горной породы, обусловленное формой, размерами и степенью кристаллизации слагающих горную породу минералов или минеральных агрегатов (полнокристаллическая, обломочная, оолитовая и др.).

Текстура характеризует внешний вид породы, она обуславливается пространственным распределением минералов или их агрегатов в породе (массивная, слоистая, пятнистая, шлаковая и др.).

2.2.2. Магматические горные породы

Магматические горные породы представлены из 600 различных видов и разновидностей. Все они образовались в результате застывания магмы. Но по условиям застывания магмы магматические горные породы подразделяются на интрузивные (глубинные) и эффузивные (излившиеся).

Интрузивные магматические горные породы образуются в тех случаях, когда магма, продвигаясь по разломам земной коры, застывает в ее недрах, без прорыва на поверхность Земли (гранит, габбро, сиенит). Эти породы образуются в условиях высокого давления, медленного и равномерного остывания. В этом случае происходит полная раскристаллизация магмы и образуются плотные, массивные, полнокристаллические породы, залегающие крупными массивами.

Эффузивные магматические породы образуются в тех случаях, когда магма достигает поверхности Земли и разливается потоками лавы (базальт, трахит). Застывание магмы в этом случае происходит при низком давлении и температуре, при быстрой отдаче теплоты и газовых компонентов. В этом случае возникают поры с обилием аморфного стекла, часто с большой пористостью.

При определении структуры у магматических пород из трех ее факторов (форма, размеры и степень кристаллизации минералов) предпочтение отдается степени кристаллизации. По этому признаку в магматических горных породах выделяют следующие структуры, которые характерны: полнокристаллическая и крупнозернистая – для интрузивных пород; скрытокристаллическая (зерна видны под микроскопом) – преимущественно для эффузивных пород; порфировая (основная масса аморфная, и в ней содержатся крупные кристаллы) – для эффузивных пород; порфировидная (основная масса представлена мелко – и среднезернистыми кристаллами, и в ней выделяются крупные кристаллы) – для интрузивных пород.

Текстуры у магматических пород различают следующие: массивная – равномерное плотное расположение зерен минералов или плотные бесструктурные стекла; пятнистая – неправильное чередование светлых и темных минералов; шлаковая (пузырчатая) – наличие в породе пустот; миндалекаменная – пустоты в породе заполнены вторичными минералами (опал, халцедон); флюидальная – в породах видны следы течения излившейся магмы; полосчатая – чередование относительно тонких полос, различающихся по минеральному составу, цвету, крупности.

В таблице 2.4 приведен журнал описания магматических горных пород по внешним признакам.

Таблица 2.4 – Журнал описания магматических горных пород по внешним признакам

п/п	Характеристики	Образец 1	Образец 2
	Название горной породы		
	Генетическая подгруппа		
	Цвет		
	Структура		
	Текстура		
	Минеральный состав		
	Группа по SiO ₂		
	Применение в строительстве и промышленности		

2.2.3 Пример описания магматических горных пород по внешним признакам

В таблице 2.5 приведен пример журнала описания магматических горных пород по внешним признакам.

Таблица 2.5 – Журнал описания магматических горных пород по внешним признакам

№ п/п	Характеристики	Образец 1	Образец 2
1	2	3	4

Продолжение таблицы 2.5

1	2	3	4
1	Название горной породы	Перидотит	Диабаз
2	Генетическая подгруппа	интрузивная	эффузивная
3	Цвет	темно-серый, черный, темно-зеленый	серый
4	Структура	полнокристаллическая	Порфировая, скрытокристаллическая
5	Текстура	массивная	массивная
6	Минеральный состав	оливин, авгит, в виде примесей присутствуют часто роговая обманка, магнетит и др. минералы	Лабрадор, авгит, роговая обманка, реже оливин и биотит
7	Группа по SiO ₂	ультраосновная	основная
8	Применение в строительстве и промышленности	Применение в качестве естественного строительного камня незначительно. Иногда применяется как поделочный камень и для внутренней отделки зданий.	Строительный и облицовочный материал; в каменно-литейной промышленности, а также в качестве дорожного камня, щебня и т.д.

2.2.4 Осадочные горные породы

Осадочные породы – это продукты разрушения любых других пород, жизнедеятельности организмов и выпадения из воздушной или водной среды материалов любого происхождения (во всех случаях при поверхностных температурах и давлениях). Они образуются на поверхности Земли или в самых верхних частях литосферы в результате разнообразных геологических процессов.

Разрушение пород в поверхностных частях литосферы происходит в результате физического выветривания (колебания температуры, расклинивания трещин замерзшей водой и т.д.), тесно связанного с химическим и биологическим выветриванием (действие водных растворов, различных солей,

кислот, организмов, атмосферы). Продукты разрушения, переносятся водой, ветром и частично льдом, отлагаются как в стоячей, так и проточной воде разных водоемов и на поверхности суши.

При этом группу осадочных пород по происхождению можно разделить на три подгруппы: обломочные, химические, органические.

В обломочных осадочных породах с учетом размера частиц выделяют такие группы структур:

- грубообломочная – диаметр зерен ≥ 2 мм;
- среднеобломочная – 2 – 0,05 мм;
- мелкообломочная – 0,05 – 0,005 мм;
- тонкообломочная – $< 0,005$ мм.

В химических осадочных породах по степени кристалличности вещества выделяют кристаллические, полукристаллические и аморфные структуры; по форме кристаллов оолитовая, игольчатая, волокнистая, таблитчатая и др.

В органических осадочных породах различают макроорганогенные, детритусовые и микроорганогенные структуры.

Макроорганогенные структуры характерны для пород, состоящих из целых, хорошо различных визуально остатков организмов животных и растений. Они могут подразделяться на ряд структур, выделяемых по характеру органических остатков: цельнораковинные, коралловые и т.д.

Детритусовые структуры определяют строение пород, состоящих из обломков, обрывков, остатков организмов животных и растений.

Микроорганогенные структуры характерны для пород, состоящих из микроскопических остатков организмов животного и растительного происхождения.

К основным текстурам осадочных пород относятся:

- *беспорядочная* – составные части породы расположены хаотично;
- *гнездовая* – составные части породы расположены отдельными гнездами;
- *псевдопорфировая* – небольшое количество обломочного материала расположено в мелкоземистой основной части породы;
- *однородная (плотная)* – материал породы распределен в ее объеме равномерно;
- *слоистая, косослоистая* – материал породы расположен в виде горизонтальных или косозалегающих слоев;
- *плойчатая* – слои волнообразно изгибаются;
- *пористая* – в породе содержатся поры, не различимые глазом;
- *кавернозная* – в породах содержатся пустоты, определяемые визуально;
- *сыпучая* – характерна для сыпучих рыхлых и песчаных пород.

В таблице 2.6 приведен журнал описания осадочных горных пород по внешним признакам.

Таблица 2.6 – Журнал описания осадочных горных пород по внешним признакам

№ п/п	Характеристики	Образец 1	Образец 2
1	2	3	4

1	Название горной породы		
2	Подгруппа		
3	Цвет		
4	Структурно- текстурные признаки		
5	Реакция с HCL		

Продолжение таблицы 2.6

1	2	3	4
6	Минеральный состав		
7	Применение в строительстве и промышленности		

2.2.5 Пример описания осадочных горных пород по внешним признакам

В таблице 2.7 приведен пример журнала описания осадочных горных пород по внешним признакам.

Таблица 2.7 – Журнал описания осадочных горных пород по внешним признакам

п/п	Характеристики	Образец 1	Образец 2
	Название горной породы	Брекчия	Известняк-ракушечник
	Подгруппа	обломочная (грубообломочная)	органогенные
	Цвет	светло-бурый, серый, черный, желтый и т.д.	Желтый, белый, оранжевый
	Структура	грубообломочная	Макроорганогенная, раковинная
	Текстура	беспорядочная или слоистая	слоистая
	Реакция с HCL	Не реагирует	Бурно вскипает
	Минеральный состав	Состоит из неокатанных обломков пород различного минералогического состава.	Кальцит, раковины
	Применение в строительстве и промышленности	Используется в качестве строительного и облицовочного камня.	Облицовочный материал; заполнитель легких бетонов;

			изготовление известки и цемента
--	--	--	------------------------------------

2.2.6 Метаморфические горные породы

Метаморфические горные породы образуются в результате коренного преобразования ранее существовавших магматических и осадочных пород под влиянием процесса метаморфизма (преобразования горных пород под влиянием высоких температуры, давления, химически активных веществ).

В зависимости от преобладания тех или иных факторов в ходе преобразования исходной породы выделяют следующие основные типы метаморфизма: контактовый (контактный), динамический (динамометаморфизм), региональный, гидротермальный и пневматолитовый.

Процесс контактового метаморфизма состоит в существенном видоизменении исходной породы под действием преимущественно высокой температуры (850 - 1000 °С) и сравнительно низкого давления. Протекает этот процесс в зоне контакта магматических и вмещающих пород. Образуются: кварцит, роговики, скарны, мрамор, яшма, графит.

Процесс динамического метаморфизма заключается в существенном видоизменении исходной породы под действием преимущественно высокого давления без участия магмы. Динамометаморфизм происходит в верхних зонах земной коры в результате давления толщ вышележащих пород или тектонических горообразовательных процессов, вызывающих разрывы в земной коре и перемещение по ним отдельных слоев (тектонические брекчии, милониты, глинистые сланцы).

Процесс регионального метаморфизма состоит в существенном видоизменении исходной породы в результате совместного воздействия на нее высоких температур и давлений магматического расплава, а также химически активных веществ. Существенной особенностью регионального метаморфизма является то, что он охватывает огромные пространства в земной коре и наиболее интенсивно протекает на глубине 6-8 км (гнейсы, кристаллические сланцы, филлиты).

Процесс пневматолитово-гидротермального метаморфизма состоит в существенном видоизменении исходной породы в результате воздействия на нее летучих компонентов, которые реагируют с встречающимися на их пути минералами и замещают их полностью или частично (пневматолитовый метаморфизм), а также воздействия на исходную породу термальных минеральных растворов при температуре до 400 °С (гидротермальный метаморфизм).

В таблице 2.8 приведен журнал описания метаморфических горных пород по внешним признакам.

Таблица 2.8 – Журнал описания метаморфических горных пород по внешним признакам

№ п/п	Характеристики	Образец 1	Образец 2
----------	----------------	--------------	--------------

1	2	3	4
1	Название горной породы		
2	Подгруппа		
3	Цвет		
4	Блеск		
5	Структура		

Продолжение таблицы 2.8

15

6	Текстура		
7	Минеральный состав		
8	Применение в строительстве		

2.2.7 Пример описания метаморфических горных пород по внешним признакам

В таблице 2.9 приведен пример журнала описания метаморфических горных пород по внешним признакам.

Таблица 2.9 – Журнал описания метаморфических горных пород по внешним признакам

№ п/п	Характеристики	Образец 1	Образец 2
1	Название горной породы	Филлит	Амфиболит
2	Подгруппа	Сланцеватая	Сланцеватая и массивная
3	Цвет	красный, черный, зеленый, серый	Черно-серый
4	Блеск	матовый	Стеглянный, металлический
5	Структура	скрыточешуйчатая,	Зернисто-кристаллическая
6	Текстура	тонкосланцеватая	Сланцеватая или массивная
7	Минеральный состав	кварц, серицит, хлорит, биотит, альбит, глинистые минералы	Сиенит, габбро, диорит, роговая обманка, кварц, средний плагиоклаз
8	Применение в строительстве	Применяется в качестве кровельного материала	В качестве щебня и бутового камня

Варианты заданий приведены в прил.А и Б.

Контрольные вопросы к разделу 2

- 1 Дать определение минералов и горных пород.
- 2 По каким признакам определяются минералы?
- 3 Назвать генетическую классификацию горных пород.
- 4 Какие диагностические признаки горных пород:
 - магматических,
 - осадочных,
 - метаморфических.

3. ОСНОВЫ ГРУНТОВЕДЕНИЯ. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОЛНОГО КЛАССИФИКАЦИОННОГО НАИМЕНОВАНИЯ ГРУНТОВ

Грунтами называются любые горные пород, почвы, твердые отходы производственной и хозяйственной деятельности человека, представляющие собой многокомпонентную систему, изменяющуюся во времени и используемую как основание, среду для сооружений или строительные материалы.

Для целей строительства грунты подразделяются на 4 класса:

- природные скальные;
- природные дисперсные (нескальные);
- природные мерзлые;
- техногенные.

В данной работе рассматриваются только скальные и нескальные грунты как наиболее распространенные и используемые для целей строительства.

3.1 Определение класса грунта

1 Скальные грунты – грунты с жесткими структурными связями между частицами (кристаллизационными, цементационными и др.), например, гранит, известняк, песчаник.

2 Нескальные грунты – грунты без жестких структурных связей, например, рыхлые: песок, гравий, щебень и др. К нескальным грунтам также относятся грунты со слабыми коллоидными связями – связные пылевато-глинистые грунты: глина, суглинок, супесь и др.

К скальным грунтам, в большинстве своем, относятся породы магматического (гранит, базальт, габбро и др.) и метаморфического (мрамор, гнейс и др.) происхождения, а также сцементированные осадочные породы (известняк, песчаник, доломит, мел и др.), связи между частицами которых приобрели жесткую структуру с помощью различных видов природных цементов (кремнистый, карбонатный, железистый, сульфатный, глинистый).

Нескальные грунты представляют собой обычно продукты выветривания скальных грунтов различной степени крупности:

- 1 крупнообломочные (валуны, щебень и др.);
- 2 песчаные различной крупности (пески крупнозернистые, пески среднезернистые и др.);
- 3 пылевато-глинистые (супеси, суглинки и глины).

В целом скальные грунты отличаются повышенной прочностью, стойкостью к разрушению, большей плотностью, поэтому являются надежными основаниями зданий и сооружений.

Использование грунтов в инженерных целях предполагает знание их физико-механических свойств, которые описываются их полным классификационным наименованием.

3.2 Определение полного классификационного наименования скальных грунтов

3.2.1 По прочностным свойствам скальные грунты подразделяются по показателю R_c – **предел прочности на одноосное сжатие в водонасыщенном состоянии**, МПа.

Скальные грунты, имеющие $R_c \leq 5$ МПа, называются *полускальными*.

Разновидности грунтов в зависимости от R_c приведены в табл. 3.1.

Таблица 3.1 – Разновидности грунтов в зависимости от R_c

РАЗНОВИДНОСТИ ГРУНТОВ	ПОКАЗАТЕЛЬ R_c , МПа
СКАЛЬНЫЕ ГРУНТЫ	
Очень прочные	$R_c > 120$
Прочные	$120 \geq R_c > 50$
Средней прочности	$50 \geq R_c > 15$
Малопрочные	$15 \geq R_c > 5$
ПОЛУСКАЛЬНЫЕ ГРУНТЫ	
Пониженной прочности	$5 \geq R_c > 3$
Низкой прочности	$3 \geq R_c \geq 1$
Весьма низкой прочности	$R_c < 1$

3.2.2 **Показатель размягчаемости** – коэффициент размягчаемости в воде k_{sof} , который определяется отношением

$$k_{sof} = \frac{R_c}{R_s}, \quad (3.1)$$

где R_c и R_s – пределы прочности образцов грунта на одноосное сжатие, соответственно в водонасыщенном и воздушно-сухом состояниях, МПа.

По показателю размягчаемости скальные грунты делятся на две разновидности (табл. 3.2):

Таблица 3.2 – Разновидности грунтов по показателю размягчаемости

РАЗНОВИДНОСТЬ ГРУНТОВ	ПОКАЗАТЕЛЬ k_{sof}
Неразмягчаемые	$k_{sof} \geq 0,75$
Размягчаемые	$k_{sof} < 0,75$

3.2.3 Показателем выветрелости грунта, который характеризует степень разрушения грунта под действием таких факторов выветривания как колебание температуры, воздействие кислорода, воды, ветра, солнечной радиации и др., является коэффициент выветрелости k_{wr} равный

$$k_{wr} = \frac{\rho}{\rho_m}, \quad (3.2)$$

где ρ – плотность исследуемого грунта г/см³ (т/м³);

ρ_m – плотность этого же грунта в монолитном невыветрелом состоянии г/см³ (т/м³).

По показателю выветрелости скальные грунты подразделяют в соответствии с табл. 3.3.

Таблица 3.3 – Разновидности грунтов по показателю выветрелости

СКАЛЬНЫЕ ГРУНТЫ	ХАРАКТЕРИСТИКА МАССИВОВ ГРУНТОВ И СТЕПЕНЬ ИХ ВЫВЕТРЕЛОСТИ
Невыветрелые (монолитные)	Сплошной массив $k_{wr} = 1$
Слабовыветрелые (трещиноватые)	Несмещенные отдельности (глыбы) $1 > k_{wr} \geq 0,9$
Выветрелые	Скопление обломков, переходящих в трещиноватую скалу $0,9 > k_{wr} \geq 0,8$
Сильновыветрелые (рухляки)	Весь массив в виде отдельных кусков $k_{wr} < 0,8$

3.2.4 В некоторых грунтах полускального типа могут содержаться различные соли, растворение которых может отрицательно сказаться на механических свойствах грунта.

По показателю засоленности – процентному содержанию легко- и среднерастворимых солей в массе абсолютно сухого грунта, выделяют разновидности в соответствии с табл. 3.4.

Таблица 3.4 – Разновидности грунтов по показателю засоленности

РАЗНОВИДНОСТИ ГРУНТОВ	ПОКАЗАТЕЛЬ ЗАСОЛЕННОСТИ, %
Незасоленные	Менее 2
Засоленные	2 и более

3.2.5 Некоторые виды скальных и полускальных грунтов, имеющие осадочное происхождение могут растворяться в воде. В соответствии со степенью растворимости грунты подразделяются согласно табл. 3.5.

Таблица 3.5 – Разновидности грунтов по степени растворимости в воде

РАЗНОВИДНОСТИ ГРУНТОВ	СТЕПЕНЬ РАСТВОРИМОСТИ, г/л
Нерастворимые	Менее 0,01
Слаборастворимые: <i>Известняк, доломит</i>	0,01 – 1
Среднерастворимые: <i>Мел, гипс, ангидрит</i>	1 – 10
Легкорастворимые: <i>Каменная и калийная соль</i>	Более 10

3.3 Определение полного классификационного наименования нескальных грунтов

3.3.1 **Природные нескальные грунты** подразделяются на две группы:

1 обломочные грунты – несвязные рыхлые грунты, не обладающие пластичностью;

2 пылевато-глинистые грунты – связные грунты, обладающие пластичностью.

Таким образом, наличие или отсутствие пластических свойств у грунта является основанием для отнесения его к указанным группам.

3.3.2 **Обломочные грунты** подразделяются на две группы:

1 крупнообломочные грунты;

2 песчаные грунты.

Классифицируют обломочные грунты по их гранулометрическому составу с присвоением соответствующего наименования. Гранулометрический состав устанавливается, как правило, ситовым методом. Оценка угловатости частиц грунтов выполняется путем визуального осмотра.

3.3.2.1 **Наименование крупнообломочного грунта** в зависимости от процентного содержания фракций (обломков) различного размера выбирают в соответствии с табл.3.6.

Таблица 3.6 – Наименование крупнообломочного грунта

НАИМЕНОВАНИЕ ГРУНТА		Размеры обломков (фракций), мм	Содержание обломков (фракций), %
Из окатанных обломков	из угловатых обломков		
Валунный грунт	Глыбовый грунт	>200	>50
Галечниковый грунт	Щебенистый грунт	>10	>50
Гравийный грунт	Дресвяный грунт	>2	>50

3.3.2.2 **Наименование песчаного грунта** в зависимости от процентного содержания фракций выбирают в соответствии с табл.3.7.

