

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Ухтинский государственный технический университет»
(УГТУ)

Воркутинский филиал УГТУ

Инженерная геология

Методические указания

Ухта, УГТУ, 2016

УДК 624.131.1(075.8)

ББК 38.21 я7

Б 61

Билалов, А. Б.

Б 61 Инженерная геология [Текст] : метод. указания / А. Б. Билалов. – Ухта : УГТУ, 2016. – 30 с.

В методических указаниях обеспечивается приобретение дополнительных знаний по комплексу лабораторных и практических методов изучения деформационных, прочностных и коррозионных свойств горных пород.

Предназначены для студентов очной и заочной форм обучения направления 21.03.01 Нефтегазовое дело.

УДК 624.131.1(075.8)

ББК 38.21 я7

Методические указания рассмотрены и одобрены на заседании кафедры разработки и эксплуатации месторождений полезных ископаемых пр. № 8, от 21.06.2016 г.

Рецензент: Л. И. Беляева, старший преподаватель кафедры РиЭМП И Воркутинского филиала УГТУ.

Технический редактор: Л. П. Коровкина.

Методические указания изданы в авторской редакции с минимальными правками.

В методических указаниях учтены предложения рецензента.

План 2016 г., позиция 281.

Подписано в печать 31.08.2016 г. Компьютерный набор

Объем 30 с. Тираж 100 экз. Заказ № 308.

© Ухтинский государственный технический университет, 2016

169300, Республика Коми, г. Ухта, ул. Первомайская, д. 13.

Типография УГТУ.

169300, Республика Коми, г. Ухта, ул. Октябрьская, д. 13.

Введение

Производственная деятельность человека оказывает огромное влияние на все производные оболочки земли – атмосферу, гидросферу, литосферу, биосферу. Часть литосферы, находящегося под воздействием инженерных сооружений, называется геологической средой. В инженерной геологии эта часть литосферы изучается с целью оценки инженерно-геологических условий территорий и прогноза их изменения в результате техногенеза.

В результате освоения дисциплины инженерная геология студент должен научиться использовать необходимую инженерно-геологическую, геокриологическую и гидрогеологическую информацию при проектирование безопасных для окружающей среды инженерных сооружений и предприятий нефтегазовой отрасли; определять влияние инженерно-геологических условий на сложность ведения строительных и работ нефтегазовой отрасли, на выбор способа и технологии освоения территории; прогнозировать изменения экологической обстановки в результате возможного возникновения опасных геологических процессов и явлений.

Целью преподавания данной дисциплины является изучение основных задач инженерно-геологических исследований и методов их решения. Методические указания предназначены студентам очного и заочного обучения.

Тема 1. Место инженерной геологии в системе наук о Земле

Программа. Геология – наука о Земле. Фундаментальные и прикладные геологические науки. Предмет, цели и задачи инженерной геологии. Основные научные направления современной гидрогеологии, инженерной геологии и геокриологии.

Методические указания. Для освоения учебной дисциплины «Инженерная геология» студенту необходимо предварительно получить представление о системе геологических наук в целом, а также о месте инженерной геологии, как одного из прикладных направлений, в этой системе. Кроме того, студент должен знать, из каких основных разделов состоят современные инженерная геология, геокриология и гидрогеология, и какой круг вопросов каждый из разделов решает (что является предметом их изучения). Эта вводная часть поможет будущему бакалавру лучше ориентироваться в науках; непосредственно решающих проблемы освоения и рационального использования геологической среды.

Тема 2. Инженерно-геологические условия территорий

Программа. Основные элементы инженерно-геологических, мерзлотных условий территорий. Массив горных пород как среда для строительных и работ нефтегазовой отрасли, инженерных сооружений. Подземные воды, их влияние на устойчивость инженерных сооружений и горных выработок. Геодинамика территорий. Геологические процессы и явления.

Методические указания.

В первую очередь здесь следует рассмотреть массив горных пород как среду и основание для инженерных сооружений, а также важнейшие количественные показатели, характеризующие физические, водные и механические свойства горных пород. Необходимо обратить внимание на различия в этих свойствах пород разного генезиса и состава и на роль масштабного эффекта при оценке показателей механических свойств горных пород.

Важнейшим элементом инженерно-геологических условий территорий являются геологические процессы, явления уже имеющие место или потенциально возможные. Студент должен знать основные виды геологических процессов и явлений, определяющих геодинамическую обстановку осваиваемых территорий, причины возникновения этих явлений и процессов, методы их изучения и прогнозирования.

Тема 3. Взаимодействие геологической среды со строительными работами в нефтегазовом деле

Программа. Изменение физического и напряжённого состояния горных пород под влиянием техногенного воздействия. Водообильность горного массива. Изменение режима поверхностных и подземных вод под влиянием строительных работ в нефтегазовом деле. Техногенные процессы и явления, возникающие в результате взаимодействия геологической и техногенной сред.

Методические указания. При воздействии строительных работ в нефтегазовом деле на геологическую среду нарушается естественное физическое и напряжённое состояние горных пород, изменяется режим подземных вод, что практически всегда приводит к возникновению новых (техногенно-геологических) процессов и явлений или активизации уже существующих геологических процессов и явлений.

Студенту нужно знать основные типы процессов и явлений, возникающих при строительстве инженерных сооружений и разработке месторождений полезных различными способами. Иметь представление о факторах, формирующих водообильность артезианских бассейнов. С точки зрения защиты подземной гидросферы от негативного техногенного воздействия необходимо знать, как меняется режим подземных и поверхностных вод под влиянием строительных работ в нефтегазовом деле.

Тема 4. Обоснование мероприятий по обеспечению социальной и экологической безопасности при ведении строительных работ в нефтегазовой отрасли

Программа. Дренаж и отвод поверхностных и подземных вод с территорий объектов нефтегазовой отрасли. Охрана природных вод в городских агломерациях и промышленных районах. Прогноз устойчивости инженерных сооружений в сложных мерзлотных и инженерно-геологических условиях. Локальный инженерно-геологический мониторинг, задачи и методы его функционирования.

Методические указания. Прогноз устойчивости инженерных сооружений в сложных геологических условиях можно осуществить, используя различные методы инженерно-геологических, геокриологических и гидрогеологических расчётов. Поскольку все эти расчёты должны проводиться на основании самой точной инженерно-геологической, геокреологической и гидрогеологической информации, необходимо знать основные принципы организации и функционирования локального инженерно-геологического мониторинга.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

1. Инженерная геология как наука, её возникновение и развитие.
2. Инженерная геодинамика как раздел инженерной геологии, её содержание, задачи и методы.
3. Классификация геологических процессов и явлений. Инженерно-геологические процессы и явления.
4. Общие закономерности развития и распространения геологических процессов и явлений.
5. Классификация склоновых процессов.
6. Оползни. Морфологические особенности оползневых участков.
7. Элементы оползня. Строение оползней.
8. Классификации оползней.
9. Диагностические признаки оползней.
10. Причины возникновения оползней: действие силы тяжести.
11. Причины возникновения оползней: действие гидростатических и гидродинамических сил.
12. Причины возникновения оползней: ослабление прочности пород из-за изменения их физического состояния.
13. Причины возникновения оползней: изменение напряжённого состояния пород.
14. Условия, способствующие образованию оползней.
15. Противооползневые мероприятия: задачи и основные принципы их выбора.
16. Группы противооползневых мероприятий.
17. Обвальные явления – определение понятий.
18. Факторы, влияющие на формирование обвальных явлений.
19. Противообвальные мероприятия.
20. Селевые явления – определение понятия и классификация.
21. Условия, влияющие на формирование селей.
22. Защита от селевых явлений.
23. Трещиноватость, определение понятий, геометрическая классификация трещин.
24. Генетические типы трещин
25. Количественная характеристика трещиноватости.
26. Устранение вредного влияния трещиноватости на устойчивость проектируемых сооружений.
27. Выветривание – определение понятия, основные агенты выветривания.
28. Инженерно-геологическая характеристика элювиальных отложений.
29. Физическое выветривание.
30. Химическое выветривание.

