

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова»

Строительный факультет

Кафедра строительных технологий, геотехники и экономики строительства

УТВЕРЖДЕН
на заседании кафедры
строительных технологий, геотехники и
экономики строительства
«30» августа_ 2017 г.,
протокол №1
Заведующий кафедрой
Н.С.Соколов_
«30» августа 2017 г.

МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

по дисциплине

«ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ»

Направление подготовки (специальность) 08.05.01 – «Строительство уникальных зданий и сооружений»

Квалификация (степень) выпускника – «Инженер-строитель»

Чебоксары - 2017

Методические материалы разработаны на основе рабочей программы дисциплины, предусмотренной образовательной программой высшего образования (ОП ВО) по направлению подготовки 08.05.01 – «Строительство уникальных зданий и сооружений».

СОСТАВИТЕЛИ:

Доцент кафедры строительных технологий,
геотехники и экономики строительства _____ С.С.Викторова

СОГЛАСОВАНО:

Методическая комиссия строительного факультета «30» августа 2017 г., протокол
№1.

Декан факультета _____ А.Н. Плотников

Задание I

Составьте характеристики основных породообразующих минералов, приведенных в табл. I, по следующей схеме: класс, химический состав, строение, твердость, спайность, излом, окраска, цвет черты, блеск, плотность, реакция с соляной кислотой, устойчивость к выветриванию. Укажите горные породы, в которых встречаются указанные минералы, и область применения в строительстве.

Таблица I

Вариант	Минерал-	Вариант	Минерал	Вариант	Минерал
1	Галенит Ортоклаз	8	Малахит Биотит	15	Корунд Январь
2	Халькопирит Микроклин	9	Гипс Тальк	16	Магнетит Аргентит
3	Пирит Топаз	10	Ангидрит Серпентин	11	Гематит Алмаз
4	Галит Оливин	11	Апатит Каолинит	18	Опал Хлорит
5	Сильвин Авгит	12	Фосфорит Альбит	19	Лимонит Флюорит
6	Кальцит Роговая обманка	13	Кварц Графит	20	Боксит Опал
7	Доломит Мусковит	14	Халцедон Сера		

Задание 2

Составьте характеристики свойств горных пород, перечисленных в табл. 2, по следующей схеме: тип грунта, минеральный состав, структура, текстура, окраска, реакция с соляной кислотой, устойчивость к выветриванию, форма залегания, возможность использования в качестве основания зданий и строительного материала.

Таблица 2

Вариант	Порода	Вариант	Порода	Вариант	Порода
		нт			

1	Гранит Глина Гнейс	8	Диорит Гипс Кварцит	15	Диабаз Антрацит Глинистый сланец
2	Липарит Аргиллит Слюдяной сланец	9	Андезит Ангидрит Филлит	16	Лабрадорит Брекчия Горючий сланец
3	Кварцевый порфир Суглинок Хлоритовый сланец	10	Порфирит Доломит Мрамор	17	Перидотит Песчаник Гнейс
4	Сиенит Супесь Тальковый сланец	11	Пемза Лимонит Тальковый сланец	18	Пироксенит Лесс Кварцит
5	Трахит Мергель Глинистый сланец	12	Обсидиан Мел Филлит	19	Дунит Известняк Гнейс
6	Порфир Галит Горючий сланец	13	Габбро Торф Хлоритовый сланец	20	Пегматит Кремнистый Кварцит
7	Вулканический туф Сильвин Мрамор	14	Базальт Каменный уголь Слюдяной сланец		туф

Задание 3

Объясните условия образования отложений, приведенных в табл. 3. Перечислите, какими разновидностями (по механическому составу) они представлены, и охарактеризуйте их строительные свойства.

Таблица 3

Вариант	Отложения	Вариант	Отложения
1	Элювиальные	6	Ледниковые
2	Делювиальные	7	Болотные
3	Пролювиальные	8	Ледниково-

			речные
4	Аллювиальные	9	Озерные
5	Эоловые	10	Морские

Задание 4

Расположите геологические периоды возраста горных в хронологическом порядке и напишите их буквенные обозначения. Между породами какого возраста имеется стратиграфический перерыв в осадконакоплении?

Таблица 5

Варианты заданий

Вариант	Геологические периоды
1	Карбоновый, неогеновый, пермский, четвертичный
2	Пермский, палеогеновый, триасовый, неогеновый
3	Меловой, палеогеновый, девонский, карбоновый
4	Девонский, юрский, меловой, силурийский
5	Пермский, кембрийский, триасовый, ордовикский
6	Карбоновый, триасовый, пермский, неогеновый
7	Юрский, девонский, меловой, карбоновый
8	Ордовикский, силурийский, юрский, кембрийский
9	Силурийский, юрский, триасовый, ордовикский
10	Девонский, палеогеновый, меловой, кембрийский
11	Палеогеновый, девонский, неогеновый, силурийский
12	Меловой, неогеновый, карбоновый, палеогеновый
13	Триасовый, ордовикский, юрский, пермский
14	Неогеновый, антропогеновый, каменноугольный, пермский
15	Неогеновый, триасовый, пермский, палеогеновый
16	Меловой, девонский, каменноугольный, палеогеновый
17	Юрский, меловой, девонский, силурийский
18	Пермский, триасовый, ордовикский, кембрийский
19	Каменноугольный, неогеновый, триасовый, четвертичный
20	Меловой, девонский, карбоновый, юрский
21	Ордовикский, кембрийский, юрский, силурийский
22	Триасовый, силурийский, юрский, ордовикский
23	Кембрийский, меловой, палеогеновый, девонский
24	Неогеновый, палеогеновый, силурийский, девонский
25	Каменноугольный, меловой, неогеновый, палеогеновый
26	Юрский, ордовикский, пермский, триасовый
27	Пермский, ордовикский, триасовый, кембрийский
28	Юрский, силурийский, антропогеновый, меловой
29	Карбоновый, кембрийский, юрский, ордовикский
30	Триасовый, неогеновый, девонский, юрский

Задание 5

Как называются периоды, обозначенные в вариантах буквенными индексами? Расположите их в хронологическом порядке. Между породами какого возраста имеется стратиграфический перерыв?

Варианты заданий

Таблица 6

Вариант	Буквенные индексы	Вариант	Буквенные индексы	Вариант	Буквенные индексы
1	<i>D, J, O, S</i>	11	<i>Q, N, S, O</i>	21	<i>Є, T, D, Q</i>
2	<i>P, N, T, Q</i>	12	<i>O, T, Є, P</i>	22	<i>N, P, J, O</i>
3	<i>C, P, D, K</i>	13	<i>K, D, Q, J</i>	23	<i>S, C, D, Q</i>
4	<i>K, Q, T, J</i>	14	<i>T, S, J, P</i>	24	<i>P, D, O, N</i>
5	<i>T, D, C, P</i>	15	<i>C, N, O, K</i>	25	<i>J, N, K, T</i>
6	<i>Є, S, P, O</i>	16	<i>D, S, Q, P</i>	26	<i>Є, P, S, J</i>
7	<i>J, Q, T, N</i>	17	<i>N, O, Є, J</i>	27	<i>N, P, T, C</i>
8	<i>P, K, C, J</i>	18	<i>T, Q, N, K</i>	28	<i>Q, S, D, P</i>
9	<i>T, P, N, C</i>	19	<i>P, P, D, S</i>	29	<i>K, P, Q, P</i>
10	<i>D, J, C, K</i>	20	<i>C, J, T, Q</i>	30	<i>Є, C, N, T</i>

Рекомендации к решению задач 4-5

При решении задач руководствуйтесь данными таблицы 7.