Таблица 3.7 - Наименование песчаного грунта по процентному содержанию фракций

НАИМЕНОВАНИЕ ГРУНТА	Размеры обломков (фракций), мм	Содержание обломков (фракций), %
Песок гравелистый	>2	>25
Песок крупный	>0,5	>50
Песок средней крупности	>0,25	>50
Песок мелкий	>0,1	≥75
Песок пылеватый	>0,1	<75

3.3.2.3 **Степень влажности грунта** S_r – это показатель, который представляет собой долю заполнения пор грунта водой, определяемый по формуле

$$S_r = \frac{V_w}{V_n} = \frac{W\rho_s}{e\rho_w}, \quad (3.3)$$

где V_w – объем воды, см³;

V_n – объем пор, см³;

e – коэффициент пористости грунта, равный

$$e = \frac{V_n}{V_s} = \frac{\rho_s}{\rho}(1 + W) - 1; \quad (3.4)$$

V_s – объем твердых частиц, см³;

W – природная влажность грунта, ед.;

ρ – плотность грунта природной влажности, г/см³;

ρ_s – плотность частиц грунта, г/см³;

ρ_w – плотность воды, принимаемая равной 1 г/см³.

По степени влажности S_r крупнообломочные и песчаные грунты подразделяются на разновидности в соответствии с табл. 3.8.

Таблица 3.8 – Наименование песчаного грунта по степени влажности

РАЗНОВИДНОСТИ ГРУНТОВ	СТЕПЕНЬ ВЛАЖНОСТИ S_r , ед.
Маловлажные	$S_r \leq 0,5$
Влажные	$0,5 < S_r \leq 0,8$
Насыщенные водой	$0,8 < S_r \leq 1,0$

3.3.2.4 **Плотность сложения песков** определяется по табл. 3.9 в соответствии с наименованием песчаного грунта и величиной коэффициента пористости e .

Таблица 3.9 – Плотность сложения песков

НАИМЕНОВАНИЕ ПЕСЧАНОГО ГРУНТА	ПЛОТНОСТЬ СЛОЖЕНИЯ		
	Плотные	Средней плотности	Рыхлые
Гравелистые, крупные и средней крупности	$e < 0,55$	$0,55 \leq e \leq 0,70$	$e > 0,70$
Мелкие	$e < 0,60$	$0,60 \leq e \leq 0,75$	$e > 0,75$
Пылеватые	$e < 0,60$	$0,60 \leq e \leq 0,80$	$e > 0,80$

3.3.2.5 **Степень неоднородности C_u** устанавливается только для песчаных грунтов.

Для определения степени неоднородности C_u необходимо построить **интегральную кривую гранулометрического состава грунта** (см. рис. 3.1). Кривая грансостава представляет собой график, который отражает суммарный процент по массе всех фракций (обломков) до определенного диаметра.

Для построения кривой на оси абсцисс откладывают диаметры частиц в миллиметрах, начиная с самой мелкой фракции, а на оси ординат процентное содержание фракций.

После построения интегральной кривой, из точек ее пересечения с линиями 10% и 60% опускают перпендикуляры на ось абсцисс и определяют эффективные диаметры фракций d_{10} и d_{60} . Затем находят степень неоднородности грунта C_u по формуле:

$$C_u = d_{60}/d_{10},$$

где d_{60} – диаметр частиц, меньше которого в данном грунте содержится по массе 60% частиц;

d_{10} – диаметр частиц, меньше которого в данном грунте содержится по массе 10% частиц.

По степени неоднородности песчаные грунты делятся на три группы:

1 при $C_u < 3$ – однородный грунт;

2 при $6 \geq C_u \geq 3$ – неоднородный грунт;

3 при $C_u > 6$ – весьма неоднородный грунт.

3.3.2.6 **Относительное содержание органических веществ** в песках определяется показателем I_{om} :

- $I_{om} \leq 0,03$ – пески без примесей органических веществ;
- $0,03 < I_{om} \leq 0,1$ – пески с примесью органических веществ;
- $I_{om} > 0,1$ – пески заторфованные.

3.3.3 **Наименование пылевато-глинистого грунта** определяется его пластическими свойствами или пластичностью.

3.3.3.1 Количественной характеристикой пластических свойств грунта является **число пластичности** I_p , равное разности влажностей грунта на границе текучести W_L и границе раскатывания W_p , т.е. записывается в виде

$$I_p = W_L - W_p. \quad (3.5)$$

По числу пластичности пылевато-глинистые грунты делятся на три вида (табл. 3.10).

Таблица 3.10 – Наименование пылевато-глинистого грунта по числу пластичности

Наименование пылевато-глинистого грунта	Число пластичности I_p
Супесь	$0,01 \leq I_p \leq 0,07$
Суглинок	$0,07 < I_p \leq 0,17$
Глина	$I_p > 0,17$

При $I_p < 0,01$ грунт следует относить к песчаным грунтам.

3.3.3.2 **По гранулометрическому составу** и числу пластичности глинистые грунты подразделяются согласно таблицы 3.11.

Таблица 3.11 – Наименование пылевато-глинистого грунта по гранулометрическому составу и числу пластичности

Разновидность глинистых грунтов		Число пластичности I_p	Содержание песчаных частиц, % ($d=2 - 0,05$ мм)
Супесь	Песчанистая	1-7	≥ 50
	Пылеватая	1-7	< 50
Суглинок	Легкий песчанистый	7-12	≥ 40
	Легкий пылеватый	7-12	< 40
	Тяжелый песчанистый	12-17	≥ 40

	Тяжелый пылеватый	12-17	<40
Глина	Легкая песчанистая	17-27	≥40
	Легкая пылеватая	17-27	<40
	Тяжелая	>27	Не регламентируется

3.3.3.3 **Консистенция пылевато-глинистого грунта** I_L – это показатель, характеризующий его состояние, который определяется по формуле:

$$I_L = \frac{W - W_p}{I_p}, \quad (3.6)$$

где W – природная влажность грунта, ед.;

W_p – влажность грунта на границе раскатывания, ед.;

I_p – число пластичности, ед.

Разновидности пылевато-глинистых грунтов по показателю I_L приведены в табл. 3.12.

Таблица 3.12 - Разновидности пылевато-глинистых грунтов по I_L

Разновидности пылевато-глинистых грунтов	Показатель текучести I_L
Супеси:	
Твердые	$I_L < 0$
Пластичные	$0 \leq I_L \leq 1$
Текучие	$I_L > 1$
Суглинки и глины:	
Твердые	$I_L < 0$
Полутвердые	$0 \leq I_L \leq 0,25$
Тугопластичные	$0,25 < I_L \leq 0,5$
Мягкопластичные	$0,5 < I_L \leq 0,75$
Текучепластичные	$0,75 < I_L \leq 1$
Текучие	$I_L > 1$

3.3.3.4 **Относительное содержание органических веществ в пылевато-глинистых грунтах** I_{om} определяется следующими пределами:

- $I_{om} \leq 0,05$ – грунт без примеси органических веществ;
- $0,05 < I_{om} \leq 0,1$ – грунт с примесью органических веществ;
- $I_{om} > 0,1$ – грунт заторфованный.

3.3.3.5 Набухание и усадка пылевато-глинистых грунтов

Набуханием называют свойство некоторых грунтов при увлажнении увеличиваться в объеме (набухать) как за счет утолщения водных оболочек вокруг коллоидных частиц, так и за счет химических процессов, влекущих за собой изменение состава и объема самих частиц.

Набухать могут практически все глинистые грунты, в том числе суглинки делювиального и элювиального происхождения.

Ярко выраженными набухающими свойствами обладают ленточные глины, содержащие минерал монтмориллонит, которые при замачивании способны увеличивать свой объем почти в 4 раза.

Усадка – это обратный набуханию процесс, который вызывает уменьшение объема образца грунта при высыхании.

Набухающие грунты характеризуются относительным набуханием ε_{sw} , которое определяется по формуле

$$\varepsilon_{sw} = \frac{\Delta h}{h_k}, \quad (3.7)$$

где Δh – прирост высоты образца в процессе набухания (деформация набухания), мм;

h_k – высота образца грунта, мм.

Разновидности пылевато-глинистых грунтов по относительному набуханию ε_{sw} приведены в табл. 3.13.

Таблица 3.13 – Разновидности пылевато-глинистых грунтов по относительному набуханию

Разновидности пылевато-глинистых грунтов	Относительное набухание ε_{sw}
Ненабухающие	$\varepsilon_{sw} < 0,04$
Слабонабухающие	$0,04 \leq \varepsilon_{sw} \leq 0,08$
Средненабухающие	$0,08 \leq \varepsilon_{sw} \leq 0,12$
Сильнонабухающие	$\varepsilon_{sw} > 0,12$

3.3.3.6 Просадочность лессовых грунтов – это явление, связанное с воздействием воды на структуру грунта с последующим ее разрушением. При этом, дополнительная деформация (просадка) лессового грунта может

происходить как под действием его собственного веса, так и при суммарном давлении собственного веса грунта и веса здания (сооружения).

К просадочным грунтам относятся суглинки, реже глины и супеси, с высоким коэффициентом пористости $e \geq 0,7$ и низкой природной влажностью W от 8 до 17% ($S_r \leq 0,5$; $W < W_p$), а также низкой плотностью в сухом состоянии $\rho_s = 1,6 \text{ г/см}^3$.

Просадочные грунты характеризуются относительной просадочностью:

$$\varepsilon_{sl} = \frac{h_p - h_{p,sat}}{h_p} \cdot 25, \quad (2.8)$$

где h_p – высота образца;

$h_{p,sat}$ – высота этого же образца в водонасыщенном состоянии.

Разновидности пылевато-глинистых грунтов по относительной просадочности ε_{sl} приведены в табл. 3.14.

Таблица 3.14 – Разновидности пылевато-глинистых грунтов по относительной просадочности

Разновидности пылевато-глинистых грунтов	Относительная просадочность ε_{sl}
Непросадочные	$\varepsilon_{sl} < 0,01$
Малопросадочные	$\varepsilon_{sl} = 0,01-0,03$
Среднепросадочные	$\varepsilon_{sl} = 0,03-0,07$
Сильнопросадочные	$\varepsilon_{sl} > 0,07$

При определении полного классификационного наименования грунтов рекомендуется пользоваться сводными таблицами (табл. 3.15, 3.16), в которых систематизированы все варианты классификационных показателей грунтов.

Таблица 3.15 - Сводная таблица для определения полного классификационного наименования скальных грунтов

Скальные грунты	Наименование		Прочность, R_c	Размягчаемость, k_{sof}	Выветрелость, k_{wr}	Засоленность (для полускальных грунтов)	Растворимость в воде (для осадочных грунтов)
		Гранит, известняк, песчаник и др.		Очень прочный Прочный Средней прочности Малопрочный	Неразмягчаемый Размягчаемый	Невыветрелый Слабовыветрелый Выветрелый Сильновыветрелый (рухляк)	Незасоленный Засоленный
	Полускальные	Мел, ракушечник, гипс и др.	Пониженной прочности Низкой прочности Весьма низкой прочности				

Таблица 3.16 - Сводная таблица для определения полного классификационного наименования нескальных грунтов

Нескальные грунты	Обломочные грунты		Наименование		Степень влажности, S_r	Степень неоднородности, C_u (для песков)	Относительное содержание орг. веществ, I_{om}
		Крупнообломочные грунты	Валунный (глыбовый) грунт Галечниковый (щебенистый) грунт Гравийный (дресвяный) грунт		Маловлажный Влажный Насыщенный водой	Однородный Неоднородный	Без примеси органических веществ С примесью органических веществ Заторфованные
	Песчаные грунты	Песок гравелистый Песок крупный Песок средней крупности Песок мелкий Песок пылеватый					
	Пылевато-глинистые грунты	Наименование	Консистенция	Относительное содержание органических веществ, I_{om}		Набухание	Просадочность лессовых грунтов
		Супесь	Твердая Пластичная Текучая	Без примеси орг. веществ С примесью орг. веществ Заторфованные		Ненабухающие Слабонабухающие Средненабухающие Сильнонабухающие	Непросадочные Просадочные
		Суглинки Глины	Твердые Полутвердые Тугопластичные Мягкопластичные Текучепластичные Текучие				

3.4 Примеры определения полного классификационного наименования грунтов

Определение полного классификационного наименования скального грунта

Исходные данные:

Скальный грунт – оолитовый известняк.

Плотность выветрелого грунта – $\rho = 1,90 \text{ г/см}^3$.

Плотность невыветрелого грунта – $\rho_m = 2,77 \text{ г/см}^3$.

Временное сопротивление одноосному сжатию в воздушно-сухом состоянии – $R_s = 14,4 \text{ МПа}$.

Временное сопротивление одноосному сжатию в водонасыщенном состоянии – $R_c = 5,7 \text{ МПа}$.

Степень растворимости в воде – $0,05 \text{ г/л}$.

Порядок определения:

1 По табл. 1 определяем разновидность грунта по показателю $R_c = 5,8 \text{ МПа}$. Следовательно, грунт – малопрочный.

2 Находим коэффициент размягчаемости в воде

$$k_{sof} = \frac{R_c}{R_s} = \frac{5,7}{14,7} \cong 0,4.$$

Согласно табл. 2 грунт относится к размягчаемым.

3 Находим коэффициент выветрелости грунта

$$k_{wr} = \frac{\rho}{\rho_m} = \frac{1,90}{2,77} = 0,69.$$

Поскольку $k_{wr} < 0,8$, то в соответствии с табл. 3.3 грунт является сильновыветрелым (рухляк).

4 Данные о засоленности грунта отсутствуют, поэтому в полном классификационном наименовании грунта этот показатель не участвует.

5 По табл. 3.5 определяем разновидность грунта по степени растворимости в воде. Грунт – труднорастворимый.

ВЫВОД: грунт – оолитовый известняк малопрочный, размягчаемый, сильновыветрелый, труднорастворимый.

Пример определения полного классификационного наименования нескального обломочного грунта

Исходные данные для обломочного грунта:

Плотность – $\rho = 1,68 \text{ г/см}^3$.

Плотность частиц – $\rho_s = 2,66 \text{ г/см}^3$.

Природная влажность – $W = 0,14$.

Относительное содержание органических веществ – $I_{om} = 0,07$.

Коэффициент фильтрации – $k_{\phi} = 15,0 \text{ м/сут}$.

Грансостав грунта:

2–1 мм – 16,6%;

1–0,5 мм – 30,4%;

0,5–0,25 мм – 26%;

0,25–0,1 мм – 12%;

0,1–0,05 мм – 8,5%;

0,05–0,01 мм – 6,5%.

Порядок определения:

1 Так как в гранулометрическом составе обломочного грунта данные о частицах крупнее 2мм отсутствуют, то грунт является песчаным.

2 Для выявления наименования песка по табл. 3.7 следует начинать суммирование по фракциям с больших размеров:

$>0,5 \text{ мм} - 16,6 + 30,4 = 47\%$ - не сходится;

$>0,25 \text{ мм} - 16,6 + 30,4 + 26 = 73\%$ - сходится, т.к. сумма фракций $>50\%$.

Следовательно, грунт – песок средней крупности.

3 Для определения степени влажности песчаного грунта S_r следует пользоваться табл.3. 8.

Сначала вычисляют величину коэффициента пористости грунта e по формуле:

$$e = \frac{\rho_s}{\rho} (1 + W) - 1 = \frac{2,66}{1,68} (1 + 0,14) - 1 = 0,805.$$

Степень влажности грунта S_r равна

$$S_r = \frac{W \rho_s}{e \rho_w} = \frac{0,14 \cdot 2,66}{0,805 \cdot 1} = 0,463 < 0,5.$$

Грунт маловлажный.

4 Плотность сложения песчаного грунта определяют по табл. 3.9 в соответствие с его наименованием и величиной e .

Из табл. 3.9 видно, что рассматриваемый песок средней крупности имеет рыхлое сложение.

5 Для определения степени неоднородности песка C_u по данным его гранулометрического состава на миллиметровой бумаге строят кривую грансостава (см. пример на рис. 3.1). В соответствии с графически

полученными эффективными диаметрами песка d_{10} и d_{60} (для данного примера), вычисляют степень его неоднородности по формуле

$$C_u = d_{60}/d_{10} = 0,58/0,07 = 8,3.$$

Т.к. $C_u > 6$, то грунт – песок весьма неоднородный.

6 В соответствии с п. 3.3.2.6 песок содержит примесь органических веществ, т.к. $0,03 < 0,07 < 0,1$.

ВЫВОД: грунт – песок средней крупности, маловлажный, рыхлый, весьма неоднородный, с примесью органических веществ.

Пример определения полного классификационного наименования нескального пылевато-глинистого грунта

Исходные данные для пылевато-глинистого грунта:

Плотность – $\rho = 1,23 \text{ г/см}^3$.

Плотность частиц – $\rho_s = 2,71 \text{ г/см}^3$.

Природная влажность – $W = 0,9$.

Влажность на границе текучести – $W_L = 0,69$.

Влажность на границе раскатывания – $W_P = 0,51$.

Относительное содержание органических веществ – $I_{om} = 0,32$.

Коэффициент фильтрации – $k_{\phi} = 0,0005 \text{ м/сут.}$

Порядок определения:

1 Наименование пылевато-глинистого грунта определяется по числу пластичности равному

$$I_p = W_L - W_P = 0,69 - 0,51 = 0,18.$$

Согласно табл. 10 грунт является глиной.

2 Показатель консистенции грунта I_L вычисляется по формуле:

$$I_L = \frac{W - W_P}{I_p} = \frac{0,9 - 0,51}{0,18} \approx 2,2.$$

По табл. 11 состояние глинистого грунта – текучее.

3 Согласно ограничениям, принятым в п. 3.3.3.2, при $I_{om} = 0,32$ грунт заторфованный

4 Грунт ненабухающий (см. примечание).

5 Грунт непросадочный (см. примечание).

ВЫВОД: грунт – глина текучая, заторфованная, ненабухающая и непросадочная.

Пример построения интегральной кривой грансостава песчаного грунта

Исходные данные для построения интегральной кривой грансостава песчаного грунта приведены в табл. 3.16.

Таблица 3.16 – Исходные данные для построения интегральной кривой грансостава

Диаметр частиц d , мм		$<0,01$	$<0,05$	$<0,1$	$\frac{<0,2}{5}$	$<0,5$	$<1,0$	$<2,0$
Содержание частиц по массе, %	2 слой	0	5	29,8	80,8	92,7	94,7	100
	3 слой	0	6,5	15	27	53	83,4	100

Варианты заданий приведены в прил.В, Г, Д.