31. Оценка степени выветрелости скальных и полускальных пород.
32. Строительство на элювиальные отложениях.
33. Абразия. Морфология берегов.
34. Стадии формирования профилей абразионного и аккумулятивного берегов.
35. Ветровые волны.
36. Подмыв и разрушение берегов.
37. Мероприятия и сооружения для защиты берегов от подмыва и разрушения.
38. Суффозия – определение понятия.
39. Условия возникновения суффозии. Предупреждение суффозии.
40. Плывуны. Ложные плывуны.
41. Плывуны. Истинные плывуны, их инженерно-геологическая характеристика.
42. Плывуны. Истинные плывуны, строительство сооружений на участках их распространения.
43. Плывуны. Истинные плывуны, строительство сооружений на участках их распространения.
44. Сравнительная характеристика истинных и ложных плывунов.
45. Проверка возможности прорыва напорными водами дна котлована.
46. Определение осадки грунтов при снятии взвешивающего действия воды.
47. Лессовые грунты, определение понятий, характерные признаки и свойства лессовых грунтов.
48. Лессовые грунты, определение понятий, характерные признаки и свойства лессовых грунтов.
49. Физико-механические свойства лессовых пород.
50. Структура лессовых пород.
51. Проектирование и строительство сооружений на лессовых грунтах.
52. Карст – определение понятия, его распространение и классификация.
53. Формы карста.
54. Причины развития карста.
55. Оценка степени закарстованности пород.
56. Проектирование и строительство сооружений в карстовых районах.
57. Сейсмические явления – определение и классификация по происхождению.
58. Тектонические землетрясения.
59. Защита от землетрясений, строительство в сейсмических районах.
60. Поведение грунтов при динамических нагрузках.

ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ РАСЧЁТЫ ПОКАЗАТЕЛЕЙ

1. Масса образца грунта ненарушенного сложения объёмом 50 см^3 при естественной влажности равна g (г), после сушки на воздухе стала g_1 (г), а после высушивания в термостате – g_0 (г). Объём минеральной части грунта равен V_s (см^3). Определите указанные ниже показатели, используя их определения и обозначения, приведённые в таблице 1.

Вариант	g	g_1	g_0	V_1	Определить
1	87,52	81,58	81,09	30,48	Плотность частиц грунта и объёмную влажность
2	86,14	76,36	75,62	28,22	Плотность и полную влагоёмкость
3	88,35	73,28	72,41	26,82	Естественную влажность и коэффициент пористости
4	94,46	72,03	70,34	25,67	Плотность сухого грунта степень влажности
5	99,67	79,89	78,48	28,85	Гигроскопическую влажность и пористость

Решение 1.1. Плотность частиц грунта ρ_s , равна отношению массы сухого грунта к объёму его твёрдой части. Следовательно, $\rho_s = 81,09/30,48 = 2,66 \text{ г/см}^3$. Объёмную влажность можно определить из выражения $W_v = W \cdot \rho_s$ для чего предварительно вычисляют естественную влажность $W = (g - g_0)/g_0 = (87,52 - 81,09)/81,09 = 0,08$, окончательно получают $W_v = 0,08 \cdot 2,66 = 0,21$.

Таблица 1 – Физические величины и классификационные показатели грунтов

Характеристика, размерность	Определение характеристики	Обозначение, формула
1	2	3
Плотность частиц грунта, г/см^3	Отношение массы сухого грунта к объёму его твёрдой части	ρ_s
Плотность грунта, г/см^3	Отношение массы грунта (включая массу воды в его порах) к занимаемому этим грунтом объёму	ρ
Влажность	Отношение массы воды, содержащейся в грунте, к массе сухого грунта	w
Плотность сухого грунта или плотность скелета грунта, г/см^3	Отношение массы сухого грунта к объёму, занимаемому этим грунтом (включая объём пор)	$\rho_d = \frac{\rho}{1 + w}$
Пористость	Отношение объёма пор к объёму всего групп, включая поры	$n = 1 - \frac{\rho_d}{\rho_s}$

Продолжение табл. 1

1	2	3
Коэффициент пористости	Отношение объёма пор к объёму твёрдой части (скелета) грунта	$e = \frac{\rho_s - \rho_d}{\rho_d}$ $e = \frac{\rho_s}{\rho} (w + 1) - 1$
Коэффициент водонасыщения (степень влажности)	Отношение объёма воды к объёму пор грунта – степень заполнения пор водой (ρ_w – плотность воды, г/см ³)	$S_R = \frac{w\rho_s}{e\rho_w}$
Полная влагоёмкость	Влажность грунта, соответствующая полному заполнению пор водой	$w_{\max} = \frac{e\rho_w}{\rho_s}$
Естественная влажность	Влажность грунта в природном состоянии	w_0
Гигроскопическая влажность	Влажность воздушно-сухого грунта	w_R
Максимальная молекулярная влагоёмкость	Влажность грунта при максимальной толщине плёнок связанной воды	w_m
Объёмная влажность	Отношение объёма воды, содержащейся в грунте, к общему объёму грунта	$w_v = w\rho_s$
Коэффициент водоотдачи	Отношение объёма свободно вытекающей (или извлекаемой) из грунта воды (при полном заполнении пор водой) к объёму всего грунта	$\mu = \rho_s (w_m - w_v) =$
Коэффициент (степень) размягчаемости в воде	Отношение временных сопротивлений одноосному сжатию в водонасыщенном и воздушно-сухом состояниях	K_{saf}
Степень выветрелости скального грунта	Отношение плотностей выветрелого и невыветрелого образцов одного и того же грунта	K_{wr}
Зерновой (гранулометрический) состав (по ГОСТ 12536)	Распределение по фракциям всех частиц, содержащихся в грунте, с определением их относительного содержания	
Эффективные диаметры	Диаметр, меньше которого содержится в грунте (по массе) соответственно 60 или 10 % частиц	d_{60}, d_{10}
Степень неоднородности	Отношение эффективных диаметров	$C_n = \frac{d_{60}}{d_{10}}$
Влажность на границе текучести	Влажность, при которой связный грунт переходит из пластичного состояния в текучее и наоборот	w_L
Влажность на границе пластичности (раскатывания)	Влажность, при которой связный грунт переходит из твёрдого состояния в пластичное и наоборот	w_P
Число пластичности (по ГОСТ 5180)	Разность влажностей на границах текучести и пластичности	$I_P = w_L - w_P$
Показатель консистенции (текучести)	Показатель состояния грунта нарушенно-го сложения	$I_L = \frac{w_0 - w_P}{I_P}$

1	2	3
Относительная деформация просадки или просадочность (по ГОСТ 24143)	Отношение разности высот образца грунта до и после водонасыщения под определённой нагрузкой к высоте образца природной влажности	ε_{st}
Коэффициент выветрелости крупнообломочных грунтов	k_0 – отношение массы частиц размером менее 2 мм к массе частиц размером более 2 мм до испытания на истираемость; k_1 – то же, после испытания на истираемость	$K_{wr} \frac{k_1 - k_0}{k_1}$
Предел прочности грунта на одноосное сжатие, МПа	Отношение разрушающей нагрузки к площади испытанного образца	R_c
Расчётное сопротивление грунта, МПа	Предел линейной зависимости «нагрузка – осадка»; определяется расчётом по СНиП 2.02.01-83 в зависимости от качества грунта, типа и размера фундамента	R

2. По приведённым ниже результатам ситового анализа несвязного грунта определите степень неоднородности, коэффициент выветрелости и дайте наименование грунта по ГОСТ 25100-95 (приложение В).

Наименование показателей	Варианты										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Зерновой состав частиц, % по массе:											
более 5 мм	5	6	6	7	6	0	0	0	12	13	9
5...2	3	7	11	19	10	2	3	4	6	5	4
2...1	6	12	19	31	18	5	7	9	15	22	14
1...0,5	11	14	18	26	17	10	8	6	21	35	24
0,5...0,25	23	19	15	8	12	17	29	41	26	12	17
0,25...0,10	30	25	20	3	19	35	31	27	10	7	18
0,10...0,05	13	11	7	2	12	22	13	5	4	3	8
менее 0,05	9	6	4	4	6	9	9	8	6	3	6

3. Используя результаты лабораторных испытаний связного грунта, приведённые ниже, определите наименование грунта по ГОСТ 25100-95 (приложения В и Г).

Наименование показателей	Варианты										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Зерновой состав частиц, % по массе:											
2...0,05	37	41	44	52	60	69	36	4	21	39	41
0,05...0,005	51	42	33	15	21	24	30	35	36	35	39
менее 0,005	12	17	23	33	19	7	34	61	43	26	20
Влажность на границе текучести	0,24	0,28	0,32	0,40	0,26	0,13	0,36	0,58	0,48	0,37	0,38
Влажность на границе пластичности	0,15	0,16	0,18	0,21	0,15	0,08	0,17	0,26	0,24	0,22	0,23

4. По результатам лабораторных исследований, приведённым ниже, определите наименование связного грунта и дайте предварительную оценку возможности отнесения его к просадочным или набухающим.

Наименование показателей	варианты				
	1	2	3	4	5
Естественная влажность	0,13	0,16	0,17	0,09	0,12
Относительная деформация просадки, д. е.	0,03	< 0,005	0,02	0,06	< 0,01
Плотность частиц грунта, г/см ³	2,72	2,74	2,73	2,70	2,73
Плотность грунта, г/см ³	1,85	1,9	1,79	1,86	1,91
Влажность на границе текучести, д. е.	0,32	0,44	0,37	0,21	0,41
Влажность на границе пластичности, д. е.	0,19	0,23	0,19	0,15	0,25

Указания:

1. Для ответа необходимо вычислить число пластичности, коэффициент пористости грунта в природном состоянии на границе текучести, степень влажности, показатель Π и полученные результаты сопоставить с ГОСТ 25100-95.

