

Федеральное агентство по образованию

Государственное образовательное учреждение

высшего профессионального образования

«Ивановский государственный политехнический университет»

Кафедра геоинформационных систем и инженерных изысканий

ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ

*Методические указания к выполнению
контрольных работ для студентов заочной формы обучения*

Иваново 2014

Составитель: Сапронова И.А.

УДК 528.5 (076)

Инженерная геология: методические указания к выполнению контрольных работ по инженерной геологии / Иван. гос. политех. ун-т; сост.: Сапронова И.А. – Иваново, 2014. – 49 с.

Методические указания составлены для студентов заочной формы обучения, изучающих курс «Инженерная геология».

Рецензент: Рязанский А.О., доцент кафедры ГИСИИ

Введение

Давно назрела проблема пересмотра подходов к изучению будущими инженерами-строителями предмета «инженерная геология». Особенно это важно для студентов, обучающихся по заочной форме. Теоретический курс не дает полного представления о предмете, поэтому перед нами встала задача - приблизить понимание предмета посредством решения ряда задач, с которыми инженер-строитель может столкнуться в практике. Опираясь на материалы, опубликованные ранее С. Н. Чернышевым и др., мы решили создать методичку для заочников для самостоятельного изучения этой дисциплины.

Курс инженерной геологии готовит студентов к чтению материалов изысканий, их анализу для выбора оптимальных проектных решений по размещению сооружений, выбору конструкций и способов производства земельно-скальных работ, соответствующих природным условиям. Инженер-строитель должен самостоятельно анализировать предназначенные для него геологические, инженерно-геологические, гидрогеологические карты и разрезы совместно с текстом отчета об изысканиях [1. Чернышев, С.Н. Задачи и упражнения по инженерной геологии. Учеб. пособие для студентов строительных специальностей вузов /С.Н. Чернышев, И.Л. Ревелис, А.Н. Чумаченко. - М.: Высш. шк., 1984. - 207 с., ил.]

Варианты контрольных заданий выбираются по номеру шифра в зачетной книжке. Например шифр 19845. Вариантом для задания №1 будет сумма трех последних цифр шифра: $8+4+5=17$; для задания №2 - сумма второй, третьей и четвертой цифры шифра: $9+8+4=21$; для задания №3 - последняя цифра шифра 5; для задания №4 - сумма первой, второй и третьей цифры шифра: $1+9+8=18$; для задания №5, №6 и №7 - последняя цифра шифра 5; для задания №8, №9 и №10 - сумма трех последних цифр шифра: $8+4+5=17$; для задания №11 и №12, №13 - сумма второй, третьей и четвертой цифры шифра: $9+8+4=21$.

Студенты обязаны посещать, субботные консультационные занятия (расписание можно узнать в деканате) проводимые на кафедре ГИСИИ. Если Вы проигнорировали эти занятия, то преподаватель может считать, что контрольная работа выполнена не самостоятельно.

ЗАДАНИЕ №1

Составьте характеристику породообразующих минералов, приведенных в соответствующих вариантах табл. 1 и представьте их по форме 1.

Таблица 1

Варианты заданий для описания минералов

№ варианта	Название минерала	№ варианта	Название минерала
1	Лейцит, пирит	16	Корунд, каолинит
2	Доломит, топаз	17	Оливин, мирабилит
3	Авгит, фосфорит	18	Роговая обманка, магнезит
4	Альбит, сильвин	19	Кальцит, сера
5	Сидерит, ортоклаз	20	Сидерит, апатит
6	Лабрадор, галенит	21	Пирит, галит
7	Флюорит, анортит	22	Боксит, халцедон
8	Нефелин, серпентин	23	Тальк, микроклин
9	Алмаз, оливин	24	Гранат, нефелин
10	Биотит, тальк	25	Гематит, анортит
11	Глауконит, гранат	26	Магнезит, флюорит
12	Гематит, графит	27	Малахит, халцедон
13	Мусковит, халькопирит	28	Халькопирит, топаз
14	Халцедон, хлорит	29	Марказит, серпентин
15	Кварц, марказит	30	Лимонит, биотит

Форма 1 (пример ответа на задание №1)

№ п/п	Диагностические свойства минерала	Описание свойств минерала
1	Название минерала	Барит
2	Класс	Сульфаты
3	Химический состав	BaSO ₄
4	Плотность, г/см ³	4.3 – 4.6
5	Блеск	Стеклянный
6	Цвет	Бесцветный, белый, желтоватый, красный, бурый, зеленоватый
7	Цвет черты	Белый
8	Спайность	Совершенная
9	Твердость	2.5 – 3.5
10	Излом	–
11	Форма кристаллов или минеральных агрегатов	Таблитчатые, призматические, столбчатые; чаще зернистые и землистые массы; сталактиты, желваки, конкреции
12	Применение	В изготовлении белых красок, в химической промышленности, для изготовления кирпичей и др.

ЗАДАНИЕ №2

Составьте характеристику горных пород, приведенных в соответствующих вариантах табл.2 и представьте их по форме 2

Таблица 2

Варианты заданий для описания горных пород

№ варианта	Горные породы	№ варианта	Горные породы
1	Амфиболит, дунит	16	Кварцит, каменная соль
2	Лабрадорит, гнейс	17	Ангидрит, диорит
3	Скарн, известняк	18	Мрамор, порфирит
4	Кварцит, пироксенит	19	Лабрадорит, липарит
5	Роговик, диорит	20	Диорит, сиенит
6	Липарит, грейзен	21	Мергель, филлит
7	Филлит, гранит	22	Гипс, опоки
8	Трахит, пегматит	23	Доломит, тектоническая брекчия
9	Мрамор, аляскит	24	Гранит, боксит
10	Каменная соль, андезит	25	Известняк, ангидрит
11	Базальт, хлоритовый сланец	26	Габбро, андезит
12	Габбро, тальковый сланец	27	Дунит, гнейс
13	Диабаз, слюдяные сланцы	28	Трахит, диабаз
14	Фосфорит, опоки	29	Грейзен, базальт
15	Пегматит, мергель	30	Сиенит, диорит
образец	Перидотит		

Пример ответа на задание 2 (образец)

Форма 2

1	Порода	Перидотит
2	Генетическая группа	Магматическая интрузивная
3	Минералогический состав	Оливин, авгит, в виде примесей присутствуют роговая обманка, магнетит и др. минералы
4	Цвет	Темно-серый, черный, темно-зеленый
5	Структура	Полнокристаллическая
6	Текстура	Массивная
7	Применение	В качестве естественного строительного материала; как поделочный камень; для внутреннего украшения зданий

ЗАДАНИЕ №3

По приведенным ниже показателям физико-механических свойств вычислите классификационные характеристики грунта и дайте его наименование по СНиП 2.02.01-83.

Таблица 3

Наименование показателей	Вариант										
	Обр.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Петрографический тип	Брекчия	Гнейс	Доломит	Диабаз	Гранит	Габбро	Известняк плотный	Базальт	Диорит	Ангезит	Риолит (липарит)
Плотность неветрелого грунта, г/см ³	2,24	2,73	2,36	2,91	2,7	2,89	2,55	3,01	2,79	2,81	2,65
То же, выветрелого, г/см ³	1,93	2,51	1,75	2,91	2,65	2,88	2,31	2,98	2,61	2,74	2,53
Временное сопротивление одноосному сжатию неветрелого грунта в воздушно-сухом состоянии, МПа	34,1	111,6	20,1	146,0	118,2	139,2	54,8	142,5	123,1	122,2	109,3
То же, в водонасыщенном, МПа	16,4	90,4	7,2	134,3	111,3	130,6	46,5	138,6	120,1	115,0	105,2

Решение. По происхождению брекчия – осадочная сцементированная горная порода. Анализируя показатели физико–механических свойств, отмечают, что прочность брекчии при сжатии в водонасыщенном состоянии равна 16,4 МПа, следовательно, по СНиП 2.02.01-83 грунт относится к скальным породам средней прочности. Вычисляют коэффициент размягчаемости $k_{сж} = R_c \setminus R_s = 164/341 = 0,48$ и степень выветрелости $k_s = \rho_m/\rho = 1,93/2,24 = 0,86$. Используя все классификационные показатели, дают грунту наименование: скальный, средней прочности, размягчаемый, осадочного происхождения.

ЗАДАНИЕ №4

Назовите приведенные ниже возрасты пород четвертичных отложений и установите, какая из пород образовалась раньше (табл.4). Условные обозначения типов четвертичных отложений приведены в табл. 5.