Таблица 7

Эон	Эра	Период	Возраст, млн. лет
Фанерозой	Кайнозойская KZ	Четвертичный <i>Q</i>	1,7
		Неогеновый N	21
		Палеогеновый P	42
	Мезозойская MZ	Меловой K	70
		Юрский <i>J</i>	55-60
		Триасовый T	40
	Палеозойская PZ	Пермский P	55
		Каменно-угольный C	55
		Девонский D	55
		Силурийский S	30
		Ордовикский O	45
		Кембрийский Є	90
	Протерозой PR		
Архей AR			3500

Задание 6

- Изучив геологические разрезы, представленные в приложении, назовите возраст горных пород, слагающих строительные площадки.

- Между какими геологическими периодами произошли тектонические деформации пород и как называются изображенные на разрезах формы дислокаций?
- Какие слои залегают между собой согласно и какие несогласно?
- Наблюдаются ли в разрезах стратиграфические перерывы?

Варианты заданий

Таблица 8.

<u>Варианты</u>	<u>Номера рисунков</u>	<u>Варианты</u>	<u>Номера рисунков</u>	<u>Варианты</u>	<u>Номера рисунков</u>
<u>1</u>	2, 5, 17	<u>11</u>	20, 25, 28	<u>21</u>	9, 14, 16
<u>2</u>	8, 14, 16	<u>12</u>	5, 21, 27	<u>22</u>	3, 5, 19
<u>3</u>	3, 4, 28	<u>13</u>	16, 17, 29	<u>23</u>	1, 16, 25
<u>4</u>	1, 11, 16	<u>14</u>	8, 14, 28	<u>24</u>	10, 27, 28
<u>5</u>	6, 10, 28	<u>15</u>	4, 5, 24	<u>25</u>	5, 17, 18
<u>6</u>	5, 18, 23	<u>16</u>	11, 26, 28	<u>26</u>	8, 12, 28
<u>7</u>	12, 15, 28	<u>17</u>	2, 5, 6	<u>27</u>	4, 7, 16
<u>8</u>	7, 13, 16	<u>18</u>	16, 18, 23	<u>28</u>	11, 22, 28
<u>9</u>	5, 9, 22	<u>19</u>	5, 15, 30	<u>29</u>	5, 6, 31
<u>10</u>	16, 19, 31	<u>20</u>	2, 13, 28	<u>30</u>	16, 19, 20

Таблица 9.