2. Вычисляем число пластичности (I_p), разность влажности на границе текучести и влажности на границе пластичности:

$$I_p = w_L - w_p = 0,32 - 0,19 = 0,13.$$

3. По показателю относительной набухаемости без нагрузки ε_{sw} глинистые грунты подразделяются на:

– не набухающие	< 0,04
– слабо набухающие	0,04–0,08
– средненабухающие	0,08–0,12
– сильно набухающие	> 0,12

ε_{sw} – относительное увеличение высоты образца при замачивании без нагрузки

5. Из монолита глинистого грунта вырезан цилиндрический образец диаметром (d) и высотой (H) 4 см, масса которого оказалась равной m (г). С целью определения усадки образец высушивался на воздухе. Усадка прекратилась при диаметре и высоте образца соответственно d_1 и H_1 (см) и массе m_1 (г). После полного высушивания масса образца стала m_0 . Определите линейную и объёмную усадки, естественную влажность и влажность усадки, плотность грунта до и после усадки.

Вариант	m	d_1	H_1	m_1	m_0
0	100,41	3,76	3,76	89,25	79,69
1	99,90	3,73	3,70	86,62	78,37
2	98,40	3,76	3,86	87,79	81,75
3	97,40	3,76	3,90	87,06	82,78
4	96,39	3,77	3,95	86,32	83,81
5	95,39	3,80	3,92	83,72	80,90
6	94,88	3,82	3,90	82,42	79,45
7	94,38	3,84	3,88	81,12	78,00
8	96,89	3,77	3,76	82,55	77,52
9	98,14	3,75	3,70	83,26	77,30
10	99,40	3,70	3,63	83,98	77,05

Решение.

1. Определяем линейную усадку – уменьшение высоты образца при усадке, отнесённое к первоначальной высоте

$$m_e = \frac{H - H_1}{H} = \frac{4,00 - 3,76}{4,00} = 0,06 = 6 \%$$

2. Объёмная усадка равна уменьшению объёма образца при усадке, отнесённому к его первоначальному объёму. Определяем первоначальный объём образца

$$V = \frac{\pi \cdot d^2 \cdot H}{4} = \frac{3,14 \cdot 16 \cdot 4}{4} = 50,24 \text{ (см}^3\text{)}.$$

3. Определяем объём образца после усадки

$$V_1 = \frac{\pi \cdot d_1^2 \cdot H_1}{4} = \frac{3,14 \cdot 3,76^2 \cdot 3,76}{4} = 41,73 \text{ (см}^3\text{)}.$$

4. Вычисляем объёмную усадку

$$m_v = \frac{V - V_1}{V} = \frac{50,24 - 41,73}{50,24} = 0,17 = 17 \%.$$

5. Вычисляем естественную влажность грунта (влажность грунта в монолите) – отношение массы воды, содержащейся в грунте в естественном состоянии, к массе сухого грунта.

$$W_0 = \frac{m - m_0}{m_0} = \frac{100,41 - 79,69}{79,69} = 0,26 = 26 \%$$

6. Вычисляем влажность усадки – отношение массы воды, содержащейся в грунте после усадки, к массе сухого грунта.

$$W_1 = \frac{m_1 - m_0}{m_0} = \frac{89,25 - 83,81}{83,81} = 0,06 = 6 \%.$$

7. Вычисляем плотность грунта – отношение массы к объёму в естественном состоянии

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{100,41}{50,24} = 2,00 \text{ (г / см}^3\text{)}.$$

8. Вычисляем плотность грунта после усадки – отношение массы к объёму в после усадки

$$\rho_1 = \frac{m_1}{V_1} = \frac{89,25}{41,73} = 2,14 \text{ (г / см}^3\text{)}.$$

Практическая работа 1

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ФИЛЬТРАЦИИ ПЕСКОВ

Цель работы: определение коэффициента фильтрации напорных и грунтовых водоносных горизонтов по данным опытных и наблюдательных скважин.

Задание 1

Для определения гидрогеологических параметров напорного водоносного горизонта был заложен куст скважин, состоящий из центральной и двух наблюдательных скважин, расположенных в плане на одной прямой на расстояниях соответственно L_1 и L_2 от центральной. Всеми скважинами под слоем водоупорных глин вскрыты водоносные пески на полную мощность t . При этом пьезометрический уровень установился ниже поверхности земли. Из центральной скважины производилась откачка воды с определением дебита q , а в наблюдательных скважинах замерялись понижения уровней S_1 и S_2 . Используя приведённые ниже результаты замеров, постройте схему и определите коэффициент фильтрации песков, коэффициент водопроницаемости водоносного слоя и радиус влияния.

Варианты	L_1 , м	L_2 , м	m , м	q , м ³ /сут	S_1 , м	S_2 , м
1	5	15	5	260	3,00	1,50
2	10	30	30	155	0,50	0,20
3	10	30	30	207	0,80	0,35
4	10	30	30	260	1,20	0,70
5	6	20	12	130	0,50	0,20
6	6	20	12	173	0,80	0,40
7	6	20	12	216	1,20	0,70
8	5	15	5	78	0,37	0,31
9	5	15	5	104	0,50	0,42
10	5	15	5	117	0,54	0,45
11	7	20	7,5	52	0,51	0,21
12	7	20	7,5	69	0,79	0,38
13	7	20	7,5	87	1,18	0,69
14	4,5	16	5	35	0,33	0,28
15	4,5	16	5	55	0,50	0,42
16	4,5	16	5	70	0,64	0,57
17	5	14	8	35	0,33	0,28
18	5	14	8	62	0,54	0,45
19	5	14	8	76	0,75	0,64
20	5,5	16,4	5,6	181	0,50	0,20

Указание:

Схема куста скважин приведена на рисунке.

Коэффициент фильтрации вычисляют по преобразованной формуле Дюпюи:

$$K = \frac{0,366 \cdot q \cdot (\lg L_2 - \lg L_1)}{m \cdot (S_1 - S_2)}.$$

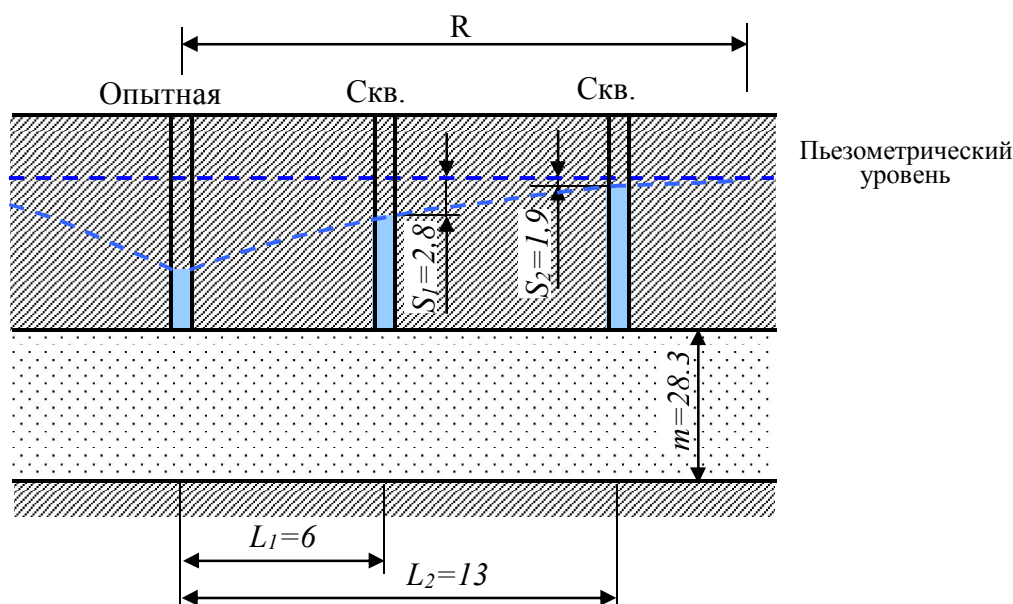
Коэффициент водопроницаемости слоя равен произведению коэффициента фильтрации на мощность слоя:

$$K_m = K \cdot m \text{ (м}^3\text{/сут).}$$

Радиус влияния можно вычислить из уравнения:

$$\lg R = \frac{(S_1 \cdot \lg L_2 - S_2 \cdot \lg L_1)}{S_1 - S_2}.$$

Схема для определения гидрогеологических параметров в напорном водоносном горизонте масштабы: горизонтальный 1:2000, вертикальный 1:500



Задание 2

Для определения гидрогеологических параметров грунтового водоносного горизонта мощностью H был заложен куст совершенных скважин, состоящий из центральной и двух наблюдательных скважин, расположенных в плане на одной прямой на расстояниях соответственно L_1 и L_2 от центральной. Из центральной скважины производилась откачка грунтовой воды с определением дебита q , а в наблюдательных замерялись понижения уровней S_1 и S_2 . Используя приведённые ниже результаты замеров постройте схему и определите коэффициент фильтрации песков, коэффициент водопроницаемости водоносного слоя и радиус влияния.