Таблица 4

Варианты заданий

№ варианта	Возраст пород	№ варианта	Возраст пород
1	vQ _{III} , aQ _{II} , tQ _{IV}	17	SQ _I , gQ _{IV} , fgQ _{II}
2	pQ _I , dQ _{II} , aQ _{III}	18	egQ _{III} , dQ _{IV} , tQ _I
3	mQ _{IV} , mQ _I , pQ _{III}	19	hQ _{IV} , laQ _I , mQ _{III}
4	gQ _I , dQ _{III} , eQ _{II}	20	gQ _{IV} , hQ _{III} , fgQ _I
5	tQ _{IV} , gQ _{II} , aQ _{III}	21	aQ _{IV} , dQ _{II} , dpQ _I
6	dpQ _I , laQ _{II} , βQ _{III}	22	vQ _I , mQ _{II} , LQ _{III}
7	fgQ _{III} , gQ _{IV} , vQ _I	23	LQ _{IV} , edQ _{II} , tQ _{III}
8	lQ _{IV} , cQ _I , tQ _{III}	24	SQ _I , eQ _{III} , aQ _{II}
9	daQ _I , dpQ _{IV} , cQ _{II}	25	fgQ _{II} , edQ _I , tQ _{III}
10	edQ _I , dQ _{III} , tQ _{II}	26	laQ _{IV} , dQ _{III} , LQ _{II}
11	gQ _{IV} , aQ _I , laQ _{III}	27	hQ _I , aQ _{II} , dQ _{III}
12	lQ _{III} , aQ _{II} , pQ _I	28	edQ _{IV} , lQ _{II} , mQ _{III}
13	gQ _I , aQ _{IV} , dpQ _{II}	29	SQ _{II} , LQ _{IV} , βQ _{III}
14	vQ _{III} , laQ _I , pQ _{IV}	30	βQ _{IV} , hQ _I , fgQ _{III}
15	fgQ _I , gQ _{II} , aQ _{III}	31	aQ _I , dQ _{III} , tQ _{IV}
16	aQ _I , dpQ _{III} , hQ _{II}	образец	aQ _I , dQ _{III} , tQ _{IV}

Таблица 5

Наименование отложений	Индекс	Наименование отложений	Индекс
Аллювиальные	a	Морские	m
Болотные	b	Озерные	l
Вулканические	β	Озерно-аллювиальные	la
Делювиальные	d	Проловиальные	p
Делювиально-аллювиальные	da	Техогенные	t
Делювиально-пролювиальные	dp	Флювиогляциальные	fg
Коллювиальные	c	Элювиальные	e
Ледниковые (гляциальные)	г	Элювиально-делювиальные	ed
Лесные	л	Железные	ж
Сифидиоидные	с		

Резюме. В хронологической последовательности сначала образовались аллювиальные и пролювиальные породы A_{Δ} , затем делювиальные и элювиальные dQ_{Δ} , последними сформировались конгломератные современноэлювиальные отложения Q_{Δ} .

ЗАДАНИЕ №5

В лабораторных условиях определены (таб.6): плотность частиц грунта ρ_s (г/см³), естественная влажность w_0 , плотность грунта ρ (г/см³) и максимальная молекулярная влагоемкость w_m . Вычислите указанные ниже показатели, пользуясь таблицей 7.

Решение. Коэффициент пористости вычисляют по формуле (табл. 7)
 $e = \rho_s (1+w) / \rho - 1 = [2,75 (1 + 0,24) / 2,03] - 1 = 0,68$. Полная влагоемкость $w_{вл} = e \rho_w / \rho = 0,68 \cdot 1 / 2,03 = 0,25$, где $\rho_w = 1$ г/см³ – плотность воды и т. д.

Таблица 6

№ вар.	ρ_s	w_0	ρ	w_m	Вычислить
1	2,69	0,21	1,89	0,15	Плотность сухого грунта, пористость, коэффициент пористости, степень влажности, полную влагоемкость, объемную влажность, коэффициент водоотдачи и недостаток насыщения
2	2,67	0,14	1,81	0,12	
3	2,72	0,30	1,91	0,24	
4	1,99	0,22	1,96	0,18	
5	2,01	0,19	1,83	0,16	
6	2,75	0,24	2,03	0,20	
7	1,99	0,23	1,92	0,16	
8	2,68	0,19	2,01	0,15	
9	2,81	0,29	2,03	0,20	
10	2,79	0,21	1,9	0,15	
образец	2,75	0,24	2,03	0,16	

ЗАДАНИЕ №5

В лабораторных условиях определены (таб.6): плотность частиц грунта ρ_s (г/см³), естественная влажность w_0 , плотность грунта ρ (г/см³) и максимальная молекулярная влагоемкость w_m . Вычислите указанные ниже показатели, пользуясь таблицей 7.

Решение. Коэффициент пористости вычисляют по формуле (табл. 7)

$e = \rho_s (1+w) / \rho - 1 = [2,75 (1 + 0,24) / 2,03] - 1 = 0,68$. Полная влагоемкость $w_{всл} = e\rho_w / \rho = 0,68 \cdot 1/2,03 = 0,25$, где $\rho_w = 1$ г/см³ – плотность воды и т. д.

Таблица 6

№ вар.	ρ_s	w_0	ρ	w_m	Вычислить
1	2,69	0,21	1,89	0,15	Плотность сухого грунта, пористость, коэффициент пористости, степень влажности, полную влагоемкость, объемную влажность, коэффициент водоотдачи и недостаток насыщения
2	2,67	0,14	1,81	0,12	
3	2,72	0,30	1,91	0,24	
4	1,99	0,22	1,96	0,18	
5	2,01	0,19	1,83	0,16	
6	2,75	0,24	2,03	0,20	
7	1,99	0,23	1,92	0,16	
8	2,68	0,19	2,01	0,15	
9	2,81	0,29	2,03	0,20	
10	2,79	0,21	1,9	0,15	
образец	2,75	0,24	2,03	0,16	

Физические величины и классификационные показатели грунтов

Таблица 7

Характеристика, размерность	Определение характеристики	Обозначение, формула
Плотность частиц грунта, г/см ³	Отношение массы сухого грунта к объему его твердой части	ρ_s
Плотность грунта, г/см ³	Отношение массы грунта (включая массу воды в его порах) к занимаемому этим грунтом объему	ρ
Влажность	Отношение массы воды, содержащейся в грунте, к массе сухого грунта	w
Плотность сухого грунта, г/см ³	Отношение массы сухого грунта к объему, занимаемому этим грунтом (включая объем пор)	$\rho_d = \rho / (1 + w)$
Пористость	Отношение объема пор к объему всего грунта, включая поры	$n = 1 - \rho_d / \rho_s$
Коэффициент пористости	Отношение объема пор к объему твердой части скелета грунта	$e = \frac{n}{1-n} = \frac{\rho_s}{\rho} (w + 1) - 1$
Относительная влажность (степень влажности)	Отношение объема воды к объему пор грунта – степень заполнения пор водой (ρ_w – плотность воды, г/см ³)	$S_r = w \rho_s / e \rho_w$
Полная влагоемкость	Влажность грунта, соответствующая полному заполнению пор водой	$w_{max} = e \rho_w / \rho_s$
Естественная влажность	Влажность грунта в природном состоянии	w_0
Гигроскопическая влажность	Влажность воздушно-сухого грунта	w_r
Максимальная молекулярная влагоемкость	Влажность грунта при максимальной толщине пленок связанной воды	w_m
Объемная влажность	Отношение объема воды, содержащейся в грунте, к общему объему грунта	$w_v = w \rho_s$
Коэффициент водоотдачи	Отношение объема свободно вытекающей (или извлекаемой) из грунта воды (при полном заполнении пор водой) к объему всего грунта	$\mu = \rho_s (w_v - w_m) = e \rho_w - w_m \rho_s$
Недостаток насыщения	Отношение объема пор, не заполненных водой, к общему объему грунта	$\mu' = \rho_s (w_{max} - w_0)$
Коэффициент (степень) размягчаемости в воде	Отношение временных сопротивлений одноосному сжатию в водонасыщенном и в воздушно-сухом состояниях	$k_{sof} = R_c / R_s$

Характеристика, размерность	Определение характеристики	Обозначение, формула
Степень выветрелости скального грунта	Отношение плотностей выветрелого и невыветрелого образцов одного и того же грунта	$k_v = \rho_m / \rho$
Зерновой (гранулометрический) состав	Распределение по фракциям всех частиц, держащихся 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	$c_u = d_{60} / d_{10}$
Граница текучести	Влажность, при которой связный грунт переходит из пластичного состояния в текучее и наоборот	w_L
Граница пластичности (раскатывания)	Влажность, при которой связный грунт переходит из твердого состояния в пластичное и наоборот	w_p
Число пластичности	Разность влажностей на границах текучести и пластичности	$I_p = w_L - w_p$
Показатель консистенции (текучести)	Показатель состояния грунта нарушенной структуры	$I_L = (w - w_p) / I_p$
Коэффициент пористости	Коэффициент пористости грунта нарушенной структуры, соответствующий влажности на границе текучести	$e_L = w_L \rho_s / \rho_w$
Показатель просадочности	Эмпирический показатель для предварительного отнесения грунтов к просадочным или набухающим	$\Pi = \frac{e_L - e}{1 + e}$
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	$k_s = \frac{k_1 - k_0}{k_1}$
Удельное сопротивление пенетрации, Па	Отношение усилия, передающегося на индентный конус, к квадрату глубины его погружения в грунт	$P_n = \frac{P}{h^2}$

ЗАДАНИЕ №6

По приведенным ниже результатам ситового анализа несвязного грунта до и после испытания на истираемость постройте интегральную кривую зернового состава, определите степень неоднородности, коэффициент выветрелости, коэффициент пористости, пористость, степень влажности, полную влагоемкость, степень неоднородности, степень выветрелости и дайте наименование грунта по этим показателям по СНиП 2.02.01-83.