Геологические разрезы условных строительных площадок

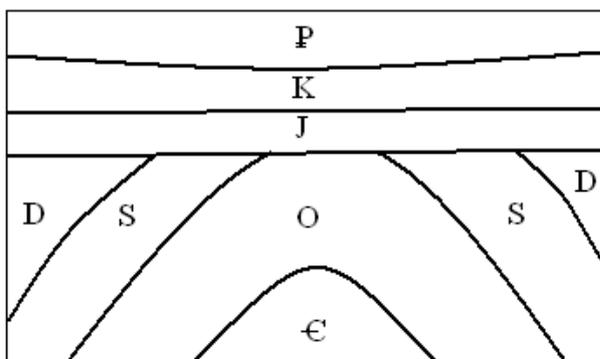


Рис. 1

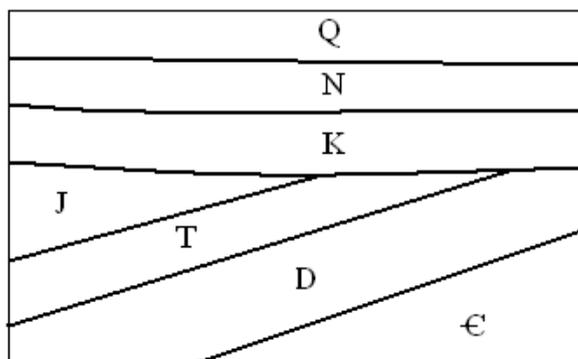


Рис. 2

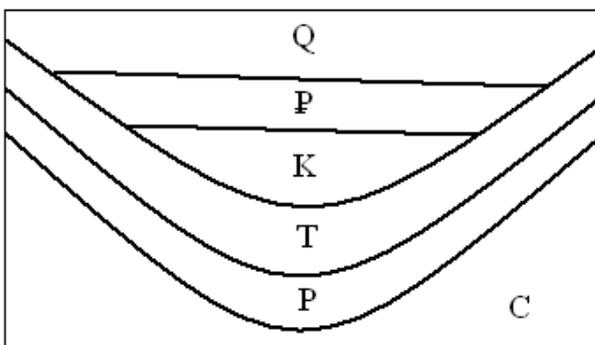


Рис. 3

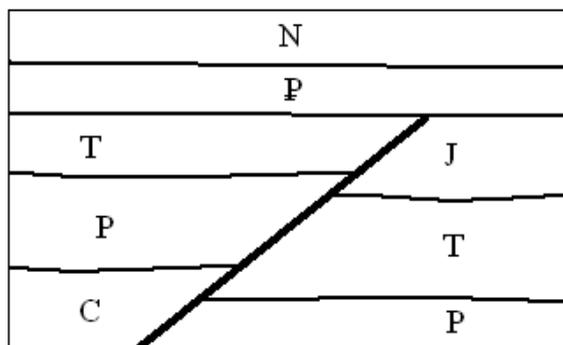


Рис. 4

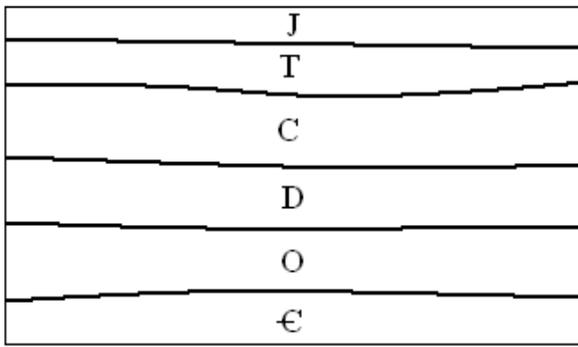


Рис. 5

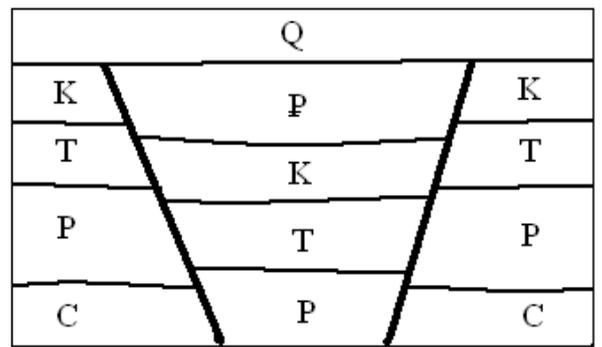


Рис. 6

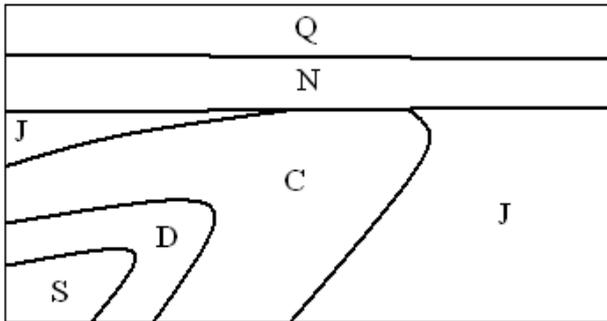


Рис. 7

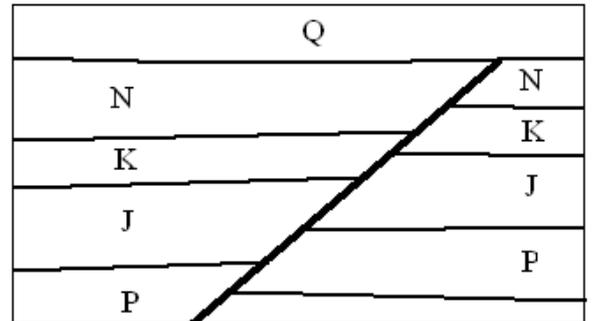


Рис. 8

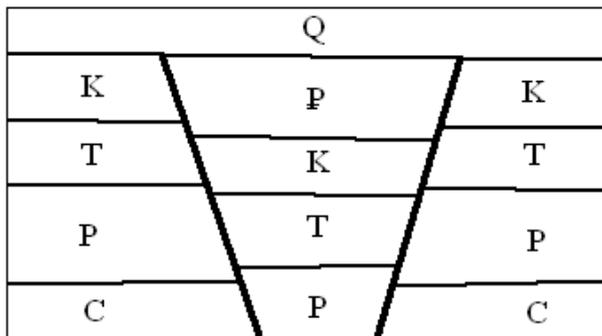


Рис. 9

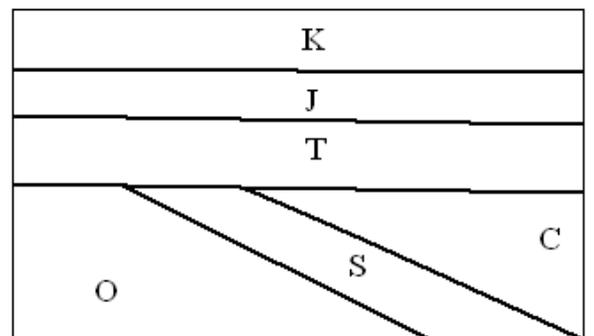


Рис. 10

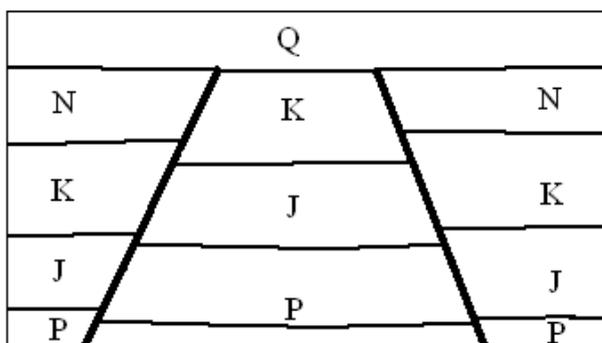


Рис. 11

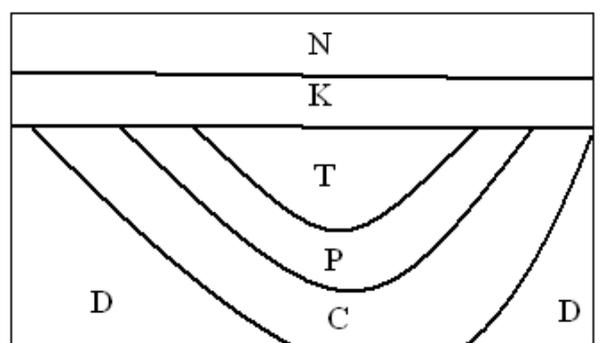


Рис. 12

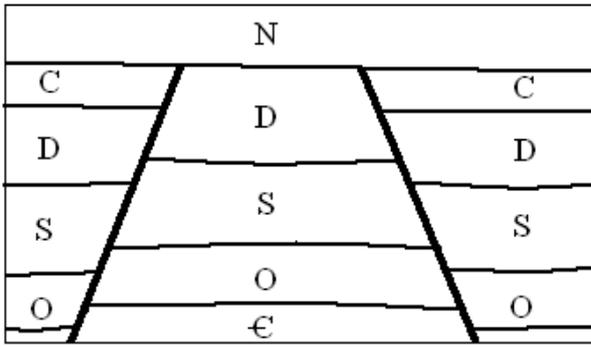


Рис. 13

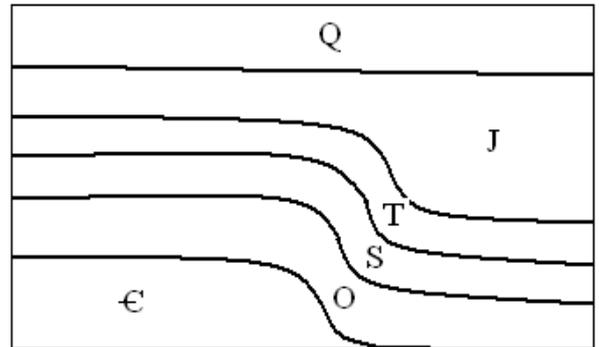


Рис. 14

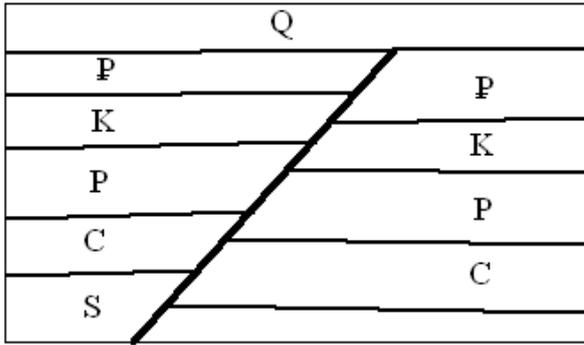


Рис. 15

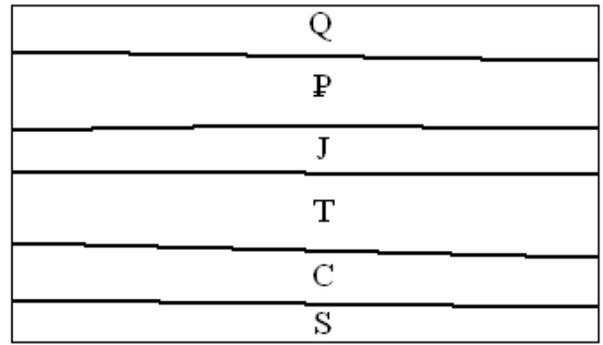


Рис. 16

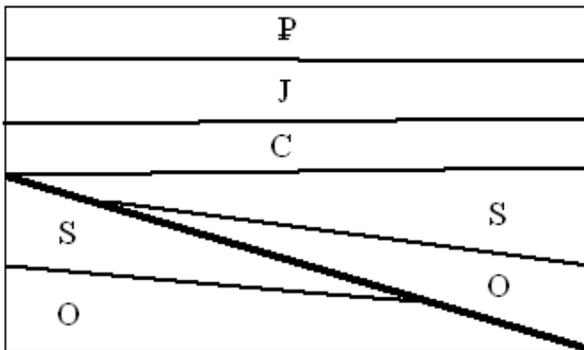


Рис. 17

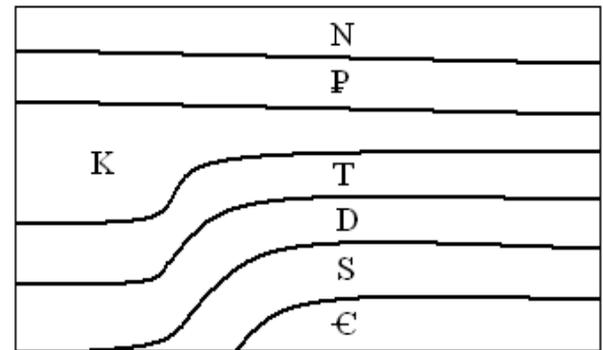


Рис. 18

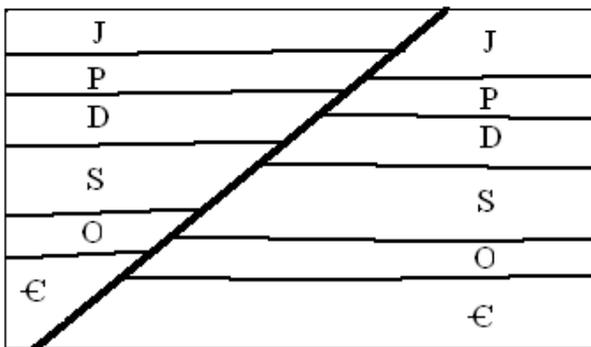


Рис. 19

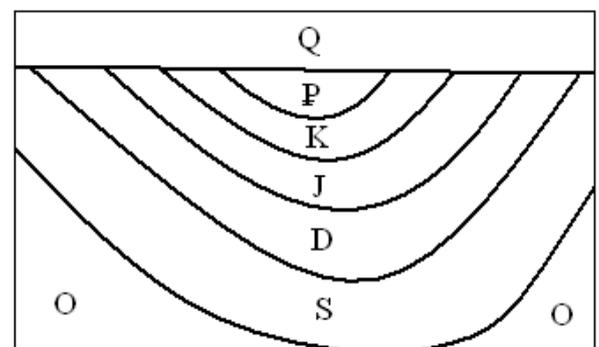


Рис. 20

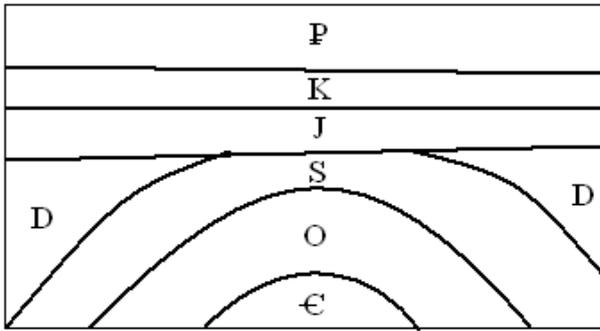


Рис. 21

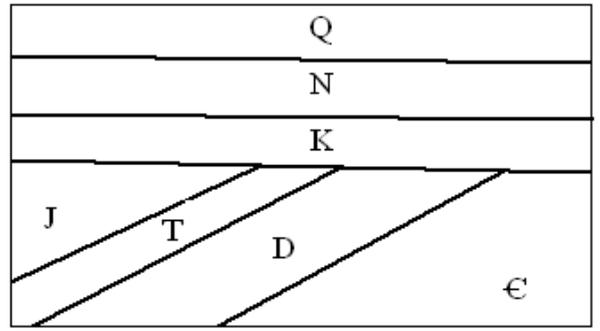


Рис. 22

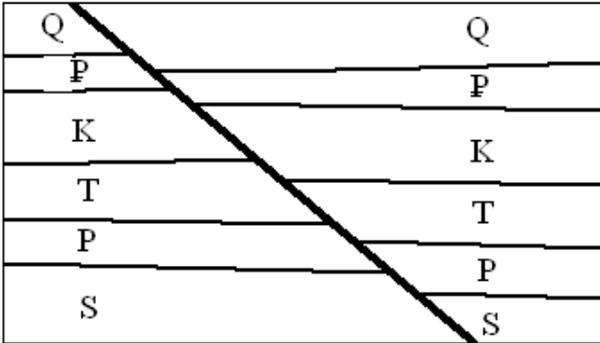


Рис. 23

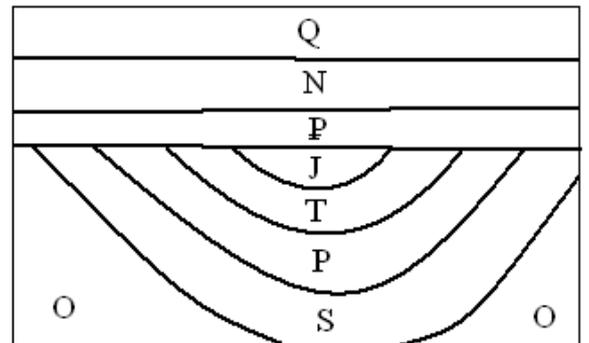


Рис. 24

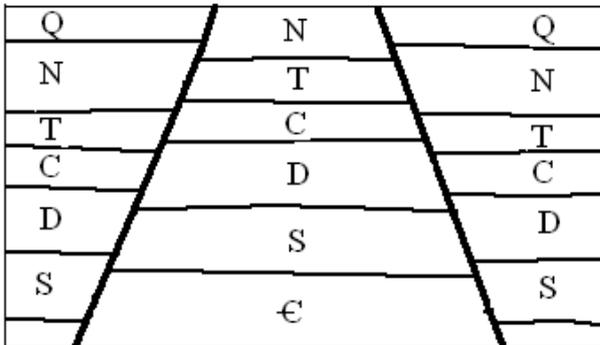


Рис. 25

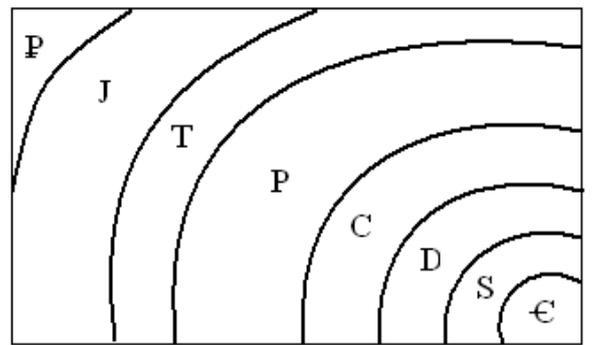


Рис. 26

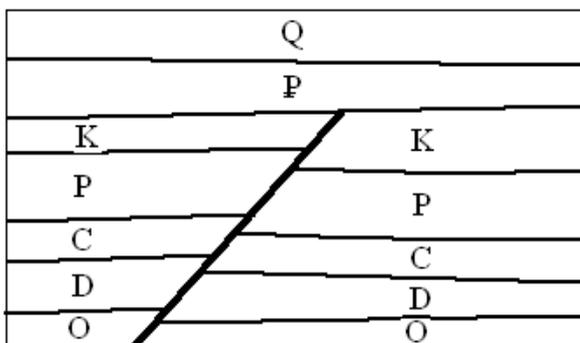


Рис. 27

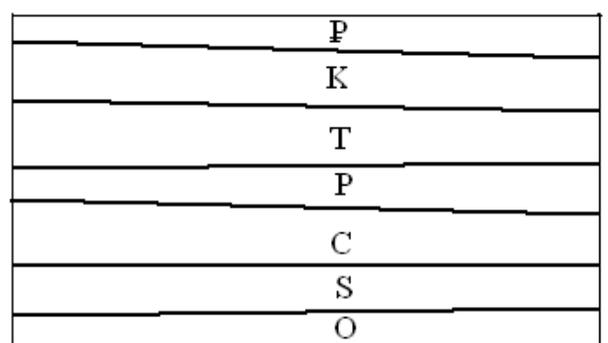