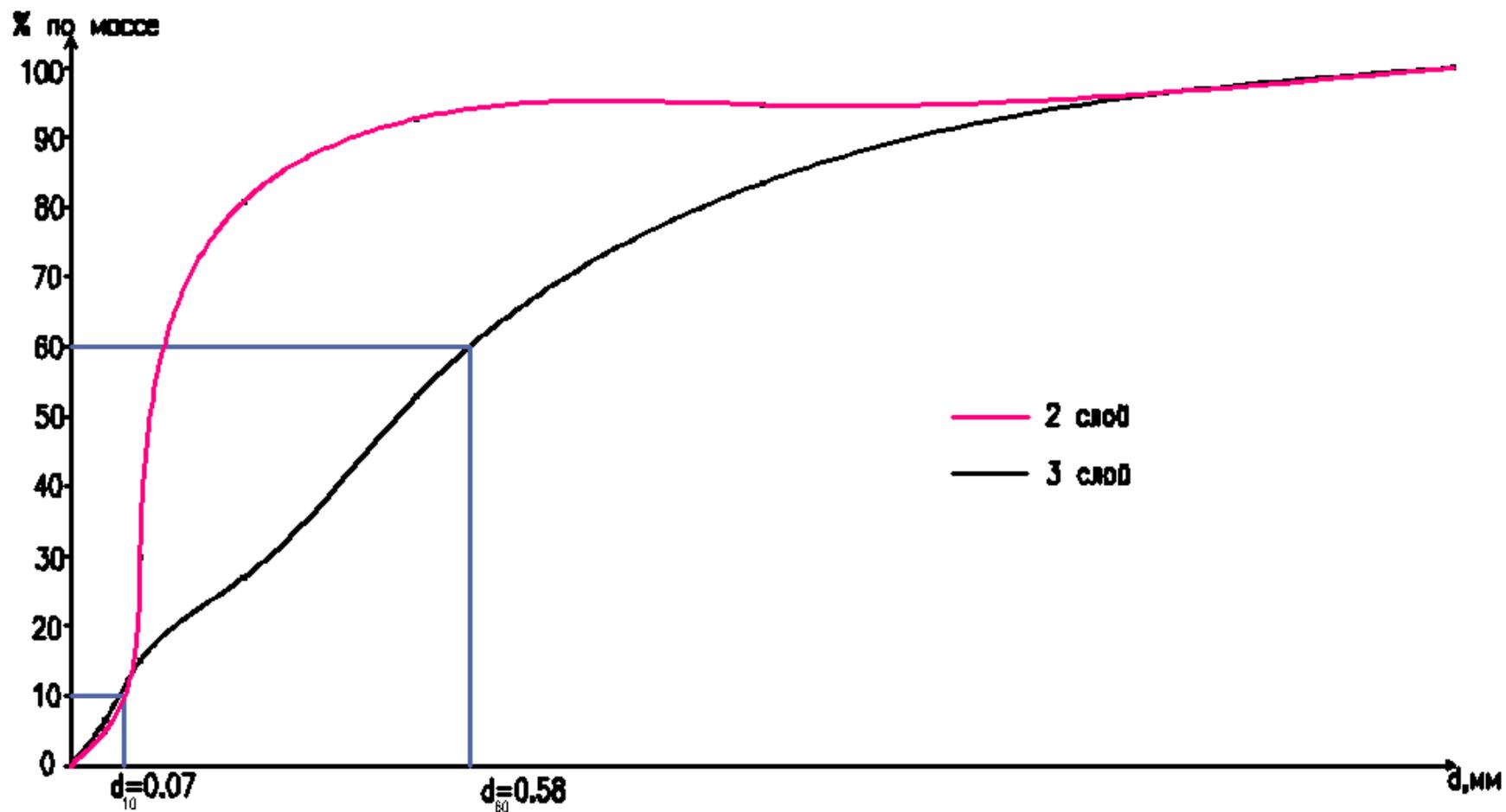
Контрольные вопросы к разделу 3

1 Дать определение грунтов.

2 Какие характеристики используются для определения полного классификационного наименования грунтов:

- скальных грунтов,
- крупнообломочных,
- песчаных,
- пылевато-глинистых?

3 Для каких грунтов используются показатели набухания и просадочности?



2 слой: $C_u = d_{60}/d_{10} = 0,17/0,07 = 2,4 < 3$ - песок однородный;

3 слой: $C_u = d_{60}/d_{10} = 0,58/0,07 = 8,3 > 6$ - песок весьма неоднородный.

Рисунок 3.1 – Пример оформления

4 ПОСТРОЕНИЕ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКОГО РАЗРЕЗА

4.1 **Инженерно-геологический разрез** представляет собой графическое изображение инженерно-геологического строения какого-либо участка в вертикальной плоскости. Инженерно-геологические разрезы для целей строительства строят обычно по буровым скважинам, расположенным по оси будущего сооружения, по трассе дороги и т.д.

4.2 Основные принципы и порядок построения разреза следующие:

4.2.1 Выбрать масштабы разреза – вертикальный и горизонтальный – с учётом его размещения вместе с условными обозначениями на листе формата А3.

4.2.2 В левой части начертить вертикальную шкалу, а в нижней – горизонтальную.

4.2.3 На горизонтальной шкале отметить точки скважин в соответствии с расстояниями между ними; затем из точек построить перпендикуляры параллельно вертикальной масштабной шкале.

4.2.4 На построенных перпендикулярах отметить абсолютные отметки устьев скважин в соответствии с вертикальной шкалой.

4.2.5 Соединить отмеченные точки плавной линией; таким образом, получается топографический профиль.

4.2.6 Нанести на профиль изображение скважин шириной 2 мм и глубиной в соответствии с вертикальной шкалой. Пример топографического профиля со скважинами приведен на рис. 4.1.

4.2.7 Слева от изображенных скважин отметить и записать глубину залегания подошвы каждого слоя в соответствии с вертикальным масштабом. С правой стороны – записать абсолютные отметки подошвы каждого слоя, которые определяют вычитанием глубины залегания подошвы от абсолютной отметки устья скважины.

4.2.8 Соединить плавными линиями отметки подошв соответствующих слоёв и заштриховать их в соответствии с условными обозначениями согласно ДСТУ Б.А. 2.4 - 13 - 97.

4.2.9 Отметить на скважинах и подписать глубину залегания уровня грунтовых вод (УГВ), закрасить скважину ниже УГВ, это означает, что скважина заполнена водой до этого уровня.

4.2.10 Соединить отметки УГВ плавной штрихпунктирной линией в соответствии с условными обозначениями.

4.2.11 В правой части разреза изобразить условные обозначения, использованные на разрезе.

4.2.12 Над разрезом сделать надпись: «Инженерно-геологический разрез по линии скважин 1- 4»; ниже следует указать масштабы – горизонтальный и вертикальный.

4.3 Пример инженерно-геологического разреза приведен на рис. 4.2.

Варианты заданий приведены в прил.Е.

Топографический профиль со скважинами

Масштаб: ГОРИЗОНТАЛЬНЫЙ – 1:1000
ВЕРТИКАЛЬНЫЙ – 1:100

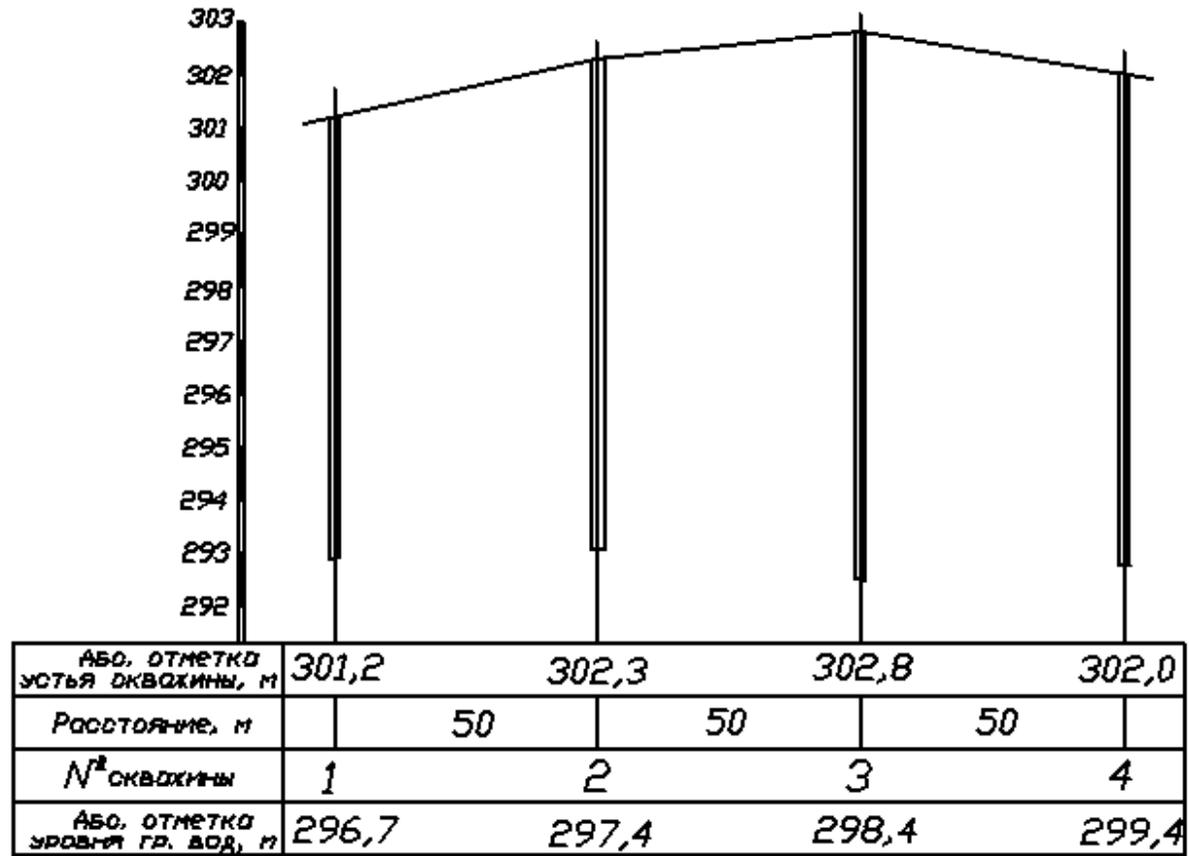
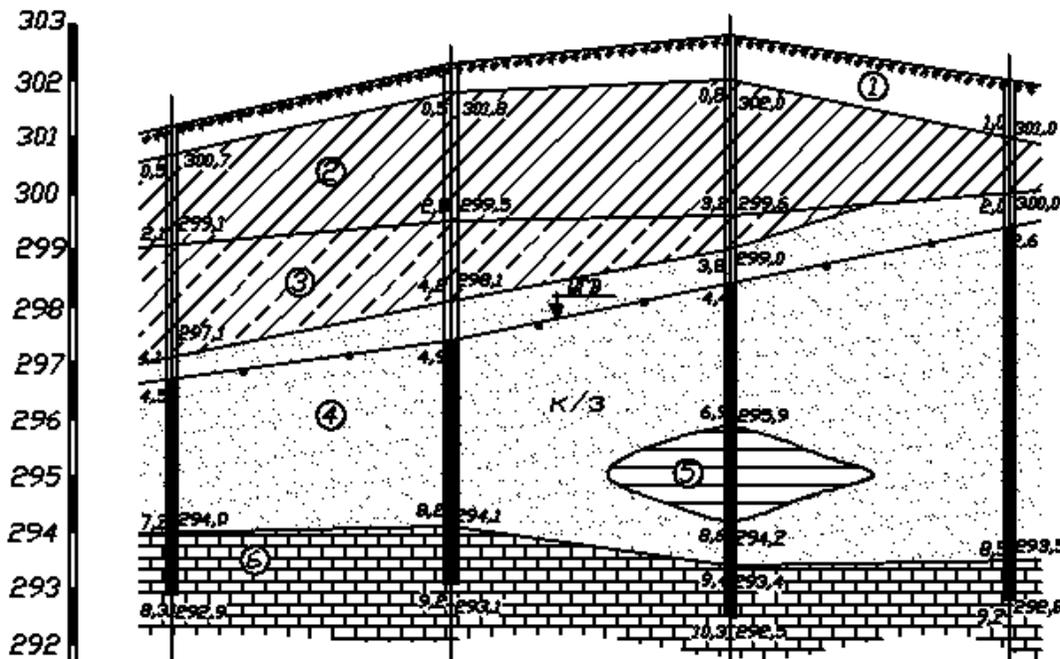


Рисунок 4.1 – Пример оформления

Инженерно-геологический разрез по линии скважин 1 – 4

МАСШТАБ: ГОРИЗОНТАЛЬНЫЙ – 1:1000
 ВЕРТИКАЛЬНЫЙ – 1:100

Условные
ОБОЗНАЧЕНИЯ:



- ① – почвенно-растительный слой;
- ② – суглинок;
- ③ – суглесь;
- ④ – песок;
- ⑤ – глина;
- ⑥ – известняк;
- уровень грунтовых вод.

Абс. отметка устья скважины, м	301,2	302,3	302,8	302,0
Расстояние, м	50	50	50	
№ скважины	1	2	3	4
Абс. отметка уровня гр. вод, м	296,7	297,4	298,4	299,4

Рисунок 4.2 – Пример оформления

Контрольные вопросы к разделу 4

1 Что такое инженерно-геологический разрез?

2 Какие данные необходимы для построения инженерно-геологического разреза?

5 ПОСТРОЕНИЕ КАРТЫ ГИДРОИЗОГИПС (ГИДРОИЗОПЬЕЗ)

5.1 Уровень подземных вод

Комплексной характеристикой подземных вод является их **режим** – изменение во времени уровня, химического состава, температуры и расхода подземного потока. Изменения режима происходят под воздействием метеорологических, гидрогеологических и геологических факторов, действующих в течении продолжительного времени. Одной из главных составляющих режима являются колебания уровня подземных вод:

- сезонные, вызванные неравномерностью выпадения и инфильтрации осадков в течении года (снеговые накопления зимой, период снеготаяния, интенсивные осенние дожди) обычно сезонные колебания составляют 2-3м , а максимальные 10-15м;

- многолетние, вызванные изменениями климата, тектоническими движениями земной коры, вулканическими проявлениями и т.д., амплитуды колебаний уровня подземных вод могут достигать десятков метров;

- техногенные, связанные с инженерно-строительной деятельностью человека, когда формируется искусственный (нарушенный) режим подземных вод при строительстве каналов, водохранилищ, отработке карьеров, шахт и т.д.

Мониторинг уровня подземных вод удобно осуществлять путем построения *карт гидроизогипс* – графического изображения условными линиями , соединяющими точки на топографической основе с одинаковыми абсолютными или относительными отметками поверхности подземного потока. По сути дела гидроизогипсы являются аналогом горизонталей на топографической карте, отображающих рельеф земной поверхности, но в данном случае отображается поверхность (зеркало) подземного потока.

Отметки поверхности подземного потока определяют по уровням воды в наблюдательных скважинах через определенные промежутки времени (сутки, месяцы). Чем больше наблюдательных скважин находится на изучаемой территории, тем выше точность построения карты гидроизогипс. Обычно гидроизогипсы для водоносных горизонтов с небольшими перепадами отметок поверхности строят через 0,5 – 1,0 м.

В практическом отношении карты гидроизогипс используются для определения направления движения подземного потока и величины напорного градиента, что необходимо для различных гидрогеологических расчетов и прогнозов, в частности, для расчета продвижения фронта загрязняющих веществ от места их поступления к району разгрузки или к водозаборам. Куполовидные поднятия гидроизогипс могут указывать на места утечек воды из различных бассейнов и водонесущих коммуникаций. По картам гидроизогипс оконтуриваются депрессионные воронки, формирующиеся в местах интенсивного водозабора подземной воды или вокруг карьеров и мест шахтного водоотлива.

Карта гидроизопьез отражает положение поверхности подземного потока для напорных (артезианских) вод и строится аналогично карте гидроизогипс по отметкам воды в скважинах, вскрывающих напорный водоносный горизонт.

Для мониторинга процессов подтопления территорий строят *карты гидроизобат*, отображающих глубину залегания подземных вод от поверхности земли. При проектировании дренажных сооружений наибольший эффект достигается при перпендикулярном расположении их осей к направлению движения подземного потока, что так же видно на картах гидроизогипс и гидроизобат.

5.2 Построение карты гидроизогипс

Для построения карты гидроизогипс необходимо иметь топографический план района с нанесенными наблюдательными скважинами и ведомость с абсолютными или относительными отметками уровней подземных вод на дату проведения измерений.

Исходные данные для построения карты гидроизогипс по упрощенному варианту (четыре наблюдательных скважины по углам квадратной сетки) приведены в Приложении Ж, где содержатся абсолютные отметки устьев скважин и глубины залегания уровней подземных вод. В заданном масштабе строится сетка скважин и записываются их характеристики. Абсолютная отметка поверхности воды определяется как разность между отметкой устья скважины и глубины воды в ней.

Карту гидроизогипс на листе формата А3 выполняют в следующем порядке:

- В заданном масштабе в соответствии с вариантом задания наносится расположение скважин (слева номер скважины, справа дробь, в числителе которой абсолютная отметка устья скважины, в знаменателе - абсолютная отметка УГВ, м).

- Стороны квадрата и диагональ разбивают по превышениям отметок, используя принцип интерполяции - по разнице отметок на концах отрезков. Положение целых отметок фиксируют на сторонах и диагонали квадрата точками. Гидроизогипсы проводят по точкам, имеющим отметки соответствующим целым метрам или полуметрам. Линии не пересекаются и не обрываются, но могут образовывать замкнутые фигуры. Направление движения грунтового потока указывают стрелками, которые направлены перпендикулярно гидроизогипсам. Поток всегда направлен от больших отметок к меньшим.

- По стрелке, отображающей направление потока, определяют гидравлический уклон :

$$I = \frac{H_1 - H_2}{l}, \quad (5.1)$$

где H_1 и H_2 – отметки УГВ на выбранном направлении;

l - расстояние между точками с отметками H_1 и H_2 , м.

- По значению гидравлического уклона и заданному коэффициенту фильтрации вычисляют скорость фильтрации:

$$V = k_{\phi} I, \quad (5.2)$$

где k_{ϕ} – коэффициент фильтрации.

Пример построения карты гидроизогипс показан на рис. 5.1.

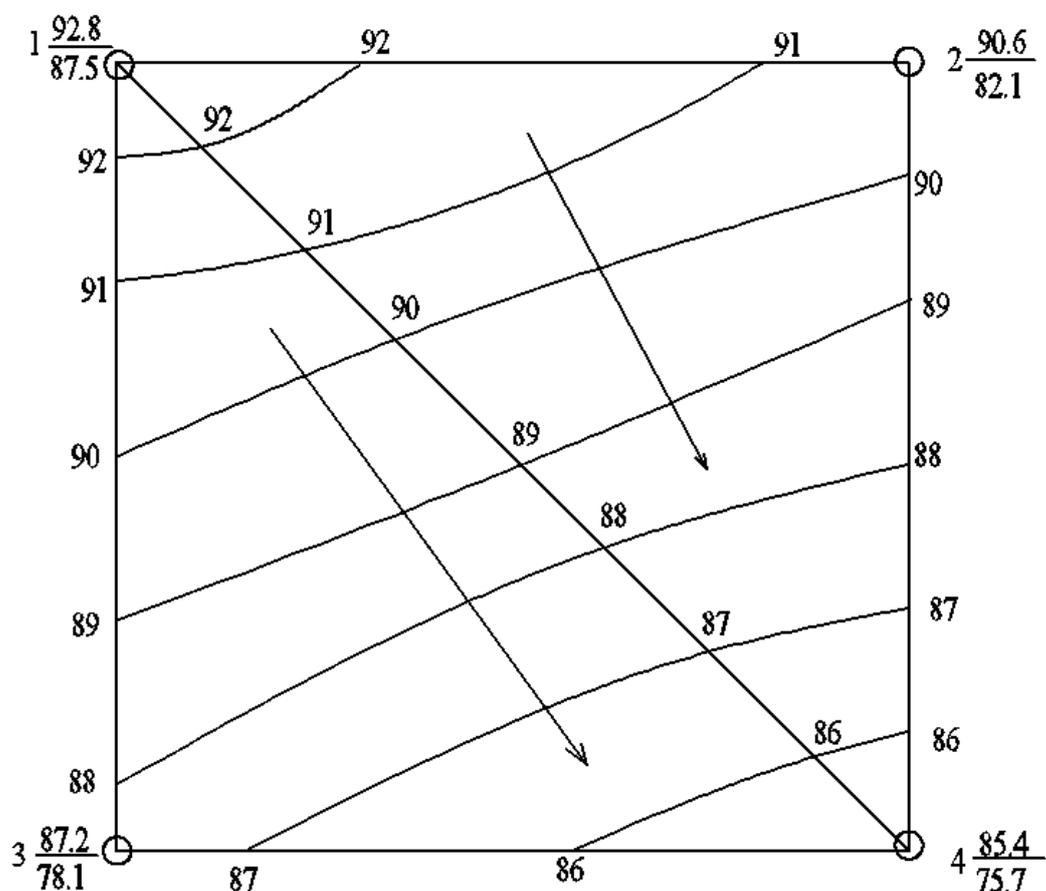


Рисунок 5.1 - Пример построения карты гидроизогипс

Варианты заданий приведены в прил.Ж.

