



Министерство образования и науки Украины

**ХАРЬКОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
СТРОИТЕЛЬСТВА И АРХИТЕКТУРЫ**

Направления подготовки:

6.060101;

6.040106

## **МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**

**к выполнению практических работ**

**по дисциплинам:**

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

Харьков 2015

**Министерство образования и науки Украины**  
**ХАРЬКОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**  
**СТРОИТЕЛЬСТВА И АРХИТЕКТУРЫ**

Направления 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. 2015г.

Методические указания к выполнению практических 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, И.В. Храпатова. – Харьков, ХНУСА, 2015. – 75 с.

Рецензент А.В. Самородов

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.

Профессиональному инженеру-строителю необходимо обладать знанием инженерной геологии для решения сложных вопросов взаимного воздействия современных сооружений и геологической среды так же, как инженеру-геологу необходимы знания в области строительства. Только комплексная профессиональная подготовка специалистов позволит надежно, экономично и экологически безопасно решать проблемы, возникающие в течении всего времени существования строительного объекта – от проекта и строительства через эксплуатацию, возможно реконструкцию, и в дальнейшем вплоть до ликвидации.

Выпускники строительных вузов для успешной практической деятельности должны обладать базовыми понятиями по общей геологии, грунтоведению и инженерной геодинамике, гидрогеологии, региональной инженерной геологии. Кроме того, необходимо знать и руководствоваться в работе основными нормативными документами, например: ДБН А.2.1-1-2008 «ИНЖЕНЕРНЫЕ ИЗЫСКАНИЯ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА»; ДСТУ Б.В.2.1-2-96 и Межгосударственный стандарт ГОСТ 25100-2011 «Грунты. Классификация»; ДБН В.1.1-24-2009 «Защита от опасных геологических процессов». Специалисты-проектировщики должны иметь представление о составе и порядке подготовки технического задания для инженерно-геологических изысканий и программы изыскательских работ, уметь интерпретировать результаты инженерно-геологических и гидрогеологических изысканий и принимать технически выполнимые и экономически целесообразные проектные решения по строительству объектов.

В результате изучения дисциплин геологического цикла студент должен:

**знать:**

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

**уметь:**

- определять минералы и горные породы по внешним признакам;
- оценивать показатели физико-механических свойств грунтов и классифицировать грунты в соответствии с этими показателями;
- строить инженерно-геологические разрезы и карты гидроизогипс;

- давать оценку инженерно-геологическим и гидрогеологическим условиям территории строительства и прогнозировать развитие опасных процессов и явлений.

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

## **1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

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

Результаты изысканий позволяют установить 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, на ее поверхности и под водой в результате разнообразных физико-химических процессов.

Верхние слои земной коры, сложены горными породами и минералами. Горные породы состоят из минералов. Например, гранит состоит из кварца, ортоклаза, микроклина, биотита, роговой обманки. Состав различных глин – минералы монтмориллонит, каолин, гидрослюда.

По генезису (происхождению) минералы делятся на эндогенные, экзогенные и метаморфические. Минералы и горные породы, образовавшиеся в недрах Земли при высоких температурах и давлениях в результате застывания магмы, называются эндогенными. Минералы и горные породы, образовавшиеся

на поверхности Земли или в водоемах при относительно низких температурах и давлении называются экзогенными. А минералы, возникшие в результате преобразования (метаморфизма) в недрах Земли эндогенных и экзогенных минералов под действием высоких температур (до ~1000°C, без расплавления), давления и химически активных веществ, называются метаморфическими.

В составе верхних слоев земной коры в настоящее время известно более 4900 минералов. Однако главную роль в образовании горных пород играют около 100 главных минералов, которые называются породообразующими. Остальные называются редкими или акцессорными.

### 2.1.2 Классификация минералов

Наибольшее распространение имеет кристаллохимическая классификация, в основе которой лежат химический состав и структурные признаки минералов. По современной версии этой классификации все минералы подразделяют на 19 **классов**, важнейшими из которых являются: 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** – это наиболее многочисленный класс, который содержит до 800 минералов, составляющих ~75% земной коры. По общности состава и строения силикаты подразделяются на **группы**: **каркасные**, в т. ч. полевые шпаты (ортоклаз, альбит, лабрадор); **слоистые**, в т. ч. слюды (мусковит, биотит), гидрослюды (глауконит), тальк, серпентин, хлорит, глинистые минералы (каолинит, монтмориллонит); **ленточные** - амфиболы (роговая обманка, актинолит), **цепочечные** - пироксены (авгит); **кольцевые** – берилл, турмалин; **островные** - оливин, гранат, ставролит.

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

**Оксиды и гидроксиды** – это два класса объединяющие свыше 200 минералов, образовавшиеся в результате окисления химических элементов - опал, лимонит, магнетит, гематит, корунд, а также кварц, широко распространенный в составе земной коры - около 12%.

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

**Сульфиды** – это 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 бывают светлыми и прозрачными, многие из них растворяются в воде.

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

**Вольфраматы** – это соли вольфрамовых кислот (вольфрамит).

**Арсенаты** – это соединения мышьяка (As).

**Молибдаты** – соединения молибдена (Mo).

**Самородные элементы** – это простые одноатомные вещества, находящиеся в природе в свободном состоянии: металлы (самородная медь, серебро, золото, ртуть), неметаллы (алмаз, графит, сера), металлоиды (мышьяк, сурьма, висмут).

### 2.1.3 Физические свойства породообразующих минералов

Существует много способов определения минералов (рентгеноскопический, химический, микроскопический, электронно-микроскопический, спектральный и др.). 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 некоторые специфические свойства.

**Форма.** Минералы в виде хорошо ограненных кристаллов встречаются редко, особенно в составе горных пород. Внешний осмотр боковых граней кристалла или плоскостей спайности 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 формы (хлорит, слюда) и др.

**Цвет** у многих минералов строго постоянный. Например, малахит и глауконит – зеленые, альбит – белый, магнетит – черный. Однако целый ряд минералов в зависимости от примесей приобретает 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 несколько видов блеска: *стеклянный* (кварц, гипс, кальцит), *жирный* (тальк), *перламутровый* (мусковит), *алмазный* (алмаз), *матовый* (лимонит) и др.

**Твердость** – одно из основных свойств минералов, по которому их определяют. 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, составляют шкалу Мооса (табл. 2.1).

Таблица 2.1 – Шкала твердости Мооса

Минерал – эталон	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
Ортоклаз	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 зеркально блестящие поверхности, называемые плоскостями спайности. Спайность может проявляться по одному или нескольким направлениям. Выделяют минералы со следующими видами спайности: *весьма совершенная*, если минерал очень легко при нажиме ногтем раскалывается на тонкие листочки или на пластинки (слюды); *совершенная*, если при ударе минерал раскалывается на гладкие параллельные пластинки, кубики (галит, кальцит); *несовершенная*, если при раскалывании минерала преобладают поверхности с неровным изломом (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 внешне различают следующие виды излома: *ровный*, *неровный*, *землистый*, *зернистый*, *игльчатый*, *занозистый*, *раковистый* и др.

**Плотность** (т.е. масса единицы объема) минералов колеблется от 0,917 (самый легкий минерал – лёд) до 22,84 г/см<sup>3</sup> (самый тяжелый минерал – платинистый иридий). По величинам плотности минералы можно разделить на 4 группы (в г/см<sup>3</sup>):

1) Малая (меньше 3): сильвин – KCl (2.0); галит – NaCl (2.1); гипс – CaSO<sub>4</sub>·2H<sub>2</sub>O (2.3);

2) средняя (3-5): флюорит - CaF<sub>2</sub> (3.2); халькопирит – CuFeS<sub>2</sub> (4.2); барит BaSO<sub>4</sub> (4.5);

3) высокая (5-10): галенит – PbS (7.5); вольфрамит – (Fe, Mn) [WO<sub>4</sub>] – (7.4);

4) очень высокая (>10): золото – Au (15.6-18.3), платина – Pt (~ 19).

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

**Специфические свойства:** ковкость, плавкость, запах, вкус, растворимость в воде, магнитность и др.

В таблице 2.2 приведен образец журнала описания основных физических характеристик минералов.

Таблица 2.2 – Журнал описания и определения минералов

№ п/п	Характеристики	Образец 1	Образец 2
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 аксессуарный		
14	Класс		
15	Группа		
16	Химический состав		
17	Генезис		
18	Применение		

## 2.1.4 Пример описания минералов

В таблице 2.3 приведен образец журнала описания и определения минералов.

Таблица 2.3 – Журнал описания и определения минералов

№ п/п	Характеристики	Образец 1	Образец 2
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	Стеклообразный	Стеклообразный, иногда жирный
6	Твердость по шкале Мооса	Мягкий, с твердостью 2	Твердый с твердостью от 6,5 до 7,0
7	Спайность	Совершенная в трех направлениях	Несовершенная
8	Излом	Неровный	Раковистый
9	Группа по плотности	Малой плотности	Средней плотности
10	Реакция с HCl	Не реагирует	Не реагирует
11	Специфические свойства	Легко растворяется в воде, имеет горько-соленый вкус	Хрупкий
12	Название минерала	Сильвин	Оливин
13	Минерал породообразующий или аксессуарный	Породообразующий	Породообразующий
14	Класс	Галоиды	Силикаты
15	Группа	Хлориды	Островные силикаты
16	Химический состав	KCl	$(Mg, Fe)_2 \cdot [SiO]_4$
17	Генезис	Осадочный	Магматический
18	Применение	Используется в химической, стекольной и лакокрасочной промышленности, в мыловарении и медицине	Оливин применяется для изготовления огнеупоров, прозрачная разновидность оливина (хризолит) применяется 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 существует около 1000 видов и разновидностей горных пород.

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

**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 и под водой, образуя магматические горные породы.

**Осадочные горные породы** образуются на земной поверхности и на дне морей, океанов, озер в условиях относительно низких температур и давлений: 1) из продуктов разрушения ранее образованных горных пород; 2) в результате жизнедеятельности организмов и растений; 3) путем выпадения солей из перенасыщенных водных растворов, 4) в процессе инженерной деятельности человека.