Рис. 28

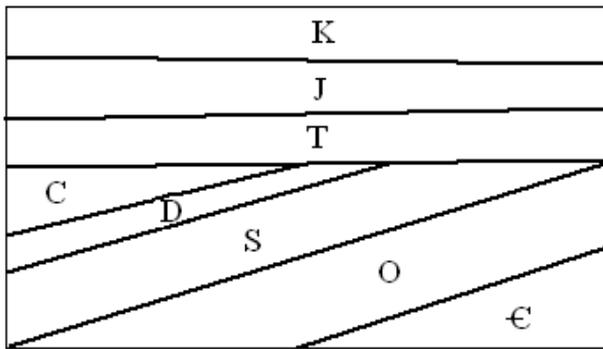


Рис. 29

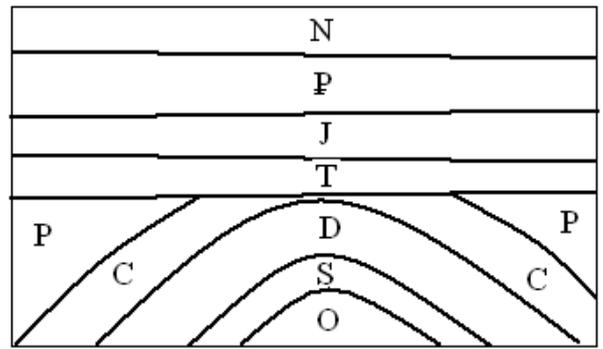


Рис. 30

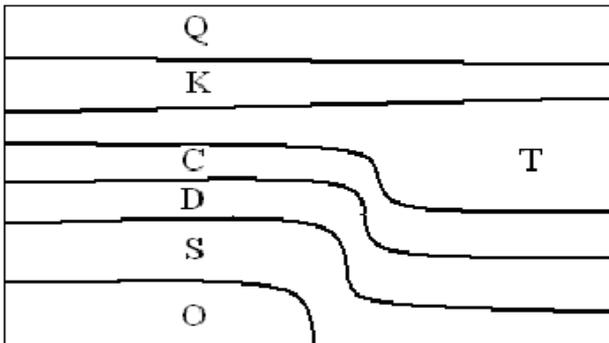


Рис. 31

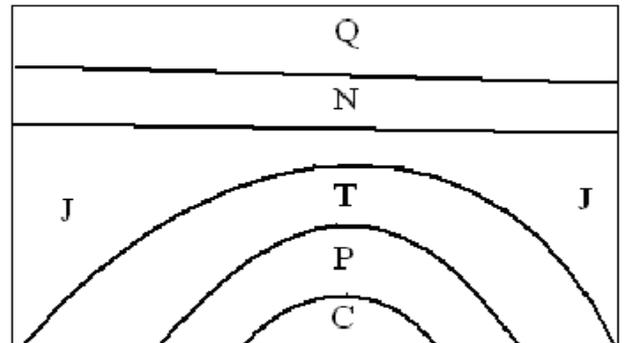


Рис. 32

Задание 7.

Дать оценку инженерно-геологических условий площадки строительства. Напластование грунтов в соответствии с табл.10., физико-механические свойства грунтов представлены для каждого номера грунта в таблице 11 и таблице 12.

Таблица 10

№ варианта	Номер слоя грунта / мощность слоя, м			
1	4 / 2,8	6 / 5,0	21 / 8,0	22 / ↓
2	8 / 3,0	5 / 5,1	23 / 8,0	25 / ↓
3	12 / 3,2	13 / 5,2	34 / 8,2	29 / ↓
4	16 / 3,5	14 / 5,4	24 / 8,4	28 / ↓
5	20 / 3,0	31 / 5,5	45 / 8,5	39 / ↓
6	20 / 3,2	9 / 5,8	33 / 9,8	37 / ↓
7	42 / 3,5	35 / 6,0	26 / 10	38 / ↓
8	32 / 3,1	17 / 6,1	15 / 10,1	30 / ↓
9	19 / 3,3	40 / 6,3	38 / 10,3	10 / ↓
10	44 / 2,9	41 / 6,4	11 / 10	7 / ↓
11	42 / 3,1	14 / 5,6	2 / 12,0	21 / ↓

12	43 / 3,2	17 / 6,2	6 / 12,2	22 / ↓
13	32 / 3,3	10 / 6,3	23 / 11,3	3 / ↓
14	43 / 3,4	7 / 5,4	13 / 11,9	24 / ↓
15	19 / 2,6	26 / 5,6	28 / 12,0	9 / ↓
16	44 / 2,7	29 / 6,0	33 / 12,0	11 / ↓
17	4 / 2,9	34 / 5,9	40 / 11,9	39 / ↓
18	16 / 3,0	30 / 7,0	40 / 11,5	37 / ↓
19	8 / 3,1	39 / 6,1	41 / 12,1	38 / ↓
20	12 / 3,2	31 / 6,2	45 / 11,7	17 / ↓
21	32 / 3,0	21 / 5,0	38 / 10,0	1 / ↓
22	36 / 3,1	22 / 6,1	35 / 10,1	5 / ↓
23	44 / 3,2	23 / 6,2	34 / 11,2	39 / ↓
24	42 / 3,3	6 / 6,3	33 / 11,3	18 / ↓
25	36 / 2,4	26 / 7,4	7 / 12,4	37 / ↓
26	32 / 2,5	3 / 7,5	30 / 12,5	26 / ↓