Контрольные вопросы к разделу 5

- 1 Что такое режим подземных вод?
- 2 Что входит в мониторинг подземного потока?
- 3 Какие характеристики подземного потока отражаются на карте гидроизогипс?
- 4 Как определяется гидравлическое движение потока грунтовых вод?

6 ОБРАБОТКА ДАННЫХ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ПОДЗЕМНЫХ ВОД

6.1 Результаты определения химического состава подземной воды используются для её классификации, оценки качества и свойств, установления степени её агрессивности к бетонным и металлическим конструкциям, а также возможности использования воды для технических и питьевых целей.

6.2 В задании студентам в качестве исходных данных даётся содержание основных ионов в мг/л, величина pH и температура воды.

6.3 Порядок обработки данных следующий:

6.3.1 Вычислить общую минерализацию по формуле $M=1,1(0,5\text{HCO}_3^- + \text{SO}_4^{2-} + \text{Cl}^- + (\text{Na}^+ + \text{K}^+) + \text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})$.

В таблице 6.1 приведена классификация подземных вод по степени минерализации.

Таблица 6.1 – Классификация подземных вод по степени минерализации

Виды воды	Минерализация, г/л	Преобладающие ионы
Пресная	$M \leq 1$	HCO_3^- , Ca^{2+} , CO_3^{2-}
Солоноватые	$1 < M \leq 3$	SO_4^{2-} , реже Cl^-
Соленые	$3 < M \leq 35$	SO_4^{2-} , Cl^-
Рассолы	$M > 35$	Cl^- , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+

6.3.2 Пересчитать химический состав воды в мг/л, мг·экв/л и %·экв (табл.6.2).

Таблица 6.2 – Коэффициенты для пересчета содержания в воде главных ионов из мг/л в мг·экв/л

Ионы	HCO_3^-	SO_4^{2-}	Cl^-	$\text{Na}^+ + \text{K}^+$	Ca^{2+}	Mg^{2+}
Коэфф.	0,0164	0,0208	0,0282	0,0435	0,0499	0,0822

В таблице 6.3 приведена сводная таблица содержания ионов.

Таблица 6.3 – Сводная таблица содержания ионов

Анионы	мг/л	мг·экв/л	%·экв	Катионы	мг/л	мг·экв/л	%·экв
HCO_3^-				Ca^{2+}			
SO_4^{2-}				Mg^{2+}			
Cl^-				$\text{Na}^+ + \text{K}^+$			
Итого:			100	Итого:			100

6.3.3 Записать формулу солевого состава в виде дроби, в числителе которой в убывающем порядке указать содержание анионов в %·экв, в знаменателе – катионов. Справа от дроби указать минерализацию в г/л.

Например:

$$M_{8,9} \frac{HCO_3, 54,4 \text{ } Cl_{27,6} \text{ } SO_4, 18,0}{Ca_{54,0} \text{ } (Na + K)_{25,0} \text{ } Mg_{21,0}}$$

6.3.4 Определить наименование воды по классификации Щукарева. Приведенная в примере вода имеет название гидрокарбонатно-хлоридно-кальциево-натриево-калиевая.

6.3.5 Вычислить общую жесткость воды, как сумму содержания ионов кальция и магния в мг·эquiv/л:

$$Ca^{2+} + Mg^{2+} = 60,6 + 55,9 = 116,5 \text{ мг·эquiv/л.}$$

Вывод: очень жесткая.

В таблице 6.4 приведена классификация воды по степени жесткости.

6.3.6 Классификация по величине pH (табл.6.5):

$$pH = 4,3.$$

Вывод: очень кислая.

Таблица 6.4 – Классификация воды по степени жесткости

Виды воды	Общая жесткость, мг·эquiv/л
Очень мягкая	1,5
Мягкая	1,5 – 3
Умеренно жесткая	3 – 6
Жесткая	6 – 9
Очень жесткая	Более 9

Таблица 6.5 – Классификация по величине pH

Характеристика	pH
Очень кислая	$pH < 5$
Кислая	$5 < pH < 7$
Нейтральная	$pH = 7$
Щелочная	$7 < pH \leq 9$
Высокощелочная	$pH > 9$

6.3.7 Классификация по температуре (табл.6.6).

Таблица 6.6 – Классификация по температуре

Характеристика воды	Переохлажденная	Холодная	Теплая	Горячая	Весьма горячая	Перегретая
Температура T, °C	<0	0-20	20-37	37-50	50-100	>100

6.3.8 Предварительная оценка пригодности воды до водоснабжения.

Вода пригодна для водоснабжения, если:

- общая минерализация – не более 1 г/л;
- общая жесткость – не более 7 мг·экв/л.

Вывод: непригодная для питьевого водоснабжения.

6.3.9 Предварительная оценка агрессивности к бетонам.

Сульфатная агрессивность определяется по содержанию иона SO_4^{2-} (мг/л): в песках более 1000 мг/л, в суглинках более 1500 мг/л. Магнезиальная агрессивность определяется содержанием иона Mg^{2+} (мг/л): в песках более 2000 мг/л, в суглинках более 5000 мг/л.

Вывод: обладает сульфатной агрессивностью к бетонам.

Общий вывод: вода соленая, гидрокарбонатно-хлоридно-кальциево-натриево-калиевая, очень жесткая, очень кислая, теплая непригодная для питьевого водоснабжения, обладает сульфатной агрессивностью к бетонам.

Варианты заданий приведены в прил.И.

Контрольные вопросы к разделу 6

- 1 На чем основана классификация подземных вод?
- 2 Какие основные показатели определяют качество воды?
- 3 Дать определение классификации воды по Щукареву?

7 ОЦЕНКА ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ И ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ТЕРРИТОРИИ

7.1 Краткое описание инженерно-геологического разреза с указанием полного классификационного наименования грунта каждого слоя, его мощности, условий залегания.

Пример.

В геологическом строении территории принимают участие 4 вида нескальных грунтов, горизонтально залегающие на скальном грунте пятого слоя.

Первый от поверхности слой представлен насыпным грунтом, состоящим из мелкого песка со строительным мусором. Слой вскрыт всеми скважинами. Его мощность колеблется от 1,5 до 2,0 м. Песок маловлажный, неоднородный, с примесью органических веществ.

Второй слой является суглинком полутвердым и т.д.

7.2 Указать какие из грунтов относятся к прочным и могут служить надежным основанием зданий и сооружений, а какие – к слабым и не могут быть использованы в качестве оснований. Кроме того, следует выделить слабые грунты, которые можно использовать после проведения технической мелиорации (например, рыхлые пески – после их уплотнения путем трамбовки, укатки).

К прочным грунтам относят:

- скальные и полускальные грунты;
- крупнообломочные грунты;
- пески плотные и средней плотности;
- пылевато-глинистые грунты твердой и полутвердой консистенции.

К слабым грунтам относят:

- насыпные неоднородные грунты;
- грунты с повышенным содержанием органических веществ и растительными остатками;
- рыхлые пески;
- пылевато-глинистые грунты текучей и текучепластичной консистенции.

7.3 Дать предварительный прогноз изменения инженерно-геологических условий после застройки территории.

Например: возможность развития карстовых процессов при наличии растворимых пород (известняка, каменной соли и др.); возможность перехода суглинка в текучее состояние при повышении УГВ.

7.4 Дать характеристику гидрогеологическим условиям территории, при этом указать:

- глубину залегания УГВ, в случае, если она меньше 2,0 м – территория считается подтопленной;
- мощность водоносного горизонта, водовмещающие породы и водоупор;

- направление и скорость движения потока подземных вод (скорость фильтрации и действительная скорость);

- фильтрационные свойства грунтов и возможность развития процесса подтопления;

- химический состав подземных вод, полное наименование по классификации С.А. Щукарева и основные свойства воды, пригодность для водоснабжения, агрессивность по отношению к бетонам.

Пример.

Грунтовые воды вскрыты всеми скважинами на глубине 1,8–2,5 м. Территория частично подтоплена. Водовмещающими породами являются пески слоя 3 и суглинки слоя 2, водоупором – глины слоя 4. Направление движения грунтового потока – северо-западное. Скорость фильтрации в песках слоя 3 составляет 5 м/сут, действительная скорость движения воды – 7,5 м/сут. Наиболее водопроницаемыми являются пески третьего слоя ($k_f=2,0$ м/сут), наименее водопроницаемым – глины слоя 4 ($k_f=0,0001$ м/сут). По химическому составу грунтовая вода – гидрокарбонатно-кальциевая, пресная, слабокислая, жесткая. По общей жесткости не соответствует нормам питьевого водоснабжения. Вода обладает сульфатной агрессивностью по отношению к бетонам, что необходимо учитывать при проектировании фундаментов.

Контрольные вопросы к разделу 7

1 Что входит в оценку инженерно-геологических условий территории?

2 Какие грунты относят к "прочным", а какие к "слабым"?

3 Что входит в прогноз изменения инженерно-геологических условий после строительства?

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Варианты заданий к разделу 2.1 – Описание и определение минералов

№ Варианта	Минералы
1	Ортоклаз, лимонит
2	Кварц, гипс
3	Лабрадор, кальцит
4	Глауконит, галенит
5	Магнезит, биотит
6	Апатит, магнетит
7	Сильвин, авгит
8	Роговая обманка, графит
9	Каолинит, сера
10	Хлорит, доломит
11	Монтмориллонит, галит
12	Сфалерит, мусковит
13	Тальк, мирабилит
14	Пирит, серпентин
15	Оливин, барит
16	Альбит, ангидрит
17	Нефелин, корунд
18	Топаз, анортит
19	Халцедон, гематит
20	Микроклин, медь
21	Малахит, кварц
22	Сидерит, киноварь
23	Боксит, вольфрамит
24	Лабрадор, опал
25	Флюорит, тальк
26	Корунд, сильвин
27	Халцедон, каолинит
28	Доломит, нефелин
29	Галит, анортит
30	Оливин, хлорит

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Варианты заданий к разделу 2.2 – Описание и определение горных пород

Вариант	Название горных пород
1	2
1	Мрамор, брекчия, гранит
2	Сиенит, роговик, песок
3	Опал, аляскит, филлит
4	Ортофир, лёсс, глинистый сланец
5	Гравий, грейзен, пироксенит
6	Гнейс, пегматит, туффит
7	Андезит, хлоритовый сланец, песчаник
8	Кремень, милониты, дунит
9	Слюдяные сланцы, диорит, туффит
10	Кварцевый порфир, галька, серпентинит
11	Алевролит, порфирит, скарны
12	Липарит, конгломерат, кварцит
13	Дресва, амфиболит, трахит
14	Перидотит, пегматит, супесь
15	Известняк химический, мрамор, габбро
16	Гнейс, суглинок, базальт
17	Амфиболит, диабаз, ангидрит
18	Лабрадорит, филлит, доломит
19	Гипс, кварцит, сиенит
20	Вулканический туф, грейзен, гранит
21	Тектоническая брекчия, мел, трахит
22	Диатомит, змеевик, бескварцевый порфир
23	Органический известняк, милониты, андезит
24	Глинистый сланец, диорит, вулканический туф
25	Лабрадорит, хлоритовый сланец, лёсс
26	Мергель, роговик, кварцевый порфир
27	Тальковый сланец, торф, порфирит
28	Трепел, слюдяные сланцы, габбро
29	Диабаз, щебень, скарны
30	Пироксенит, глина, гнейс

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Варианты заданий к разделу 3.1 – Определение ПKN скальных грунтов

Вариант №	1
Наименование грунта	Конгломерат
Плотность монолитного грунта ρ_m , г/см ³	1,85
Плотность выветренного грунта ρ , г/см ³	1,51
Предел прочности на одноосное сжатие грунта в воздушно-сухом состоянии R_S , МПа	28,6
Предел прочности на одноосное сжатие грунта в водонасыщенном состоянии R_C , МПа	12,9
Показатель засоленности, %	-
Показатель растворимости в воде, г/л	< 0,01

Вариант №	3
Наименование грунта	Гнейс
Плотность монолитного грунта ρ_m , г/см ³	2,64
Плотность выветренного грунта ρ , г/см ³	2,45
Предел прочности на одноосное сжатие грунта в воздушно-сухом состоянии R_S , МПа	123,6
Предел прочности на одноосное сжатие грунта в водонасыщенном состоянии R_C , МПа	102,3
Показатель засоленности, %	-
Показатель растворимости в воде, г/л	Нерастворим

Вариант №	2
Наименование грунта	Доломит
Плотность монолитного грунта ρ_m , г/см ³	2,76
Плотность выветренного грунта ρ , г/см ³	1,89
Предел прочности на одноосное сжатие грунта в воздушно-сухом состоянии R_S , МПа	14,6
Предел прочности на одноосное сжатие грунта в водонасыщенном состоянии R_C , МПа	5,8
Показатель засоленности, %	< 2
Показатель растворимости в воде, г/л	0,05

Вариант №	4
Наименование грунта	Габбро
Плотность монолитного грунта ρ_m , г/см ³	2,96
Плотность выветренного грунта ρ , г/см ³	2,85
Предел прочности на одноосное сжатие грунта в воздушно-сухом состоянии R_S , МПа	360,4
Предел прочности на одноосное сжатие грунта в водонасыщенном состоянии R_C , МПа	345,6
Показатель засоленности, %	-
Показатель растворимости в воде, г/л	Нерастворим

Продолжение приложения В

Вариант №	5
Наименование грунта	Брекчия
Плотность монолитного грунта ρ_m , г/см ³	2,46
Плотность выветренного грунта ρ , г/см ³	1,87
Предел прочности на одноосное сжатие грунта в воздушно-сухом состоянии R_S , МПа	65,3
Предел прочности на одноосное сжатие грунта в водонасыщенном состоянии R_C , МПа	33,5
Показатель засоленности, %	-
Показатель растворимости в воде, г/л	< 0,01

Вариант №	6
Наименование грунта	Мергель
Плотность монолитного грунта ρ_m , г/см ³	2,12
Плотность выветренного грунта ρ , г/см ³	1,43
Предел прочности на одноосное сжатие грунта в воздушно-сухом состоянии R_S , МПа	48,3
Предел прочности на одноосное сжатие грунта в водонасыщенном состоянии R_C , МПа	9,9
Показатель засоленности, %	2
Показатель растворимости в воде, г/л	0,02

Вариант №	7
Наименование грунта	Мрамор
Плотность монолитного грунта ρ_m , г/см ³	2,75
Плотность выветренного грунта ρ , г/см ³	2,28
Предел прочности на одноосное сжатие грунта в воздушно-сухом состоянии R_S , МПа	114,3
Предел прочности на одноосное сжатие грунта в водонасыщенном состоянии R_C , МПа	90,8
Показатель засоленности, %	-
Показатель растворимости в воде, г/л	< 0,01

Вариант №	8
Наименование грунта	Трахит
Плотность монолитного грунта ρ_m , г/см ³	2,34
Плотность выветренного грунта ρ , г/см ³	1,24
Предел прочности на одноосное сжатие грунта в воздушно-сухом состоянии R_S , МПа	65,3
Предел прочности на одноосное сжатие грунта в водонасыщенном состоянии R_C , МПа	41,2
Показатель засоленности, %	-
Показатель растворимости в воде, г/л	< 0,01

Продолжение приложения В

Вариант №	9
Наименование грунта	Известняк
Плотность монолитного грунта ρ_m , г/см ³	2,43
Плотность выветренного грунта ρ , г/см ³	1,64
Предел прочности на одноосное сжатие грунта в воздушно-сухом состоянии R_s , МПа	23,4
Предел прочности на одноосное сжатие грунта в водонасыщенном состоянии R_c , МПа	8,9
Показатель засоленности, %	-
Показатель растворимости в воде, г/л	0,07

Вариант №	10
Наименование грунта	Кварцит
Плотность монолитного грунта ρ_m , г/см ³	2,92
Плотность выветренного грунта ρ , г/см ³	2,90
Предел прочности на одноосное сжатие грунта в воздушно-сухом состоянии R_s , МПа	244,5
Предел прочности на одноосное сжатие грунта в водонасыщенном состоянии R_c , МПа	243,4
Показатель засоленности, %	-
Показатель растворимости в воде, г/л	Нерастворим

Вариант №	11
Наименование грунта	Алевролит
Плотность монолитного грунта ρ_m , г/см ³	1,86
Плотность выветренного грунта ρ , г/см ³	1,52
Предел прочности на одноосное сжатие грунта в воздушно-сухом состоянии R_s , МПа	28,7
Предел прочности на одноосное сжатие грунта в водонасыщенном состоянии R_c , МПа	12,8
Показатель засоленности, %	-
Показатель растворимости в воде, г/л	< 0,01

Вариант №	12
Наименование грунта	Гипс
Плотность монолитного грунта ρ_m , г/см ³	2,75
Плотность выветренного грунта ρ , г/см ³	1,88
Предел прочности на одноосное сжатие грунта в воздушно-сухом состоянии R_s , МПа	14,5
Предел прочности на одноосное сжатие грунта в водонасыщенном состоянии R_c , МПа	5,7
Показатель засоленности, %	< 2
Показатель растворимости в воде, г/л	5

Продолжение приложения В

Вариант №	13
Наименование грунта	Кристаллический сланец
Плотность монолитного грунта ρ_m , г/см ³	2,65
Плотность выветренного грунта ρ , г/см ³	2,44
Предел прочности на одноосное сжатие грунта в воздушно-сухом состоянии R_S , МПа	123,6
Предел прочности на одноосное сжатие грунта в водонасыщенном состоянии R_C , МПа	102,4
Показатель засоленности, %	-
Показатель растворимости в воде, г/л	Нерастворим

Вариант №	14
Наименование грунта	Гранит
Плотность монолитного грунта ρ_m , г/см ³	2,97
Плотность выветренного грунта ρ , г/см ³	2,86
Предел прочности на одноосное сжатие грунта в воздушно-сухом состоянии R_S , МПа	360,5
Предел прочности на одноосное сжатие грунта в водонасыщенном состоянии R_C , МПа	345,4
Показатель засоленности, %	-
Показатель растворимости в воде, г/л	Нерастворим

Вариант №	15
Наименование грунта	Вулканический туф
Плотность монолитного грунта ρ_m , г/см ³	2,45
Плотность выветренного грунта ρ , г/см ³	1,86
Предел прочности на одноосное сжатие грунта в воздушно-сухом состоянии R_S , МПа	65,4
Предел прочности на одноосное сжатие грунта в водонасыщенном состоянии R_C , МПа	33,6
Показатель засоленности, %	-
Показатель растворимости в воде, г/л	< 0,01