Таблица 8

Наименование показателей	Вариант					
	образец	1	2	3	4	5
Зерновой состав частиц, % по массе:						
более 200 мм	4	2	62	4	53	-
200...100 »»»	0	4	17	4	33	2
100...60 »»»	0	2	3	6	4	1
60...40 »»»	5	3	1	5	2	2
40...20 »»»	9	6	3	11	0	8
20...10 »»»	28	14	2	43	0	8
10...5 »»»	33	28	3	19	0	27
5...2 »»»	15	17	3	4	3	41
менее 2 »»»	6	24	6	4	5	11
Полный остаток на сите с диамет- рными отверстиями 2 мм после испытания на истираемость, %	68	54	82	88	93	76
Степень окатанности частиц	ОК	Н	ОК	Н	Н	ОК
Природная влажность	0,18	0,06	0,12	0,08	0,15	0,03
Плотность частиц грунта, г/см ³	2,68	2,63	2,67	2,69	2,65	2,70
Плотность грунта, г/см ³	1,86	1,78	1,92	1,81	1,83	1,94
Наименование показателей	Вариант					
	6	7	8	9	10	
Зерновой состав частиц, % по массе						
более 5 мм	5	7	-	-	13	
5...2 »»»	3	19	2	4	5	
2...1 »»»	6	31	5	9	22	
1...0,5 »»»	11	26	10	6	35	
0,5...0,25 »»»	23	8	17	41	12	
0,25...0,10 »»»	30	3	35	27	7	
0,10...0,05 »»»	13	2	22	5	3	
менее 0,05 »»»	9	4	9	8	3	
Плотность частиц грунта, г/см ³	2,64	2,65	2,67	2,66	2,65	
Природная влажность	0,09	0,13	0,17	0,11	0,18	
Плотность грунта, г/см ³	1,72	1,78	1,82	1,77	1,81	

Примечание. ОК – окатанные; Н – неокатанные обломки.

Решение. Для установления наименования грунта по зерновому (гранулометрическому) составу последовательно определяют суммарное содержание частиц (%), начиная от наиболее крупных фракций, и сравнивают его с табличными значениями (ГОСТ 25100-82 Грунты. Классификация.): крупнее 200 мм – 4%, или менее 50%, значит, грунт не валунный; крупнее 10 мм – (4+5 + 9+28) = 46%, или менее 10%, значит, грунт не галечниковый; крупнее 2 мм – (46 + 33+15) = 94%, или более 50%, следовательно, грунт гравийный (с учетом преобладания окатанных частиц). Для построения интегральной кривой зернового состава вычисляют суммарное содержание частиц (%), начиная от самых мелких фракций, и результаты сводят в таблицу.

Диаметры частиц, d мм	<2	<5	<10	<20	<40	<60	<100	<200
Суммарное содержание частиц A , %	6	21	54	82	91	96	96	96

По этим данным строят кривую, откладывая по оси абсцисс диаметры частиц, а по оси ординат суммарное содержание частиц (%) менее данного диаметра. С целью сокращения горизонтального размера графика, особенно при наличии в грунте частиц, отличающихся по размеру на несколько порядков, по оси абсцисс откладывают не диаметры, а их логарифмы. Эффективные диаметры d_{10} и d_{60} находят графически, проводя горизонтальные прямые через точки на оси ординат, соответствующие 10 и 60% суммарного содержания частиц, до пересечения с интегральной кривой, и опуская перпендикуляр из точек пересечения на ось абсцисс. По графику определяют: $d_{10} \sim 3,3$ мм; $d_{60} \sim 11,5$ мм и вычисляют степень неоднородности

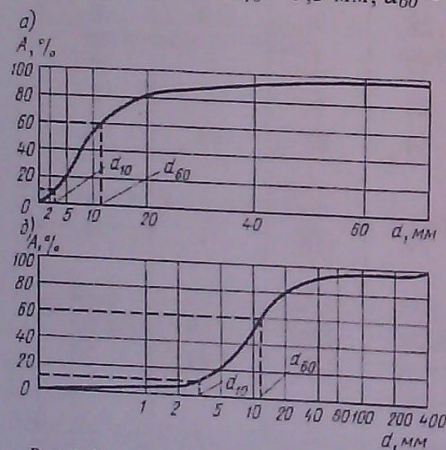


Рис. 1. Интегральная кривая зернового состава: а – в обычном масштабе, б – в полулогаримическом масштабе

$$c_u = d_{60}/d_{10} = 11,5/3,3 = 3,5.$$

Коэффициент выветрелости определяют из выражения: $k_s = (k_1 - k_0)/k_1$ где k_0 – отношение массы частиц размером менее 2 мм к массе частиц размером более 2 мм до испытания на истираемость равно отношению процентного содержания этих частиц, т. е. $k_0 = 6/94 = 0,06$. По условию задачи, после испытания на истираемость на сите 2 мм осталось 68% частиц, следовательно, менее 2 мм оказалось 32%. Таким образом, $k_1 = 32/68 = 0,47$ и $k_s = (0,47 - 0,06)/0,47 = 0,87$.

Используя все вычисленные выше классификационные показатели, дают грунту наименование по СНиП II-15-74: крупнообломочный гравийный, неоднородный, сильновыветрелый.

Используя данные ситового анализа, определяют вид грунта, степень неоднородности и степень выветрелости. Производные характеристики вычисляют по формулам (см. табл. 7):

$$e = \rho_s (1 + w)/(\rho_s - 1) = [2,68 (1 + 0,18)/1,86] - 1 = 0,70; n = e/1(1+e) = 0,41;$$

$$S_r = w \rho_s (e \rho_w) = 0,18 \cdot 2,68/(0,70 \cdot 1) = 0,69; w_{max} = e \rho_w / \rho_s = 0,70 \cdot 1/2,68 = 0,26.$$

Обозначения всех приведенных показателей даны в табл. Наименование грунта по СНиП II-15-74: крупнообломочный гравийный, влажный, неоднородный, сильновыветрелый.

ЗАДАНИЕ №7

По приведенным ниже результатам лабораторного определения физико-механических свойств связного грунта вычислите для вариантов 1-5 классификационные характеристики (число пластичности, показатель консистенции, показатель Π , коэффициент пористости, для вариантов 6-10 дайте предварительную оценку возможности отнесения грунта к просадочным или набухающим и дайте его наименование по СНиП 2.02.01-83.

Таблица 9

Наименование показателей	Вариант				
	1	2	3	4	5
Плотность частиц грунта, г/см ³	2,69	2,73	2,71	2,72	2,70
Плотность грунта, г/см ³	1,90	1,99	1,90	1,86	1,81
Природная влажность	0,20	0,27	0,13	0,18	0,20
Влажность на границе текучести	0,22	0,52	0,34	0,43	0,26
Влажность на границе пластичности	0,14	0,23	0,21	0,22	0,17
Удельное сопротивление пенетрации, МПа	0,02	0,09	0,31	0,19	0,04
Наименование показателей	Вариант				
	6	7	8	9	10
Естественная влажность	0,13	0,09	0,15	0,32	0,18
Плотность частиц грунта, г/см ³	2,72	2,52	2,75	1,99	2,70
Плотность грунта, г/см ³	1,85	2,32	2,60	1,95	2,59
Влажность на границе текучести	0,32	0,25	0,35	0,55	0,33
Влажность на границе пластичности	0,19	0,12	0,21	0,35	0,21

Решение. Классификационные характеристики вычисляются, используя формулы и обозначения, приведенные в табл. 7. Число пластичности $I_p = w_L - w_p = 0,20 - 0,14 = 0,06$.

Показатель консистенции $I_L = (w_0 - w_p)/I_p = (0,22 - 0,14)/0,06 = 1,33$.

Коэффициент пористости $e = \rho_s (1 + w)/(\rho - 1) = [2,69 (1 + 0,22)/1,90] - 1 = 0,73$.

Коэффициент пористости на границе текучести $e_L = w_L \rho_s/\rho_w = 0,20 \cdot 2,69/1,0 = 0,54$.