27	12 / 2,6	40 / 6,6	29 / 11,6	31 / ↓
28	8 / 2,7	45 / 7,7	34 / 11,7	37 / ↓
29	4 / 2,8	41 / 6,8	40 / 12,0	28 / ↓
30	16 / 3,0	10 / 6,0	30 / 12,5	24 / ↓

Таблица 11

Таблица физико-механических характеристик грунтов

Номер грунта	$\rho_s, \text{тс/м}^3$	$\rho, \text{тс/м}^3$	w	$w_L, \%$	$w_p, \%$	$\varphi, \text{град}$	C, кПа	E, кПа
1	2,65	2,05	0,18			43		40000
2	2,66	2,00	0,20			42		40000
3	2,66	1,95	0,20			41		33000
4	2,67	1,94	0,25			40		25000
5	2,65	2,04	0,17			42		40000
6	2,66	1,99	0,19			41		40000

7	2,66	1,96	0,23			40		33000
8	2,67	1,93	0,23			38		30000
9	2,65	2,02	0,16			40		40000
10	2,66	1,98	0,18			39		40000
11	2,66	1,96	0,22			38		33000
12	2,67	1,92	0,23			35		25000
13	2,65	2,02	0,16			38		28000
14	2,66	1,97	0,17			36		28000
15	2,66	1,95	0,21			35		24000
16	2,67	1,91	0,26			32		20000
17	2,65	2,01	0,15			36		12000
18	2,66	1,96	0,19			34		10000
19	2,66	1,93	0,22			33		10000
20	2,67	1,90	0,23			28		9000
21	2,70	2,03	0,18	25	18	25	12	23000
22	2,70	1,89	0,19	22	18	20	2	12000
23	2,69	1,93	0,20	26	20	23	6	16000
24	2,72	2,04	0,23	26	21	24	5	14000
25	2,68	1,93	0,20	23	19	23	10	16000
26	2,70	1,90	0,12	28	21	29	14	23000
27	2,66	1,72	0,16	22	15	14	1	7000
28	2,73	1,97	0,16	33	20	25	50	30000
29	2,70	1,91	0,21	30	16	21	25	16000
30	2,70	1,94	0,20	31	16	24	30	22000
31	2,70	1,89	0,23	31	20	21	23	18000
32	2,69	1,78	0,28	35	20	14	14	8000
33	2,73	2,05	0,25	35	19	22	28	19000
34	2,72	2,01	0,20	36	20	24	34	22000
35	2,71	1,85	0,27	37	27	22	28	13000