Вариант №	16
Наименование грунта	Каменная соль
Плотность монолитного грунта ρ_m , г/см ³	2,14
Плотность выветренного грунта ρ , г/см ³	1,45
Предел прочности на одноосное сжатие грунта в воздушно-сухом состоянии R_S , МПа	48,5
Предел прочности на одноосное сжатие грунта в водонасыщенном состоянии R_C , МПа	9,9
Показатель засоленности, %	100
Показатель растворимости в воде, г/л	300

Продолжение приложения В

Вариант №	17
Наименование грунта	Песчаник
Плотность монолитного грунта ρ_m , г/см ³	2,76
Плотность выветренного грунта ρ , г/см ³	2,28
Предел прочности на одноосное сжатие грунта в воздушно-сухом состоянии R_S , МПа	114,2
Предел прочности на одноосное сжатие грунта в водонасыщенном состоянии R_C , МПа	90,7
Показатель засоленности, %	-
Показатель растворимости в воде, г/л	< 0,01

Вариант №	18
Наименование грунта	Мел
Плотность монолитного грунта ρ_m , г/см ³	2,35
Плотность выветренного грунта ρ , г/см ³	1,25
Предел прочности на одноосное сжатие грунта в воздушно-сухом состоянии R_S , МПа	65,4
Предел прочности на одноосное сжатие грунта в водонасыщенном состоянии R_C , МПа	41,3
Показатель засоленности, %	-
Показатель растворимости в воде, г/л	9

Вариант №	19
Наименование грунта	Ракушечник
Плотность монолитного грунта ρ_m , г/см ³	2,44
Плотность выветренного грунта ρ , г/см ³	1,65
Предел прочности на одноосное сжатие грунта в воздушно-сухом состоянии R_S , МПа	23,5
Предел прочности на одноосное сжатие грунта в водонасыщенном состоянии R_C , МПа	8,8
Показатель засоленности, %	-
Показатель растворимости в воде, г/л	0,07

Вариант №	20
Наименование грунта	Скарн
Плотность монолитного грунта ρ_m , г/см ³	2,93
Плотность выветренного грунта ρ , г/см ³	2,91
Предел прочности на одноосное сжатие грунта в воздушно-сухом состоянии R_S , МПа	244,6
Предел прочности на одноосное сжатие грунта в водонасыщенном состоянии R_C , МПа	243,5
Показатель засоленности, %	-
Показатель растворимости в воде, г/л	Нерастворим

Продолжение приложения В

Вариант №	21
Наименование грунта	Диатомит
Плотность монолитного грунта ρ_m , г/см ³	1,86
Плотность выветренного грунта ρ , г/см ³	1,53
Предел прочности на одноосное сжатие грунта в воздушно-сухом состоянии R_S , МПа	28,4
Предел прочности на одноосное сжатие грунта в водонасыщенном состоянии R_C , МПа	12,7
Показатель засоленности, %	-
Показатель растворимости в воде, г/л	< 0,01

Вариант №	22
Наименование грунта	Известковый туф
Плотность монолитного грунта ρ_m , г/см ³	2,77
Плотность выветренного грунта ρ , г/см ³	1,89
Предел прочности на одноосное сжатие грунта в воздушно-сухом состоянии R_S , МПа	14,7
Предел прочности на одноосное сжатие грунта в водонасыщенном состоянии R_C , МПа	5,8
Показатель засоленности, %	< 2
Показатель растворимости в воде, г/л	< 0,01

Вариант №	23
Наименование грунта	Базальт
Плотность монолитного грунта ρ_m , г/см ³	2,66
Плотность выветренного грунта ρ , г/см ³	2,44
Предел прочности на одноосное сжатие грунта в воздушно-сухом состоянии R_S , МПа	123,4
Предел прочности на одноосное сжатие грунта в водонасыщенном состоянии R_C , МПа	102,3
Показатель засоленности, %	-
Показатель растворимости в воде, г/л	Нерастворим

Вариант №	24
Наименование грунта	Диорит
Плотность монолитного грунта ρ_m , г/см ³	2,97
Плотность выветренного грунта ρ , г/см ³	2,86
Предел прочности на одноосное сжатие грунта в воздушно-сухом состоянии R_S , МПа	360,5
Предел прочности на одноосное сжатие грунта в водонасыщенном состоянии R_C , МПа	345,7
Показатель засоленности, %	-
Показатель растворимости в воде, г/л	Нерастворим

Продолжение приложения В

Вариант №	25
Наименование грунта	Порфирит
Плотность монолитного грунта ρ_m , г/см ³	2,47
Плотность выветренного грунта ρ , г/см ³	1,86
Предел прочности на одноосное сжатие грунта в воздушно-сухом состоянии R_S , МПа	65,5
Предел прочности на одноосное сжатие грунта в водонасыщенном состоянии R_C , МПа	33,6
Показатель засоленности, %	-
Показатель растворимости в воде, г/л	< 0,01

Вариант №	26
Наименование грунта	Калийная соль
Плотность монолитного грунта ρ_m , г/см ³	2,11
Плотность выветренного грунта ρ , г/см ³	1,41
Предел прочности на одноосное сжатие грунта в воздушно-сухом состоянии R_S , МПа	48,2
Предел прочности на одноосное сжатие грунта в водонасыщенном состоянии R_C , МПа	9,8
Показатель засоленности, %	100
Показатель растворимости в воде, г/л	350

Вариант №	27
Наименование грунта	Аргиллит
Плотность монолитного грунта ρ_m , г/см ³	2,74
Плотность выветренного грунта ρ , г/см ³	2,27
Предел прочности на одноосное сжатие грунта в воздушно-сухом состоянии R_S , МПа	114,2
Предел прочности на одноосное сжатие грунта в водонасыщенном состоянии R_C , МПа	90,7
Показатель засоленности, %	-
Показатель растворимости в воде, г/л	< 0,01

Вариант №	28
Наименование грунта	Ангидрит
Плотность монолитного грунта ρ_m , г/см ³	2,33
Плотность выветренного грунта ρ , г/см ³	1,23
Предел прочности на одноосное сжатие грунта в воздушно-сухом состоянии R_S , МПа	65,4
Предел прочности на одноосное сжатие грунта в водонасыщенном состоянии R_C , МПа	41,3
Показатель засоленности, %	-
Показатель растворимости в воде, г/л	9

Продолжение приложения В

Вариант №	29
Наименование грунта	Опока
Плотность монолитного грунта ρ_m , г/см ³	2,42
Плотность выветренного грунта ρ , г/см ³	1,62
Предел прочности на одноосное сжатие грунта в воздушно-сухом состоянии R_S , МПа	23,3
Предел прочности на одноосное сжатие грунта в водонасыщенном состоянии R_C , МПа	8,7
Показатель засоленности, %	-
Показатель растворимости в воде, г/л	0,07

Вариант №	31
Наименование грунта	Трепел
Плотность монолитного грунта ρ_m , г/см ³	1,87
Плотность выветренного грунта ρ , г/см ³	1,52
Предел прочности на одноосное сжатие грунта в воздушно-сухом состоянии R_S , МПа	28,5
Предел прочности на одноосное сжатие грунта в водонасыщенном состоянии R_C , МПа	12,8
Показатель засоленности, %	-
Показатель растворимости в воде, г/л	< 0,01

Вариант №	30
Наименование грунта	Углистый сланец
Плотность монолитного грунта ρ_m , г/см ³	2,91
Плотность выветренного грунта ρ , г/см ³	2,92
Предел прочности на одноосное сжатие грунта в воздушно-сухом состоянии R_S , МПа	244,4
Предел прочности на одноосное сжатие грунта в водонасыщенном состоянии R_C , МПа	243,3
Показатель засоленности, %	-
Показатель растворимости в воде, г/л	Нерастворим

Вариант №	32
Наименование грунта	Туффит
Плотность монолитного грунта ρ_m , г/см ³	2,78
Плотность выветренного грунта ρ , г/см ³	1,88
Предел прочности на одноосное сжатие грунта в воздушно-сухом состоянии R_S , МПа	14,6
Предел прочности на одноосное сжатие грунта в водонасыщенном состоянии R_C , МПа	5,7
Показатель засоленности, %	< 2
Показатель растворимости в воде, г/л	< 0,01

Продолжение приложения В

Вариант №	33
Наименование грунта	Тальковый сланец
Плотность монолитного грунта ρ_m , г/см ³	2,67
Плотность выветренного грунта ρ , г/см ³	2,46
Предел прочности на одноосное сжатие грунта в воздушно-сухом состоянии R_S , МПа	123,5
Предел прочности на одноосное сжатие грунта в водонасыщенном состоянии R_C , МПа	102,4
Показатель засоленности, %	-
Показатель растворимости в воде, г/л	Нерастворим

Вариант №	34
Наименование грунта	Гранодиорит
Плотность монолитного грунта ρ_m , г/см ³	2,95
Плотность выветренного грунта ρ , г/см ³	2,87
Предел прочности на одноосное сжатие грунта в воздушно-сухом состоянии R_S , МПа	360,5
Предел прочности на одноосное сжатие грунта в водонасыщенном состоянии R_C , МПа	345,7
Показатель засоленности, %	-
Показатель растворимости в воде, г/л	Нерастворим

Вариант №	35
Наименование грунта	Липарит
Плотность монолитного грунта ρ_m , г/см ³	2,67
Плотность выветренного грунта ρ , г/см ³	2,46
Предел прочности на одноосное сжатие грунта в воздушно-сухом состоянии R_S , МПа	123,3
Предел прочности на одноосное сжатие грунта в водонасыщенном состоянии R_C , МПа	102,2
Показатель засоленности, %	-
Показатель растворимости в воде, г/л	Нерастворим

Вариант №	36
Наименование грунта	Пироксенит
Плотность монолитного грунта ρ_m , г/см ³	2,94
Плотность выветренного грунта ρ , г/см ³	2,83
Предел прочности на одноосное сжатие грунта в воздушно-сухом состоянии R_S , МПа	360,6
Предел прочности на одноосное сжатие грунта в водонасыщенном состоянии R_C , МПа	345,8
Показатель засоленности, %	-
Показатель растворимости в воде, г/л	Нерастворим

ПРИЛОЖЕНИЕ Г

Варианты заданий к разделу 3.2 – Определение ПКН обломочных грунтов

Вариант № 1									
Данные для определения интегральной кривой гранулометрического состава грунта									
Размер фракции, мм	2-1	1-0,5	0,5-0,25	0,25-0,1	0,1-0,05	0,05-0,01	0,01-0,005	<0,005	
Содержание фракции (% частиц по массе)	4,5	48,8	26,6	12,5	0,4	-	7,2	-	
$S_r=0,5$			$e=0,75$			$I_{om}=0,05$			
Вариант № 2									
Данные для определения интегральной кривой гранулометрического состава грунта									
Размер фракции, мм	5-2	2-1	1-0,5	0,5-0,25	0,25-0,1	0,1-0,05	0,05-0,01	0,01-0,005	<0,005
Содержание фракции (% частиц по массе)	0,6	1,8	4,9	27,7	37,6	17,2	5,6	1,8	2,8
$S_r=0,85$				$e=0,5$			$I_{om}=0,04$		
Вариант № 3									
Данные для определения интегральной кривой гранулометрического состава грунта									
Размер фракции, мм	2-1	1-0,5	0,5-0,25	0,25-0,1	0,1-0,05	0,05-0,01	0,01-0,005	<0,005	
Содержание фракции (% частиц по массе)	0,2	4,3	30,9	49,0	10,6	5,0	-	-	
$S_r=0,3$			$e=0,55$			$I_{om}=0,03$			
Вариант № 4									
Данные для определения интегральной кривой гранулометрического состава грунта									
Размер фракции, мм	2-1	1-0,5	0,5-0,25	0,25-0,01	0,1-0,5	0,05-0,01	0,01-0,005	<0,005	
Содержание фракции (% частиц по массе)	0,2	3,4	24,0	50,2	14,9	7,3	-	-	
$S_r=1,0$			$e=0,9$			$I_{om}=0,04$			
Вариант № 5									
Данные для определения интегральной кривой гранулометрического состава грунта									
Размер фракции, мм	2-1	1-0,5	0,5-0,25	0,25-0,01	0,1-0,5	0,05-0,01	0,01-0,005	<0,005	
Содержание фракции (% частиц по массе)	0,7	3,0	22,0	35,5	22,5	14,0	1,2	1,1	
$S_r=0,8$			$e=0,7$			$I_{om}=0,03$			

Продолжение приложения Г

Вариант № 6								
Данные для определения интегральной кривой гранулометрического состава грунта								
Размер фракции, мм	5-2	2-1	1-0,5	0,5-0,25	0,25-0,1	0,1-0,05	0,05-0,01	0,01-0,005
Содержание фракции (% частиц по массе)	2,4	8,2	32,4	48,5	7,3	1,2	-	-
$S_r=0,6$			$e=0,75$			$I_{om}=0,01$		
Вариант № 7								
Данные для определения интегральной кривой гранулометрического состава грунта								
Размер фракции, мм	2-1	1-0,5	0,5-0,25	0,25-0,1	0,1-0,05	0,05-0,01	0,01-0,005	<0,005
Содержание фракции (% частиц по массе)	1,6	4,3	42,3	38,2	10,6	3,0	-	-
$S_r=0,7$		$e=0,8$				$I_{om}=0,05$		
Вариант № 8								
Данные для определения интегральной кривой гранулометрического состава грунта								
Размер фракции, мм	5-2	2-1	1-0,5	0,5-0,25	0,25-0,1	0,1-0,05	0,05-0,01	0,01-0,005
Содержание фракции (% частиц по массе)	2,4	8,2	32,4	48,5	7,3	1,2	-	-
$S_r=0,8$			$e=0,8$			$I_{om}=0,04$		
Вариант № 9								
Данные для определения интегральной кривой гранулометрического состава грунта								
Размер фракции, мм	2-1	1-0,5	0,5-0,25	0,25-0,1	0,1-0,05	0,05-0,01	0,01-0,005	<0,005
Содержание фракции (% частиц по массе)	2,8	10,2	30,4	40,5	8,1	4,0	2,5	1,5
$S_r=0,9$		$e=0,75$				$I_{om}=0,03$		
Вариант № 10								
Данные для определения интегральной кривой гранулометрического состава грунта								
Размер фракции, мм	2-1	1-0,5	0,5-0,25	0,25-0,1	0,1-0,05	0,05-0,01	0,01-0,005	<0,005
Содержание фракции (% частиц по массе)	16,0	59,2	15,2	4,8	1,3	3,5	-	-
$S_r=0,95$			$e=0,6$			$I_{om}=0,01$		

Продолжение приложения Г

Вариант № 11								
Данные для определения интегральной кривой гранулометрического состава грунта								
Размер фракции, мм	2-1	1-0,5	0,5-0,25	0,25-0,1	0,1-0,05	0,05-0,01	0,01-0,005	<0,005
Содержание фракции (% частиц по массе)	4,4	10,0	48,0	24,0	11,6	2,0	-	-
$S_r=0,5$			$e=0,65$			$I_{om}=0,03$		
Вариант № 12								
Данные для определения интегральной кривой гранулометрического состава грунта								
Размер фракции, мм	2-1	1-0,5	0,5-0,25	0,25-0,1	0,1-0,05	0,05-0,01	0,01-0,005	<0,005
Содержание фракции (% частиц по массе)	0,3	2,0	24,7	58,7	10,3	1,2	1,2	1,6
$S_r=0,6$			$e=0,55$			$I_{om}=0,02$		
Вариант № 13								
Данные для определения интегральной кривой гранулометрического состава грунта								
Размер фракции, мм	2-1	1-0,5	0,5-0,25	0,25-0,1	0,1-0,05	0,05-0,01	0,01-0,005	<0,005
Содержание фракции (% частиц по массе)	16,1	55,8	14,7	5,5	0,4	5,5	2,0	-
$S_r=0,65$			$e=0,65$			$I_{om}=0,065$		
Вариант № 14								
Данные для определения интегральной кривой гранулометрического состава грунта								
Размер фракции, мм	2-1	1-0,5	0,5-0,25	0,25-0,1	0,1-0,05	0,05-0,01	0,01-0,005	<0,005
Содержание фракции (% частиц по массе)	1,0	4,0	12,0	19,0	39,0	23,0	2,0	-
$S_r=0,4$			$e=0,8$			$I_{om}=0,025$		
Вариант № 15								
Данные для определения интегральной кривой гранулометрического состава грунта								
Размер фракции, мм	2-1	1-0,5	0,5-0,25	0,25-0,1	0,1-0,05	0,05-0,01	0,01-0,005	<0,005
Содержание фракции (% частиц по массе)	9,7	53,0	22,5	7,6	3,4	3,8	-	-
$S_r=0,6$			$e=0,7$			$I_{om}=0,03$		

Продолжение приложения Г

Вариант № 16										
Данные для определения интегральной кривой гранулометрического состава грунта										
Размер фракции, мм	2-1	1-0,5	0,5-0,25	0,25-0,1	0,1-0,05	0,05-0,01	0,01-0,005	<0,005		
Содержание фракции (% частиц по массе)	0,2	4,3	30,9	48,0	15,6	1,0	-	-		
$S_r=0,6$			$e=0,6$			$I_{om}=0,06$				
Вариант № 17										
Данные для определения интегральной кривой гранулометрического состава грунта										
Размер фракции, мм	5-2	2-1	1-0,5	0,5-0,25	0,25-0,1	0,1-0,05	0,05-0,01	0,01-0,005		
Содержание фракции (% частиц по массе)	20,0	15,0	39,0	12,0	6,0	5,0	3,0	-		
$S_r=0,5$			$e=0,8$			$I_{om}=0,05$				
Вариант № 18										
Данные для определения интегральной кривой гранулометрического состава грунта										
Размер фракции, мм	5-2	2-1	1-0,5	0,5-0,25	0,25-0,1	0,1-0,05	0,05-0,01	0,01-0,005		
Содержание фракции (% частиц по массе)	1,5	6,0	22,0	20,0	29,0	16,5	5,0	-		
$S_r=0,55$			$e=0,75$			$I_{om}=0,03$				
Вариант № 19										
Данные для определения интегральной кривой гранулометрического состава грунта										
Размер фракции, мм	10-5	5-2	2-1	1-0,5	0,5-0,25	0,25-0,1	0,1-0,05	0,05-0,01		
Содержание фракции (% частиц по массе)	1,5	6,0	22,0	20,0	29,0	16,5	5,0	-		
$S_r=0,4$			$e=0,55$			$I_{om}=0,04$				
Вариант № 20										
Данные для определения интегральной кривой гранулометрического состава грунта										
Размер фракции, мм	60-40	40-20	20-10	10-5	5-2	2-1	1-0,5	0,5-0,25	0,25-0,1	0,1-0,05
Содержание фракции (% частиц по массе)	8	-	-	3	9	8	12	26	24	10
$S_r=0,5$			$e=0,6$			$I_{om}=0,03$				