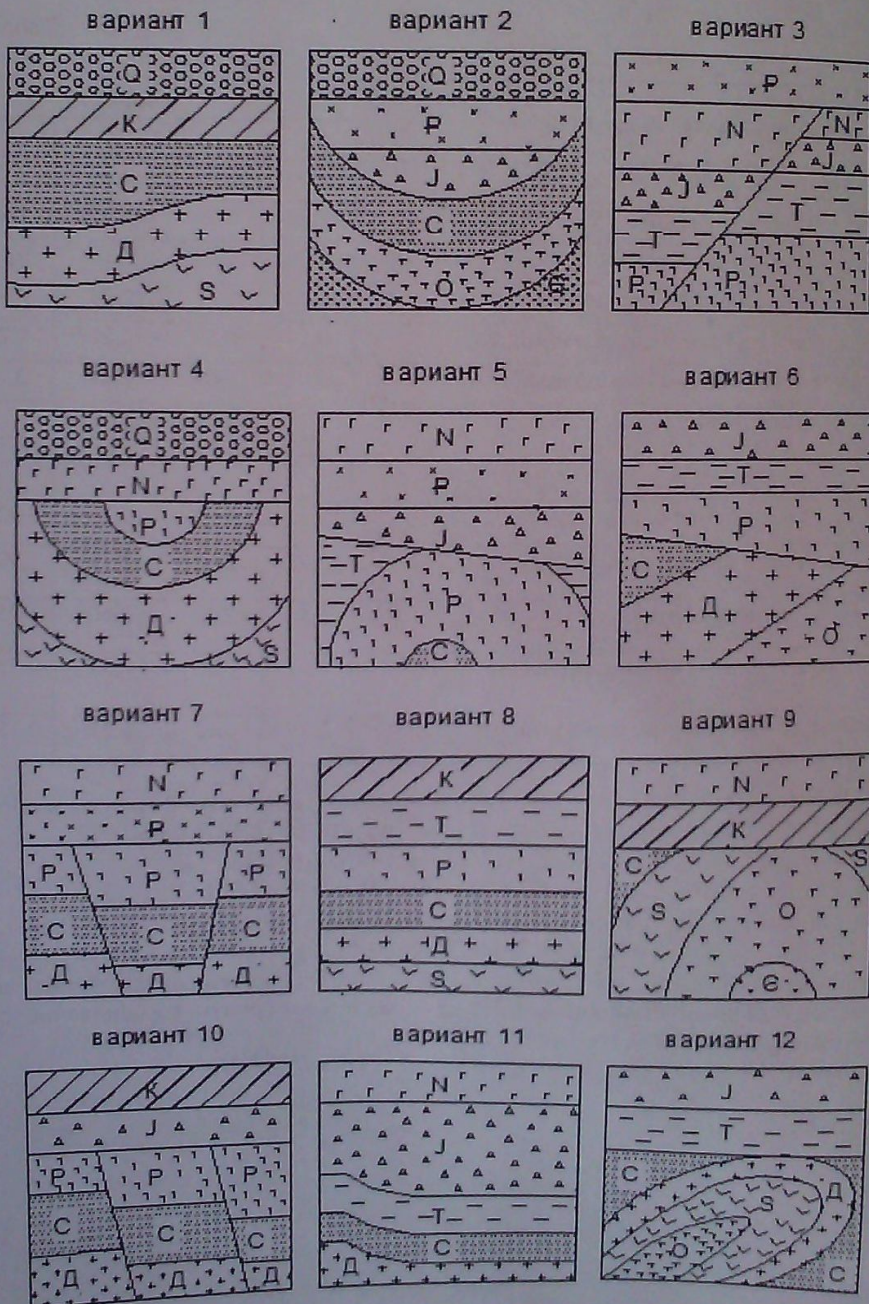
Показатель $\Pi = (e_L - e)/(1 + e) = (0,54 - 0,73)/1,71 = -0,11$.

Степень влажности $S_r = w_p/\rho_w = 0,22 \cdot 2,69/(0,73 \cdot 1) = 0,81$. Полученные результаты сопоставляют с соответствующими таблицами СНиП 2.02.01-83 и дают грунту наименование: супесь в текучем состоянии, слабая, вероятно не просадочная.

К просадочным грунт не относят, потому что $S_r > 0,8$, хотя $\Pi < 0,1$.

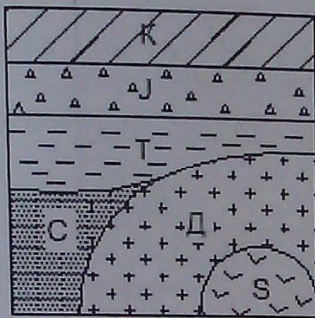
ЗАДАНИЕ №8

По геологическому разрезу (рис.2) определите возраст пород, слагающих этот разрез. Ответьте, между какими отложениями присутствует (отсутствует) стратиграфический перерыв. Укажите: какие породы залегают между собой согласно, а какие несогласно. Опишите последовательность дислокации (деформации), условия, время образования тектонической дислокации (деформации), вид дислокации (деформации).