36	2,69	1,78	0,32	37	22	14	14	6000
37	2,74	1,86	0,25	50	23	18	52	19000
38	2,71	1,80	0,26	55	24	17	41	16000
39	2,73	1,89	0,24	60	25	19	56	21000
40	2,75	1,87	0,29	70	26	16	94	18000
41	2,72	1,77	0,30	80	29	15	37	14000
42	2,73	1,60	0,60	40	15	5	5	1800
43	2,68	1,86	0,23	23	17	21	3	7500
44	2,70	1,92	0,31	32	19	14	8	6500
45	2,68	1,90	0,22	30	20	23	25	17000

Таблица 12.

Гранулометрический состав песчаных грунтов

Номер грунта	> 10 мм	10 – 5 мм	5 – 2 мм	2 – 1 мм	1 – 0,5 мм	0,5 – 0,25 мм	0,25 – 0,1 мм	<0,1 мм
1	1	10	15	8	10	11	26	19
2	1	11	16	10	11	12	27	12
3	1	11	18	10	10	12	23	15
4	1	10	20	10	9	10	20	20
5		4	15	13	20	10	21	17
6		4	17	10	24	9	21	15
7		3	18	11	25	9	19	15
8		3	20	12	24	9	18	14
9		2	9	10	12	18	33	16
10		2	11	11	14	14	31	17
11		1	13	13	15	11	30	17
12		1	15	14	17	8	29	16
13		1	6	7	10	18	38	20

14		1	7	8	14	16	37	17
15			4	9	12	20	40	15
16			5	10	15	19	39	12
17			4	7	10	12	37	30
18			6	9	10	12	34	29
19			7	10	12	15	28	28
20			10	10	13	13	27	27

Примечание. В таблице дано процентное содержание отдельных фракций в составе грунта.

Рекомендации к оценке инженерно-геологических условий площадки строительства.

Физико-механические свойства грунтов

Оценку инженерно-геологических условий площадки строительства необходимо производить путём изучения геологических разрезов в пределах контура сооружения и определения значений условных расчётных сопротивлений грунта.

Физико-механические свойства грунтов были определены в лабораторных условиях и их значения сведены в таблицу 4 на основе задания.

Физико-механические свойства грунтов

Таблица .13

№	Наименование свойства	1	2	3
1	Удельный вес, γ (кН / м ³)			
2	Удельный вес минеральных частиц, γ_s (кН / м ³)			
3	Естественная влажность, W (в долях единиц)			
4	Влажность на границе текучести, W _L (в долях единиц)			
5	Влажность на границе раскатывания, W _p (в долях единиц)			
6	Угол внутреннего трения, φ^0			
7	Удельное сцепление, C ^н (кПа)			
8	Коэффициент сжимаемости, m _o (кПа)			
9	Коэффициент фильтрации, K _ф (см / сут)			

По приведённым характеристикам определяем вид грунта и его состояние.

1. Число пластичности:

$$J_p = W_L - W_p, \quad (1.1)$$

где W_L – влажность на границе текучести; W_p – влажность на границе раскатывания.

Типы глинистых грунтов

Таблица 14

Типы грунтов	Число пластичности
Супесь	$1 \leq J_p \leq 7$
Суглинок	$7 < J_p \leq 17$
Глина	$J_p > 17$

2. Показатель текучести:

$$J_L = (W - W_p) / J_p, \quad (1.2)$$

где W – естественная влажность, в долях единиц

Разновидности глинистых грунтов

Таблица 15

Разновидности глинистых грунтов по консистенции	Показатель текучести
Супеси:	$J_L < 0$
твердые	$0 < J_L < 1$
пластичные	$J_L > 1$
текучие	
Суглинки и глины:	
твердые	$J_L < 0$
полутвердые	$0 \leq J_L \leq 0,25$
тугопластичные	$0,25 < J_L \leq 0,50$
мягкопластичные	$0,50 < J_L \leq 0,75$
текучепластичные	$0,75 < J_L \leq 1,00$
текучие	$J_L > 1,00$

3. Коэффициент пористости:

$$e = \gamma_s / \gamma * (1 + W) - 1, \quad (1.3)$$

где γ - удельный вес; γ_s – удельный вес твёрдых частиц, кН / м³.

Таблица 16

Крупнообломочные и песчаные грунты

Типы грунтов	Распределение частиц по крупности в % от массы воздушно-сухого грунта
Крупнообломочные:	
Валунный грунт (при преобладании неокатанных частиц - глыбовый)	Масса частиц крупнее 200 мм составляет более 50%
Галечниковый грунт (при преобладании неокатанных частиц - щебенистый)	Масса частиц крупнее 10 мм составляет более 50 %

Гравийный грунт (при преобладании неокатанных частиц - дресвяный)	Масса частиц крупнее 2 мм составляет более 50 %
Песчаные:	Масса частиц крупнее 2 мм составляет более 25 %
Пески гравелистые	Масса частиц крупнее 0.5 мм составляет более 50 %
Пески крупные	Масса частиц крупнее 0.25 мм составляет более 50%
Пески средней крупности	Масса частиц крупнее 0.1 мм составляет 75% и более
Пески мелкие	Масса частиц крупнее 0.1 мм составляет менее 75%
Пески пылеватые	

Примечание. Для установления типа грунта по табл. 16 последовательно суммируются проценты содержания частиц исследуемого грунта: сначала - крупнее 200 мм, затем - крупнее 10 мм, далее - крупнее 2 мм и т.д. Тип грунта принимается по первому удовлетворяющему показателю в порядке расположения наименований сверху вниз.

Виды песков по плотности их сложения

Таблица 17

Пески	Плотность сложения песков		
	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	$e < 0.60$	$0.60 \leq e \leq 0.80$	$e > 0.80$

4. Степень влажности:

$$S_r = (W \cdot \gamma_s) / e \cdot \gamma_w, \quad (1.4)$$

где $\gamma_w = 10 \text{ кН} / \text{м}^3$ – удельный вес воды

Разновидности по степени влажности

Таблица 18

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

5. Модуль общей деформации:

$$E_o = \beta / (m \cdot v), \quad (1.5)$$

где $\beta = 1 - 2 \cdot \mu^2 / (1 - \mu)$;

μ - коэффициент относительной поперечной деформации: для песков и супеси $\mu = 0,3$; для суглинков - $\mu = 0,35$; глины - $0,42$;

Степень сжимаемости грунта	$m_o, \text{МПа}^{-1}$	$E_o, \text{МПа}$
Несжимаемый	< 0.01	>100
Малосжимаемый	$0.01 - 0.05$	$30 - 100$
Среднесжимаемый	$0.05 - 0.1$	$15 - 30$
Повышенной сжимаемости	$0.1 - 1$	$5 - 15$
Сильносжимаемый	>1	<5

6. Просадочность

По предварительной оценке к набухающим от замачивания водой относятся глинистые грунты со степенью влажности меньше или равной 0,8, для которых показатель просадочности J_{ss} меньше значений, приведенных в табл.16

$$J_{ss} = (e_L - e) / (1 + e), \quad (1.6)$$

где e_L - коэффициент пористости, соответствующий влажности на границах текучести.

$$e_L = w_L \gamma_{ss} / \gamma_w \quad (1.7)$$

Таблица 20

Число пластичности	$0,01 \leq J_p < 0,1$	$0,1 \leq J_p < 0,14$	$0,14 \leq J_p < 0,22$
Показатель просадочности J_{ss}	0,1	0,17	0,24

7. Условное расчётное сопротивление:

Классификация грунтов позволяет не только определить данный грунт, т. е. выделить его среди многообразия других грунтов, но и часто установить ориентировочные значения его прочностных и деформационных характеристик.