**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 паров и газов (флюидов).

Горные породы всех четырех 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 быть мономинеральной, т.е. состоящей из одного минерала (каменная соль, гипс, доломит), но чаще породы бывают полиминеральными, состоящими из нескольких минералов (гранит, глина, гнейс).

Цвет породы зависит от цвета входящих в породу минералов и некоторых примесей (например, органических веществ).

Важными есть диагностические характеристики горных пород – их структура и текстура.

Структура характеризует внутреннее строение горной породы, обусловленное формой, размерами и степенью кристаллизации составляющих 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 расплава, постепенной и практически полной дегазации. В таком случае происходит полная кристаллизация 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 таком случае происходит при низком давлении и температуре, при быстрой отдаче теплоты и бурном выделении парогазовых компонентов. При этом 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: полнокристаллическую и крупнозернистую, порфировидную (основная масса представлена мелко – среднезернистыми кристаллами, так же в ней выделяются крупные кристаллы) – характерна для интрузивных пород; скрытокристаллическую (зерна видны под микроскопом) – преимущественна для эффузивных пород; порфировую (основная масса аморфная, в ней содержатся крупные кристаллы) – характерна для эффузивных пород.

Текстуры у магматических пород бывают следующие: массивная с равномерным плотным расположением зерен минералов или плотными бесструктурными стеклами; пятнистая с неправильным чередованием светлых и темных минералов; шлаковая (пузырчатая) с наличием в породе пустот; миндалекаменная с пустотами в породе, заполненными вторичными минералами (опал, халцедон); флюидальная – в породах видны следы течения

излившейся лавы; полосчатая с чередованием относительно тонких полос, различающихся по минеральному составу, цвету, крупности.

В таблице 2.4 приведен образец журнала 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
1	Генетическая подгруппа		
2	Цвет		
3	Структура		
4	Текстура		
5	Минеральный состав		
6	Группа по SiO <sub>2</sub>		
7	Название горной породы		
8	Применение в строительстве и промышленности		

### 2.2.3 Пример описания магматических горных пород по внешним признакам

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

Таблица 2.5 – Журнал описания магматических горных пород по внешним признакам

№	Характеристики	Образец 1	Образец 2
1	2	3	4
1	Генетическая подгруппа	Интрузивная	Эффузивная
2	Цвет	Темно-серый, черный, темно-зеленый	Серый
3	Структура	Полнокристаллическая	Порфировая, скрытокристаллическая
4	Текстура	Массивная	Массивная
5	Минеральный состав	Оливин, авгит, в виде примесей присутствуют часто роговая обманка, магнетит и др. минералы	Лабрадор, авгит, роговая обманка, реже оливин и биотит
6	Группа по SiO <sub>2</sub>	Ультраосновная	Основная

Продолжение таблицы 2.5

1	2	3	4
7	Название горной породы	Перидотит	Диабаз
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 дорожный камень, щебень и т.д.

### 2.2.4 Осадочные горные породы

**Осадочные породы** – это продукты разрушения любых других пород, жизнедеятельности организмов, выпадения из воздушной или водной среды материалов любого происхождения (во всех случаях при поверхностных температурах и давлениях), а так же продукты инженерной деятельности человека. 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 четыре подгруппы: обломочные, химические, органические, техногенные.

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

- грубообломочная – диаметр зерен > 2мм;
- среднеобломочная – диаметр зерен от 2 до 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.

Отдельной подгруппой являются техногенные породы – отходы добычи и обогащения полезных ископаемых («хвосты обогащения»), сталелитейные шлаки, строительный и бытовой мусор и др.

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 мелкозернистой основной части породы;
- **однородная (плотная)** – материал породы распределен в ее объеме равномерно;
- **слоистая, косослоистая** – материал породы расположен в виде горизонтальных или наклонных слоев;
- **плочатая** – слои волнообразно изгибаются;
- **микропористая** – 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 образец журнала 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	Подгруппа		
2	Цвет		
3	Структурно- текстурные признаки		
4	Реакция с HCL		
5	Минеральный состав		
6	Название горной породы		
7	Применение в строительстве и промышленности		

## 2.2.5 Пример описания осадочных горных пород по внешним признакам

В таблице 2.7 приведен образец примера 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
1	Подгруппа	Обломочная, сцементированная	Органогенный
2	Цвет	Светло-бурый, серый, черный, желтый и т.д.	Желтый, белый, оранжевый
3	Структура	Грубообломочная	Макроорганогенная, раковинная
4	Текстура	Беспорядочная	Слоистая
5	Реакция с HCL	Не реагирует	Бурно вскипает
6	Минеральный состав	Состоит из обломков пород различного минералогического состава.	Кальцит, раковины
7	Название горной породы	Брекчия	Известняк-ракушечник
8	Применение в строительстве и промышленности	Используется в качестве строительного и облицовочного камня	Облицовочный материал; заполнитель легких бетонов; изготовление извести и цемента

## 2.2.6 Метаморфические горные породы

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

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

Процесс *контактового метаморфизма* состоит в существенном видоизменении исходной породы под действием преимущественно высокой

температуры (850 - 1000°C) и сравнительно низкого давления. Протекает этот процесс в зоне контакта магмы и вмещающих пород. Образуются: кварцит, роговики, скарны, мрамор, яшма.

Процесс *динамического метаморфизма* заключается в существенном видоизменении исходной породы под действием преимущественно высокого давления без участия магмы. Он происходит в результате давления толщ вышележащих пород на нижележащие, или тектонических горообразовательных процессов, вызывающих разрывы, перемещение горных пород (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. 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 изменении исходной породы в результате воздействия на нее летучих компонентов и термальных минеральных растворов при температуре до 400°C.

В таблице 2.8 приведен образец журнала 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	Цвет		
2	Блеск		
3	Структура		
4	Текстура		
5	Минеральный состав		
6	Название горной породы		
7	Подгруппа		
8	Применение в строительстве		

### 2.2.7 Пример описания метаморфических горных пород по внешним признакам

В таблице 2.9 приведен образец 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	2	3	4
1	Название горной породы	Филлит	Амфиболит
2	Подгруппа	Сланцеватая	Сланцеватая и массивная
3	Цвет	Красный, черный, зеленый, серый	Черно-серый
4	Блеск	Матовый	Стеклянный, металлический
5	Структура	Скрыто-чешуйчатая,	Зернисто-кристаллическая
6	Текстура	Тонко-сланцеватая	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 приложениях А и Б.

### Контрольные вопросы

1. Дать определение минералов и горных пород.
2. По каким признакам определяются минералы?
3. Охарактеризовать генетическую классификацию горных пород.
4. Каковы 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:

- 1) природные скальные;
- 2) природные дисперсные (нескальные);
- 3) природные мерзлые;
- 4) 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** – это грунты с жесткими структурными связями между частицами (кристаллизационными, цементационными и др.), например, гранит, известняк, песчаник.

**2 Нескальные грунты** – это 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

По прочностным свойствам скальные грунты подразделяются в зависимости от показателя  $R_c$ , который называется **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  $R_c$

Грунты	Показатель $R_c$ , МПа
1	2
<b>СКАЛЬНЫЕ ГРУНТЫ</b>	
Очень прочные	$R_c > 120$
Прочные	$120 \geq R_c > 50$
Средней прочности	$50 \geq R_c > 15$
Малопрочные	$15 \geq R_c > 5$
<b>ПОЛУСКАЛЬНЫЕ ГРУНТЫ</b>	
Пониженной прочности	$5 \geq R_c > 3$
Низкой прочности	$3 \geq R_c \geq 1$
Весьма низкой прочности	$R_c < 1$

**Показателем размягчаемости** является 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

Грунты	Показатель $k_{sof}$
Неразмягчаемые	$k_{sof} \geq 0,75$
Размягчаемые	$k_{sof} < 0,75$

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**  $k_{wr}$ , который определяется отношением

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

где  $\rho$  – плотность исследуемого грунта г/см<sup>3</sup> (т/м<sup>3</sup>);

$\rho_m$  – плотность этого же грунта в монолитном неветрелом состоянии г/см<sup>3</sup> (т/м<sup>3</sup>).

По показателю выветрелости скальные грунты подразделяют в соответствии с таблицей 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 $k_{wr} < 0,8$

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

По показателю засоленности (по процентному содержанию легко- и среднерастворимых солей в массе абсолютно сухого грунта) выделяют разновидности в соответствии с таблицей 3.4.

Таблица 3.4 – Разновидности грунтов по показателю засоленности

Грунты	Показатель засоленности, %
Незасоленные	Менее 2
Засоленные	2 и более

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

Таблица 3.5 – Разновидности грунтов по степени растворимости в воде

Грунты	Степень растворимости, г/л
1	2
Нерастворимые	Менее 0,01
Слаборастворимые: известняк, доломит	0,01 – 1
Среднерастворимые: мел, гипс, ангидрит	1 – 10
Легкорастворимые: каменная и калийная соль	Более 10

### 3.3 Определение полного классификационного наименования нескальных грунтов

**Природные нескальные грунты**, которые подразделяются на две группы:

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

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

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

**Обломочные грунты** подразделяются на две группы:

1) крупнообломочные;

2) песчаные.

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.

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

Таблица 3.6 – Наименование крупнообломочного грунта

Грунты		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

**Наименование песчаного грунта** в зависимости от процентного содержания фракций выбирают в соответствии с таблицей 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

**Степень влажности грунта**  $S_r$  является показателем, который представляет собой долю заполнения пор грунта водой и определяется по формуле

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

где  $V_w$  – объем воды, см<sup>3</sup>;

$V_n$  – объем пор, см<sup>3</sup>;

$e$  – коэффициент пористости грунта, который определяется следующим способом:

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

где  $V_s$  – объем твердых частиц, см<sup>3</sup>;

$W$  – природная влажность грунта, ед.;

$\rho$  – плотность грунта природной влажности, г/см<sup>3</sup>;

$\rho_s$  – плотность частиц грунта, г/см<sup>3</sup>;

$\rho_w$  – плотность воды, принимаемая равной 1г/см<sup>3</sup>.

По степени влажности  $S_r$  крупнообломочные и песчаные грунты подразделяются на определенные разновидности (табл. 3.8).