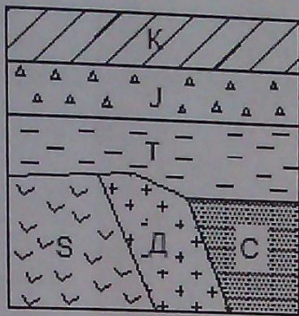


зетьте:
/кажи-
едова-
ктони-

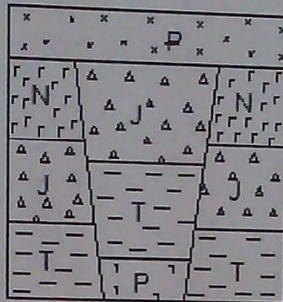
вариант 13



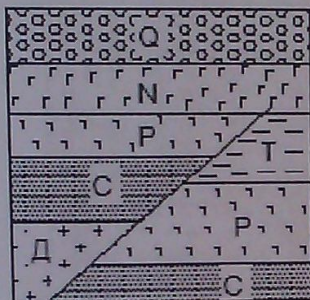
вариант 14



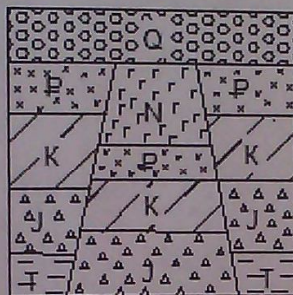
вариант 15



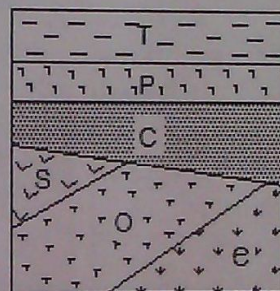
вариант 16



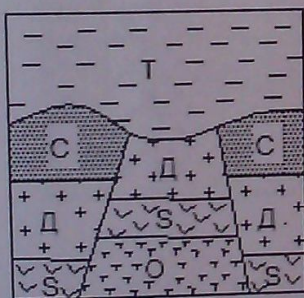
вариант 17



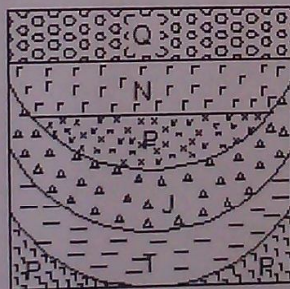
вариант 18



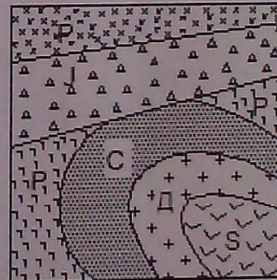
вариант 19



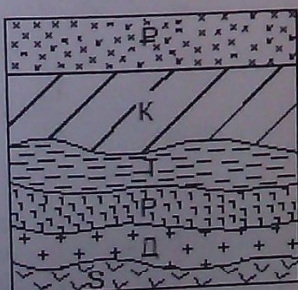
вариант 20



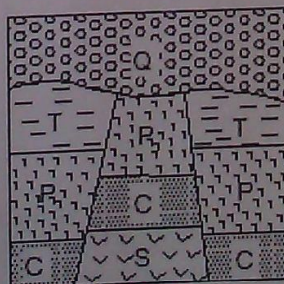
вариант 21



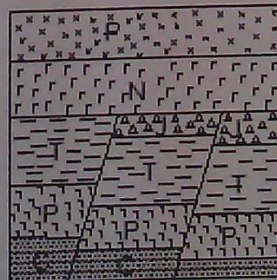
вариант 22



вариант 23



вариант 24



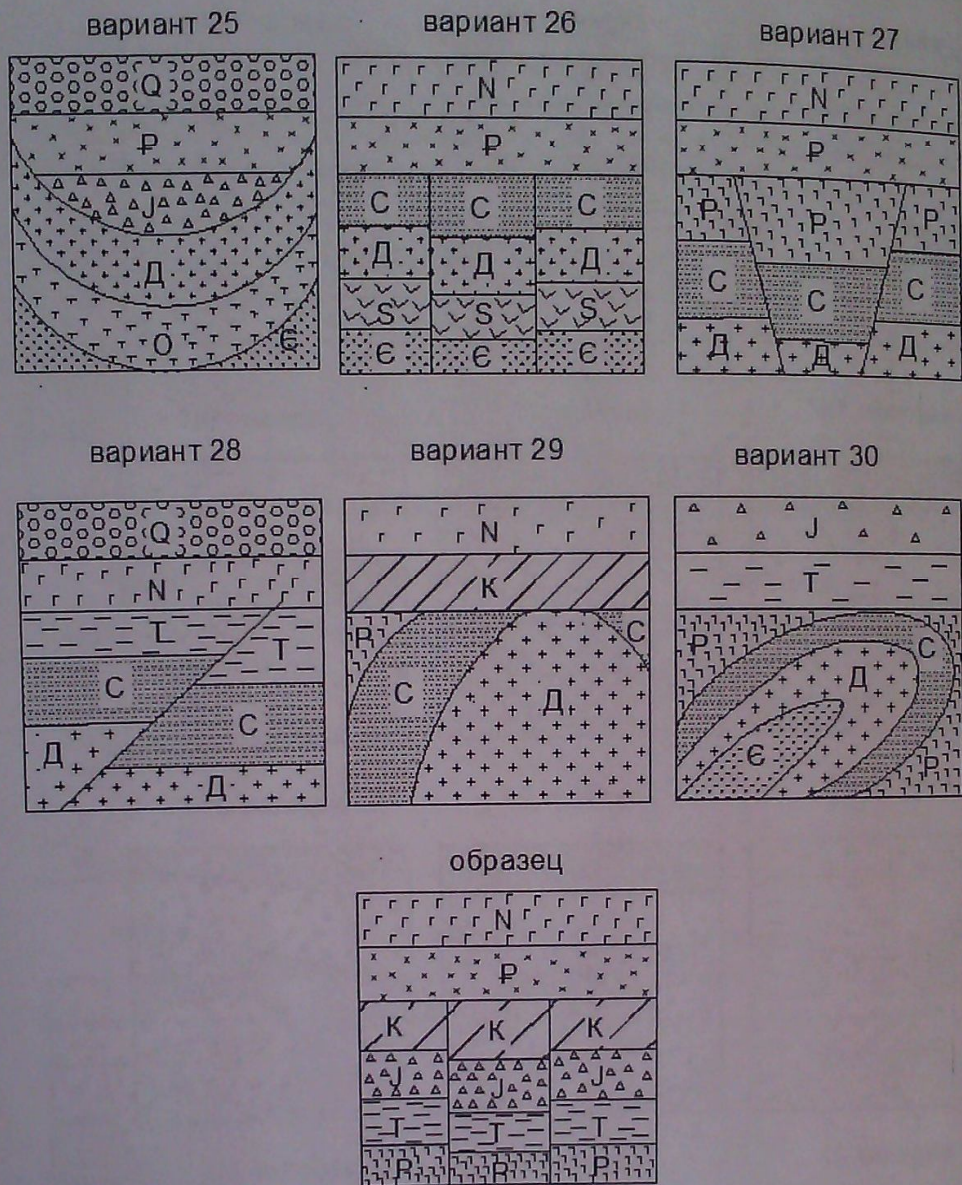


Рис.2. Варианты геологических разрезов

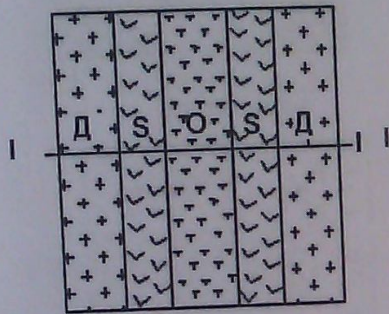
Пример решения задания (образец)

На представленном фрагменте геологической карты наиболее древними являются породы силурийского периода, которые обнажаются на дневной поверхности в ядре антиклинальной складки. Крылья складки сложены породами карбона, перми и палеогена. Складка симметрична. Из разреза выпадают породы девона, триаса, юры и мела, что говорит о наличии стратиграфического перерыва между породами карбона и перми, также между породами перми и палеогена.

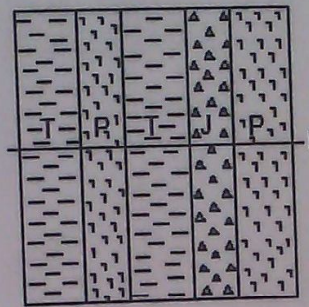
ЗАДАНИЕ №9

Используя фрагменты геологических карт масштаба 1:2000, составьте геологический разрез по линии профиля 1-1, учитывая, что слои постоянной мощности имеют согласное залегание. Ответьте: какая форма дислокации имеется на фрагменте и в разрезе: между какими по возрасту породами отмечается стратиграфический перерыв.