Например, увеличение пористости песчаного или пылевато-глинистого грунта (увеличение коэффициента пористости) при прочих равных условиях непременно повлечет за собой снижение его прочности и *повышение* деформируемости. Соответственно увеличение влажности (показателя консистенции) глинистого грунта, также при прочих равных условиях, приведет к снижению его прочности и *повышению* деформируемости.

Важной характеристикой несущей способности является расчетное сопротивление грунтов основания R_o , кПа, ориентировочно оценивающее допускаемое давление на данный грунт под подошвой фундамента, имеющего ширину 1 м и глубину заложения 2 м.

СНиП 2.02.01 — 83 допускает назначать предварительные размеры фундаментов исходя из этой величины. Кроме того, значение величины R_o для различных слоев при сложном напластовании позволяет на ранней стадии изысканий, определив только физические характеристики грунтов, провести приблизительную сопоставительную оценку их несущей способности.

Формула для граничных значений:

$$R_{o(JL)} = R_{o(1;0)} - J_L * [R_{o(1;0)} - R_{o(1;1)}], \quad (1.8)$$

где $R_{o(1;0)}$ – табличное значение R_o для e_1 при $J_L = 0$;

$R_{o(1;1)}$ – табличное значение R_o для e_1 при $J_L = 1$;

Формула для промежуточных значений:

$$R_{o(e, J_L)} = (e_2 - e) / (e_2 - e_1) * [(1 - J_L) * R_{o(1;0)} + J_L * R_{o(1;1)}] + (e - e_1) / (e_2 - e_1) * [(1 - J_L) * R_{o(2;0)} + J_L * R_{o(2;1)}], \quad (1.9)$$

- e_1 и e_2 – соседние значения e в интервале между которыми находится коэффициент пористости данного грунта;
- e и J_L – характеристики грунта, для которого ищется R_o

Расчетные сопротивления R_o глинистых грунтов

Таблица 21

Пылевато - глинистые грунты	Коэффициент пористости	Значения R_o , кПа, при показателе текучести	
		$J_L = 0$	$J_L = 1$
	e		
Супеси	0,5	300	350
	0,7	250	200
Суглинки	0,5	300	350
	0,7	250	180
	1,0	200	100
Глины	0,5	600	400
	0,6	500	300
	0,8	300	200
	1,1	250	100

Расчетные сопротивления R_o песчаных грунтов основания

Таблица 22

Пески	Значения R_o , кПа, в зависимости от плотности сложения песков	
	Плотные	Средней плотности
Крупные	600	500
Средней крупности	500	400
Мелкие:		
маловлажные	400	300
влажные и насыщенные водой	300	200
Пылеватые:		
маловлажные	300	250
влажные	200	150
насыщенные водой	150	100

Задание 5

Определить содержания различных фракций в грунте, построить кривую зернового состава, установить эффективные диаметры и коэффициент однородности, определить наименование грунта.

Таблица 23

Гранулометрический состав песчаных грунтов

Номер грунта	> 10 мм	10 – 5 мм	5 – 2 мм	2 – 1 мм	1 – 0,5 мм	0,5 – 0,25 мм	0,25 – 0,1 мм	<0,1 мм
1	1	10	15	8	10	11	26	19
2	1	11	16	10	11	12	27	12
3	1	11	18	10	10	12	23	15
4	1	10	20	10	9	10	20	20
5		4	15	13	20	10	21	17
6		4	17	10	24	9	21	15
7		3	18	11	25	9	19	15
8		3	20	12	24	9	18	14
9		2	9	10	12	18	33	16
10		2	11	11	14	14	31	17
11		1	13	13	15	11	30	17
12		1	15	14	17	8	29	16
13		1	6	7	10	18	38	20
14		1	7	8	14	16	37	17
15			4	9	12	20	40	15
16			5	10	15	19	39	12
17			4	7	10	12	37	30
18			6	9	10	12	34	29
19			7	10	12	15	28	28
20			10	10	13	13	27	27

Примечание. В таблице дано процентное содержание отдельных фракций в составе грунта.

Рекомендации к решению задания

Содержание в грунте частиц различной крупности, выраженное в процентах от общей массы исследуемого грунта, называется зерновым (гранулометрическим) составом. Определение зернового состава несвязных грунтов производится рассевом навески грунта на стандартных ситах и называется ситовым анализом. Данные зернового состава используют для установления вида грунта, приближенного определения водопроницаемости, оценки пригодности его при отсыпке насыпей, дамб, плотин, прогноза суффозии и т.д.

Применяемые материалы и оборудование: образец воздушно-сухого грунта массой около 1 кг, фарфоровая ступка, пестик с резиновым наконечником, набор сит с отверстиями 10, 5, 2, 1, 0,5, 0,25, 0,1 мм, электронные весы.

Порядок выполнения работы:

1. Из образца методом квартования отбирается средняя проба грунта массой 200 г. Масса средней пробы при содержании в грунте гравия до 10% должна быть не менее 500г, а при содержании до 30% - 1000 г.

2. Для разъединения частиц грунт растирается в ступке пестиком с резиновым наконечником.

3. Растиртый грунт Q взвешивается и пропускается через набор сит с отверстиями 10, 5, 2, 1, 0,5, 0,25, 0,1 мм.

4. Проверка тщательности просева соответствующей фракции производится отдельным последовательным просевом каждого сита над листком чистой бумаги.

5. Остаток грунта на каждом сите взвешивается на весах с погрешностью 0,01 г и определяется его процентное содержание:

$$R = \frac{q}{Q} \cdot 100\%;$$

R - содержание грунта на соответствующем сите; q - масса остатка грунта на том же сите, г; Q - масса воздушно-сухого грунта, взятого для анализа, г.

6. Определяется масса и процентное содержание частиц грунта Q_0 , прошедших через последнее сито с отверстием 0,1 мм.

7. Результаты ситового анализа сводятся в табл. 1 и строится график гранулометрического состава (рис. 1).