Таблица 3.8 – Наименование песчаного грунта по степени влажности

Грунты	Степень влажности $S_r$ , ед.
Маловлажные	$S_r \leq 0,5$
Влажные	$0,5 < S_r \leq 0,8$
Насыщенные водой	$0,8 < S_r \leq 1,0$

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

Таблица 3.9 – Плотность сложения песков

Песчаные грунты	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	$e < 0,60$	$0,60 \leq e \leq 0,80$	$e > 0,80$

Пески плотные и средней плотности являются хорошим основанием. Рыхлые пески не рекомендуется использовать как естественное основание.

**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 гранулометрического состава 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.

**Относительное содержание органических веществ в песках** определяется показателем  $I_{om}$  по таблице 3.10.

Таблица 3.10 – Относительное содержание органических веществ в песках

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

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

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. 3.11).

Таблица 3.11 – Наименование пылевато-глинистого грунта по числу пластичности

Пылевато-глинистые грунты	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.

**По гранулометрическому составу** и числу пластичности глинистые грунты подразделяются согласно с таблицей 3.12.

Таблица 3.12 – Наименование пылевато-глинистого грунта по гранулометрическому составу и числу пластичности

Грунты		Число пластичности $I_p$	Содержание песчаных частиц, % (d=2 - 0,05 мм)
1		2	3
Супесь	Песчанистая	1-7	$\geq 50$
	Пылеватая	1-7	$< 50$
Суглинок	Легкий песчанистый	7-12	$\geq 40$
	Легкий пылеватый	7-12	$< 40$
	Тяжелый песчанистый	12-17	$\geq 40$
	Тяжелый пылеватый	12-17	$< 40$
Глина	Легкая песчанистая	17-27	$\geq 40$
	Легкая пылеватая	17-27	$< 40$
	Тяжелая	$> 27$	Не регламентируется

**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 таблице 3.13.

Таблица 3.13 - Разновидности пылевато-глинистых грунтов по  $I_L$

Пылевато-глинистые грунты	Показатель текучести $I_L$
1	2
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	$I_L > 1$

Глинистые грунты твердой и полутвердой консистенции являются хорошим основанием, тугопластичные и мягкопластичные – удовлетворительным, а текучепластичные и текучие можно использовать после мелиорации.

**Относительное содержание органических веществ в пылевато-глинистых грунтах  $I_{om}$  определяется по таблице 3.14.**

Таблица 3.14 – Относительное содержание органических веществ в пылевато-глинистых грунтах

$I_{om}$	Наименование
$I_{om} \leq 0,05$	Грунт без примесей органических веществ
$0,05 < I_{om} \leq 0,1$	Грунт с примесью органических веществ
$I_{om} > 0,1$	Грунт заторфованные

### 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  $\varepsilon_{sw}$ , которое определяется по формуле

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

где  $\Delta h$  – прирост высоты образца в процессе набухания (деформация набухания), мм;

$h_k$  – высота образца грунта, мм.

Разновидности пылевато-глинистых грунтов по относительному набуханию  $\varepsilon_{sw}$  приведены в табл. 3.15.

Таблица 3.15 – Разновидности пылевато-глинистых грунтов по относительному набуханию

Пылевато-глинистые грунты	Относительное набухание $\varepsilon_{sw}$
Ненабухающие	$\varepsilon_{sw} < 0,04$
Слабонабухающие	$0,04 \leq \varepsilon_{sw} \leq 0,08$
Средненабухающие	$0,08 \leq \varepsilon_{sw} \leq 0,12$
Сильнонабухающие	$\varepsilon_{sw} > 0,12$

**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 0 до 17% ( $S_r \leq 0,7$ ;  $W < W_p$ ), а также низкой плотностью в сухом состоянии ( $\rho_s = 1,6 \text{ г/см}^3$ ).

Просадочные грунты характеризуются относительной просадочностью:

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

где  $h_p$  – высота образца;

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

Разновидности пылевато-глинистых грунтов по относительной просадочности  $\varepsilon_{sl}$  приведены в таблице 3.16.

Таблица 3.16 – Разновидности пылевато-глинистых грунтов по относительной просадочности

Пылевато-глинистые грунты	Относительная просадочность $\varepsilon_{sl}$
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. 3.17, 3.18), в которых систематизированы все варианты классификационных показателей грунтов.

Таблица 3.17 – 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)
	Полускальные	Мел, ракушечник, гипс и др.	Очень прочный	Неразмягчаемый Размягчаемый	Невыветрелый Слабовыветрелый Выветрелый Сильновыветрелый (рухляк)	Незасоленный	Нерастворимый
			Прочный				
Средней прочности	Средне-растворимый (мел, гипс, ангидрит)						
		Малопрочный				Легкорастворимый (каменная соль)	

Таблица 3.18 - Сводная таблица для определения полного классификационного наименования нескальных грунтов

Нескальные грунты	Обломочные грунты		Наименование	Степень влажности, $S_r$	Плотность сложения песков	Степень неоднородности, $C_u$ (для песков)	Относительное содержание орг. веществ, $I_{om}$
		Крупнообломочные грунты	Валунный (глыбовый) грунт Галечниковый (щебенистый) грунт Гравийный (дресвяный) грунт				
	Песчаные грунты		Песок гравелистый Песок крупный Песок средней крупности Песок мелкий Песок пылеватый	Маловлажный Влажный Насыщенный водой	Плотный  Средней плотности  Рыхлый	Однородный Неоднородный Весьма неоднородный	Без примеси орг. веществ С примесью орг. веществ Заторфованные
Пылевого-глинистые грунты	Наименование	Консистенция		Относительное содержание органических веществ, $I_{om}$	Набухание	Просадочность	лессовых грунтов
	Супесь	Твердая Пластичная Текучая			Ненабухающие Слабонабухающие	Непросадочный Слабопросадочный	
	Суглинки Глины	Твердые Полутвердые Тугопластичные Мягкопластичные Текучепластичные Текучие	Без примеси орг. веществ С примесью орг. веществ Заторфованные		Средненабухающие Сильнонабухающие	Среднепросадочный Сильнопросадочный Чрезвычайно просадочный	

### 3.4 Примеры определения полного классификационного наименования грунтов

#### 1 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 таблице 3.1 определяем разновидность грунта по показателю  $R_c = 5,8 \text{ МПа}$ . Следовательно, грунт является малопрочный.

2 Находим коэффициент размягчаемости в воде:

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

Согласно таблице 3.2 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 таблицей 3.3 грунт является сильновыветрелым (рухляком).

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

5 По таблице 3.5 определяем разновидность грунта по степени растворимости в воде. Грунт является труднорастворимый.

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

#### 2 Определение 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 –  $k_{\phi}=15,0$ 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 таблице 3.7 суммирование по фракциям следует начинать с больших размеров:

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

$>0,25$ мм –  $16,6+30,4+26=73\%$  - сходится, так как сумма фракций составляет более 50%.

Следовательно, грунт является песком средней крупности.

3 Для определения степени влажности песчаного грунта  $S_r$  следует пользоваться таблицей 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 является маловлажным.

4 Плотность сложения песчаного грунта определяют по таблице 3.9 в соответствии с его наименованием и величиной  $e$ .

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

Так как  $C_u > 6$ , то грунт – песок весьма неоднородный.

6 В соответствии с табл. 3.10 песок содержит примесь органических веществ, так как  $0,03 < 0,07 < 0,1$ .

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

### **3 Определение полного классификационного наименования нескального пылевато-глинистого грунта**

#### **Исходные данные для пылевато-глинистого грунта:**

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

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

Грансостав грунта:

2–0,5 мм – 3,6%;

0,5–0,25 мм – 10,4%;

0,25–0,1 мм – 37%;

0,1–0,05 мм – 23%;

0,05–0,01 мм – 7%;

0,01–0,005 мм – 13%;

<0,005 мм – 6%.

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

$\varepsilon_{sl} = 0, \varepsilon_{sw} = 0$ .

Порядок определения:

1 Наименование пылевато-глинистого грунта определяется по числу пластичности, которое определяется следующим образом:

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

Согласно таблице 3.10 грунт является глиной.

2 Наименование пылевато-глинистого грунта по гранулометрическому составу и числу пластичности определяется по суммарному содержанию песчаных частиц ( $d=2 - 0,05$  мм) и числу пластичности.

Суммарное содержание песчаных частиц определяется следующим образом:

$$3,6 + 10,4 + 37 + 23 = 74\%.$$

При  $I_p = 0,18$  и суммарном содержании песчаных частиц  $<40\%$  грунт является легкой песчанистой глиной.

3 Показатель консистенции грунта  $I_L$  вычисляется по формуле:

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

Согласно таблице 3.12 состояние глинистого грунта есть текучим.

4 Согласно ограничениям, принятым в табл. 3.14, при  $I_{om} = 0,32$  грунт является заторфованным.

5 Согласно таблицы 3.15 грунт ненабухающий.

6 Согласно таблицы 3.16 грунт непросадочный.

**ВЫВОД:** грунт является глиной текучей, заторфованной, ненабухающей и непросадочной и является плохим основанием.

#### 4 Построение интегральной кривой грансостава песчаного грунта

Исходные данные для построения интегральной кривой грансостава песчаного грунта приведены в таблице 3.19.

Таблица 3.19 – Исходные данные для построения интегральной кривой грансостава песчаного грунта

Диаметр частиц $d$ , мм		$<0,01$	$<0,05$	$<0,1$	$<0,2$ 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 приложениях В, Г, Д.