Указание

Коэффициент фильтрации можно вычислить по преобразованной формуле Дюпюи:

$$K = \frac{0,732 \cdot q \cdot (\lg L_1 - \lg L_2)}{(2 \cdot H - S_1 - S_2) \cdot (S_1 - S_2)}$$

Формулы для определения коэффициента водопроницаемости и радиуса влияния приведены в задании 1.

Варианты	L ₁ , м	L ₂ , м	H, м	q, м ³ /сут	S ₁ , м	S ₂ , м
1	6	30	8,6	68	2,0	1,2
2	15	50	12,4	320	2,2	0,9
3	25	120	17,1	410	2,6	1,1
4	8	40	6,8	83	1,7	0,8
5	10	60	11,2	410	1,8	0,5
6	15	80	14,5	305	2,3	1,4
7	5	15	12	86	1,00	0,75
8	5	15	12	104	1,20	0,90
9	5	15	12	130	1,50	1,11
10	6	16	11	52	0,75	0,55
11	6	16	11	69	1,02	0,72
12	6	16	11	87	1,25	0,92
13	7	17	10	65	0,78	0,61
14	7	17	10	108	1,30	1,00
15	7	17	10	152	1,82	1,38
16	4,5	14,5	9,5	48	0,55	0,42
17	4,5	14,5	9,5	65	0,75	0,57
18	4,5	14,5	9,	78	0,90	0,68
19	8	19	13	95	0,50	0,38
20	8	19	13	172	1,05	0,76

Практическая работа 2

ПОСТРОЕНИЕ КАРТ ГИДРОИЗОГИПС И ГИДРОИЗОПЬЕЗ

Цель работы: Приобретение навыков построения карт гидроизогипс и гидроизопьез по данным буровых скважин.

Задание 1

При выполнении разведочных работ пробурено 12 скважин, расположенных в плане в углах квадратной сетки, как показано на рисунке 1, на расстоянии 25 м друг от друга. В таблице приведены абсолютные отметки устьев скважин (в числителе) и результаты замера глубин залегания уровня грунтовых вод (в знаменателе). Используя эти данные, постройте на топографической основе карту гидроизогипс масштаба 1:500, приняв сечение горизонталей и гидроизо-

гипс через 1 м. На карте покажите направление потока грунтовых вод и выделите участки с глубиной залегания уровня грунтовых вод менее 2 м.

По карте определить:

- направление движения грунтового потока;
- его форму;
- область питания грунтовых вод;
- область разгрузки грунтового потока;
- направление движения грунтового потока по трём скважинам;
- значения гидравлического уклона (J) в центральной части каждого квадрата;
- скорость движения грунтового потока (v) в каждом квадрате карты;
- мощность грунтового потока в центральном квадрате карты;
- расход грунтового потока;
- выбрать в пределах карты участок, наиболее благоприятный для строительства.

Варианты	№ скважины											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0	<u>13,1</u> 4,1	<u>12,2</u> 3,9	<u>11,3</u> 5,6	<u>10,8</u> 2,7	<u>13,6</u> 3,6	<u>13,4</u> 2,8	<u>12,5</u> 2,0	<u>12,2</u> 1,6	<u>16,1</u> 3,5	<u>15,3</u> 3,2	<u>14,7</u> 0,9	<u>13,5</u> 0,3
1	<u>12,4</u> 3,9	<u>11,3</u> 2,4	<u>10,6</u> 1,5	<u>10,5</u> 1,8	<u>13,0</u> 3,2	<u>12,5</u> 2,0	<u>12,3</u> 1,7	<u>12,4</u> 2,8	<u>15,3</u> 3,2	<u>14,2</u> 1,3	<u>13,7</u> 0,4	<u>13,3</u> 2,3
2	<u>13,6</u> 3,6	<u>13,1</u> 2,8	<u>12,5</u> 2,0	<u>12,4</u> 1,7	<u>16,7</u> 3,6	<u>15,1</u> 3,2	<u>14,4</u> 1,1	<u>13,5</u> 0,4	<u>18,2</u> 1,3	<u>18,3</u> 4,2	<u>18,2</u> 3,1	<u>17,0</u> 2,0
3	<u>13,2</u> 4,1	<u>12,5</u> 2,9	<u>12,0</u> 2,4	<u>11,7</u> 3,5	<u>15,2</u> 4,2	<u>14,0</u> 2,0	<u>13,6</u> 1,2	<u>13,3</u> 3,3	<u>18,8</u> 5,0	<u>18,0</u> 4,2	<u>17,3</u> 3,6	<u>17,2</u> 5,2
4	<u>10,3</u> 4,2	<u>9,1</u> 4,3	<u>8,4</u> 2,6	<u>7,5</u> 2,0	<u>10,6</u> 3,8	<u>10,3</u> 3,4	<u>9,5</u> 2,3	<u>9,1</u> 1,5	<u>13,3</u> 3,6	<u>12,2</u> 3,2	<u>11,2</u> 1,3	<u>10,5</u> 0,2
5	<u>9,1</u> 4,3	<u>8,2</u> 2,5	<u>7,6</u> 1,6	<u>7,5</u> 2,0	<u>10,1</u> 3,2	<u>9,5</u> 2,4	<u>9,4</u> 1,8	<u>9,2</u> 2,5	<u>12,0</u> 3,2	<u>11,3</u> 1,7	<u>10,5</u> 0,8	<u>10,3</u> 2,3
6	<u>10,6</u> 3,6	<u>10,1</u> 3,0	<u>9,5</u> 2,3	<u>9,6</u> 1,5	<u>13,2</u> 3,5	<u>12,4</u> 3,2	<u>11,5</u> 1,1	<u>10,5</u> 0,2	<u>15,6</u> 3,3	<u>15,3</u> 4,0	<u>15,1</u> 2,9	<u>14,3</u> 2,4
7	<u>10,1</u> 3,6	<u>9,5</u> 2,1	<u>9,4</u> 1,5	<u>9,6</u> 2,5	<u>11,2</u> 3,3	<u>12,3</u> 0,9	<u>10,5</u> 0,2	<u>10,3</u> 2,3	<u>15,3</u> 4,2	<u>15,4</u> 3,2	<u>14,3</u> 1,9	<u>14,4</u> 4,1
8	<u>15,2</u> 3,5	<u>15,7</u> 2,5	<u>16,7</u> 3,6	<u>17,5</u> 5,4	<u>14,2</u> 4,1	<u>14,3</u> 2,2	<u>15,4</u> 3,0	<u>15,0</u> 4,4	<u>10,3</u> 2,2	<u>10,5</u> 0,3	<u>11,2</u> 1,4	<u>12,3</u> 3,2
9	<u>15,7</u> 2,2	<u>16,6</u> 3,7	<u>17,5</u> 5,3	<u>18,2</u> 5,4	<u>17,3</u> 2,1	<u>15,0</u> 2,8	<u>15,2</u> 4,4	<u>15,4</u> 3,3	<u>10,5</u> 0,2	<u>11,2</u> 0,9	<u>12,3</u> 3,2	<u>13,4</u> 3,5
10	<u>8,5</u> 2,6	<u>9,1</u> 1,7	<u>10,0</u> 4,3	<u>10,5</u> 4,1	<u>10,8</u> 3,2	<u>11,3</u> 0,9	<u>8,5</u> 2,9	<u>11,8</u> 6,2	<u>12,6</u> 5,5	<u>13,1</u> 6,5	<u>9,2</u> 3,5	<u>13,1</u> 6,6

Указание по построению карты гидроизогипс

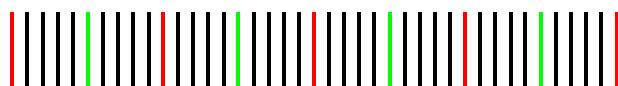
В заданном масштабе наносят на карту план расположения скважин, обозначая их кружками диаметром 2 мм, как указано на рисунке 1 для варианта 0. Слева от каждой скважины записывают её номер, справа в числителе – абсолютную отметку устья, в знаменателе – абсолютную отметку уровня грунтовых вод (УГВ). Абсолютную отметку УГВ в каждой скважине вычисляют как разность между отметкой устья и глубиной залегания УГВ. Находят далее путём интерполяции между абсолютными отметками устьев скважин точки с абсолютными отметками, равными целому числу (по заданию сечение горизонталей и гидроизогипс через 1 м). Соединив точки с одинаковыми отметками плавными линиями, получают горизонтали рельефа (на рисунке обозначены тонкими линиями). Аналогично путём интерполяции находят точки с абсолютными отметками УГВ.