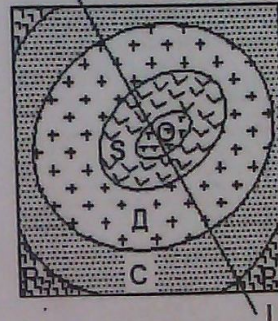
вариант 1



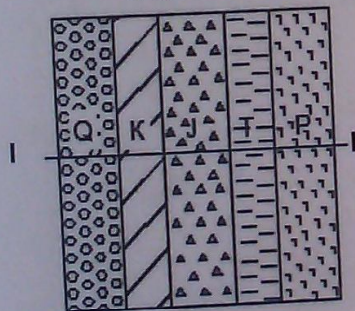
вариант 2



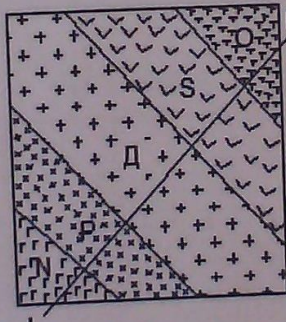
вариант 3



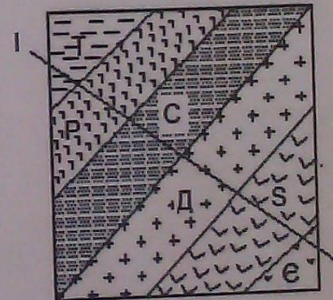
вариант 4



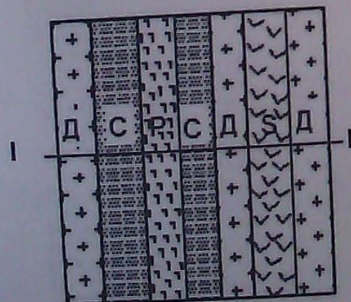
вариант 5



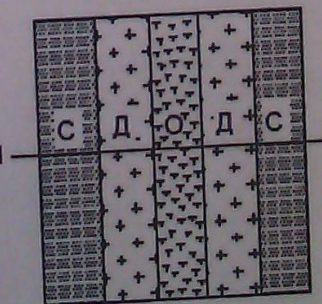
вариант 6



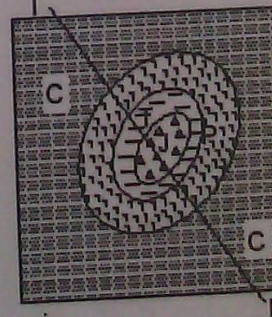
вариант 7



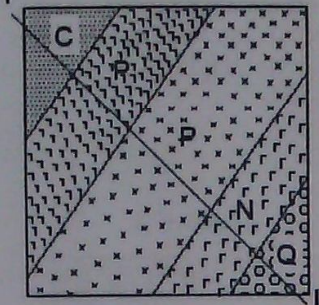
вариант 8



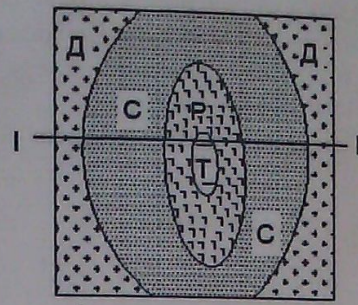
вариант 9



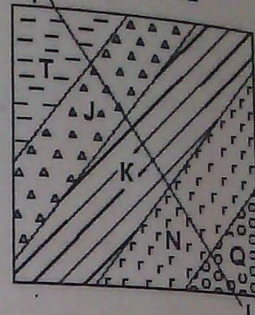
вариант 10



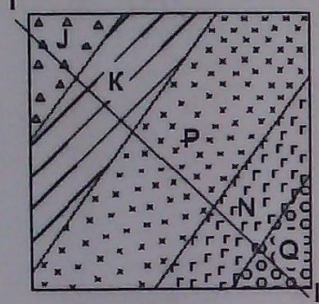
вариант 11



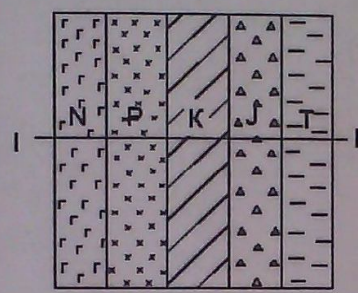
вариант 12



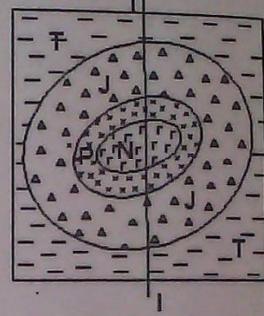
вариант 13



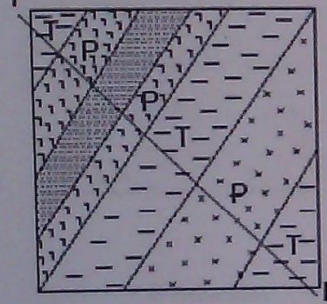
вариант 14



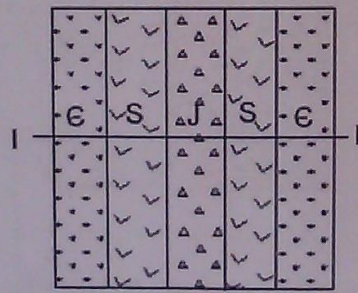
вариант 15



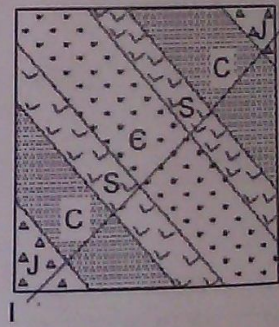
вариант 16



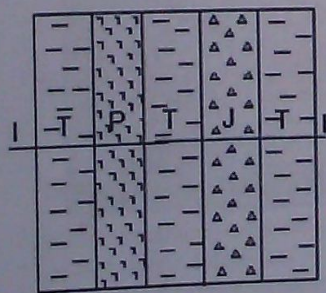
вариант 17



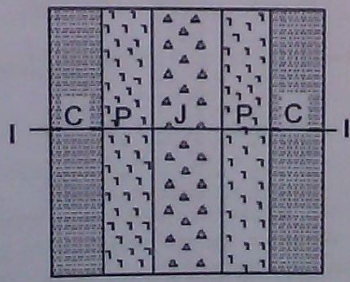
вариант 18



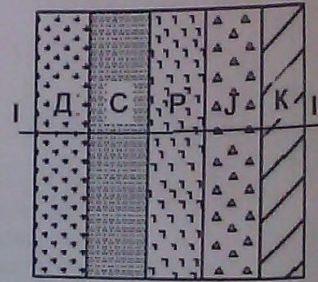
вариант 19



вариант 20



вариант 21



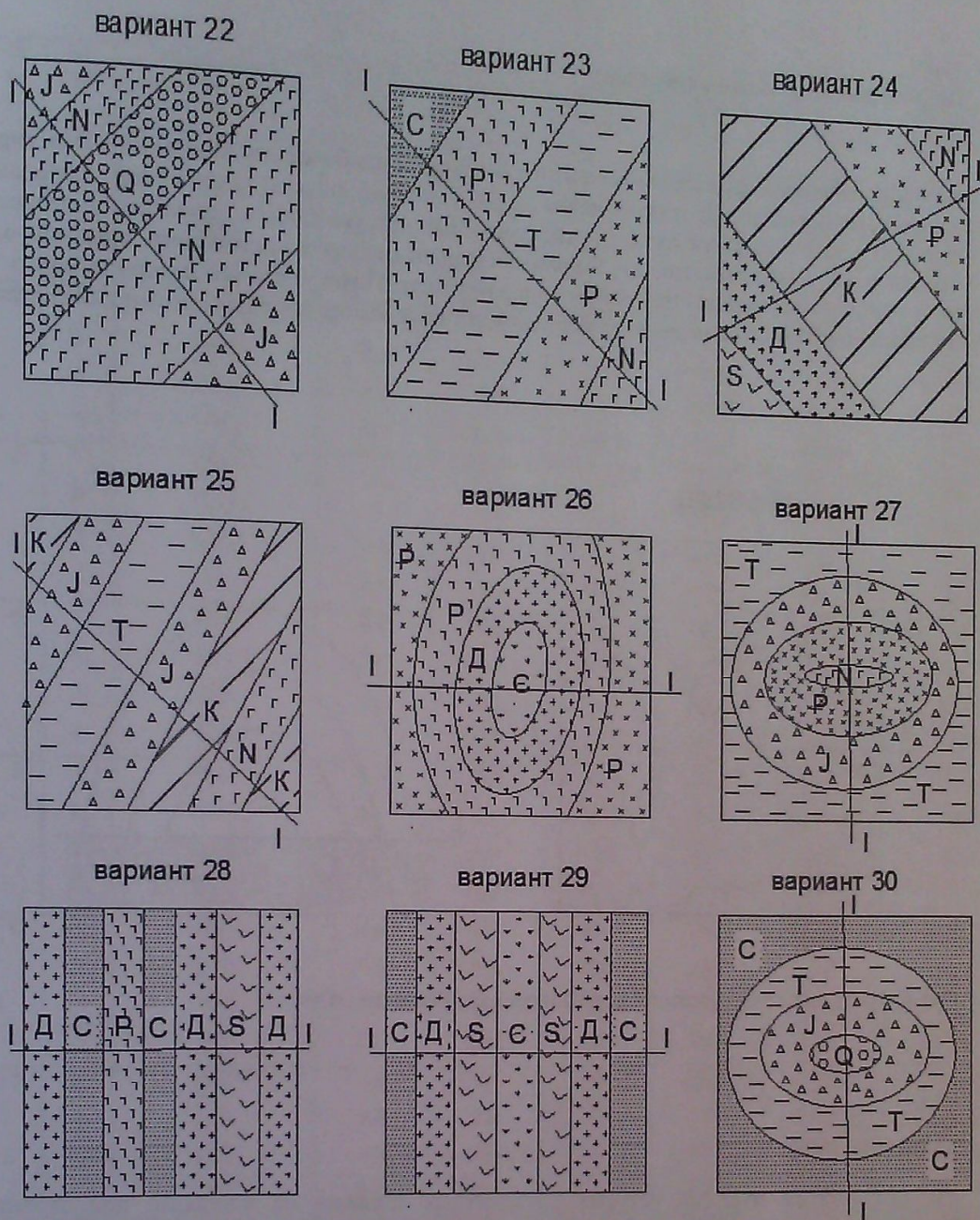


Рис.3. Варианты геологических карт

Пример решения задания (образец)

На представленном фрагменте геологической карты наиболее древними являются породы синзурийского периода, которые обнажаются на дневной поверхности в ядре антиклинальной складки. Крылья складки сложены породами каменноугольного, пермского и палеогенового периодов. Складка симметрична. Из разреза выпадают породы девонского, триасового, юрско-го, и мелового периодов. Это говорит о наличии стратиграфического перерыва между породами каменноугольного и пермского периодов, а также между породами перми и палеогена.

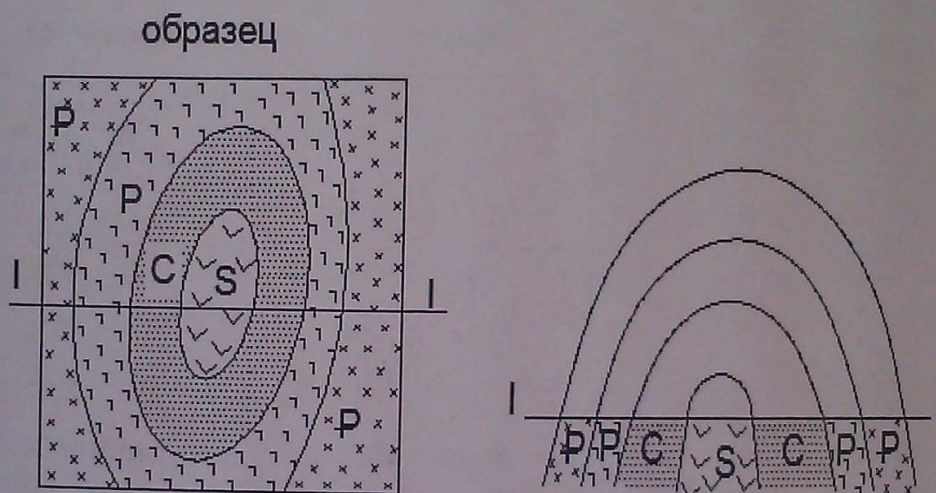


Рис.4. фрагмент геологической карты и пример решения задания

ЗАДАНИЕ №10

По результатам бурения четырёх разведочных скважин на площадке под строительство промышленного комплекса было установлено, что в строении территории отсутствуют отложения четвертичного возраста, представленные чередованием сверху вниз следующих слоёв пород: 1 – почвенно-растительный слой; 2 – суглинок; 3 – супесь; 4 – песок; 5 – глина. Слои залегают горизонтально, распределение их по площадке неравномерно. Коэффициент фильтрации для супеси принять 1,2 м/сут.; для песков – 16 м/сут.

Расстояние между скважинами – 50 м, расположены они на профиле слева направо в порядке увеличения их номеров. Масштаб профиля: горизонтальный – 1:1000, вертикальный – 1:200.

Необходимо: 1) пользуясь данными таблицы построить геологический разрез; 2) определить единичный расход потока между двумя любыми скважинами.

Таблица 10

№ ва р.	№ скв.	Абсолютная отметка устья скважины, м	№ слоёв и глубина залегания подошвы слоя, м					Уровень грунтовых вод, м
			1	2	3	4	5	
1	1	227,0	0,5	5,0	-	20,0	25,0	19,0 20,0 21,0 22,0
	2	229,0	0,5	4,0	-	21,0	26,0	
	3	231,0	0,5	5,5	14,5	22,0	27,0	
	4	233,0	0,6	4,5	14,5	23,0	28,0	
2	1	151,0	0,7	5,0	16,0	24,0	31,0	20,5 19,5 18,6 17,6
	2	149,0	0,8	5,5	16,0	24,0	30,0	
	3	147,0	0,5	5,0	17,0	23,0	29,0	
	4	145,0	0,7	5,3	18,0	22,0	28,0	
3	1	120,5	-	6,0	14,3	24,5	27,5	20,4 20,4 20,6 20,6
	2	121,5	-	6,5	14,5	25,5	28,5	
	3	122,5	0,8	5,5	15,0	26,5	29,5	
	4	123,5	0,8	5,5	16,5	27,5	30,0	
4	1	93,0	0,7	8,0	19,0	20,0	24,0	19,5 20,0 21,0 22,0
	2	94,0	0,7	8,0	19,5	20,5	25,0	
	3	95,0	-	7,0	-	22,0	27,0	
	4	96,0	-	7,0	-	23,0	29,0	
5	1	101,5	0,4	4,3	16,7	20,0	31,5	19,5 20,5 21,6 22,5
	2	100,5	0,4	4,1	15,4	21,0	30,5	
	3	99,5	0,4	4,5	14,0	22,0	30,5	
	4	98,5	0,4	4,7	17,0	23,0	29,5	
6	1	85,5	0,8	5,3	11,5	23,0	26,0	22,0 22,0 22,0 22,0
	2	87,0	0,8	5,5	12,0	23,0	27,0	
	3	89,5	0,9	5,7	12,5	23,0	28,0	
	4	91,0	0,9	5,9	13,0	23,0	30,0	
7	2	43,5	1,0	9,0	16,0	20,0	24,0	19,0 20,0 21,0 21,0
	3	45,5	1,0	9,5	17,0	21,0	25,0	
	4	47,5	1,0	10,0	-	22,0	26,0	
		49,5	1,0	10,5	-	22,0	27,0	
8	1	61,7	0,95	6,3	14,5	22,0	29,0	20,5 21,0 22,5 23,5
	2	63,7	0,9	6,3	15,0	23,0	30,0	
	3	65,7	0,85	6,3	15,5	24,0	31,0	
	4	67,7	0,8	6,3	16,0	25,0	32,0	
9	1	74,5	0,75	-	20,0	28,5	32,5	24,0 25,0 23,0 24,0
	2	75,5	0,7	-	20,0	29,0	33,0	
	3	77,0	0,65	11,0	19,5	30,5	33,5	
	4	79,0	0,6	11,5	19,5	31,0	34,0	