Продолжение приложения Г

Вариант № 21									
Данные для определения интегральной кривой гранулометрического состава грунта									
Размер фракции, мм	5-2	2-1	1-0,5	0,5-0,25	0,25-0,1	0,1-0,05	0,05-0,01	0,01-0,005	
Содержание фракции (% частиц по массе)	2,4	8,2	32,4	48,5	7,3	1,2	-	-	
S _r =0,6			e =0,7			I _{om} =0,02			
Вариант № 22									
Данные для определения интегральной кривой гранулометрического состава грунта									
Размер фракции, мм	2-1	1-0,5	0,5-0,25	0,25-0,01	0,1-0,05	0,05-0,01	0,01-0,005	<0,005	
Содержание фракции (% частиц по массе)	2,8	10,2	30,4	40,5	8,1	4	2,5	1,5	
S _r =0,7			e =0,8			I _{om} =0,01			
Вариант № 23									
Данные для определения интегральной кривой гранулометрического состава грунта									
Размер фракции, мм	>200	200-100	100-60	60-40	40-20	20-10	10-5	5-2	2-1
Содержание фракции (% частиц по массе)	3,0	5,0	3,0	5,0	6,0	12,0	31,0	15,0	20,0
S _r =0,7			-			I _{om} =0,01			
Вариант № 24									
Данные для определения интегральной кривой гранулометрического состава грунта									
Размер фракции, мм	2-1	1-0,5	0,5-0,25	0,25-0,1	0,1-0,05	0,05-0,01	0,01-0,005	<0,005	
Содержание фракции (% частиц по массе)	15	59,2	15,2	4,8	1,3	3,5	-	-	
S _r =0,4			e =0,9			I _{om} =0,1			
Вариант № 25									
Данные для определения интегральной кривой гранулометрического состава грунта									
Размер фракции, мм		1-0,5	0,5-0,25	0,25-0,1	0,1-0,05	0,05-0,01	0,01-0,005	<0,005	
Содержание фракции (% частиц по массе)		5,1	28,8	49,2	8,4	2,4	2,0	1,6	
S _r =0,3			e =0,85			I _{om} =0,04			
Вариант № 26									

Данные для определения интегральной кривой гранулометрического состава грунта								
Размер фракции, мм	2-1	1-0,5	0,5-0,25	0,25-0,1	0,1-0,05	0,05-0,01	0,01-0,005	<0,005
Содержание фракции (% частиц по массе)	4,4	10,0	48,8	24,0	11,6	2,0	-	-
$S_r=0,6$			$e=0,7$			$I_{om}=0,03$		

Продолжение приложения Г

Вариант № 27								
Данные для определения интегральной кривой гранулометрического состава грунта								
Размер фракции, мм	2-1	1-0,5	0,5-0,25	0,25-0,1	0,1-0,05	0,05-0,01	0,01-0,005	<0,005
Содержание фракции (% частиц по массе)	0,3	2	24,7	58,7	10,3	1,2	1,2	1,6
$S_r=0,7$			$e=0,6$			$I_{om}=0,01$		

Вариант № 28									
Данные для определения интегральной кривой гранулометрического состава грунта									
Размер фракции, мм	100-60	60-40	40-20	20-10	10-5	5-2	2-1	1-0,5	0,5-0,25
Содержание фракции (% частиц по массе)	59,0	18,0	4,0	2,0	4,0	1,0	4,0	4,0	4,0
$S_r=0,7$			-				$I_{om}=0,01$		

Вариант № 29									
Данные для определения интегральной кривой гранулометрического состава грунта									
Размер фракции, мм	10-5	5-2	2-1	1-0,5	0,5-0,25	0,25-0,1	0,1-0,05	0,05-0,01	
Содержание фракции (% частиц по массе)	12,0	6,0	19,5	37,5	13,0	8,0	4,0	2,0	
$S_r=0,4$			$e=0,6$				$I_{om}=0,04$		

Вариант № 30									
Данные для определения интегральной кривой гранулометрического состава грунта									
Размер фракции, мм	>200	200-100	100-60	60-40	40-20	20-10	10-5	5-2	2-1
Содержание фракции (% частиц по массе)	5,0	5,0	7,0	6,0	12,0	41,0	15,0	5,0	4,0
$S_r=0,7$			-				$I_{om}=0,01$		

ПРИЛОЖЕНИЕ Д

Варианты заданий к разделу 3.3 – Определение ПКН пылевато-глинистых грунтов

Вариант №1	
Гранулометрический состав грунта (% частиц по массе):	
2-0,05 мм	48,2
0,05-0,005 мм	16,6
<0,005 мм	35,2
Плотность грунта ρ , г/см ³	1,8
Плотность частиц грунта ρ_s , г/см ³	2,73
Природная влажность w , доли ед.	0,16
Влажность на на границе текучести w_L , доли ед.	0,37
Влажность на на границе раскатывания w_p , доли ед.	0,19
ε_{sl}	0,04
I_{om}	0,05

Вариант №2	
Гранулометрический состав грунта (% частиц по массе):	
2-0,05 мм	47,1
0,05-0,005 мм	44,0
<0,005 мм	8,9
Плотность грунта ρ , г/см ³	1,87
Плотность частиц грунта ρ_s , г/см ³	2,7
Природная влажность w , доли ед.	0,09
Влажность на на границе текучести w_L , доли ед.	0,21
Влажность на на границе раскатывания w_p , доли ед.	0,15
ε_{sl}	0,06
I_{om}	0,04

Вариант №3	
Гранулометрический состав грунта (% частиц по массе):	
2-0,05 мм	25,7
0,05-0,005 мм	38,4
<0,005 мм	35,9
Плотность грунта ρ , г/см ³	1,84
Плотность частиц грунта ρ_s , г/см ³	2,71
Природная влажность w , доли ед.	0,36
Влажность на на границе текучести w_L , доли ед.	0,42
Влажность на на границе раскатывания w_p , доли ед.	0,20
ε_{sw}	0,05
I_{om}	0,05

Вариант №4	
Гранулометрический состав грунта (% частиц по массе):	
2-0,05 мм	45,3
0,05-0,005 мм	39
<0,005 мм	14,9
Плотность грунта ρ , г/см ³	1,91
Плотность частиц грунта ρ_s , г/см ³	2,71
Природная влажность w , доли ед.	0,21
Влажность на на границе текучести w_L , доли ед.	0,23
Влажность на на границе раскатывания w_p , доли ед.	0,15
ε_{sw}	0,1
I_{om}	0,06

Продолжение приложения Д

Вариант №5	
Гранулометрический состав грунта (% частиц по массе):	
2-0,05 мм	32,9
0,05-0,005 мм	48,5
<0,005 мм	18,9
Плотность грунта ρ , г/см ³	1,8
Плотность частиц грунта ρ_s , г/см ³	2,72
Природная влажность w , доли ед.	0,17
Влажность на на границе текучести w_L , доли ед.	0,35
Влажность на на границе раскатывания w_p , доли ед.	0,21
ε_{sw}	0,12
I_{om}	0,05

Вариант №6	
Гранулометрический состав грунта (% частиц по массе):	
2-0,05 мм	62,3
0,05-0,005 мм	33,5
<0,005 мм	4,2
Плотность грунта ρ , г/см ³	1,8
Плотность частиц грунта ρ_s , г/см ³	2,7
Природная влажность w , доли ед.	0,22
Влажность на на границе текучести w_L , доли ед.	0,17
Влажность на на границе раскатывания w_p , доли ед.	0,15
ε_{sw}	0,14
I_{om}	0,05

Вариант №7	
Гранулометрический состав грунта (% частиц по массе):	
2-0,05 мм	49,9
0,05-0,005 мм	15,5
<0,005 мм	34,6
Плотность грунта ρ , г/см ³	1,9
Плотность частиц грунта ρ_s , г/см ³	2,7
Природная влажность w , доли ед.	0,1
Влажность на на границе текучести w_L , доли ед.	0,4
Влажность на на границе раскатывания w_p , доли ед.	0,2
ε_{sl}	0,015
I_{om}	0,1

Вариант №8	
Гранулометрический состав грунта (% частиц по массе):	
2-0,05 мм	69,0
0,05-0,005 мм	23,7
<0,005 мм	7,3
Плотность грунта ρ , г/см ³	1,86
Плотность частиц грунта ρ_s , г/см ³	2,70
Природная влажность w , доли ед.	0,12
Влажность на на границе текучести w_L , доли ед.	0,14
Влажность на на границе раскатывания w_p , доли ед.	0,08
ε_{sw}	0,06
I_{om}	0,06

Вариант №9	
Гранулометрический состав грунта (% частиц по массе):	
2-0,05 мм	5,3
0,05-0,005 мм	34,9
<0,005 мм	59,8
Плотность грунта ρ , г/см ³	1,94
Плотность частиц грунта ρ_s , г/см ³	2,74
Природная влажность w , доли ед.	0,30
Влажность на на границе текучести w_L , доли ед.	0,58
Влажность на на границе раскатывания w_p , доли ед.	0,26
ε_{sw}	0,07
I_{om}	0,05

Вариант №10	
Гранулометрический состав грунта (% частиц по массе):	
2-0,05 мм	48,6
0,05-0,005 мм	39,1
<0,005 мм	12,3
Плотность грунта ρ , г/см ³	1,80
Плотность частиц грунта ρ_s , г/см ³	2,68
Природная влажность w , доли ед.	0,23
Влажность на на границе текучести w_L , доли ед.	0,24
Влажность на на границе раскатывания w_p , доли ед.	0,16
ε_{sw}	0,05
I_{om}	0,01

Продолжение приложения Д

Вариант №11	
Гранулометрический состав грунта (% частиц по массе):	
2-0,05 мм	61,6
0,05-0,005 мм	33,6
<0,005 мм	4,8
Плотность грунта ρ , г/см ³	1,83
Плотность частиц грунта ρ_s , г/см ³	2,67
Природная влажность w , доли ед.	0,28
Влажность на на границе текучести w_L , доли ед.	0,19
Влажность на на границе раскатывания w_p , доли ед.	0,17
ϵ_{sw}	0,05
I_{om}	0,04

Вариант № 12	
Гранулометрический состав грунта (% частиц по массе):	
2-0,05 мм	47,2
0,05-0,005 мм	14,7
<0,005 мм	38,1
Плотность грунта ρ , г/см ³	1,95
Плотность частиц грунта ρ_s , г/см ³	2,72
Природная влажность w , доли ед.	0,18
Влажность на на границе текучести w_L , доли ед.	0,39
Влажность на на границе раскатывания w_p , доли ед.	0,21
ϵ_{sl}	0,02
I_{om}	0,12

Вариант №13	
Гранулометрический состав грунта (% частиц по массе):	
2-0,05 мм	32,8
0,05-0,005 мм	61,4
<0,005 мм	5,8
Плотность грунта ρ , г/см ³	1,79
Плотность частиц грунта ρ_s , г/см ³	2,7
Природная влажность w , доли ед.	0,12
Влажность на на границе текучести w_L , доли ед.	0,15
Влажность на на границе раскатывания w_p , доли ед.	0,11
ϵ_{sw}	0,01
I_{om}	0,4

Вариант №14	
Гранулометрический состав грунта (% частиц по массе):	
2-0,05 мм	35,6
0,05-0,005 мм	39,6
<0,005 мм	24,8
Плотность грунта ρ , г/см ³	2,01
Плотность частиц грунта ρ_s , г/см ³	2,71
Природная влажность w , доли ед.	0,23
Влажность на на границе текучести w_L , доли ед.	0,34
Влажность на на границе раскатывания w_p , доли ед.	0,18
ϵ_{sw}	0,15
I_{om}	0,13

Вариант №15	
Гранулометрический состав грунта (% частиц по массе):	
2-0,05 мм	39,3
0,05-0,005 мм	51,4
<0,005 мм	9,3
Плотность грунта ρ , г/см ³	1,92
Плотность частиц грунта ρ_s , г/см ³	2,7
Природная влажность w , доли ед.	0,2
Влажность на на границе текучести w_L , доли ед.	0,21
Влажность на на границе раскатывания w_p , доли ед.	0,15
ϵ_{sw}	0,11
I_{om}	0,11

Вариант №16	
Гранулометрический состав грунта (% частиц по массе):	
2-0,05 мм	43,8
0,05-0,005 мм	33,5
<0,005 мм	22,7
Плотность грунта ρ , г/см ³	1,96
Плотность частиц грунта ρ_s , г/см ³	2,72
Природная влажность w , доли ед.	0,22
Влажность на на границе текучести w_L , доли ед.	0,33
Влажность на на границе раскатывания w_p , доли ед.	0,18
ϵ_{sw}	0,08
I_{om}	0,01

Продолжение приложения Д

Вариант №17	
Гранулометрический состав грунта (% частиц по массе):	
2-0,05 мм	36,4
0,05-0,005 мм	48,7
<0,005 мм	14,9
Плотность грунта ρ , г/см ³	1,72
Плотность частиц грунта ρ_s , г/см ³	2,66
Природная влажность w , доли ед.	0,18
Влажность на на границе текучести w_L , доли ед.	0,29
Влажность на на границе раскатывания w_p , доли ед.	0,17
ε_{sw}	0,05
I_{om}	0,05

Вариант №18	
Гранулометрический состав грунта (% частиц по массе):	
2-0,05 мм	45,8
0,05-0,005 мм	39,1
<0,005 мм	15,1
Плотность грунта ρ , г/см ³	1,78
Плотность частиц грунта ρ_s , г/см ³	2,71
Природная влажность w , доли ед.	0,19
Влажность на на границе текучести w_L , доли ед.	0,29
Влажность на на границе раскатывания w_p , доли ед.	0,18
ε_{sw}	0,11
I_{om}	0,03

Вариант №19	
Гранулометрический состав грунта (% частиц по массе):	
2-0,05 мм	44
0,05-0,005 мм	46,2
<0,005 мм	9,8
Плотность грунта ρ , г/см ³	1,93
Плотность частиц грунта ρ_s , г/см ³	2,7
Природная влажность w , доли ед.	0,2
Влажность на на границе текучести w_L , доли ед.	0,21
Влажность на на границе раскатывания w_p , доли ед.	0,15
ε_{sw}	0,02
I_{om}	0,1

Вариант №20	
Гранулометрический состав грунта (% частиц по массе):	
2-0,05 мм	24,3
0,05-0,005 мм	50,5
<0,005 мм	25,2
Плотность грунта ρ , г/см ³	1,8
Плотность частиц грунта ρ_s , г/см ³	2,71
Природная влажность w , доли ед.	0,16
Влажность на на границе текучести w_L , доли ед.	0,35
Влажность на на границе раскатывания w_p , доли ед.	0,2
ε_{sl}	0,04
I_{om}	0,05

Вариант №21	
Гранулометрический состав грунта (% частиц по массе):	
2-0,05 мм	47,2
0,05-0,005 мм	43,6
<0,005 мм	9,2
Плотность грунта ρ , г/см ³	1,92
Плотность частиц грунта ρ_s , г/см ³	2,7
Природная влажность w , доли ед.	0,12
Влажность на на границе текучести w_L , доли ед.	0,15
Влажность на на границе раскатывания w_p , доли ед.	0,1
ε_{sw}	0,06
I_{om}	0,07

Вариант №22	
Гранулометрический состав грунта (% частиц по массе):	
2-0,05 мм	10,4
0,05-0,005 мм	45,8
<0,005 мм	43,8
Плотность грунта ρ , г/см ³	1,98
Плотность частиц грунта ρ_s , г/см ³	2,72
Природная влажность w , доли ед.	0,25
Влажность на на границе текучести w_L , доли ед.	0,48
Влажность на на границе раскатывания w_p , доли ед.	0,21
ε_{sw}	0,02
I_{om}	0,05

Продолжение приложения Д

Вариант №23	
Гранулометрический состав грунта (% частиц по массе):	
2-0,05 мм	44,8
0,05-0,005 мм	28,5
<0,005 мм	26,7
Плотность грунта ρ , г/см ³	1,84
Плотность частиц грунта ρ_s , г/см ³	2,72
Природная влажность w , доли ед.	0,13
Влажность на на границе текучести w_L , доли ед.	0,32
Влажность на на границе раскатывания w_p , доли ед.	0,18
ε_{sl}	0,06
I_{om}	0,05

Вариант №24	
Гранулометрический состав грунта (% частиц по массе):	
2-0,05 мм	40,1
0,05-0,005 мм	51,1
<0,005 мм	8,7
Плотность грунта ρ , г/см ³	1,97
Плотность частиц грунта ρ_s , г/см ³	2,71
Природная влажность w , доли ед.	0,24
Влажность на на границе текучести w_L , доли ед.	0,25
Влажность на на границе раскатывания w_p , доли ед.	0,19
ε_{sw}	0,13
I_{om}	0,05

Вариант №25	
Гранулометрический состав грунта (% частиц по массе):	
2-0,05 мм	35,1
0,05-0,005 мм	48,5
<0,005 мм	14,4
Плотность грунта ρ , г/см ³	1,72
Плотность частиц грунта ρ_s , г/см ³	2,7
Природная влажность w , доли ед.	0,15
Влажность на на границе текучести w_L , доли ед.	0,25
Влажность на на границе раскатывания w_p , доли ед.	0,17
ε_{sl}	0,02
I_{om}	0,04

Вариант №26	
Гранулометрический состав грунта (% частиц по массе):	
2-0,05 мм	45,3
0,05-0,005 мм	36,9
<0,005 мм	17,8
Плотность грунта ρ , г/см ³	1,79
Плотность частиц грунта ρ_s , г/см ³	2,73
Природная влажность w , доли ед.	0,38
Влажность на на границе текучести w_L , доли ед.	0,34
Влажность на на границе раскатывания w_p , доли ед.	0,22
ε_{sw}	0,09
I_{om}	0,07

Вариант №27	
Гранулометрический состав грунта (% частиц по массе):	
2-0,05 мм	32,2
0,05-0,005 мм	35
<0,005 мм	32,8
Плотность грунта ρ , г/см ³	1,85
Плотность частиц грунта ρ_s , г/см ³	2,7
Природная влажность w , доли ед.	0,2
Влажность на на границе текучести w_L , доли ед.	0,37
Влажность на на границе раскатывания w_p , доли ед.	0,18
ε_{sw}	0,03
I_{om}	0,03

Вариант №28	
Гранулометрический состав грунта (% частиц по массе):	
2-0,05 мм	39,6
0,05-0,005 мм	55,2
<0,005 мм	5,2
Плотность грунта ρ , г/см ³	1,99
Плотность частиц грунта ρ_s , г/см ³	2,71
Природная влажность w , доли ед.	0,22
Влажность на на границе текучести w_L , доли ед.	0,25
Влажность на на границе раскатывания w_p , доли ед.	0,20
ε_{sw}	0,03
I_{om}	0,01

Продолжение приложения Д

Вариант №29	
Гранулометрический состав грунта (% частиц по массе):	
2-0,05 мм	29,6
0,05-0,005 мм	34,8
<0,005 мм	35,6
Плотность грунта ρ , г/см ³	1,94
Плотность частиц грунта ρ_s , г/см ³	2,73
Природная влажность w , доли ед.	0,36
Влажность на на границе текучести w_L , доли ед.	0,42
Влажность на на границе раскатывания w_p , доли ед.	0,21
ε_{sw}	0,08
I_{om}	0,06

Вариант №30	
Гранулометрический состав грунта (% частиц по массе):	
2-0,05 мм	48,8
0,05-0,005 мм	42,9
<0,005 мм	8,3
Плотность грунта ρ , г/см ³	1,92
Плотность частиц грунта ρ_s , г/см ³	2,70
Природная влажность w , доли ед.	0,21
Влажность на на границе текучести w_L , доли ед.	0,20
Влажность на на границе раскатывания w_p , доли ед.	0,15
ε_{sw}	0,01
I_{om}	0,02

ПРИЛОЖЕНИЕ Е

Варианты заданий к разделу 4 –Построение инженерно-геологического разреза

Номер варианта 1				
Абсолютная отметка устья скважины, м	Скв1	Скв2	Скв3	Скв4
		223,2	219,5	216,5
Глубина залегания подошвы слоя 1, м	-	0,5	0,5	0,5
Глубина залегания подошвы слоя 2, м	4,5	4,5	3,0	-
Глубина залегания подошвы слоя 3, м	16,0	15,0	17,5	17,0
Глубина залегания подошвы слоя 4, м	20,0	19,5	21,6	21,0
Пробурено по слою 5 до глубины, м	24,0	23,7	27,0	25,0
Глубина уровня грунтовых вод, м	11,5	10,5	7,0	6,0