Соединив точки с одинаковыми отметками УГВ плавными линиями, получают гидроизогипсы (на рисунке – жирные линии). Интерполяцию удобно производить с помощью палетки, представляющей собой систему параллельных линий (масштабную сетку).

Выполняется интерполяция в такой последовательности. Точки, отметки уровней которых подлежат интерполяции, соединяют вспомогательным отрезком (после окончания работы он удаляется). Палетка накладывается на одну из точек таким образом, чтобы один из её концов совпал с одной из скважин. Далее вычисляется разность абсолютных отметок между скважинами и умножается на 10. Полученное значение – количество делений палетки между скважинами. Палетка сжимается или растягивается так, чтобы вторая скважина совпала с соответствующим делением. После этого определяем положение на отрезке между скважинами точек с целыми значениями абсолютных высот и обозначаем эти точки кружочками диаметром 1 мм.

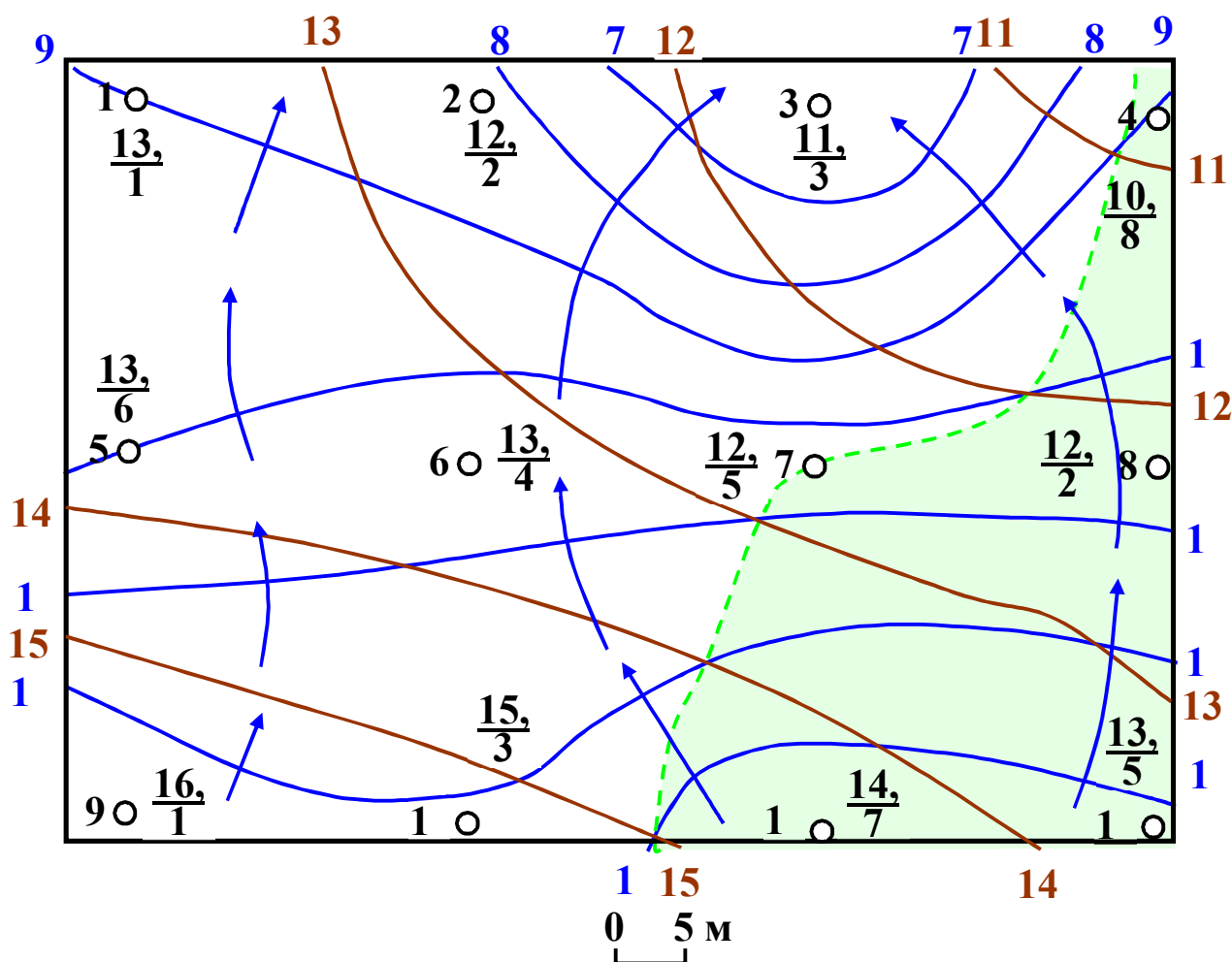
Для выделения участков с глубиной залегания УГВ менее 2 м находят точки пересечения горизонталей и гидроизогипс с разностью отметок 2 м. Линия, проведённая через эти точки, – гидроизобата – будет границей участка.

Палетка



Красные линии – деления, кратные 10,
зелёные – кратные 5

масштаб 1:500



Условные обозначения

- 9 ○
 Буровая скважина и её номер
 $\frac{16,}{1}$
 В числителе: абсолютная отметка устья скважины
 В знаменателе: абсолютная отметка УГВ в скважине
- 12 —
 Горизонталь (изогипса дневной поверхности) и её абсолютная высота
- 9 —
 Гидроизогипса и её абсолютная высота
- ↗
 Направление движения грунтовых вод
- - -
 Гидроизобата 2 м
- Площадь с глубиной залегания УГВ менее 2 м

Задание 2

При выполнении разведочных работ пробурено 12 скважин, расположенных в плане в углах квадратной сетки на расстоянии 25 м друг от друга. В таблице приведены абсолютные отметки подошвы верхнего водоупора (в числителе) и напор над подошвой верхнего водоупора (в знаменателе). Используя эти данные, постройте карту гидроизопъез масштаба 1:500, приняв сечение изолиний через 1 м. На карте покажите направление потока напорных вод.

Указание

Гидроизопъезы — линии, соединяющие точки с равными абсолютными отметками пьезометрических уровней напорных вод. Отметку пьезометрического уровня в каждой скважине можно вычислить, прибавив к абсолютной отметке подошвы верхнего водоупора величину напора. Далее построение карты гидроизопъез производится аналогично построению карты гидроизогипс.

Варианты	№ скважины											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	<u>20,5</u> 7,4	<u>19,6</u> 7,2	<u>18,7</u> 8,9	<u>18,2</u> 5,0	<u>21,0</u> 6,9	<u>20,8</u> 6,1	<u>19,9</u> 5,3	<u>19,6</u> 4,9	<u>23,5</u> 6,8	<u>22,7</u> 6,5	<u>22,1</u> 4,2	<u>20,9</u> 3,6
2	<u>33,5</u> 9,1	<u>32,4</u> 7,6	<u>31,7</u> 6,7	<u>31,6</u> 7,0	<u>34,1</u> 8,4	<u>33,6</u> 7,2	<u>33,4</u> 6,9	<u>33,5</u> 8,1	<u>36,4</u> 8,4	<u>35,3</u> 6,5	<u>34,8</u> 5,6	<u>34,4</u> 7,5
3	<u>29,1</u> 9,7	<u>28,6</u> 8,9	<u>28,0</u> 8,1	<u>27,9</u> 7,8	<u>32,2</u> 9,7	<u>30,6</u> 9,3	<u>29,9</u> 7,2	<u>29,0</u> 6,5	<u>33,7</u> 7,4	<u>33,8</u> 10,3	<u>33,7</u> 9,2	<u>32,8</u> 8,1
4	<u>23,6</u> 16,3	<u>22,9</u> 15,1	<u>22,4</u> 14,6	<u>22,1</u> 15,7	<u>26,6</u> 16,4	<u>24,4</u> 14,2	<u>24,0</u> 13,4	<u>23,7</u> 15,5	<u>29,2</u> 17,2	<u>28,4</u> 16,4	<u>27,7</u> 15,8	<u>27,6</u> 17,4
5	<u>15,2</u> 7,7	<u>14,0</u> 7,8	<u>13,3</u> 6,1	<u>12,4</u> 5,1	<u>15,5</u> 7,3	<u>15,2</u> 6,9	<u>14,4</u> 5,8	<u>14,0</u> 5,0	<u>18,2</u> 7,1	<u>17,1</u> 6,7	<u>16,1</u> 4,8	<u>15,4</u> 3,7
6	<u>49,3</u> 7,2	<u>48,4</u> 5,4	<u>47,8</u> 4,5	<u>47,7</u> 4,9	<u>50,3</u> 6,1	<u>49,7</u> 5,3	<u>49,6</u> 4,7	<u>49,4</u> 5,4	<u>52,2</u> 6,1	<u>51,5</u> 4,6	<u>50,7</u> 3,7	<u>50,5</u> 5,2
7	<u>12,8</u> 7,5	<u>12,3</u> 6,9	<u>11,7</u> 6,2	<u>11,8</u> 5,4	<u>15,4</u> 7,4	<u>14,6</u> 7,1	<u>13,7</u> 5,0	<u>12,7</u> 4,1	<u>17,8</u> 7,2	<u>17,5</u> 7,9	<u>17,3</u> 6,8	<u>16,5</u> 6,3
8	<u>60,6</u> 9,4	<u>60,0</u> 7,9	<u>59,9</u> 7,3	<u>60,1</u> 8,3	<u>61,7</u> 9,1	<u>62,8</u> 6,7	<u>61,0</u> 6,0	<u>60,8</u> 8,1	<u>65,8</u> 10,0	<u>65,9</u> 9,0	<u>64,8</u> 7,7	<u>16,9</u> 9,9
9	<u>29,8</u> 10,6	<u>30,3</u> 9,6	<u>31,3</u> 10,7	<u>32,1</u> 12,5	<u>28,8</u> 11,2	<u>28,9</u> 9,3	<u>30,0</u> 10,1	<u>29,6</u> 11,5	<u>24,9</u> 9,3	<u>25,1</u> 7,4	<u>25,8</u> 8,5	<u>26,9</u> 10,3
10	<u>37,0</u> 5,1	<u>37,9</u> 6,6	<u>38,8</u> 8,2	<u>39,5</u> 8,3	<u>38,6</u> 5,0	<u>36,3</u> 5,7	<u>36,5</u> 7,3	<u>36,7</u> 6,2	<u>31,8</u> 3,1	<u>32,5</u> 3,8	<u>33,6</u> 6,1	<u>34,7</u> 6,4