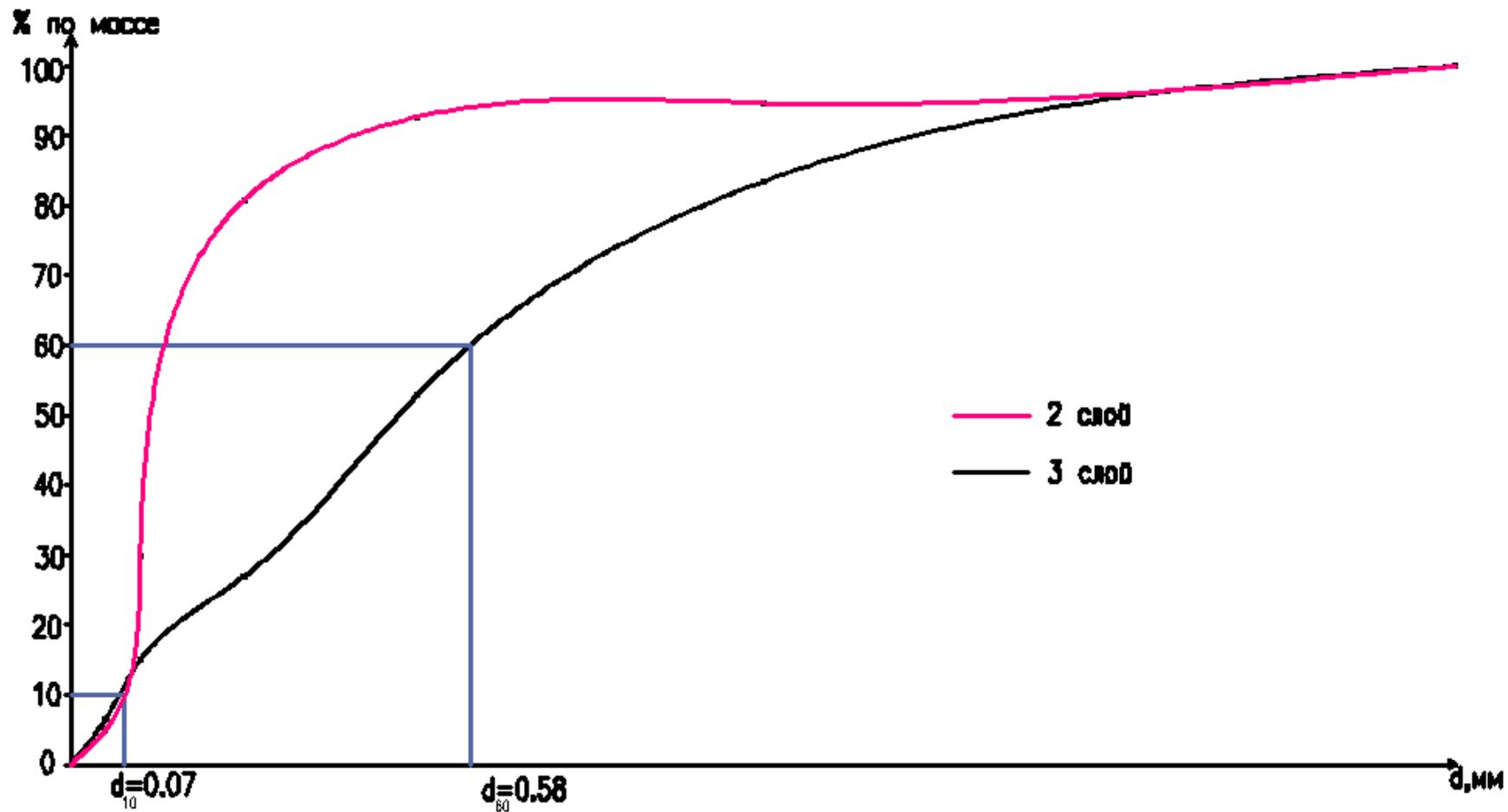
## Контрольные вопросы

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-й слой:  $C_u = d_{60}/d_{10} = 0,17/0,06 = 2,8 < 3$  - песок однородный;

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

Рисунок 3.1 – Кривая грансостава

#### 4. ПОСТРОЕНИЕ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКОГО РАЗРЕЗА

**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 геологическим колонкам буровых скважин, расположенных по оси будущего сооружения, по трассе дороги, крупного трубопровода и т.д.

Основные принципы и порядок построения разреза следующие:

1 Масштабы разреза – вертикальный и горизонтальный – нужно выбирать с учётом его размещения вместе с условными обозначениями и исходными данными на листе формата А3.

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

Для определения масштаба и интервала отметок на вертикальной шкале следует вычислить абсолютную отметку дна каждой скважины, путем вычитания глубины скважины от абсолютной отметки устья скважины. Наибольшая абсолютная отметка вертикальной шкалы должна быть немного больше максимальной абсолютной отметки из заданных отметок устьев скважин; наименьшая абсолютная отметка шкалы – немного меньше минимальной отметки из вычисленных отметок дна каждой скважины.

Масштаб горизонтальной шкалы нужно выбирать в соответствии с заданными расстояниями между скважинами.

3 На горизонтальной шкале отметить точки скважин в соответствии с расстояниями между ними. Записать в соответствующих строках горизонтальной шкалы абсолютные отметки устьев скважин, расстояния между ними и их номера. Затем из точек построить перпендикуляры параллельно вертикальной масштабной шкале.

4 На построенных перпендикулярах отметить и подписать абсолютные отметки устьев скважин в соответствии с вертикальной шкалой.

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

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

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

8 Соединить плавными линиями отметки подошв соответствующих слоёв.

9 Заштриховать слои в соответствии с условными обозначениями.

10 Вычислить абсолютные отметки уровня грунтовых вод (УГВ) для каждой скважины путем вычитания глубины УГВ от абсолютной отметки устья скважины.

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

12 Соединить отметки УГВ плавной штрих-пунктирной линией в соответствии с условными обозначениями.

13 В правой части разреза изобразить исходные данные и условные обозначения с указанием полных классификационных наименований грунтов.

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

15 Пример инженерно-геологического разреза приведен на рисунке 4.2.

### **Контрольные вопросы**

1 Что такое инженерно-геологический разрез?

2 Какие данные необходимы для построения инженерно-геологического разреза?

## ТОПОГРАФИЧЕСКИЙ ПРОФИЛЬ СО СКВАЖИНАМИ

Горизонтальный масштаб - 1:1000  
Вертикальный масштаб - 1:100

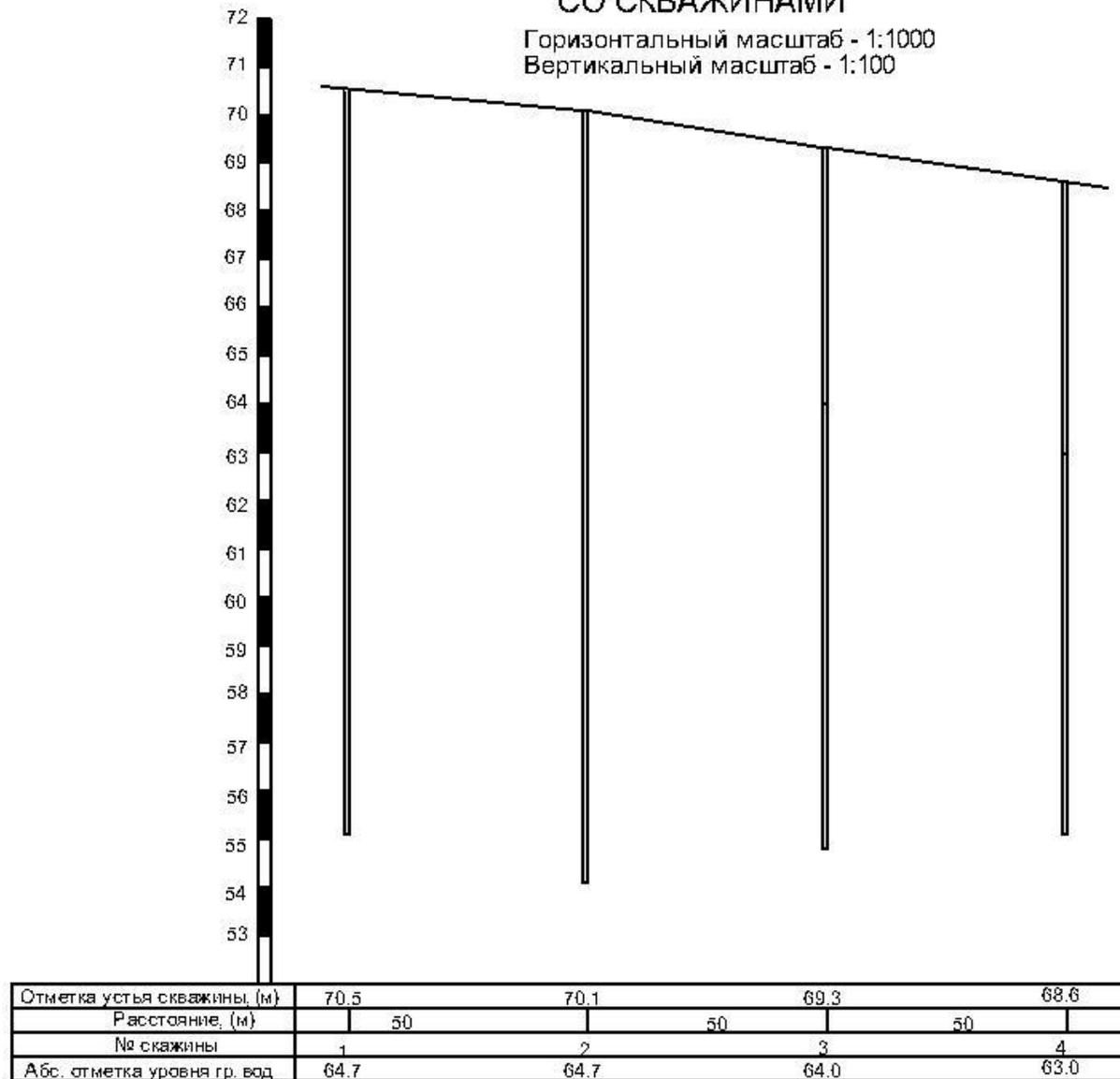
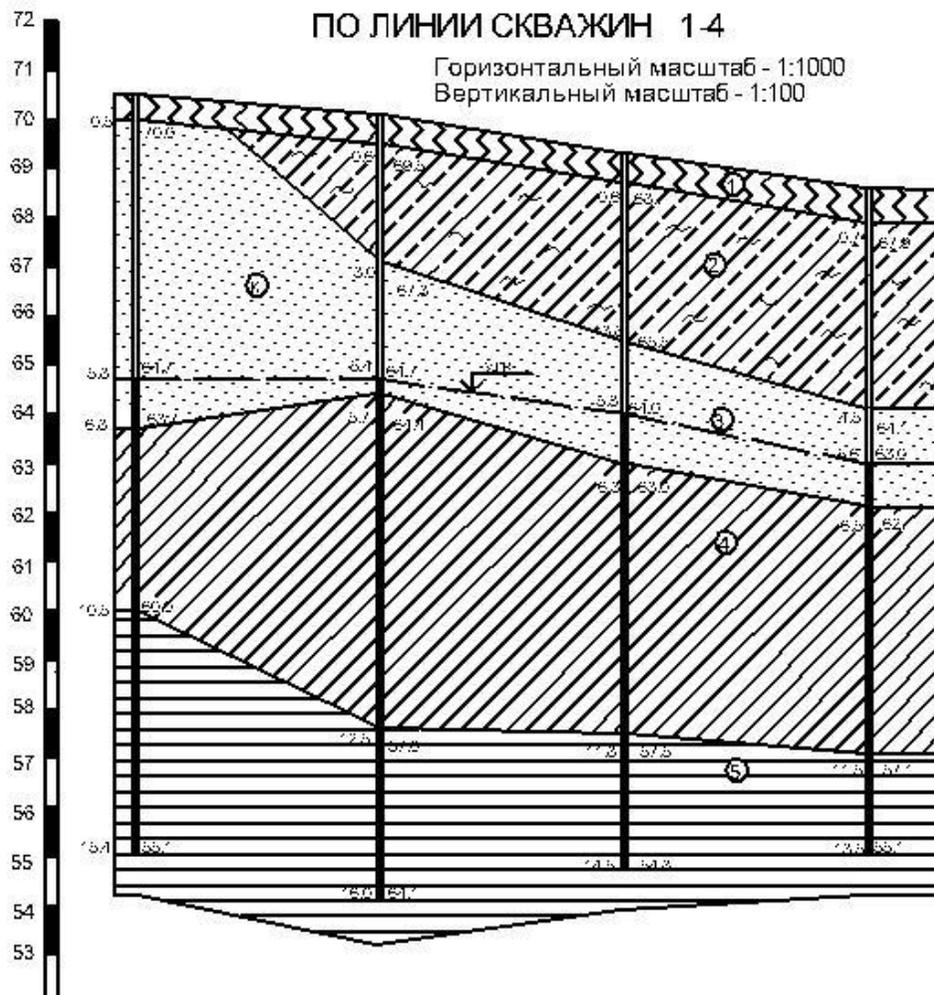