Номер варианта 2				
Абсолютная отметка устья скважины, м	Скв1	Скв2	Скв3	Скв4
		214,4	210,7	210,8
Глубина залегания подошвы слоя 1, м	0,5	0,6	0,7	0,7
Глубина залегания подошвы слоя 2, м	5,0	4,5	3,5	4,0
Глубина залегания подошвы слоя 3, м	15,5	11,0	12,0	14,0
Глубина залегания подошвы слоя 4, м	-	-	16,0	17,0-
Пробурено по слою 5 до глубины, м	24,5	21,0	19,6	23,0
Глубина уровня грунтовых вод, м	7,7	7,5	7,5	7,5

Номер варианта 3				
Абсолютная отметка устья скважины, м	Скв1	Скв2	Скв3	Скв4
		207,5	208,2	207,6
Глубина залегания подошвы слоя 1, м	0,7	0,7	0,8	0,8
Глубина залегания подошвы слоя 2, м	5,5	-	3,0	-
Глубина залегания подошвы слоя 3, м	14,0	11,5	14,0	12,5
Глубина залегания подошвы слоя 4, м	17,0	19,0	22,0	25,0
Пробурено по слою 5 до глубины, м	25,0	25,5	25,0	-
Уровень грунтовых вод, м	15,5	16,6	16,5	17,1

Номер варианта 4				
Абсолютная отметка устья скважины, м	Скв1	Скв2	Скв3	Скв4
		202,6	202,3	203,2
Глубина залегания подошвы слоя 1, м	-	0,5	0,6	0,7
Глубина залегания подошвы слоя 2, м	-	-	3,0	4,0
Глубина залегания подошвы слоя 3, м	13,0	11,0	12,0	13,0
Глубина залегания подошвы слоя 4, м	26,0	23,0	26,0	25,8
Пробурено по слою 5 до глубины, м	-	26,5	-	290
Уровень грунтовых вод, м	14,0	14,0	14,0	13,5

Продолжение приложения Е

Номер варианта 5				
Абсолютная отметка устья скважины, м	Скв1	Скв2	Скв3	Скв4
		232,5	231,9	229,5
Глубина залегания подошвы слоя 1, м	0,5	0,8	0,8	0,9
Глубина залегания подошвы слоя 2, м	4,0	3,5	50	-
Глубина залегания подошвы слоя 3, м	18,0	18,4	19,0	8,0
Глубина залегания подошвы слоя 4, м	24,0	22,5	-	12,0
Пробурено по слою 5 до глубины, м	30,0	28,5	29,0	30,0
Глубина уровня грунтовых вод, м	23,0	20,5	-	-

Номер варианта 6				
Абсолютная отметка устья скважины, м	Скв1	Скв2	Скв3	Скв4
		227,5	229,5	231,5
Глубина залегания подошвы слоя 1, м	0,7	0,6	0,6	0,5
Глубина залегания подошвы слоя 2, м	4,0	5,0	3,6	4,0
Глубина залегания подошвы слоя 3, м	13,0	13,0	17,5	17,0
Глубина залегания подошвы слоя 4, м	24,0	25,0	26,0	-
Пробурено по слою 5 до глубины, м	26,3	30,0	30,0	32,0
Уровень грунтовых вод, м	21,0	20,0	20,0	-

Номер варианта 7				
Абсолютная отметка устья скважины, м	Скв1	Скв2	Скв3	Скв4
		227,9	230,3	231,3
Глубина залегания подошвы слоя 1, м	1,8	1,7	-	-
Глубина залегания подошвы слоя 2, м	4,5	-	-	-
Глубина залегания подошвы слоя 3, м	17,0	17,2	16,0	17,0
Глубина залегания подошвы слоя 4, м	28,0	27,0	27,0	27,7
Пробурено по слою 5 до глубины, м	33,0	34,0	33,5	32,5
Уровень грунтовых вод, м	23,0	23,0	23,0	21,5

Номер варианта 8				
Абсолютная отметка устья скважины, м	Скв1	Скв2	Скв3	Скв4
		230,6	230,3	228,6
Глубина залегания подошвы слоя 1, м	1,0	1,2	1,2	1,4
Глубина залегания подошвы слоя 2, м	-	4,0	4,5	-
Глубина залегания подошвы слоя 3, м	17,0	16,0	15,0	13,8
Глубина залегания подошвы слоя 4, м	20,0	23,0	26,5	25,5
Пробурено по слою 5 до глубины, м	32,0	31,0	31,5	31,5
Уровень грунтовых вод, м	18,0	17,5	17,4	17,3

Продолжение приложения Е

Номер варианта 9				
Абсолютная отметка устья скважины, м	Скв1	Скв2	Скв3	Скв4
		232,5	231,9	229,5
Глубина залегания подошвы слоя 1, м	-	-	0,6	0,8
Глубина залегания подошвы слоя 2, м	4,0	3,5	9,0	-
Глубина залегания подошвы слоя 3, м	18,0	18,4	19,0	10,6
Глубина залегания подошвы слоя 4, м	24,0	22,5	-	-
Пробурено по слою 5 до глубины, м	32,0	32,0	32,5	30,5
Уровень грунтовых вод, м	20,5	20,5	-	-

Номер варианта 11				
Абсолютная отметка устья скважины, м	Скв1	Скв2	Скв3	Скв4
		142,4	141,6	135,0
Глубина залегания подошвы слоя 1, м	-	0,5	0,5	0,5
Глубина залегания подошвы слоя 2, м	4,5	4,5	-	-
Глубина залегания подошвы слоя 3, м	16,0	15,0	17,5	17,0
Глубина залегания подошвы слоя 4, м	20,0	19,5	21,6	21,0
Пробурено по слою 5 до глубины, м	24,0	23,7	27,0	25,0
Уровень грунтовых вод, м	11,5	10,5	7,0	6,0

Номер варианта 10				
Абсолютная отметка устья скважины, м	Скв1	Скв2	Скв3	Скв4
		232,3	229,5	226,8
Глубина залегания подошвы слоя 1, м	0,5	0,5	0,7	0,8
Глубина залегания подошвы слоя 2, м	4,0	5,5	5,0	5,6
Глубина залегания подошвы слоя 3, м	-	20,0	21,0	22,0
Глубина залегания подошвы слоя 4, м	-	30,0	28,0	29,0
Пробурено по слою 5 до глубины, м	35,0	33,0	31,5	32,0
Уровень грунтовых вод, м	-	20,3	20,3	20,3

Номер варианта 12				
Абсолютная отметка устья скважины, м	Скв1	Скв2	Скв3	Скв4
		200,5	199,3	198,2
Глубина залегания подошвы слоя 1, м	0,5	0,6	0,7	0,7
Глубина залегания подошвы слоя 2, м	5,0	4,5	3,5	4,0
Глубина залегания подошвы слоя 3, м	15,5	11,0	12,0	14,0
Глубина залегания подошвы слоя 4, м	-	15,0	16,0	-
Пробурено по слою 5 до глубины, м	24,5	21,0	19,6	23,0
Уровень грунтовых вод, м	7,7	7,5	6,5	7,5

Продолжение приложения Е

Номер варианта 13				
Абсолютная отметка устья скважины, м	Скв1	Скв2	Скв3	Скв4
		100,0	101,2	105,3
Глубина залегания подошвы слоя 1, м	0,7	0,7	0,8	-
Глубина залегания подошвы слоя 2, м	5,5	-	3,0	-
Глубина залегания подошвы слоя 3, м	14,0	11,5	14,0	12,5
Глубина залегания подошвы слоя 4, м	17,0	19,0	22,0	25,0
Пробурено по слою 5 до глубины, м	25,0	25,5	25,0	-
Уровень грунтовых вод, м	15,5	16,6	16,5	17,1

Номер варианта 14				
Абсолютная отметка устья скважины, м	Скв1	Скв2	Скв3	Скв4
		99,1	97,8	97,6
Глубина залегания подошвы слоя 1, м	-	0,5	0,6	0,7
Глубина залегания подошвы слоя 2, м	-	-	2,0	4,0
Глубина залегания подошвы слоя 3, м	13,0	11,0	12,0	13,0
Глубина залегания подошвы слоя 4, м	26,0	23,0	26,0	25,8
Пробурено по слою 5 до глубины, м	-	26,5	-	27,0
Уровень грунтовых вод, м	14,0	14,0	14,0	13,5

Номер варианта 15				
Абсолютная отметка устья скважины, м	Скв1	Скв2	Скв3	Скв4
		20,0	21,2	19,3
Глубина залегания подошвы слоя 1, м	0,5	0,8	0,8	0,9
Глубина залегания подошвы слоя 2, м	6,5	7,0	9,0	-
Глубина залегания подошвы слоя 3, м	18,0	18,4	19,0	9,6
Глубина залегания подошвы слоя 4, м	24,0	22,5	-	12,0
Пробурено по слою 5 до глубины, м	30,0	28,5	29,0	30,0
Уровень грунтовых вод, м	23,0	20,5	19,5	18,5-

Номер варианта 16				
Абсолютная отметка устья скважины, м	Скв1	Скв2	Скв3	Скв4
		199,1	195,3	190,2
Глубина залегания подошвы слоя 1, м	0,7	0,6	0,6	0,5
Глубина залегания подошвы слоя 2, м	3,0	5,0	3,6	4,0
Глубина залегания подошвы слоя 3, м	13,0	13,0	17,5	17,0
Глубина залегания подошвы слоя 4, м	24,0	25,0	24,0	-
Пробурено по слою 5 до глубины, м	30,0	30,0	29,0	28,0
Уровень грунтовых вод, м	21,0	20,0	20,0	-

Продолжение приложения Е

Номер варианта 17				
Абсолютная отметка устья скважины, м	Скв1	Скв2	Скв3	Скв4
		200,2	205,4	210,2
Глубина залегания подошвы слоя 1, м	0,8	0,7	-	-
Глубина залегания подошвы слоя 2, м	3,5	-	-	-
Глубина залегания подошвы слоя 3, м	17,0	17,2	16,0	17,0
Глубина залегания подошвы слоя 4, м	18,0	23,0	27,0	27,7
Пробурено по слою 5 до глубины, м	33,0	34,0	33,5	32,5
Уровень грунтовых вод, м	17,0	20,0	23,0	21,5

Номер варианта 18				
Абсолютная отметка устья скважины, м	Скв1	Скв2	Скв3	Скв4
		151,2	152,3	154,6
Глубина залегания подошвы слоя 1, м	0,9	0,8	0,8	0,6
Глубина залегания подошвы слоя 2, м	-	3,0	3,8	-
Глубина залегания подошвы слоя 3, м	17,0	16,0	15,0	13,8
Глубина залегания подошвы слоя 4, м	20,0	23,0	26,5	-
Пробурено по слою 5 до глубины, м	32,0	31,0	31,5	31,5
Уровень грунтовых вод, м	18,0	17,5	17,4	17,3

Номер варианта 19				
Абсолютная отметка устья скважины, м	Скв1	Скв2	Скв3	Скв4
		61,7	61,8	60,4
Глубина залегания подошвы слоя 1, м	-	-	0,6	0,8
Глубина залегания подошвы слоя 2, м	4,0	6,5	9,0	-
Глубина залегания подошвы слоя 3, м	18,0	18,4	19,0	10,6
Глубина залегания подошвы слоя 4, м	24,0	22,5	-	-
Пробурено по слою 5 до глубины, м	32,0	32,0	32,5	30,5
Уровень грунтовых вод, м	20,5	20,5	-	-

Номер варианта 20				
Абсолютная отметка устья скважины, м	Скв1	Скв2	Скв3	Скв4
		511,4	495,2	480,3
Глубина залегания подошвы слоя 1, м	0,5	0,5	0,7	0,8
Глубина залегания подошвы слоя 2, м	4,0	5,5	5,0	5,6
Глубина залегания подошвы слоя 3, м	-	20,0	21,0	22,0
Глубина залегания подошвы слоя 4, м	-	30,0	28,0	29,0
Пробурено по слою 5 до глубины, м	40,0	31,0	31,5	32,0
Уровень грунтовых вод, м	-	26,3	22,0	18,0

Продолжение приложения Е

Номер варианта 21				
Абсолютная отметка устья скважины, м	Скв1	Скв2	Скв3	Скв4
		175,2	175,3	182,1
Глубина залегания подошвы слоя 1, м	-	-	0,5	0,5
Глубина залегания подошвы слоя 2, м	-	-	4,5	4,5
Глубина залегания подошвы слоя 3, м	22,0	15,0	17,5	17,0
Глубина залегания подошвы слоя 4, м	20,0	19,5	21,6	21,0
Пробурено по слою 5 до глубины, м	24,0	23,7	27,0	25,0
Уровень грунтовых вод, м	6,5	5,5	8,0	8,5

Номер варианта 23				
Абсолютная отметка устья скважины, м	Скв1	Скв2	Скв3	Скв4
		207,5	208,2	207,6
Глубина залегания подошвы слоя 1, м	0,7	0,7	0,8	0,8
Глубина залегания подошвы слоя 2, м	5,5	-	3,0	-
Глубина залегания подошвы слоя 3, м	14,0	11,5	14,0	12,5
Глубина залегания подошвы слоя 4, м	17,0	19,0	22,0	25,0
Пробурено по слою 5 до глубины, м	25,0	25,5	25,0	-
Уровень грунтовых вод, м	15,5	16,6	16,5	17,1

Номер варианта 22				
Абсолютная отметка устья скважины, м	Скв1	Скв2	Скв3	Скв4
		141,4	142,5	143,7
Глубина залегания подошвы слоя 1, м	-	0,6	0,7	0,7
Глубина залегания подошвы слоя 2, м	5,0	4,5	3,5	4,0
Глубина залегания подошвы слоя 3, м	15,5	11,0	12,0	14,0
Глубина залегания подошвы слоя 4, м	-	15,0	16,0	-
Пробурено по слою 5 до глубины, м	24,5	21,0	19,6	23,0
Уровень грунтовых вод, м	7,7	7,5	6,5	7,5

Номер варианта 24				
Абсолютная отметка устья скважины, м	Скв1	Скв2	Скв3	Скв4
		52,6	53,8	56,1
Глубина залегания подошвы слоя 1, м	-	0,5	1,2	1,5
Глубина залегания подошвы слоя 2, м	-	1,5	3,0	3,0
Глубина залегания подошвы слоя 3, м	13,0	11,0	12,0	13,0
Глубина залегания подошвы слоя 4, м	26,0	23,0	26,0	25,8
Пробурено по слою 5 до глубины, м	-	26,5	-	27,0
Уровень грунтовых вод, м	14,0	14,0	14,0	13,5

Продолжение приложения Е

Номер варианта 25				
Абсолютная отметка устья скважины, м	Скв1	Скв2	Скв3	Скв4
		111,0	112,0	113,5
Глубина залегания подошвы слоя 1, м	0,5	0,8	0,8	0,9
Глубина залегания подошвы слоя 2, м	4,0	6,5	9,0	-
Глубина залегания подошвы слоя 3, м	18,0	18,4	19,0	10,6
Глубина залегания подошвы слоя 4, м	24,0	22,5	-	13,5
Пробурено по слою 5 до глубины, м	30,0	28,5	29,0	30,0
Уровень грунтовых вод, м	23,0	20,5	-	-

Номер варианта 26				
Абсолютная отметка устья скважины, м	Скв1	Скв2	Скв3	Скв4
		152,7	152,8	152,0
Глубина залегания подошвы слоя 1, м	0,7	0,6	0,6	0,5
Глубина залегания подошвы слоя 2, м	-	5,0	3,6	4,0
Глубина залегания подошвы слоя 3, м	13,0	13,0	17,5	17,0
Глубина залегания подошвы слоя 4, м	24,0	25,0	26,0	-
Пробурено по слою 5 до глубины, м	26,3	30,0	30,0	32,0
Уровень грунтовых вод, м	21,0	20,0	20,0	-

Номер варианта 27				
Абсолютная отметка устья скважины, м	Скв1	Скв2	Скв3	Скв4
		231,3	230,0	229,0
Глубина залегания подошвы слоя 1, м	1,0	0,7	-	2,0
Глубина залегания подошвы слоя 2, м	3,5	-	-	10,0
Глубина залегания подошвы слоя 3, м	17,0	17,2	16,0	25,0
Глубина залегания подошвы слоя 4, м	28,0	27,0	27,0	37,7
Пробурено по слою 5 до глубины, м	33,0	34,0	33,5	42,5
Уровень грунтовых вод, м	23,0	23,0	23,0	21,5

Номер варианта 28				
Абсолютная отметка устья скважины, м	Скв1	Скв2	Скв3	Скв4
		130,6	130,5	129,3
Глубина залегания подошвы слоя 1, м	1,5	1,6	0,6	0,7
Глубина залегания подошвы слоя 2, м	-	3,0	3,8	-
Глубина залегания подошвы слоя 3, м	17,0	16,0	15,0	13,8
Глубина залегания подошвы слоя 4, м	20,0	23,0	26,5	25,5
Пробурено по слою 5 до глубины, м	32,0	31,0	31,5	31,5
Уровень грунтовых вод, м	18,0	17,5	17,4	17,3

Продолжение приложения Е

Номер варианта 29				
Абсолютная отметка устья скважины, м	Скв1	Скв2	Скв3	Скв4
		141,4	141,8	151,3
Глубина залегания подошвы слоя 1, м	-	-	1,6	1,8
Глубина залегания подошвы слоя 2, м	4,0	3,5	-	-
Глубина залегания подошвы слоя 3, м	18,0	18,4	19,0	10,6
Глубина залегания подошвы слоя 4, м	24,0	22,5	42,0	40,5
Пробурено по слою 5 до глубины, м	32,0	32,0	32,5	30,5
Уровень грунтовых вод, м	20,5	20,5	-	-

Номер варианта 30				
Абсолютная отметка устья скважины, м	Скв1	Скв2	Скв3	Скв4
		130,0	130,1	129,0
Глубина залегания подошвы слоя 1, м	0,5	0,5	0,7	0,8
Глубина залегания подошвы слоя 2, м	4,0	5,5	5,0	5,6
Глубина залегания подошвы слоя 3, м	-	20,0	21,0	22,0
Глубина залегания подошвы слоя 4, м	-	30,0	28,0	29,0
Пробурено по слою 5 до глубины, м	31,0	31,0	31,5	32,0
Уровень грунтовых вод, м	-	20,3	20,3	20,3

Номер варианта 31				
Абсолютная отметка устья скважины, м	Скв1	Скв2	Скв3	Скв4
		130,6	130,5	129,3
Глубина залегания подошвы слоя 1, м	0,5	0,6	0,6	0,7
Глубина залегания подошвы слоя 2, м	-	3,0	3,8	-
Глубина залегания подошвы слоя 3, м	17,0	16,0	15,0	13,8
Глубина залегания подошвы слоя 4, м	20,0	23,0	-	25,5
Пробурено по слою 5 до глубины, м	32,0	31,0	31,5	31,5
Уровень грунтовых вод, м	18,0	17,5	17,4	17,3

Номер варианта 32				
Абсолютная отметка устья скважины, м	Скв1	Скв2	Скв3	Скв4
		141,4	141,8	151,3
Глубина залегания подошвы слоя 1, м	-	-	0,6	0,8
Глубина залегания подошвы слоя 2, м	4,0	3,5	9,0	-
Глубина залегания подошвы слоя 3, м	18,0	18,4	19,0	10,6
Глубина залегания подошвы слоя 4, м	24,0	22,5	-	-
Вскрытая глубина залегания слоя 5, м	32,0	32,0	32,5	30,5
Уровень грунтовых вод, м	20,5	20,5	-	-