Практическая работа 3

ПОСТРОЕНИЕ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКОГО РАЗРЕЗА ПО ДАННЫМ БУРОВЫХ РАБОТ

На участке вдоль прямой линии пробурено 3 скважины (номера скважин взять из табл. 4) на расстоянии 75 метров друг от друга. Построить инженерно-геологический разрез по данным журнала документации буровых скважин (табл. 5), используя горизонтальный масштаб 1:1000, вертикальный масштаб 1:1000.

Таблица 4

Номер варианта	Номера скважин	Номер варианта	Номера скважин
1	1, 2, 3	6	1, 4, 3
2	2, 1, 3	7	2, 4, 1
3	3, 4, 2	8	3, 1, 2
4	4, 1, 2	9	4, 3, 2
5	5, 6, 7	10	5, 7, 6

Указания к выполнению задания № 3

Построение инженерно-геологических колонок

Построение геологических колонок рекомендуется производить на миллиметровке в следующей последовательности.

Вычерчиваются необходимые для построения колонки столбцы: 1 – глубина; 2 – номер слоя; 3 – возраст породы; 4 – мощность слоя; 5 – абсолютная отметка подошвы слоя; 6 – колонка; 7 – абсолютная отметка подземных вод; 8 – описание пород (приложение Б).

Принимается вертикальный масштаб.

В столбце 1 наносится в принятом масштабе шкала глубин.

На шкале глубин отмечается мощность (толщина) первого слоя и проводится тонкая горизонтальная линия.

В графах 2,3,4, указывается по данным описания буровой скважины, соответственно: номер слоя, возраст породы и мощность слоя.

Высчитывается абсолютная отметка подошвы (низа) слоя, которая равна разности отметки устья скважины и мощности слоя. В средней части графы 6 вычерчивается условно в центральной части скважина, а остальная часть заштриховывается в соответствии с условным обозначением данной породы (по приложению Г).

В графу 7 заносится отметка подземных вод.

В графе 8 производится описание породы.

Производится построение и описание второго и последующих слоёв породы.

По окончании построения геологической колонки даётся её описание.

Таблица 5

№ скваж.	Абсолютная отметка устья, м	№ слоя	Геологический индекс	Описание горных пород, места отбора проб	Глубина залегания подошвы слоя, м	Глубина залегания уровня воды, м, Дата замера (2002-03 г.).	
						Появивш.	Установив.
1	2	3	4	5	6	7	8
1	102,3	1. 2. 3. 4. 5.	aQ4 aQ4 aq4 aQ3 C1	Супесь серая заторфованная Ил серый с остатками органики Песок мелкий, проба 1 Песок средней крупности Известняк трещиноватый	4,0 6,0 20,4 31,7 65,0	0,8 (06.01)	0,3 (18.09) Проба 1
2	106,4	1. 2. 3. 4. 5. 6.	aQ4 aQ4 aQ3 C1 D3 yPR	Супесь серая, проба 2 Песок мелкий, проба 3 Песок средней крупности Известняк трещиноватый Аргиллит серый Гранит крупнокристаллический трещиноватый	6,0 14,0 19,0 34,9 58,7 65,0	5,0 (10.01)	5,0 (18.09) Проба 2
3	141,3	1. 2. 3. 4. 5.	dQ4 C3 C1 D3 yPR	Супесь серая заторфованная Глина чёрная плотная, проба 4 Известняк трещиноватый Аргиллит серый Гранит крупнокристаллический выветрелый	2,2 8,8 69,08 89,3 92,0	0,8 (19.01) 40,1 (25.01) 89,3 (28.01)	0,6 (18.09) 40,7 (18.09) Проба 3 90,0 (29.01)

Окончание таблицы 5

1	2	3	4	5	6	7	8
4	144,1	1. 2. 3. 4. 5.	dQ4 C3 C1 D3 yPR	Супесь серая загорфованная Глина чёрная плотная, проба 5 Известняк трещиноватый Аргиллит серый, проба 6 Гранит крупнокристаллический трещиноватый	3,1 11,3 72,8 97,9 99,6	0,6 (01.02) 45,0 (06.02) 97,9 (11.02)	0,8 (18.09) 45,6 (18.09) Проба 4 95,8 (12.02)
5	144,6	1. 2. 3. 4. 5.	eQ4 C3 C1 D3 yPR	Супесь серая загорфованная Глина чёрная плотная, проба 7 Известняк трещиноватый Аргиллит серый Гранит трещиноватый	3,5 12,1 73,2 94,9 97,4	0,4 (12.02) 46,2 (17.02) 04,9 (20.02)	0,5 (18.09) 46,8 (18.09) Проба 5 96,1 (21.02)
6	116,72	1. 2. 3. 4. 5. 6.	aQ3 aQ3 aQ3 C1 D3 yPR	Суглинок бурый плотный Супесь жёлтая, проба 8 Песок средней крупности Известняк трещиноватый Аргиллит серый Гранит трещиноватый	4,7 13,9 20,8 45,4 65,2 67,0	15,8 (13.03) 65,2 (18.03)	162,2 (18.09) Проба 6 63,0 (19.03)
7	101,1	1. 2. 3. 4. 5. 6.	aQ4 aQ3 fgQ1 C1 D3 yPR	Песок мелкий, проба 9 Песок средней крупности Песок крупный кварцевый Известняк трещиноватый Аргиллит серый Гранит трещиноватый	3,8 5,3 6,4 29,6 65,2 70,0	1,9 (21.03) 65,2 (28.03)	1,5 (18.09) Проба 7 66,5 (29.03)

Пример построения геологической колонки

Пусть требуется построить и дать описание геологической колонки № 6 по описанию буровой скважины данной в таблице 5.

№ скваж. и абс. отмет. устья, м	№ слоя	Геологический возраст	Описание горных пород	Глубина залегания подошвы слоя, м	Глубина залегания уровня воды, м	
					появившегося	установившегося
6 116,7	1		Суглинок бурый плотный	4,7		
	2		Супесь жёлтая	13,9		
	3		Песок средней крупности	20,8	15,8 (13.03)	16,2 (18.09)
	4		Известняк трещиноватый	45,4		
	5		Аргиллит серый	65,2		
	6		Гранит трещиноватый	67,0	65,2 (18.03)	1,3 (19.03)

Масштаб колонки принимаем 1:500. В графе 1 проставляем в заданном масштабе шкалу глубин, считая началом устье скважины (точку пересечения ствола скважины с поверхностью земли). Затем из данных по скважине откладываем в графе 5 глубину залегания подошвы каждого слоя и через полученные точки проводим горизонтальные линии. Абсолютные отметки (графа 5) подошв слоёв определяем как разность абсолютной отметки устья скважины и глубины залегания подошвы соответствующего слоя (слой 3: $116,7 - 20,8 = 95,9$). После записи в графе 5 можно сделать проверку: разность абсолютных отметок подошв соседних слоёв равна мощности слоя (слой 3: $102,8 - 95,9 = 6,9$). Графы 2 и 3 заполняем по описанию скважин. Мощность первого слоя (графа 4) равна глубине залегания его подошвы. Мощность остальных слоёв вычисляем как разность глубин залегания подошв последующего и предыдущего слоёв (слой 3: $20,8 - 13,9 = 6,9$). В середине графы 6 двумя тонкими линиями обозначаем ствол скважины и с обеих сторон ствола показываем условными обозначениями литологический состав пород каждого слоя. Эти обозначения берём из стратиграфической колонки к соответствующей карте. Стволы скважин в интервалах развития водоносных слоёв затемняем. В графе 7 проводим абсолютные отметки установившегося уровня грунтовых вод (вертикальной линией со стрелкой в конце).