Рисунок 4.1 – Топографический профиль со скважинами

## ИНЖЕНЕРНО - ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗРЕЗ ПО ЛИНИИ СКВАЖИН 1-4

Горизонтальный масштаб - 1:1000  
Вертикальный масштаб - 1:100



Отметка устья скважин, (м)	Скв.1	Скв.2	Скв.3	Скв.4
	70.5	70.1	69.3	68.6
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	6.8	5.7	6.3	6.5
Глубина залегания подошвы слоя 4, м	10.5	12.5	11.8	11.5
Пробурено по слою 5 до глубины, м	15.4	16.0	14.5	13.5
Глубина уровня грунтовых вод, м	5.8	5.4	5.3	5.6

Условные обозначения:

- ① – Почвенно-растительный слой
- ② – Супесь пылеватая, пластичная, с примесью органических веществ, ненабухающая, не просадочная
- ③ – Песок крупный, влажный, ниже УГВ - насыщенный водой, средней плотности, неоднородный, без примеси органических веществ
- ④ – Суглинок тяжелый песчанистый, текучий, без примеси органических веществ, слабонабухающий, не просадочный
- ⑤ – Глина легкая пылеватая, твердая, без примеси органических веществ, сильнонабухающая, не просадочная
- Уровень грунтовых вод

Отметка устья скважины, (м)	70.5	70.1	69.3	68.6
Расстояние, (м)	50	50	50	
№ скважины	1	2	3	4
Абс. отметка уровня гр. вод	64.7	64.7	64.0	63.0

Рисунок 4.2 – Пример оформления

## ПРИЛОЖЕНИЕ А

### Варианты заданий к разделу 2.1 – Описание и определение минералов

Варианты заданий	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

Варианты заданий	Название горных пород
1	2
1	Мрамор, брекчия, гранит
2	Сиенит, роговик, песок
3	Суглинок, 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	Слюдяной сланец, диорит, глина
10	Кварцевый порфир, галька, серпентинит
11	Алевролит, порфирит, скарн
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, милонит, андезит
24	Глинистый сланец, диорит, вулканический туф
25	Лабрадорит, хлоритовый сланец, лёсс
26	Мергель, роговик, кварцевый порфир
27	Тальковый сланец, торф, порфирит
28	Трепел, глинистый сланец, габбро
29	Диабаз, щебень, скарн
30	Пироксенит, глина, гнейс

## ПРИЛОЖЕНИЕ В

Варианты заданий к разделу 3.1 – Определение ПKN скальных грунтов

Вариант	1
Наименование грунта	Конгломерат
Плотность монолитного грунта $\rho_m$ , г/см <sup>3</sup>	1,85
Плотность выветрелого грунта $\rho$ , г/см <sup>3</sup>	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	2
Наименование грунта	Доломит
Плотность монолитного грунта $\rho_m$ , г/см <sup>3</sup>	2,76
Плотность выветрелого грунта $\rho$ , г/см <sup>3</sup>	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	3
Наименование грунта	Гнейс
Плотность монолитного грунта $\rho_m$ , г/см <sup>3</sup>	2,64
Плотность выветрелого грунта $\rho$ , г/см <sup>3</sup>	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	Нераствори- мый

Вариант	4
Наименование грунта	Габбро
Плотность монолитного грунта $\rho_m$ , г/см <sup>3</sup>	2,96
Плотность выветрелого грунта $\rho$ , г/см <sup>3</sup>	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	Нераствори- мый

Продолжение приложения В

Вариант	5
Наименование грунта	Брекчия
Плотность монолитного грунта $\rho_m$ , г/см <sup>3</sup>	2,46
Плотность выветрелого грунта $\rho$ , г/см <sup>3</sup>	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 $\rho_m$ , г/см <sup>3</sup>	2,12
Плотность выветрелого грунта $\rho$ , г/см <sup>3</sup>	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 $\rho_m$ , г/см <sup>3</sup>	2,75
Плотность выветрелого грунта $\rho$ , г/см <sup>3</sup>	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 $\rho_m$ , г/см <sup>3</sup>	2,34
Плотность выветрелого грунта $\rho$ , г/см <sup>3</sup>	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	Известковый туф
Плотность монолитного грунта $\rho_m$ , г/см <sup>3</sup>	2,43
Плотность выветренного грунта $\rho$ , г/см <sup>3</sup>	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 $\rho_m$ , г/см <sup>3</sup>	2,92
Плотность выветренного грунта $\rho$ , г/см <sup>3</sup>	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 $\rho_m$ , г/см <sup>3</sup>	1,86
Плотность выветренного грунта $\rho$ , г/см <sup>3</sup>	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 $\rho_m$ , г/см <sup>3</sup>	2,75
Плотность выветренного грунта $\rho$ , г/см <sup>3</sup>	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 $\rho_m$ , г/см <sup>3</sup>	2,65
Плотность выветрелого грунта $\rho$ , г/см <sup>3</sup>	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 $\rho_m$ , г/см <sup>3</sup>	2,97
Плотность выветрелого грунта $\rho$ , г/см <sup>3</sup>	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 $\rho_m$ , г/см <sup>3</sup>	2,45
Плотность выветрелого грунта $\rho$ , г/см <sup>3</sup>	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 $\rho_m$ , г/см <sup>3</sup>	2,14
Плотность выветрелого грунта $\rho$ , г/см <sup>3</sup>	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 $\rho_m$ , г/см <sup>3</sup>	2,76
Плотность выветрелого грунта $\rho$ , г/см <sup>3</sup>	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 $\rho_m$ , г/см <sup>3</sup>	2,35
Плотность выветрелого грунта $\rho$ , г/см <sup>3</sup>	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 $\rho_m$ , г/см <sup>3</sup>	2,44
Плотность выветрелого грунта $\rho$ , г/см <sup>3</sup>	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 $\rho_m$ , г/см <sup>3</sup>	2,93
Плотность выветрелого грунта $\rho$ , г/см <sup>3</sup>	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 $\rho_m$ , г/см <sup>3</sup>	1,86
Плотность выветрелого грунта $\rho$ , г/см <sup>3</sup>	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 $\rho_m$ , г/см <sup>3</sup>	2,77
Плотность выветрелого грунта $\rho$ , г/см <sup>3</sup>	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 $\rho_m$ , г/см <sup>3</sup>	2,66
Плотность выветрелого грунта $\rho$ , г/см <sup>3</sup>	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 $\rho_m$ , г/см <sup>3</sup>	2,97
Плотность выветрелого грунта $\rho$ , г/см <sup>3</sup>	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 $\rho_m$ , г/см <sup>3</sup>	2,47
Плотность выветрелого грунта $\rho$ , г/см <sup>3</sup>	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 $\rho_m$ , г/см <sup>3</sup>	2,11
Плотность выветрелого грунта $\rho$ , г/см <sup>3</sup>	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 $\rho_m$ , г/см <sup>3</sup>	2,74
Плотность выветрелого грунта $\rho$ , г/см <sup>3</sup>	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 $\rho_m$ , г/см <sup>3</sup>	2,33
Плотность выветрелого грунта $\rho$ , г/см <sup>3</sup>	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 $\rho_m$ , г/см <sup>3</sup>	2,42
Плотность выветрелого грунта $\rho$ , г/см <sup>3</sup>	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	30
Наименование грунта	Углистый сланец
Плотность монолитного грунта $\rho_m$ , г/см <sup>3</sup>	2,91
Плотность выветрелого грунта $\rho$ , г/см <sup>3</sup>	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	31
Наименование грунта	Трепел
Плотность монолитного грунта $\rho_m$ , г/см <sup>3</sup>	1,87
Плотность выветрелого грунта $\rho$ , г/см <sup>3</sup>	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	32
Наименование грунта	Туффит
Плотность монолитного грунта $\rho_m$ , г/см <sup>3</sup>	2,78
Плотность выветрелого грунта $\rho$ , г/см <sup>3</sup>	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 $\rho_m$ , г/см <sup>3</sup>	2,67
Плотность выветрелого грунта $\rho$ , г/см <sup>3</sup>	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 $\rho_m$ , г/см <sup>3</sup>	2,95
Плотность выветрелого грунта $\rho$ , г/см <sup>3</sup>	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 $\rho_m$ , г/см <sup>3</sup>	2,67
Плотность выветрелого грунта $\rho$ , г/см <sup>3</sup>	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 $\rho_m$ , г/см <sup>3</sup>	2,94
Плотность выветрелого грунта $\rho$ , г/см <sup>3</sup>	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