Продолжение приложения Е

Номер варианта 33				
Абсолютная отметка устья скважины, м	Скв1	Скв2	Скв3	Скв4
		130,0	130,1	129,0
Глубина залегания подошвы слоя 1, м	0,5	0,5	-	-
Глубина залегания подошвы слоя 2, м	4,0	5,5	5,0	5,6
Глубина залегания подошвы слоя 3, м	-	20,0	21,0	22,0
Глубина залегания подошвы слоя 4, м	-	30,0	28,0	29,0
Вскрытая глубина залегания слоя 5, м	31,0	31,0	31,5	32,0
Уровень грунтовых вод, м	-	20,3	20,3	20,3

Номер варианта 34				
Абсолютная отметка устья скважины, м	Скв1	Скв2	Скв3	Скв4
		30,6	30,5	29,3
Глубина залегания подошвы слоя 1, м	0,5	0,6	0,6	0,7
Глубина залегания подошвы слоя 2, м	-	3,0	3,8	4,5
Глубина залегания подошвы слоя 3, м	17,0	16,0	15,0	13,8
Глубина залегания подошвы слоя 4, м	20,0	23,0	-	25,5
Пробурено по слою 5 до глубины, м	32,0	31,0	31,5	31,5
Уровень грунтовых вод, м	18,0	17,5	17,4	17,3

Номер варианта 35				
Абсолютная отметка устья скважины, м	Скв1	Скв2	Скв3	Скв4
		241,4	241,8	251,3
Глубина залегания подошвы слоя 1, м	-	-	0,6	0,8
Глубина залегания подошвы слоя 2, м	4,0	3,5	9,0	-
Глубина залегания подошвы слоя 3, м	18,0	18,4	19,0	10,6
Глубина залегания подошвы слоя 4, м	24,0	22,5	-	-
Вскрытая глубина залегания слоя 5, м	32,0	32,0	32,5	30,5
Уровень грунтовых вод, м	20,5	20,5	-	-

Номер варианта 36				
Абсолютная отметка устья скважины, м	Скв1	Скв2	Скв3	Скв4
		130,0	130,1	129,0
Глубина залегания подошвы слоя 1, м	0,5	0,5	-	-
Глубина залегания подошвы слоя 2, м	4,0	5,5	5,0	5,6
Глубина залегания подошвы слоя 3, м	-	20,0	21,0	22,0
Глубина залегания подошвы слоя 4, м	-	30,0	28,0	29,0
Вскрытая глубина залегания слоя 5, м	31,0	31,0	31,5	32,0
Уровень грунтовых вод, м	-	10,3	10,3	11,0

ПРИЛОЖЕНИЕ Ж

Варианты заданий к разделу 5 – Построение карты гидроизогипс

Вариант 1							
	Скважина 1	Скважина 2	Скважина 3	Скважи на 4	Расстояние между скважинам и, м	Масштаб	Коэф фицие нт фильт рации, м/сут
Абсолют- ная отметка устья скважины	110	106,1	104,2	100,5	150	1:1000	0,91
Глубина УГВ, м	10,0	4,3	12,1	3,2			

Вариант 2							
	Скважина 1	Скважина 2	Скважина 3	Скважи на 4	Расстояние между скважинам и, м	Масштаб	Коэф фицие нт фильт рации, м/сут
Абсолют- ная отметка устья скважины	95,6	90,6	94,3	96,9	190	1:1000	5,8
Глубина УГВ, м	5,0	8,5	2,2	2,0			

Вариант 3							
	Скважина 1	Скважина 2	Скважина 3	Скважи на 4	Расстояние между скважинам и, м	Масштаб	Коэф фицие нт фильт рации, м/сут
Абсолют- ная отметка устья скважины	92,8	90,6	87,2	85,4	200	1:2000	6,3
Глубина УГВ, м	5,3	8,5	9,1	8,7			

Продолжение приложения Ж

Вариант 4							
	Скважина 1	Скважина 2	Скважина 3	Скважи на 4	Расстояние между скважинам и, м	Масштаб	Коеф фицие нт фильт рации, м/сут
Абсолют- ная отметка устья скважины	10,6	10,1	13,2	12,4	50	1:500	2,8
Глубина УГВ, м	3,6	3,0	3,5	3,2			

Вариант 5							
	Скважин а 1	Скважина 2	Скважина 3	Скважи на 4	Расстояние между скважинам и, м	Масштаб	Коеф фицие нт фильт рации, м/сут
Абсолют- ная отметка устья скважины	98,3	100,5	102,8	106,1	130	1:1000	54,5
Глубина УГВ, м	1,5	3,2	7,5	4,3			

Вариант 6							
	Скважина 1	Скважина 2	Скважина 3	Скважи на 4	Расстояние между скважинам и, м	Масштаб	Коеф фицие нт фильт рации, м/сут
Абсолют- ная отметка устья скважины	15,2	15,7	14,2	14,3	40	1:500	10,3
Глубина УГВ, м	3,5	2,5	4,1	2,2			

Продолжение приложения Ж

Вариант 7							
	Скважина 1	Скважина 2	Скважина 3	Скважи на 4	Расстояние между скважинам и, м	Масштаб	Коэф фицие нт фильт рации, м/сут
Абсолют- ная отметка устья скважины	8,5	9,1	10,8	11,3	45	1:500	8,4
Глубина УГВ, м	2,6	1,7	3,2	0,9			

Вариант 8							
	Скважина 1	Скважина 2	Скважина 3	Скважи на 4	Расстояние между скважинам и, м	Масштаб	Коэф фицие нт фильт рации, м/сут
Абсолют- ная отметка устья скважины	96,9	80,9	87,2	90,6	100	1:1000	35,0
Глубина УГВ, м	2,0	15,7	9,1	8,5			

Вариант 9							
	Скважина 1	Скважина 2	Скважина 3	Скважи на 4	Расстояние между скважинам и, м	Масштаб	Коэф фицие нт фильт рации, м/сут
Абсолют- ная отметка устья скважины	101,2	100,5	104,2	106,5	700	1:5000	24,5
Глубина УГВ, м	3,4	3,2	12,1	11,4			

Продолжение приложения Ж

Вариант 10							
	Скважина 1	Скважина 2	Скважина 3	Скважи на 4	Расстояние между скважинам и, м	Масштаб	Коеф фицие нт фильт рации, м/сут
Абсолютн ая отметка устья скважины	6,9	8,1	7,9	6,3	60	1:500	4,6
Глубина УГВ, м	2,2	3,3	6,6	4,7			

Вариант 11							
	Скважина 1	Скважина 2	Скважина 3	Скважи на 4	Расстояние между скважинам и, м	Масштаб	Коеф фицие нт фильт рации, м/сут
Абсолют- ная отметка устья скважины	9,1	8,2	10,1	9,5	100	1:1000	9,3
Глубина УГВ, м	4,3	2,5	3,2	2,4			

Вариант 12							
	Скважина 1	Скважина 2	Скважина 3	Скважи на 4	Расстояние между скважинам и, м	Масштаб	Коеф фицие нт фильт рации, м/сут
Абсолют- ная отметка устья скважины	13,6	13,1	16,7	15,1	55	1:500	10,1
Глубина УГВ, м	3,6	2,8	3,6	3,2			

Продолжение приложения Ж

Вариант 13							
	Скважина 1	Скважина 2	Скважина 3	Скважи на 4	Расстояние между скважинам и, м	Масштаб	Коэф фицие нт фильт рации, м/сут
Абсолют- ная отметка устья скважины	82,7	98,3	90,6	94,3	600	1:5000	9,9
Глубина УГВ, м	10,3	1,5	8,5	2,2			

Вариант 14							
	Скважина 1	Скважина 2	Скважина 3	Скважи на 4	Расстояние между скважинам и, м	Масштаб	Коэф фицие нт фильт рации, м/сут
Абсолют- ная отметка устья скважины	102,8	103,2	107,7	110,0	150	1:1000	3,4
Глубина УГВ, м	7,5	3,8	8,6	10,0			

Вариант 15							
	Скважина 1	Скважина 2	Скважина 3	Скважи на 4	Расстояние между скважинам и, м	Масштаб	Коэф фицие нт фильт рации, м/сут
Абсолют- ная отметка устья скважины	92,3	91,5	90,6	89,4	250	1:2500	4,8
Глубина УГВ, м	5,2	4,5	5,0	4,1			

Продолжение приложения Ж

Вариант 16							
	Скважина 1	Скважина 2	Скважина 3	Скважи на 4	Расстояние между скважинам и, м	Масштаб	Коеф фицие нт фильт рации, м/сут
Абсолют- ная отметка устья скважины	96,0	104,0	95,7	99,7	80	1:1000	6,9
Глубина УГВ, м	0,9	5,6	1,4	3,3			

Вариант 17							
	Скважина 1	Скважина 2	Скважина 3	Скважи на 4	Расстояние между скважинам и, м	Масштаб	Коеф фицие нт фильт рации, м/сут
Абсолют- ная отметка устья скважины	10,3	9,1	10,6	10,3	50	1:500	1,3
Глубина УГВ, м	4,2	4,3	3,8	3,4			

Вариант 18							
	Скважина 1	Скважина 2	Скважина 3	Скважи на 4	Расстояние между скважинам и, м	Масштаб	Коеф фицие нт фильт рации, м/сут
Абсолют- ная отметка устья скважины	91,5	90,3	89,4	89,5	45	1:500	1,3
Глубина УГВ, м	4,5	4,3	4,1	2,0			

Продолжение приложения Ж

Вариант 19							
	Скважина 1	Скважина 2	Скважина 3	Скважи на 4	Расстояние между скважинам и, м	Масштаб	Коэф фицие нт фильт рации, м/сут
Абсолют- ная отметка устья скважины	110,0	106,1	105,5	103,7	160	1:1000	8,8
Глубина УГВ, м	10	4,3	11,4	4,7			

Вариант 20							
	Скважина 1	Скважина 2	Скважина 3	Скважи на 4	Расстояние между скважинам и, м	Масштаб	Коэф фицие нт фильт рации, м/сут
Абсолютн ая отметка устья скважины	15,7	16,6	17,3	15,0	120	1:1500	0,95
Глубина УГВ, м	2,2	3,7	2,1	2,8			

Вариант 21							
	Скважина 1	Скважина 2	Скважина 3	Скважи на 4	Расстояние между скважинам и, м	Масштаб	Коэф фицие нт фильт рации, м/сут
Абсолют- ная отметка устья скважины	10,1	9,5	11,2	12,3	55	1:500	1,20
Глубина УГВ, м	3,6	2,1	3,3	0,9			

Продолжение приложения Ж

Вариант 22							
	Скважина 1	Скважина 2	Скважина 3	Скважи на 4	Расстояние между скважинам и, м	Масштаб	Кэф фицие нт фильт рации, м/сут
Абсолют- ная отметка устья скважины	107,7	103,2	103,7	101,2	160	1:1000	0,81
Глубина УГВ, м	8,6	3,8	4,7	3,4			

Вариант 23							
	Скважина 1	Скважина 2	Скважина 3	Скважи на 4	Расстояние между скважинам и, м	Масштаб	Кэф фицие нт фильт рации, м/сут
Абсолют- ная отметка устья скважины	92,0	91,4	90,6	88,3	120	1:1000	3,2
Глубина УГВ, м	5,1	4,2	4,9	4,0			

Вариант 24							
	Скважина 1	Скважина 2	Скважина 3	Скважи на 4	Расстояние между скважинам и, м	Масштаб	Кэф фицие нт фильт рации, м/сут
Абсолют- ная отметка устья скважины	92,3	87,5	85,2	82,5	240	1:2000	14,1
Глубина УГВ, м	5,1	9,2	8,5	10,0			

Продолжение приложения Ж

Вариант 25							
	Скважина 1	Скважина 2	Скважина 3	Скважи на 4	Расстояние между скважинам и, м	Масштаб	Коэф фицие нт фильт рации, м/сут
Абсолют, 1 ная отметка устья скважины	91,4	90,1	89,1	96,3	150	1:1000	1,1
Глубина УГВ, м	4,3	4,1	4,0	1,9			

Вариант 26							
	Скважина 1	Скважина 2	Скважина 3	Скважи на 4	Расстояние между скважинам и, м	Масштаб	Коэф фицие нт фильт рации, м/сут
Абсолют- ная отметка устья скважины	13,0	12,0	15,0	14,0	50	1:500	1,5
Глубина УГВ, м	4,0	3,0	4,0	2,0			

Вариант 27							
	Скважина 1	Скважина 2	Скважина 3	Скважи на 4	Расстояние между скважинам и, м	Масштаб	Коэф фицие нт фильт рации, м/сут
Абсолют- ная отметка устья скважины	7,0	8,0	7,8	6,0	100	1:1000	0,73
Глубина УГВ, м	2,1	3,2	6,5	4,5			

Продолжение приложения Ж

Вариант 28							
	Скважина 1	Скважина 2	Скважина 3	Скважи на 4	Расстояние между скважинам и, м	Масштаб	Кэф фицие нт фильт рации, м/сут
Абсолют- ная отметка устья скважины	98,1	100,0	102,3	105,1	220	1:2000	45,3
Глубина УГВ, м	1,4	3,0	7,3	3,8			

Вариант 29							
	Скважина 1	Скважина 2	Скважина 3	Скважи на 4	Расстояние между скважинам и, м	Масштаб	Кэф фицие нт фильт рации, м/сут
Абсолют- ная отметка устья скважины	12,2	11,2	12,9	12,5	80	1:500	2,6
Глубина УГВ, м	3,8	2,5	3,1	1,9			

Вариант 30							
	Скважина 1	Скважина 2	Скважина 3	Скважи на 4	Расстояние между скважинам и, м	Масштаб	Кэф фицие нт фильт рации, м/сут
Абсолют- ная отметка устья скважины	103,0	103,5	107,0	110,0	130	1:1000	2,98
Глубина УГВ, м	7,0	4,0	8,0	9,8			

ПРИЛОЖЕНИЕ И

Варианты заданий к разделу 6 – Обработка данных химического состава подземных вод

Номер варианта	Температура t, °C	pH	Содержание основных ионов, мг/л					
			HCO ₃ ⁻	SO ₄ ⁻⁻	Cl ⁻	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	11	7.3	180	15	20	30	13	30
2	15	8.2	3805	22	292	1110	46	161
3	26	7.3	830	66	14	249	35	83
4	18	7.5	6195	93	345	1938	66	259
5	45	8.4	228	6	4	44	4	32
6	17	7.1	962	637	732	271	61	706
7	9	8.1	320	322	270	-	5	443
8	12	7.5	2301	7412	155	2130	927	317
9	18	6.8	210	790	8653	3106	100	2300
10	31	6.9	255	96	537	175	18	259
11	24	7.5	305	67	58	49	10	104
12	19	6.9	617	18.9	3.2	95.3	426.4	45.1
13	18	7.8	386	420	106	246	32	77
14	40	6.3	1000	73	12	110	32	229

Продолжение приложения И

15	53	8.5	408	183	6245	499	166	3438
16	9	8.3	35	110	559	124	22	231
17	82	7.1	264	4846	5395	3825	767	131
18	17	6.9	304.9	75	58.1	49.3	5.6	120
19	21	6.3	385.4	501	66	246.3	31.6	85.3
20	19	7.5	140.9	176.4	182.3	121..6	32	55.6
21	11	8.5	175	5.8	13.8	46.1	10	59.8
22	9	6.9	149.4	197.6	19.1	16	8.3	129.2
23	120	4.8	-	164.9	2152.1	120	62	1217
24	23	7.3	233	11	9	37	5	49
25	45	7.5	65	295	850	28	121	453
26	8	7.3	865	117	47	215	43	85
27	26	8.1	342	115	201	12	25	252
28	14	7.5	845	90	37	154	81	52
29	7	4.3	-	5986	23	1215	672	198.6
30	15	7.8	987	63	25	211	48	85

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ ИНФОРМАЦИИ

1 ДСТУ Б.В.2.1-2-96. Грунти. Класифікація.

2 ДСТУ Б. А. 2.4-13-97 (ГОСТ 21.302-96) Умовні графічне позначення в документації з інженерно-геологічних вишукувань.

3 Пособие по проектированию оснований зданий и сооружений (к СНиП 2.02.01-83)/ НИИОСП им. Герсеванова. – М.: Стройиздат, 1986. – 415 с.

4 Инженерная геология и гидрогеология в примерах и заданиях: Учеб. пособ. / М.И. Чугай, А.В. Чебанов, В.П. Стеценко, Д. Чебалова. – К.: УМК ВО, 1990. – 300 с.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	3
1 Общие положения.....	3
2 Основы минералогии и петрографии.....	4
2.1 Описание и определение минералов.....	4
2.1.1 Основные сведения о минералах и их генезисе.....	4
2.1.2 Классификация минералов.....	4
2.1.3 Физические свойства породообразующих минералов.....	5
2.1.4 Пример описания минералов.....	8
2.2 Описание и определение горных пород	9
2.2.1 Генетическая классификация и основные диагностические признаки горных пород.....	9
2.2.2 Магматические горные породы.....	10
2.2.3 Пример описания магматических горных пород по внешним признакам.....	11
2.2.4 Осадочные горные породы.....	12
2.2.5 Пример описания осадочных горных пород по внешним признакам.....	14
2.2.6 Метаморфические горные породы.....	14
2.2.7 Пример описания метаморфических горных пород по внешним признакам	16
3 Основы грунтоведения. Определение полного классификационного наименования (ПКН)	

грунтов.....	17
3.1 Определение класса грунта	17
3.2 Определение ПКН скальных грунтов.....	18
3.3 Определение ПКН нескальных грунтов.....	20
3.4 Примеры определения полного классификационного наименования грунтов.....	29
4 Построение инженерно-геологического разреза.....	34
5 Построение карты гидроизогипс.....	37
6 Обработка данных химического состава подземных вод.....	41
7 Оценка инженерно-геологических и гидрогеологически условий территории.....	44
Приложение А. Варианты заданий к разделу 2.1.....	46
Приложение Б. Варианты заданий к разделу 2.2.....	47
Приложение В. Варианты заданий к разделу 3.1.....	48
Приложение Г. Варианты заданий к разделу 3.2.....	57
Приложение Д. Варианты заданий к разделу 3.3.....	63
Приложение Е. Варианты заданий к разделу 4.....	69
Приложение Ж. Варианты заданий к разделу 5.....	78
Приложение И. Варианты заданий к разделу 6.....	88
Список источников информации.....	90

Навчальне видання

Методичні вказівки до виконання практичних і лабораторних робіт з дисциплін: «Геологія і гідрогеологія», «Інженерна геологія» та «Інженерні вишукування» для студентів-іноземців напрямку підготовки: 6.060101 Будівництво; 6.040106 Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування.

Укладачі: Єгунов В'ячеслав Юрійович,
Бондаренко Олександр Іванович,
Самородов Олександр Віталійович,
Храпатова Ірина Вікторівна,
Убийвовк Артем Володимирович

Відповідальний за випуск І.Я.Лучковський

Редактор Л.І. Христенко

План поз.101.11	Формат 60x84 1/16	Папір друк. №2
Підп. до друку	Умовн. друк. арк. 2,8	
Надруковано на ризографі.	Обл.-вид. арк. 3,0	
Тираж 100 прим.	Зам. №2041	Безкоштовно

ХДТУБА, 61002, Харків, вул. Сумська, 40

Підготовлено та надруковано РВВ
Харківського державного технічного
університету будівництва та архітектури