Пример геологической колонки.
 Геологическая колонка № 6 карты 1.
 Геологическая отметка устья 116,7 м.
 Абсолютная отметка забоя 49,7 м.

Масштаб 1:500

Глубина, М	№ Слоя	Возраст породы	Мощность слоя, М	Абсолютная отметка подземных вод, М	Колонка	Абсолютная отметка подземных вод, М	Описание породы
1	2	3	4	5	6	7	8
5	1	аQ3	4,7	112,0		↓115,4 18,09	Суглинок бурый плотный
10	2	аQ3	9,2	102,8		Супесь желтая	
15	3	аQ3	6,9	95,9		↓100,5 18,09	Песок средней крупности
20	4	C ₁	24,6	71,3		Известняк трещиноватый	
25	5	D ₁	19,8	51,5		Аргиллит серый	
30							
35							
40	6	УPR	3,8	49,7	Гранит трещиноватый		
45							
50						↓51,5	
55							
60							
65							

Методика построения геологического разреза по данным буровых работ

1. В таблице вариантов найти номера скважин, по которым нужно построить геологический разрез. Предложенная в задании очередность скважин должна строго соблюдаться при выполнении работы.

2. Задание составлено так, чтобы готовая работа поместилась на листе бумаги формата А4, расположенном горизонтально. В нижней части листа во всю его длину построить таблицу, включающую в себя 5 граф: номер скважины, абсолютная отметка устья, абсолютная отметка забоя, уровень воды в скважине, расстояние между скважинами.

3. Выбрать для разреза горизонтальный и вертикальный масштабы.

Слева от предполагаемого разреза построить шкалу, отображающую вертикальный масштаб. Длина шкалы будет зависеть от глубины скважин. Нужно сравнить параметры всех задействованных скважин и выбрать из них минимальную отметку забоя и максимальную отметку устья. Нижняя отметка шкалы должна находиться на 1–2 см ниже минимальной отметки забоя, а верхняя – настолько же выше максимальной отметки устья. Например, если минимальная отметка забоя 42 м, а максимальная отметка устья 63 м, то для построения разреза необходима шкала, включающая высотные отметки от 40 до 65 м включительно. Нумерацию на шкале рекомендуется начинать снизу вверх по возрастанию абсолютных отметок.

При работе с пластами большой мощности масштабы могут быть одинаковыми. В других случаях, а так же в целях уменьшения длины разреза, горизонтальный масштаб можно принять в несколько раз меньше вертикального, но с таким расчётом, чтобы не получилось слишком большого искажения рельефа местности, обычно Мг 1:500 или 1:1000; Мв 1:100.

4. На расстоянии 1,5–2 см от шкалы провести жирную прямую вертикальную линию, изображающую ствол первой по порядку скважины. Ограничить её снизу коротким горизонтальным штрихом – так обозначают забой скважины.

Аналогично изобразить остальные скважины с учётом абсолютных отметок устья и забоя, а так же расстояния между скважинами.

Устья скважин соединить плавной линией для получения топографического профиля участка.

5. На линиях горных выработок, каждый раз начиная от устья, отложить в заданном масштабе границы пластов горных пород, отвечающие записям в журнале. Справа от ствола скважины подписать значения абсолютных отметок подошв пластов.

6. Границы одинаковых отложений в соседних скважинах соединить плавными линиями, которые будут являться графической интерполяцией положения пластов горных пород между выработками. Если порода, имеющаяся в одной скважине, отсутствует в соседней, то её следует выклинивать на середине расстояния между выработками.

7. Если подземные воды достигнуты горными выработками, то в каждой скважине отображают положение их уровня синим цветом. Самые верхние отметки (УГВ – уровень грунтовых вод) соединить плавной синей линией, аналогично границам пластов.

8. Окончательно оформить разрез штриховкой пород однородного состава и одинакового возраста общепринятыми условными обозначениями.

9. Справа от разреза указать расшифровку условных обозначений. Масштабы изображения записать под заголовком работы.