<b>Вариант 1</b>									
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		
Содержание фракции (% частиц по массе)	4,5	48,8	26,6	12,5	0,4	-	7,2		
$S_r=0,5$			$e=0,75$			$I_{om}=0,05$			
<b>Вариант 2</b>									
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
$S_r=0,85$				$e=0,5$			$I_{om}=0,04$		
<b>Вариант 3</b>									
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			
Содержание фракции (% частиц по массе)	0,2	4,3	30,9	49,0	10,6	5,0			
$S_r=0,3$			$e=0,55$				$I_{om}=0,03$		
<b>Вариант 4</b>									
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			
Содержание фракции (% частиц по массе)	0,2	3,4	24,0	50,2	14,9	7,3			
$S_r=1,0$			$e=0,9$				$I_{om}=0,04$		
<b>Вариант 5</b>									
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

<b>Вариант 6</b>								
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		
Содержание фракции (% частиц по массе)	2,4	8,2	32,4	48,5	7,3	1,2		
$S_r=0,6$			$e=0,75$		$I_{om}=0,01$			
<b>Вариант 7</b>								
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		
Содержание фракции (% частиц по массе)	1,6	4,3	42,3	38,2	10,6	3,0		
$S_r=0,7$			$e=0,8$		$I_{om}=0,05$			
<b>Вариант 8</b>								
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		
Содержание фракции (% частиц по массе)	2,4	8,2	32,4	48,5	7,3	1,2		
$S_r=0,8$			$e=0,8$		$I_{om}=0,04$			
<b>Вариант 9</b>								
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
$S_r=0,9$			$e=0,75$		$I_{om}=0,03$			
<b>Вариант 10</b>								
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		
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

<b>Вариант 11</b>								
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		
Содержание фракции (% частиц по массе)	4,4	10,0	48,0	24,0	11,6	2,0		
$S_r=0,5$			$e=0,65$			$I_{om}=0,03$		
<b>Вариант 12</b>								
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
$S_r=0,6$			$e=0,55$			$I_{om}=0,02$		
<b>Вариант 13</b>								
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	
Содержание фракции (% частиц по массе)	16,1	55,8	14,7	5,5	0,4	5,5	2,0	
$S_r=0,65$			$e=0,65$			$I_{om}=0,065$		
<b>Вариант 14</b>								
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	
Содержание фракции (% частиц по массе)	1,0	4,0	12,0	19,0	39,0	23,0	2,0	
$S_r=0,4$			$e=0,8$			$I_{om}=0,025$		
<b>Вариант 15</b>								
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		
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

<b>Вариант 16</b>										
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				
Содержание фракции (% частиц по массе)	0,2	4,3	30,9	48,0	15,6	1,0				
$S_r=0,6$			$e=0,6$				$I_{om}=0,06$			
<b>Вариант 17</b>										
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			
Содержание фракции (% частиц по массе)	20,0	15,0	39,0	12,0	6,0	5,0	3,0			
$S_r=0,5$			$e=0,8$				$I_{om}=0,05$			
<b>Вариант 18</b>										
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			
Содержание фракции (% частиц по массе)	1,5	6,0	22,0	20,0	29,0	16,5	5,0			
$S_r=0,55$			$e=0,75$				$I_{om}=0,03$			
<b>Вариант 19</b>										
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			
Содержание фракции (% частиц по массе)	1,5	6,0	32,0	20,0	29,0	6,5	5,0			
$S_r=0,4$			$e=0,55$				$I_{om}=0,04$			
<b>Вариант 20</b>										
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

<b>Вариант 21</b>						
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
Содержание фракции (% частиц по массе)	2,4	8,2	32,4	48,5	7,3	1,2
$S_r=0,6$			$e=0,7$		$I_{om}=0,02$	

<b>Вариант 22</b>								
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
$S_r=0,7$			$e=0,8$			$I_{om}=0,01$		

<b>Вариант 23</b>									
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
$S_r=0,7$			-				$I_{om}=0,01$		

<b>Вариант 24</b>						
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
Содержание фракции (% частиц по массе)	15	59,2	15,2	4,8	1,3	3,5
$S_r=0,4$			$e=0,9$		$I_{om}=0,1$	

<b>Вариант 25</b>							
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
$S_r=0,3$		$e=0,85$			$I_{om}=0,04$		

<b>Вариант 26</b>
-------------------

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
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

<b>Вариант 1</b>	
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 $\rho$ , г/см <sup>3</sup>	1,8
Плотность частиц грунта $\rho_s$ , г/см <sup>3</sup>	2,73
Природная влажность $w$ , доли ед.	0,16
Влажность на границе текучести $w_L$ , доли ед.	0,37
Влажность на границе раскатывания $w_p$ , доли ед.	0,19
$\varepsilon_{sl}$	0,04
$I_{om}$	0,05

<b>Вариант 2</b>	
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 $\rho$ , г/см <sup>3</sup>	1,87
Плотность частиц грунта $\rho_s$ , г/см <sup>3</sup>	2,7
Природная влажность $w$ , доли ед.	0,09
Влажность на границе текучести $w_L$ , доли ед.	0,21
Влажность на границе раскатывания $w_p$ , доли ед.	0,15
$\varepsilon_{sl}$	0,06
$I_{om}$	0,04

<b>Вариант 3</b>	
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 $\rho$ , г/см <sup>3</sup>	1,84
Плотность частиц грунта $\rho_s$ , г/см <sup>3</sup>	2,71
Природная влажность $w$ , доли ед.	0,36
Влажность на границе текучести $w_L$ , доли ед.	0,42
Влажность на границе раскатывания $w_p$ , доли ед.	0,20
$\varepsilon_{sw}$	0,05
$I_{om}$	0,05

<b>Вариант 4</b>	
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 $\rho$ , г/см <sup>3</sup>	1,91
Плотность частиц грунта $\rho_s$ , г/см <sup>3</sup>	2,71
Природная влажность $w$ , доли ед.	0,21
Влажность на границе текучести $w_L$ , доли ед.	0,23
Влажность на границе раскатывания $w_p$ , доли ед.	0,15
$\varepsilon_{sw}$	0,1
$I_{om}$	0,06

Продолжение приложения Д

<b>Вариант 5</b>	
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 $\rho$ , г/см <sup>3</sup>	1,8
Плотность частиц грунта $\rho_s$ , г/см <sup>3</sup>	2,72
Природная влажность $w$ , доли ед.	0,17
Влажность на границе текучести $w_L$ , доли ед.	0,35
Влажность на границе раскатывания $w_p$ , доли ед.	0,21
$\varepsilon_{sw}$	0,12
$I_{om}$	0,05

<b>Вариант 6</b>	
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 $\rho$ , г/см <sup>3</sup>	1,8
Плотность частиц грунта $\rho_s$ , г/см <sup>3</sup>	2,7
Природная влажность $w$ , доли ед.	0,22
Влажность на границе текучести $w_L$ , доли ед.	0,17
Влажность на границе раскатывания $w_p$ , доли ед.	0,15
$\varepsilon_{sw}$	0,14
$I_{om}$	0,05

<b>Вариант 7</b>	
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 $\rho$ , г/см <sup>3</sup>	1,9
Плотность частиц грунта $\rho_s$ , г/см <sup>3</sup>	2,7
Природная влажность $w$ , доли ед.	0,1
Влажность на границе текучести $w_L$ , доли ед.	0,4
Влажность на границе раскатывания $w_p$ , доли ед.	0,2
$\varepsilon_{sl}$	0,015
$I_{om}$	0,1

<b>Вариант 8</b>	
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 $\rho$ , г/см <sup>3</sup>	1,86
Плотность частиц грунта $\rho_s$ , г/см <sup>3</sup>	2,70
Природная влажность $w$ , доли ед.	0,12
Влажность на границе текучести $w_L$ , доли ед.	0,14
Влажность на границе раскатывания $w_p$ , доли ед.	0,08
$\varepsilon_{sw}$	0,06
$I_{om}$	0,06

<b>Вариант 9</b>	
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 $\rho$ , г/см <sup>3</sup>	1,94
Плотность частиц грунта $\rho_s$ , г/см <sup>3</sup>	2,74
Природная влажность $w$ , доли ед.	0,30
Влажность на границе текучести $w_L$ , доли ед.	0,58
Влажность на границе раскатывания $w_p$ , доли ед.	0,26
$\varepsilon_{sw}$	0,07
$I_{om}$	0,05

<b>Вариант 10</b>	
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 $\rho$ , г/см <sup>3</sup>	1,80
Плотность частиц грунта $\rho_s$ , г/см <sup>3</sup>	2,68
Природная влажность $w$ , доли ед.	0,23
Влажность на границе текучести $w_L$ , доли ед.	0,24
Влажность на границе раскатывания $w_p$ , доли ед.	0,16
$\varepsilon_{sw}$	0,05
$I_{om}$	0,01

Продолжение приложения Д

<b>Вариант 11</b>	
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 $\rho$ , г/см <sup>3</sup>	1,83
Плотность частиц грунта $\rho_s$ , г/см <sup>3</sup>	2,67
Природная влажность $w$ , доли ед.	0,28
Влажность на границе текучести $w_L$ , доли ед.	0,19
Влажность на границе раскатывания $w_p$ , доли ед.	0,17
$\varepsilon_{sw}$	0,05
$I_{om}$	0,04

<b>Вариант 12</b>	
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 $\rho$ , г/см <sup>3</sup>	1,95
Плотность частиц грунта $\rho_s$ , г/см <sup>3</sup>	2,72
Природная влажность $w$ , доли ед.	0,18
Влажность на границе текучести $w_L$ , доли ед.	0,39
Влажность на границе раскатывания $w_p$ , доли ед.	0,21
$\varepsilon_{sl}$	0,02
$I_{om}$	0,12