Таблица 20

Результаты ситового анализа

Показатель	Размер фракций, мм							
	10	10 - 5	5 - 2	2 - 1	1 - 0,5	0,5 - 0,25	0,25 - 0,1	0,1
Масса фракции, г	0,5	2	5	80,5	72,5	230,5	92,55	16,45
Содержание от пробы, %	0,1	0,4	1,0	16,1	14,5	46,1	18,5	3,3
Всего частиц менее данного диаметра, %	100	99,9	99,5	98,5	82,4	67,9	21,8	3,3

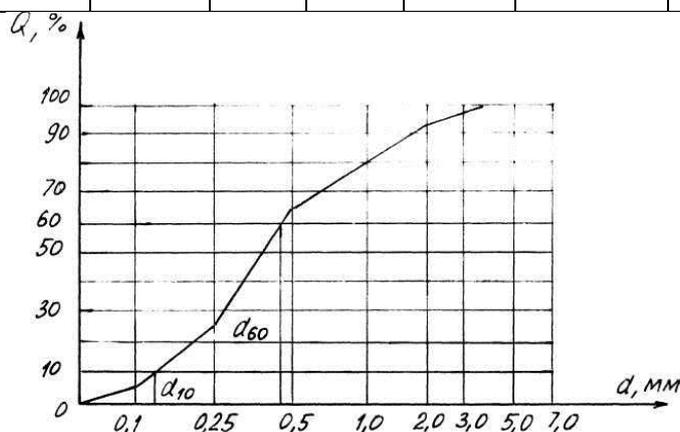


Рис. 1. График гранулометрического состава

Анализ считается удовлетворительным, если расхождение между суммой масс всех фракций и массой взятой пробы не превышает 1%. В противном случае анализ производится повторно.

8. График гранулометрического состава строится в полулогарифмической форме. По оси абсцисс откладываются десятичные логарифмы диаметров частиц, а по оси ординат – процентное содержание частиц данного диаметра. По форме гранулометрической кривой можно судить о составе грунта: при однородном составе грунта кривые имеют крутые участки, свидетельствующие о преобладании какой-либо фракции; у неоднородных грунтов кривые пологие и вытянуты вдоль оси абсцисс.

Показателем фильтрационной способности является действующий диаметр d_{10} - диаметр частиц, мельче которых в грунте содержится 10% частиц.

Контролирующим диаметром d_{60} называется диаметр частиц, мельче которого в грунте содержится 60% частиц.

Степень неоднородности u определяется из выражения

$$u = \frac{d_{60}}{d_{10}}.$$

При значении $u > 3$ грунт считается неоднородным.

ПРИЛОЖЕНИЯ

1. МЕЖДУНАРОДНАЯ ГЕОХРОНОЛОГИЧЕСКАЯ ШКАЛА

ЭОН (эонотема)	ЭРА (эротема)	ПЕРИОДЫ (системы) и их индексы	ЭПОХИ (отделы) и их индексы	
ФАНЕРОЗОЙ (явная жизнь)	КАЙНОЗОЙСКАЯ (эра новой жизни) <i>KZ</i> продолжительность 67 млн. лет	Четвертичный или антропогенный <i>Q</i> (четвертичная)	Голоцен <i>Q_{IV}</i>	
			Плейстоцен	Поздняя <i>Q_{III}</i>
				Средняя <i>Q_{II}</i>
				Ранняя <i>Q_I</i>
		Неогеновый (неогеновая) <i>N</i>	Плиоцен <i>N₂</i>	
		Палеогеновый (палеогеновая) <i>P</i>	Миоцен <i>N</i>	
			Олигоцен <i>P₃</i>	
			Эоцен <i>P₂</i>	
			Палеоцен <i>P₁</i>	
			МЕЗОЗОЙСКАЯ (эра средней жизни) <i>MZ</i> продолжительность 163 млн. лет	Меловой (меловая) <i>K</i>
	Ранняя <i>K₁</i>			
	Юрский (юрская) <i>J</i>	Поздняя <i>J₃</i>		
		Средняя <i>J₂</i>		
		Ранняя <i>J₁</i>		
	Триасовый (триасовая) <i>T</i>	Поздняя <i>T₃</i>		
		Средняя <i>T₂</i>		
		Ранняя <i>T₁</i>		
	ПАЛЕОЗОЙСКАЯ (эра древней жизни) <i>PZ</i> продолжительность	Пермский (пермская) <i>P</i>	Поздняя <i>P₂</i>	
			Ранняя <i>P₁</i>	
		Каменноугольный или карбоновый (каменноугольная) <i>C</i>	Поздняя <i>C₃</i>	
Средняя <i>C₂</i>				
Ранняя <i>C₁</i>				
Девонский (девонская) <i>D</i>		Поздняя <i>D₃</i>		
		Средняя <i>D₂</i>		
		Ранняя <i>D₁</i>		
Силурийский (силурийская) <i>S</i>		Поздняя <i>S₂</i>		
		Ранняя <i>S₁</i>		
Ордовикский (ордовикская) <i>O</i>	Поздняя <i>O₃</i>			
	Средняя <i>O₂</i>			

	340 млн. лет		Ранняя O_1	
		Кембрийский (кембрийская) ϵ	Поздняя ϵ_3	
			Средняя ϵ_2	
			Ранняя ϵ_1	
КРИПТОЗОЙ (скрытая жизнь, докембрий)	ПРОТЕРОЗОЙСКАЯ (эра простейшей жизни) PR	Поздний PR_2	Венд V	
			Рифей R	Поздний R_3
		Ранний PR_1		Средний R_2
	АРХЕЙСКАЯ (эра древнейшей жизни) AR	Поздний AR_2		Ранний R_1
		Ранний AR_1		
	КАТАРХЕЙСКАЯ KA	Формирование земной коры		

2. ШКАЛА (А.С. Монин, 1980 г.)

ЦВЕТ на геологических картах	Шкала абсолютного времени, млн лет		ТИПИЧНЫЕ ОРГАНИЗМЫ	ЭПОХИ СКЛАДЧАТОСТИ
	Начало и конец	Продолж-ть периода		
Светло-желтый		2	Расцвет растений, птиц, человека	АЛЬПИЙСКАЯ
Желтый	2	23	Млекопитающие, цветковые растения	
Оранжевый	25-2	42		
Зеленый	67-25	70	Головоногие моллюски и пресмыкающиеся	100
Синий	137-67	58		КИММЕРИЙСКАЯ
Фиолетовый	195-137	35		
Желто-коричневый	230-195	55	Амфибии и споровые	ГЕРЦИНСКАЯ
Серый	285-230	65		
Коричневый	350-285	55	Рыбы, плеченогие	
Серо-зеленый	405-350	35	Первые беспозвоночные	КАЛЕДОНСКАЯ
Оливковый	440-405	60		

Сине-зеленый	500-440	70		БАЙКАЛЬСКАЯ
Розовый	570-500			
		530	Бактерии, водоросли	
Коричнево-розовый	1100-570 1700-1100 2000-1700 2700-2000	600 300	Редкие остатки Примитивных (доклеточных) форм – археоцитаты	
Малиновый	3500-2700 4600-3500	300 800 1100		

3. Условные обозначения горных пород на геологическом графике

				
Лесс	Кремнистые сланцы	Милониты	Порфиры	Порфиры
				
Глина	Трещел	Филлиты	Тектоническая брекчия	Порфириты
				
Суглинок	Опока	Гнейсы	Граниты	Пегматиты
				
Песчаник	Яшма	Амфиболиты	Сиециты	Липариты
				
Брекчия	Галитовые породы	Гранулиты	Нефелиновые сиециты	Трахиты
				
Конгломерат	Гипс	Кварциты	Диориты	Андезиты
				
Известняк	Ангидрит	Мраморы	Гранодиориты	Базальты
				
Мерзель	Каменный уголь	Роговики	Габбро	Диабазы
				
Доломит	Железные руды	Серпентиниты	Перидотиты, пироксениты	Спилиты
				
Мел	Фосфариты	Скарны	Граносиециты	Туфы