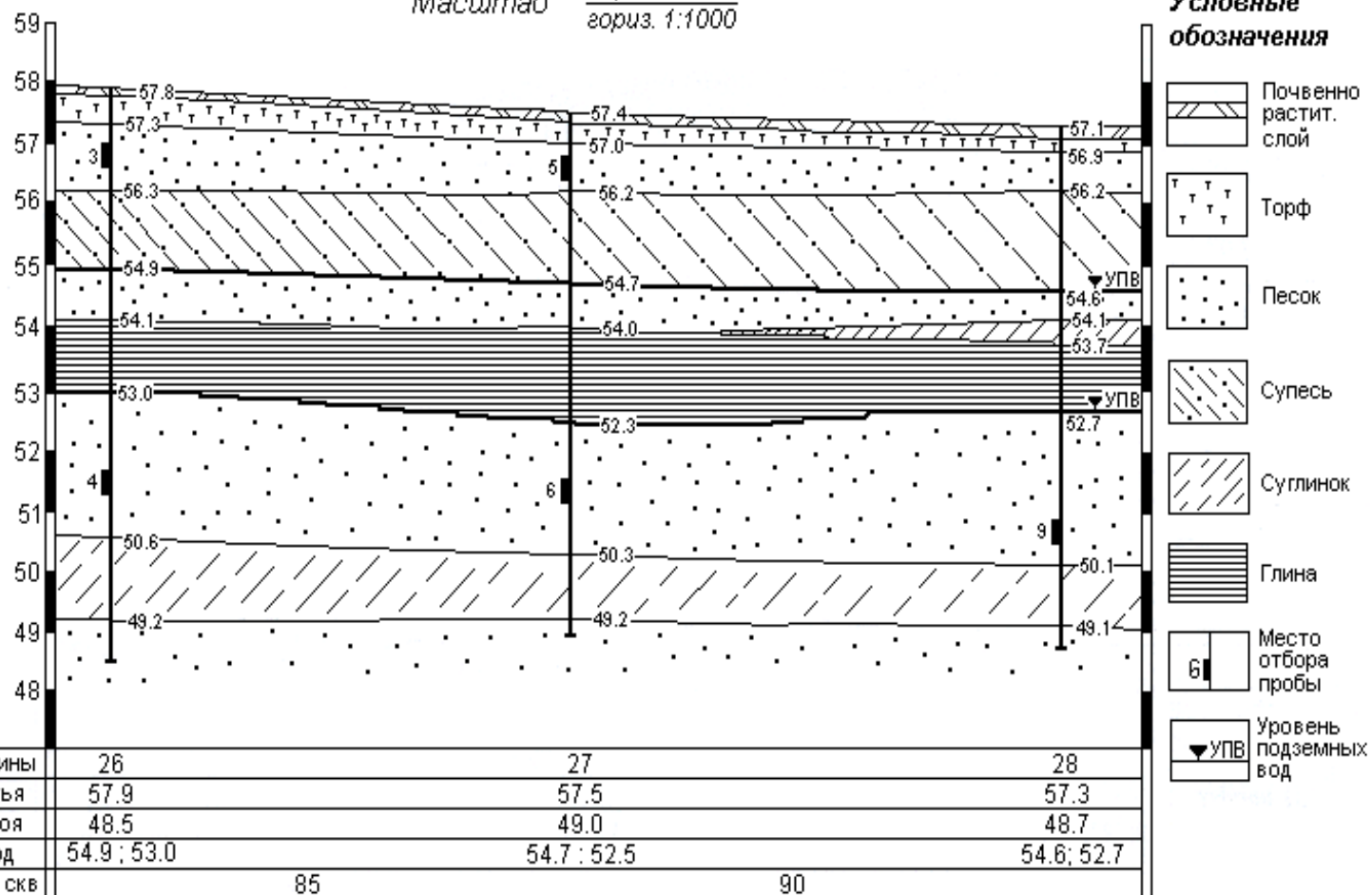
Геохронологическая таблица

Эра (группа), длительность, млн лет	Период, его обозначение (нижняя граница, млн лет)	Система	Цветовое обозначение
Кайнозойская KZ 67–70 (66)	Антропогенный или четвертичный (квартер), Q (1,7±2,0)	Четвертичная	Желтовато-серый
	Неогеновый (неоген), N (26±1)	Неогеновая	Лимонно-жёлтый
	Палеогеновый (палеоген), P (67±3)	Палеогеновая	Оранжево-жёлтый
Мезозойская MZ 165–710 (169)	Меловой (мел), K (137±5)	Меловая	Зелёный
	Юрский (юра), J (195±5)	Юрская	Синий
	Триасовый (триас), T (230±10)	Триасовая	Фиолетовый
Палеозойская PZ 310–385 (335)	Пермский (пермь), P (285±10)	Пермская	Оранжево-коричневый
	Каменноугольный (карбо S (350±10)	Каменно- угольная	Серый
	Девонский (девон), D (405±10)	Девонская	Коричневый
	Силурийский (силур), S (440±15)	Силурийская	Серо-зелёный (светлый)
	Ордовикский (ордовик), O (500±15)	Ордовикская	Оливковый
	Кембрийский (кембрий), E (570±30)	Кембрийская	Голубовато-зелёный (тёмный)
Протерозойская PR около 2000 (2030)	2600±100	—	Розовый
Археозойская AR 1500	4000±200	—	Сиренево-розовый

Пример построения геологического разреза

Геологический разрез по линии скважин № 26, №27, №28

Масштаб $\frac{\text{верт. } 1 : 100}{\text{гориз. } 1 : 1000}$



Классификация крупнообломочных и песчаных грунтов по гост 25100-95

1. По зерновому составу

Разновидности крупнообломочных и песчаных грунтов	Распределение частиц по крупности, % от массы воздушно-сухого грунта
Крупнообломочные	
Валунный грунт (при преобладании неокатанных частиц – глыбовый)	Масса частиц крупнее 200 мм – более 50 %
Галечниковый грунт (при преобладании неокатанных частиц – щебнистый)	Масса частиц крупнее 10 мм – более 50 %
Гравийный грунт (при преобладании неокатанных частиц – дресвяный)	Масса частиц крупнее 2 мм – более 50 %
Пески	
Песок гравелистый	Масса частиц крупнее 2 мм – более 50 %
Песок крупный	Масса частиц крупнее 0,5 мм – более 50 %
Песок средней крупности	Масса частиц крупнее 0,25 мм – более 50 %
Песок мелкий	Масса частиц крупнее 0,1 мм – 75 % и более
Песок пылеватый	Масса частиц крупнее 0,1 мм – менее 75 %

Примечания.

1. Для установления наименования грунта последовательно суммируются проценты содержания частиц: сначала – крупнее 200 мм, затем – крупнее 10 мм и т. д. Наименование грунта принимается по первому удовлетворяющему показателю. При наличии в крупнообломочном грунте песчаного заполнителя более 40 % или глинистого более 30 % от общей массы воздушно-сухого грунта, добавляется наименование вида заполнителя и указывается характеристика его состояния. Например: щебень с заполнителем супесью пластичной.

2. По степени влажности крупнообломочные и песчаные грунты разделяются на: насыщенные водой $S_r \geq 0,8$; средней степени насыщения $0,8 > S_r > 0,5$; малой степени насыщения $S_r \leq 0,5$.

3. По степени неоднородности C_u крупнообломочные к песчаные грунты: однородные $C_u < 3$; неоднородные $C_u > 3$.

4. По коэффициенту выветрелости крупнообломочных грунтов: невыветрелые $0 \leq K_{wt} \leq 0,5$; слабовыветрелые $0,5 \leq K_{wt} \leq 0,75$; сильновыветрелые $0,75 \leq K_{wt} \leq 1$.

По коэффициенту пористости e :

Зерновой состав	Разновидности песков		
	плотные	средней плотности	рыхлые
Гравелистые, крупные и средней крупности	$e < 0,55$	$0,55 < e < 0,70$	$e > 0,70$
Мелкие	$e < 0,60$	$0,60 < e < 0,75$	$e > 0,75$
Пылеватые	$e < 0,60$	$0,60 < e < 0,80$	$e > 0,80$

Классификация глинистых связных грунтов по ГОСТ 25100-95

1. По числу пластичности IP : супесь $0,01 < IP < 0,07$; суглинок $0,07 < IP < 0,17$; глина $IP > 0,17$.

2. По показателю текучести IL : твёрдые $IL < 0$; пластичные $0 < IL < 1$; текучие $IL > 1$.

3. По относительной деформации просадочности ε_{sl} глинистые грунты разделяются на просадочные $\varepsilon_{sl} \geq 0,01$ и непросадочные $\varepsilon_{sl} < 0,01$.

4. По относительной деформации пучения ε_{fn} грунты подразделяются на:

Разновидности грунта по пучению	Относительная деформация пучения	Наименование грунтов
Практически непучинистый	$< 0,01$	Глины, суглинки, супеси твёрдые. Пески гравелистые, крупные, средней крупности; пески мелкие и пылеватые с содержанием менее 15 % по массе частиц мельче 0,05 мм; крупнообломочные грунты с заполнителем до 10% – все независимо от влажности. Пески мелкие и пылеватые относительно сухие
Слабопучинистый	0,001–0,035	Глины и суглинки полутвёрдые. Супеси пластичные. Пески пылеватые и мелкие средней степени водонасыщения. Крупнообломочные с заполнителем (глиной, суглинком, супесью, песком, пылеватым или мелким) от 10 % до 30 % по массе
Среднепучинистый	0,035–0,07	Глины и суглинки тугопластичные, супеси пластичные. Пески пылеватые и мелкие водонасыщенные. Крупнообломочные с заполнителем (глиной, суглинком, супесью, песком пылеватым или мелким) более 30 % по массе
Сильно пучинистый и чрезмернопучинистый	$> 0,07$	Глины и суглинки (мягко и текучепластичные, текучие). Супеси пластичные и текучие. Пески пылеватые и мелкие полностью водонасыщенные

5. По относительной деформации набухания без нагрузки ε_{sw} глинистые грунты подразделяются на: набухающий $\varepsilon_{sw} < 0,04$; слабо набухающий $0,04 < \varepsilon_{sw} < 0,08$; средне набухающий $0,08 < \varepsilon_{sw} < 0,12$; сильно набухающий $\varepsilon_{sw} > 0,12$.

6. По относительному содержанию органического вещества I_r (степени заторфованности) глинистые грунты и пески подразделяются на:

Наименование	Степень заторфованности
С примесью органических остатков	0,05...0,10 (для песков 0,03...0,10)
Слабозаторфованные	0,10...0,40
Среднезаторфованные	0,25...0,40
Сильнозаторфованные	0,40...0,50
Торфы	> 0,50

7. По числу пластичности и зерновому составу:

Наименование	Число пластичности	Содержание песчаных частиц, % по массе
Супесь песчанистая	1–7	> 50
Супесь пылеватая	1–7	< 50
Суглинок лёгкий песчанистый	7–12	> 40
Суглинок лёгкий пылеватый	7–12	< 40
Суглинок тяжёлый песчанистый	12–17	> 40
Суглинок тяжёлый пылеватый	12–17	< 40
Глина песчанистая	12–27	> 40
Глина пылеватая	17–27	< 40
Глина тяжёлая	> 27	Не регламентируется

Библиографический список

1. Ананьев, В. П. Инженерная геология / В. П. Ананьев, А. Д. Потапов. – М. : Высш. шк., 2002, 2005.
2. Дворецкая, Ю. Б. Гидрогеология и инженерная геология / Ю. Б. Дворецкая, Ж. Л. Цыкина. – Красноярск, 2008.
3. Королев, В. А. Инженерная и экологическая геодинамика [Электронный ресурс] / В. А. Королев. – Электрон. учеб. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM).
4. Передельский, Л. В. Инженерная геология / Л. В. Передельский, О. Е. Приходченко. – Ростов на/Д. : Феникс, 2006.
5. Черноусов, С. И. Инженерная геология : учебно-методические материалы / С. И. Черноусов. – Новосибирск : СГУПС, 2004.
6. Чернышев, С. Н. Задачи и упражнения по инженерной геологии / С. Н. Чернышев, А. Н. Чумаченко, И. Л. Ревелис. – М. : Высш. шк., 2001.
7. Инженерная геология России. Т. 1. Грунты России / под ред. В. Т. Трофимова, Е. А. Вознесенского, В. А. Королева. – М. : КДУ, 2011.
8. Инженерная геология России. Т. 2. Инженерная геодинамика России / под ред. В. Т. Трофимова, Э. В. Калинина. – М. : КДУ, 2013.