<b>Вариант 13</b>	
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 $\rho$ , г/см <sup>3</sup>	1,79
Плотность частиц грунта $\rho_s$ , г/см <sup>3</sup>	2,7
Природная влажность $w$ , доли ед.	0,12
Влажность на границе текучести $w_L$ , доли ед.	0,15
Влажность на границе раскатывания $w_p$ , доли ед.	0,11
$\varepsilon_{sw}$	0,01
$I_{om}$	0,4

<b>Вариант 14</b>	
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 $\rho$ , г/см <sup>3</sup>	2,01
Плотность частиц грунта $\rho_s$ , г/см <sup>3</sup>	2,71
Природная влажность $w$ , доли ед.	0,23
Влажность на границе текучести $w_L$ , доли ед.	0,34
Влажность на границе раскатывания $w_p$ , доли ед.	0,18
$\varepsilon_{sw}$	0,15
$I_{om}$	0,13

<b>Вариант 15</b>	
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 $\rho$ , г/см <sup>3</sup>	1,92
Плотность частиц грунта $\rho_s$ , г/см <sup>3</sup>	2,7
Природная влажность $w$ , доли ед.	0,2
Влажность на границе текучести $w_L$ , доли ед.	0,21
Влажность на границе раскатывания $w_p$ , доли ед.	0,15
$\varepsilon_{sw}$	0,11
$I_{om}$	0,11

<b>Вариант 16</b>	
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 $\rho$ , г/см <sup>3</sup>	1,96
Плотность частиц грунта $\rho_s$ , г/см <sup>3</sup>	2,72
Природная влажность $w$ , доли ед.	0,22
Влажность на границе текучести $w_L$ , доли ед.	0,33
Влажность на границе раскатывания $w_p$ , доли ед.	0,18
$\varepsilon_{sw}$	0,08
$I_{om}$	0,01

Продолжение приложения Д

<b>Вариант 17</b>	
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 $\rho$ , г/см <sup>3</sup>	1,72
Плотность частиц грунта $\rho_s$ , г/см <sup>3</sup>	2,66
Природная влажность $w$ , доли ед.	0,18
Влажность на границе текучести $w_L$ , доли ед.	0,29
Влажность на границе раскатывания $w_p$ , доли ед.	0,17
$\varepsilon_{sw}$	0,05
$I_{om}$	0,05

<b>Вариант 18</b>	
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 $\rho$ , г/см <sup>3</sup>	1,78
Плотность частиц грунта $\rho_s$ , г/см <sup>3</sup>	2,71
Природная влажность $w$ , доли ед.	0,19
Влажность на границе текучести $w_L$ , доли ед.	0,29
Влажность на границе раскатывания $w_p$ , доли ед.	0,18
$\varepsilon_{sw}$	0,11
$I_{om}$	0,03

<b>Вариант 19</b>	
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 $\rho$ , г/см <sup>3</sup>	1,93
Плотность частиц грунта $\rho_s$ , г/см <sup>3</sup>	2,7
Природная влажность $w$ , доли ед.	0,2
Влажность на границе текучести $w_L$ , доли ед.	0,21
Влажность на границе раскатывания $w_p$ , доли ед.	0,15
$\varepsilon_{sw}$	0,02
$I_{om}$	0,1

<b>Вариант 20</b>	
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 $\rho$ , г/см <sup>3</sup>	1,8
Плотность частиц грунта $\rho_s$ , г/см <sup>3</sup>	2,71
Природная влажность $w$ , доли ед.	0,16
Влажность на границе текучести $w_L$ , доли ед.	0,35
Влажность на границе раскатывания $w_p$ , доли ед.	0,2
$\varepsilon_{sl}$	0,04
$I_{om}$	0,05

<b>Вариант 21</b>	
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 $\rho$ , г/см <sup>3</sup>	1,92
Плотность частиц грунта $\rho_s$ , г/см <sup>3</sup>	2,7
Природная влажность $w$ , доли ед.	0,12
Влажность на границе текучести $w_L$ , доли ед.	0,15
Влажность на границе раскатывания $w_p$ , доли ед.	0,1
$\varepsilon_{sw}$	0,06
$I_{om}$	0,07

<b>Вариант 22</b>	
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 $\rho$ , г/см <sup>3</sup>	1,98
Плотность частиц грунта $\rho_s$ , г/см <sup>3</sup>	2,72
Природная влажность $w$ , доли ед.	0,25
Влажность на границе текучести $w_L$ , доли ед.	0,48
Влажность на границе раскатывания $w_p$ , доли ед.	0,21
$\varepsilon_{sw}$	0,02
$I_{om}$	0,05

Продолжение приложения Д

<b>Вариант 23</b>	
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 $\rho$ , г/см <sup>3</sup>	1,84
Плотность частиц грунта $\rho_s$ , г/см <sup>3</sup>	2,72
Природная влажность $w$ , доли ед.	0,13
Влажность на границе текучести $w_L$ , доли ед.	0,32
Влажность на границе раскатывания $w_p$ , доли ед.	0,18
$\varepsilon_{sl}$	0,06
$I_{om}$	0,05

<b>Вариант 24</b>	
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 $\rho$ , г/см <sup>3</sup>	1,97
Плотность частиц грунта $\rho_s$ , г/см <sup>3</sup>	2,71
Природная влажность $w$ , доли ед.	0,24
Влажность на границе текучести $w_L$ , доли ед.	0,25
Влажность на границе раскатывания $w_p$ , доли ед.	0,19
$\varepsilon_{sw}$	0,13
$I_{om}$	0,05

<b>Вариант 25</b>	
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 $\rho$ , г/см <sup>3</sup>	1,72
Плотность частиц грунта $\rho_s$ , г/см <sup>3</sup>	2,7
Природная влажность $w$ , доли ед.	0,15
Влажность на границе текучести $w_L$ , доли ед.	0,25
Влажность на границе раскатывания $w_p$ , доли ед.	0,17
$\varepsilon_{sl}$	0,02
$I_{om}$	0,04

<b>Вариант 26</b>	
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 $\rho$ , г/см <sup>3</sup>	1,79
Плотность частиц грунта $\rho_s$ , г/см <sup>3</sup>	2,73
Природная влажность $w$ , доли ед.	0,38
Влажность на границе текучести $w_L$ , доли ед.	0,34
Влажность на границе раскатывания $w_p$ , доли ед.	0,22
$\varepsilon_{sw}$	0,09
$I_{om}$	0,07

<b>Вариант 27</b>	
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 $\rho$ , г/см <sup>3</sup>	1,85
Плотность частиц грунта $\rho_s$ , г/см <sup>3</sup>	2,7
Природная влажность $w$ , доли ед.	0,2
Влажность на границе текучести $w_L$ , доли ед.	0,37
Влажность на границе раскатывания $w_p$ , доли ед.	0,18
$\varepsilon_{sw}$	0,03
$I_{om}$	0,03

<b>Вариант 28</b>	
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 $\rho$ , г/см <sup>3</sup>	1,99
Плотность частиц грунта $\rho_s$ , г/см <sup>3</sup>	2,71
Природная влажность $w$ , доли ед.	0,22
Влажность на границе текучести $w_L$ , доли ед.	0,25
Влажность на границе раскатывания $w_p$ , доли ед.	0,20
$\varepsilon_{sw}$	0,03
$I_{om}$	0,01

Продолжение приложения Д

<b>Вариант 29</b>	
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 $\rho$ , г/см <sup>3</sup>	1,94
Плотность частиц грунта $\rho_s$ , г/см <sup>3</sup>	2,73
Природная влажность $w$ , доли ед.	0,36
Влажность на границе текучести $w_L$ , доли ед.	0,42
Влажность на границе раскатывания $w_p$ , доли ед.	0,21
$\varepsilon_{sw}$	0,08
$I_{om}$	0,06

<b>Вариант 30</b>	
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 $\rho$ , г/см <sup>3</sup>	1,92
Плотность частиц грунта $\rho_s$ , г/см <sup>3</sup>	2,70
Природная влажность $w$ , доли ед.	0,21
Влажность на границе текучести $w_L$ , доли ед.	0,20
Влажность на границе раскатывания $w_p$ , доли ед.	0,15
$\varepsilon_{sw}$	0,01
$I_{om}$	0,02

## ПРИЛОЖЕНИЕ Е

Варианты заданий к разделу 4 – Построение инженерно-геологического разреза

<b>Вариант 1</b>				
Абсолютная отметка устья скважины, м	Скв1	Скв2	Скв3	Скв4
	223,2	219,5	216,5	216,7
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, (глубина скважины) м	24,0	23,7	27,0	25,0
Глубина уровня грунтовых вод, м	13,5	10,5	7,0	6,0

<b>Вариант 2</b>				
Абсолютная отметка устья скважины, м	Скв1	Скв2	Скв3	Скв4
	214,4	210,7	210,8	210,5
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, (глубина скважины) м	24,5	21,0	19,6	23,0
Глубина уровня грунтовых вод, м	8,2	7,5	7,5	7,5

<b>Вариант 3</b>				
Абсолютная отметка устья скважины, м	Скв1	Скв2	Скв3	Скв4
	207,5	208,2	207,6	207,0
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, (глубина скважины) м	25,0	25,5	25,0	-
Уровень грунтовых вод, м	15,5	16,6	16,5	17,1

<b>Вариант 4</b>				
Абсолютная отметка устья скважины, м	Скв1	Скв2	Скв3	Скв4
	202,6	202,3	203,2	202,4
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, (глубина скважины) м	-	26,5	-	290
Уровень грунтовых вод, м	14,0	14,0	14,0	13,5

Продолжение приложения Е

<b>Вариант 5</b>				
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, <b>(глубина скважины) м</b>	30,0	28,5	29,0	30,0
Глубина уровня грунтовых вод, м	23,0	22,0	-	-

<b>Вариант 6</b>				
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, <b>(глубина скважины) м</b>	26,3	30,0	30,0	32,0
Уровень грунтовых вод, м	21,0	20,0	20,0	-

<b>Вариант 7</b>				
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, <b>(глубина скважины) м</b>	33,0	34,0	33,5	32,5
Уровень грунтовых вод, м	23,0	23,0	23,0	21,5