№ ва р.	№ скв.	Абсолютная отметка устья скважины, м	№ слоёв и глубина залегания подошвы слоя, м					Уровень грунтовых вод, м
			1	2	3	4	5	
10	1	98,5	-	13,0	19,5	30,0	36,0	23,0
	2	102,3	-	13,5	21,5	36,0	-	
	3	97,0	0,9	10,9	23,5	33,0	36,0	
	4	99,5	0,9	11,9	23,0	34,0	36,0	
11	1	130,5	1,0	-	14,0	30,3	32,3	21,5
	2	128,5	1,0	-	14,5	31,3	33,3	
	3	126,5	0,8	15,0	20,0	32,3	34,3	
	4	124,5	0,8	15,5	21,0	28,3	31,3	
12	1	191,5	0,7	13,3	19,5	22,0	29,0	21,0
	2	187,0	0,6	13,3	17,5	19,0	28,0	
	3	190,0	0,5	-	14,0	21,0	27,0	
	4	186,5	0,4	-	14,5	22,0	26,0	
13	1	116,5	0,7	9,0	12,1	20,5	29,5	19,5
	2	117,5	0,6	8,6	12,0	22,5	31,5	
	3	115,5	0,7	8,7	12,4	21,5	30,5	
	4	114,5	0,6	7,6	12,5	18,5	27,5	
14	1	50,5	0,5	9,5	13,5	19,0	24,0	16,5
	2	51,8	0,5	9,8	14,0	20,0	26,0	
	3	55,0	0,7	11,0	16,0	21,0	28,0	
	4	54,3	0,9	11,0	17,0	23,0	30,0	
15	1	88,2	0,4	7,4	17,4	22,0	29,0	20,5
	2	86,2	0,5	7,5	17,5	22,0	29,5	
	3	87,2	0,5	7,5	17,5	22,0	30,0	
	4	90,2	0,4	7,4	17,4	23,0	30,5	
16	1	115,0	0,6	7,6	18,6	29,0	33,0	27,0
	2	115,5	0,6	7,6	18,6	18,0	33,0	
	3	116,0	0,6	7,6	18,0	33,0	-	
	4	116,5	0,6	7,6	18,0	27,0	33,0	
17	1	124,3	0,8	8,2	17,0	28,0	36,0	27,0
	2	122,3	0,8	8,4	16,5	28,0	35,0	
	3	120,3	0,8	8,6	16,0	27,0	34,0	
	4	123,3	0,8	9,0	15,5	26,0	33,0	
18	1	69,5	0,7	9,3	14,0	20,0	25,0	18,4
	2	70,5	0,7	9,5	15,0	20,5	25,5	
	3	72,5	0,8	10,0	15,5	22,0	26,0	
	4	73,5	0,8	11,0	16,0	22,5	26,5	

№ ва р.	№ скв.	Абсолютная отметка устья скважины, м	№ слоёв и глубина залегания подошвы слоя, м					Уровень грунтовых вод, м
			1	2	3	4	5	
19	1	87,4	0,9	10,9	13,0	19,0	27,0	16,3
	2	88,4	0,9	11,9	13,8	19,5	27,2	16,5
	3	89,4	0,8	12,8	14,8	22,0	29,0	17,0
	4	90,4	0,8	12,8	15,8	23,5	30,0	19,0
20	1	100,0	0,5	4,5	11,5	17,0	24,0	16,5
	2	101,0	0,5	5,5	12,0	17,5	24,5	17,0
	3	102,0	-	7,0	13,5	18,0	25,0	17,5
	4	103,0	-	8,0	14,0	19,0	25,5	18,0
21	1	111,0	0,4	9,4	15,0	21,0	26,0	20,0
	2	112,0	0,4	9,4	15,0	26,5	-	23,0
	3	113,0	-	11,0	15,0	27,5	-	25,0
	4	114,0	-	12,0	15,0	25,0	27,0	23,0
22	1	205,5	0,9	10,9	12,2	23,0	31,5	19,0
	2	207,5	0,8	10,8	13,2	19,0	30,5	18,5
	3	209,5	0,7	10,7	14,2	22,0	32,0	21,0
	4	211,5	0,6	10,6	15,2	18,0	36,5	17,5
23	1	195,4	0,7	11,7	14,0	17,0	31,0	16,5
	2	193,4	0,8	11,8	14,2	20,0	29,0	19,5
	3	191,4	0,9	11,9	14,4	22,0	28,0	21,0
	4	189,4	0,9	11,9	14,6	20,5	26,0	19,0
24	1	157,6	0,5	12,5	17,0	21,0	28,0	17,5
	2	158,0	0,6	12,6	17,0	22,5	30,5	18,0
	3	159,0	0,5	12,5	17,5	23,0	30,0	18,5
	4	160,6	0,6	12,6	17,5	24,0	31,0	19,0
25	1	143,2	0,7	15,2	17,0	21,8	27,8	20,0
	2	141,2	0,9	14,7	18,5	20,6	28,8	19,3
	3	139,2	0,8	15,5	18,5	22,8	26,8	19,6
	4	137,2	0,7	15,7	18,0	20,8	26,8	19,0
26	1	69,5	0,7	9,3	14,0	20,0	25,0	18,4
	2	70,5	0,7	9,5	15,0	20,5	25,5	18,7
	3	72,5	0,8	10,0	15,5	22,0	26,0	19,0
	4	73,5	0,8	11,0	16,0	22,5	26,5	20,0
27	1	87,4	0,9	10,9	13,0	19,0	27,0	16,3
	2	88,4	0,9	11,9	13,8	19,5	27,2	16,5
	3	89,4	0,8	12,8	14,8	22,0	29,0	17,0
	4	90,4	0,8	12,8	15,8	23,5	30,0	19,0

№ ва р.	№ скв.	Абсолютная отметка устья скважины, м	№ слоёв и глубина залегания подошвы слоя, м					Уровень грунтовых вод, м
			1	2	3	4	5	
28	1	100,0	0,5	4,5	11,5	17,0	24,0	16,5
	2	101,0	0,5	5,5	12,0	17,5	24,5	17,0
	3	102,0	-	7,0	13,5	18,0	25,0	17,5
	4	103,0	-	8,0	14,0	19,0	25,5	18,0
29	1	111,0	0,4	9,4	15,0	21,0	26,0	20,0
	2	112,0	0,4	9,4	15,0	26,5	-	23,0
	3	113,0	-	11,0	15,0	27,5	-	25,0
	4	114,0	-	12,0	15,0	19,0	27,0	18,0
30	1	205,5	0,9	10,9	12,2	23,0	31,5	19,0
	2	207,5	0,8	10,8	13,2	19,0	30,5	18,5
	3	209,5	0,7	10,7	14,2	22,0	32,0	21,0
	4	211,5	0,6	10,6	15,2	18,0	36,5	17,5

Пример решения задания (образец)

1. Геологический профиль дает наглядное представление о строении изучаемой территории. Последовательность построения геологического профиля следующая:

а) Проводят линию уровня моря и вычерчивают графический вертикальный масштаб.

б) На линии уровня моря отмечают точками положение скважин, согласно выбранного горизонтального масштаба.

в) Через эти точки проводят вертикальные линии стволов скважин, в масштабе показывают абсолютные отметки скважин.

г) Соединяя абсолютные отметки, получаем рельеф поверхности площадки по линии профиля.

д) Рядом со стволом скважин вычерчивают колонку разреза, пользуясь условными обозначениями.

е) Проводят корреляцию разрезов, вычерчивают геологический профиль.

При построении геологического профиля необходимо отмечать последовательность чередования слоев в каждой из пробуренных скважин. Если появляются аномалии в последовательности чередования слоев, то это говорит о стратиграфических несогласиях в залегании пород или наличии тектонических нарушений.