<b>Вариант 8</b>				
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, <b>(глубина скважины) м</b>	32,0	31,0	31,5	31,5
Уровень грунтовых вод, м	18,0	17,5	17,4	17,3

Продолжение приложения Е

<b>Вариант 9</b>				
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, (глубина скважины) м	32,0	32,0	32,5	30,5
Уровень грунтовых вод, м	21,5	20,5	-	-

<b>Вариант 10</b>				
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, (глубина скважины) м	35,0	33,0	31,5	32,0
Уровень грунтовых вод, м	-	20,3	20,3	20,3

<b>Вариант 11</b>				
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, (глубина скважины) м	24,0	23,7	27,0	25,0
Уровень грунтовых вод, м	10,5	10,5	7,0	6,0

<b>Вариант 12</b>				
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, (глубина скважины) м	24,5	21,0	19,6	23,0
Уровень грунтовых вод, м	7,7	7,5	6,5	7,5

Продолжение приложения Е

<b>Вариант 13</b>				
Абсолютная отметка устья скважины, м	Скв1	Скв2	Скв3	Скв4
	100,0	101,2	105,3	100,0
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, (глубина скважины) м	25,0	25,5	25,0	-
Уровень грунтовых вод, м	15,5	16,6	21,3	17,1

<b>Вариант 14</b>				
Абсолютная отметка устья скважины, м	Скв1	Скв2	Скв3	Скв4
	99,1	97,8	97,6	95,0
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, (глубина скважины) м	-	26,5	-	27,0
Уровень грунтовых вод, м	14,0	14,0	14,0	13,5

<b>Вариант 15</b>				
Абсолютная отметка устья скважины, м	Скв1	Скв2	Скв3	Скв4
	20,0	21,2	19,3	18,6
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	-	19,0
Пробурено по слою 5 до глубины, (глубина скважины) м	30,0	28,5	29,0	30,0
Уровень грунтовых вод, м	23,0	20,5	19,5	18,5-

<b>Вариант 16</b>				
Абсолютная отметка устья скважины, м	Скв1	Скв2	Скв3	Скв4
	199,1	195,3	190,2	185,1
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, (глубина скважины) м	30,0	30,0	29,0	28,0
Уровень грунтовых вод, (м	21,0	20,0	20,0	18,0

Продолжение приложения Е

<b>Вариант 17</b>				
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, (глубина скважины) м	33,0	34,0	33,5	32,5
Уровень грунтовых вод, м	17,0	20,0	23,0	21,5

<b>Вариант 18</b>				
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, (глубина скважины) м	32,0	31,0	31,5	31,5
Уровень грунтовых вод, м	18,0	17,5	17,4	16,0

<b>Вариант 19</b>				
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	7,0	-
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, (глубина скважины) м	32,0	32,0	32,5	30,5
Уровень грунтовых вод, м	20,5	20,5	-	-

<b>Вариант 20</b>				
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, (глубина скважины) м	40,0	31,0	31,5	32,0
Уровень грунтовых вод, м	-	26,3	22,0	18,0

Продолжение приложения Е

<b>Вариант 21</b>				
Абсолютная отметка устья скважины, м	Скв1	Скв2	Скв3	Скв4
	175,2	175,3	182,1	182,5
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	20,0	15,0	17,5	17,0
Глубина залегания подошвы слоя 4, м	22,0	19,5	21,6	21,0
Пробурено по слою 5 до глубины, (глубина скважины) м	24,0	23,7	27,0	25,0
Уровень грунтовых вод, м	6,5	5,5	8,0	8,5

<b>Вариант 22</b>				
Абсолютная отметка устья скважины, м	Скв1	Скв2	Скв3	Скв4
	141,4	142,5	143,7	141,0
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, (глубина скважины) м	24,5	21,0	19,6	23,0
Уровень грунтовых вод, м	7,7	7,5	6,5	6,0

<b>Вариант 23</b>				
Абсолютная отметка устья скважины, м	Скв1	Скв2	Скв3	Скв4
	207,5	208,2	207,6	207,0
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, (глубина скважины) м	25,0	25,5	25,0	-
Уровень грунтовых вод, м	15,5	16,6	16,5	17,1

<b>Вариант 24</b>				
Абсолютная отметка устья скважины, м	Скв1	Скв2	Скв3	Скв4
	52,6	53,8	56,1	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, (глубина скважины) м	-	26,5	-	27,0
Уровень грунтовых вод, м	15,0	14,0	14,0	13,5

Продолжение приложения Е

<b>Вариант 25</b>				
Абсолютная отметка устья скважины, м	Скв1	Скв2	Скв3	Скв4
	111,0	112,0	113,5	114,5
Глубина залегания подошвы слоя 1, м	0,5	0,8	0,8	0,9
Глубина залегания подошвы слоя 2, м	4,0	6,5	4,0	-
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, (глубина скважины) м	30,0	28,5	29,0	30,0
Уровень грунтовых вод, м	21,0	20,5	-	-

<b>Вариант 26</b>				
Абсолютная отметка устья скважины, м	Скв1	Скв2	Скв3	Скв4
	152,7	152,8	152,0	149,0
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, (глубина скважины) м	26,3	30,0	30,0	32,0
Уровень грунтовых вод, м	21,0	20,0	20,0	-

<b>Вариант 27</b>				
Абсолютная отметка устья скважины, м	Скв1	Скв2	Скв3	Скв4
	231,3	230,0	229,0	240,0
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, (глубина скважины) м	33,0	34,0	33,5	42,5
Уровень грунтовых вод, м	23,0	23,0	23,0	34,0

<b>Вариант 28</b>				
Абсолютная отметка устья скважины, м	Скв1	Скв2	Скв3	Скв4
	130,6	130,5	129,3	128,6
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, (глубина скважины) м	32,0	31,0	31,5	31,5
Уровень грунтовых вод, м	18,0	17,5	17,4	17,3

Продолжение приложения Е

<b>Вариант 29</b>				
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	32,5	30,5
Пробурено по слою 5 до глубины, (глубина скважины) м	32,0	32,0	42,0	40,5
Уровень грунтовых вод, м	20,5	20,5	25,0	24,0

<b>Вариант 30</b>				
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, (глубина скважины) м	31,0	31,0	31,5	32,0
Уровень грунтовых вод, м	-	20,3	20,3	20,3

<b>Вариант 31</b>				
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, (глубина скважины) м	32,0	31,0	31,5	31,5
Уровень грунтовых вод, м	18,0	17,5	17,4	17,3

<b>Вариант 32</b>				
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	8,0
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, (глубина скважины) м	32,0	32,0	32,5	30,5
Уровень грунтовых вод, м	20,5	20,5	-	-

Продолжение приложения Е

<b>Вариант 33</b>				
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, ( <b>глубина скважины</b> ) м	31,0	31,0	31,5	32,0
Уровень грунтовых вод, м	-	20,3	20,3	20,3

<b>Вариант 34</b>				
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, ( <b>глубина скважины</b> ) м	32,0	31,0	31,5	31,5
Уровень грунтовых вод, м	18,0	17,5	-	17,3

<b>Вариант 35</b>				
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, ( <b>глубина скважины</b> ) м	32,0	32,0	32,5	30,5
Уровень грунтовых вод, м	20,5	20,5	-	-

<b>Вариант 36</b>				
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, ( <b>глубина скважины</b> ) м	31,0	31,0	31,5	32,0
Уровень грунтовых вод, м	-	10,3	10,3	11,0

## СПИСОК ИСТОЧНИКОВ ИНФОРМАЦИИ

- 1 ДСТУ Б.В.2.1-2-96 Грунти. Класифікація.
- 2 ДСТУ Б. А. 2.4-13:2009 (ГОСТ 21.302-96) Умовні графічні позначення в документації з інженерно-геологічних вишукувань.
- 3 Межгосударственный стандарт ГОСТ 25100-2011 «Грунты. Классификация».
- 4 Пособие по проектированию оснований зданий и сооружений (к СНиП 2.02.01-83)/ НИИОСП им. Герсеванова. – М.: Стройиздат, 1986. – 415 с.
- 5 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.....	4
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...	6
2.1.4 Пример описания минералов.....	8
2.2 Описание и определение горных пород .....	1
	0
2.2.1 Генетическая классификация и основные диагностические признаки горных пород.....	1
	1
2.2.2 Магматические горные породы.....	1
	3
2.2.3 Пример описания магматических горных пород по внешним признакам.....	1
	4
2.2.4 Осадочные горные породы.....	1
	2
2.2.5 Пример описания осадочных горных пород по внешним признакам.....	1
	4
2.2.6 Метаморфические горные породы.....	1
	5
2.2.7 Пример описания метаморфических горных пород по внешним признакам .....	1
	6
3 Основы грунтоведения. Определение полного классификационного наименования (ПКН) грунтов .....	1
	6
3.1 Определение класса грунта .....	1
	7
3.2 Определение ПКН скальных грунтов.....	2
	0
3.3 Определение ПКН нескальных грунтов.....	2
	2
3.4 Примеры определения полного классификационного наименования грунтов.....	2
	9
4 Построение инженерно-геологического разреза.....	3
	5

Приложение А. Варианты заданий к разделу 2.1.....	4
	9
Приложение Б. Варианты заданий к разделу 2.2.....	4
	0
Приложение В. Варианты заданий к разделу 3.1.....	4
	1
Приложение Г. Варианты заданий к разделу 3.2.....	5
	0
Приложение Д. Варианты заданий к разделу 3.3.....	5
	6
Приложение Е. Варианты заданий к разделу 4.....	6
	2
Список источников информации.....	7
	1

## Навчальне видання

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

Укладачі: Єгупов В'ячеслав Юрійович,  
Бондаренко Олександр Іванович,  
Храпатова Ірина Вікторівна,

Відповідальний за випуск І.Я.Лучковський

Редактор В.І. Пуцик

План 2015, поз.160.

Підп. до друку

Надруковано на ризографі.

Тираж 50 прим.

Формат 60x84 1/16.

Умов. друк. арк. 3,4.

Обл.-вид. арк. 3,0.

Зам. №2707.

Папір друк. №2.

Безкоштовно.

---

ХДТУБА, 61002, Харків, вул. Сумська, 40

---

Підготовлено та надруковано РВВ  
Харківського національного  
університету будівництва та архітектури