Таблица 11

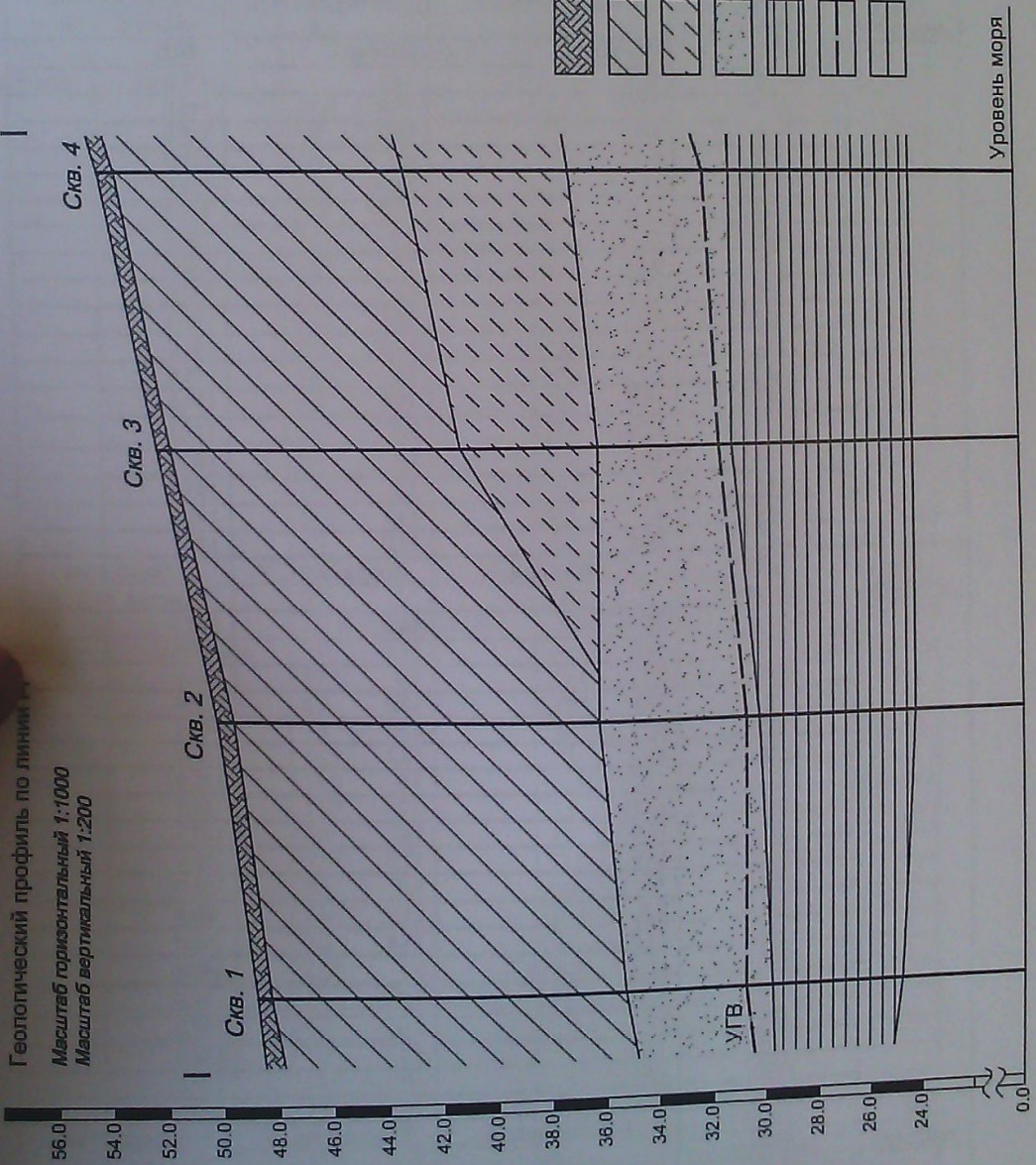
№ в а р.	№ скв.	Абсолютная отметка устья скважины, м	№ слоёв и глубина залегания подошвы слоя, м					Уровень грунтовых вод, м
			1	2	3	4	5	
образец	1	48,8	0,5	-	13,5	19,0	24,0	18,0
	2	50,3	0,6	-	14,0	20,0	26,0	19,5
	3	52,3	0,5	11,0	16,0	21,0	28,0	20,5
	4	54,3	0,6	11,0	17,0	23,0	30,0	22,0

2. Рассчитаем единичный расход потока между скважинами 1 и 2. Согласно закону Дарси расход грунтового (безнапорного) потока в однородных пластах может быть определен как

$$Q = \kappa_{\phi} \cdot B \cdot I_{cp} \cdot h_{cp},$$

где κ_{ϕ} - коэффициент фильтрации водоносного пласта, м/сут; I_{cp} - средний напорный градиент потока; h_{cp} - средняя мощность потока, м; B - ширина потока, м.

$$q = \kappa_{\phi} \cdot I_{cp} \cdot h_{cp} = 16 \cdot (1+0,5)/2 \cdot (1-0,5)/50 = 0,12 \text{ м}^3/\text{сут.}$$



ЗАДАНИЕ №11

Постройте карту гидроизогипс грунтовых вод (масштаб 1:25000, сечение гидроизогипс – 1 м) по результатам бурения скважин, используя исходные данные таблицы. Для любых трех скважин, расположенных в углах треугольника, определить направление, скорость фильтрации и действительную скорость потока грунтовых вод.

Примечание: А.О.У.Г.В. – абсолютная отметка уровня грунтовых вод в скважине, м. В таблице с исходными данными оси X и Y принять в сантиметрах, т. е. если $X=3,5$, то на координатной плоскости абсциссу принимаем равной 3,5 см.

№ варианта	№ скважины	Координата, X	Координата, Y	Абсолютная отметка УГВ, м
1	1	3,5	3,0	140,0
	2	14,5	5,8	140,0
	3	17,0	15,8	140,0
	4	8,0	10,2	139,0
	5	8,5	4,0	139,0
	6	17,8	12,0	139,0
	7	13,0	12,0	138,0
	8	11,7	7,3	138,0
	9	9,2	7,0	138,0
	10	11,2	9,0	136,0
	11	9,5	9,0	137,0
	12	13,6	10,0	137,0
	13	5,5	5,0	138,6
	14	14,0	14,5	139,6
	15	17,0	9,0	139,5
	16	4,3	8,5	140,2
	17	13,5	3,2	140,5
	18	9,5	14,2	140,3
	19	20,5	13,0	140,3
№ варианта	№ скважины	Координата, X	Координата, Y	Абсолютная отметка УГВ, м
2	1	20,5	13,0	140,3
	2	14,0	14,5	139,6
	3	5,5	5,0	138,6
	4	17,8	12,0	139,0
	5	4,3	8,5	140,2
	6	8,0	10,2	139,0
	7	11,2	9,0	136,0
	8	13,5	3,2	140,5
	9	17,0	9,0	139,5
	10	13,0	12,0	138,0
	11	9,5	9,0	137,0
	12	9,5	14,2	140,3
	13	17,0	15,8	140,0
	14	14,5	5,8	140,0
	15	9,2	7,0	138,0
	16	8,5	4,0	139,0
	17	11,7	7,3	138,0
	18	13,6	10,0	137,0
	19	3,5	3,0	140,0
№ варианта	№ скважины	Координата, X	Координата, Y	Абсолютная отметка УГВ, м
	1	5,5	5,0	138,6
	2	8,0	10,2	139,0
	3	9,5	14,2	140,3
	4	14,5	5,1	140,0
	5	11,2	9,0	136,0

3	6	9,2	7,0	138,0	
	7	11,7	7,3	138,0	
	8	13,0	12,0	138,0	
	9	17,8	12,0	139,0	
	10	8,5	4,0	139,0	
	11	4,3	8,5	140,2	
	12	13,5	3,2	140,5	
	13	20,5	13,0	140,3	
	14	17,0	9,0	139,5	
	15	14,0	14,5	139,6	
	16	9,5	9,0	137,0	
	17	13,6	10,0	137,0	
	18	17,0	15,8	140,0	
	19	3,5	3,0	140,0	
	№ варианта	№ скважины	Координата, X	Координата, Y	Абсолютная отметка УГВ, м
	4	1	14,5	5,8	140,0
		2	3,5	3,0	140,0
		3	8,0	10,2	139,0
		4	17,0	15,8	140,0
5		17,8	12,0	139,0	
6		8,5	4,0	139,0	
7		11,7	7,3	138,0	
8		13,0	12,0	138,0	
9		11,2	9,0	136,0	
10		9,2	7,0	138,0	
11		13,6	10,0	137,0	
12		9,5	9,0	137,0	
13		17,0	9,0	139,5	
14		5,5	5,0	138,6	
15		14,0	14,5	139,6	
16		13,5	3,2	140,2	
17		4,3	8,5	140,2	
18		20,5	13,0	140,3	
19		9,5	14,2	140,3	
№ варианта	№ скважины	Координата, X	Координата, Y	Абсолютная отметка УГВ, м	
5	1	17,0	15,8	140,0	
	2	8,0	10,2	139,0	
	3	3,5	3,0	140,0	
	4	14,5	5,8	140,0	
	5	13,0	12,0	138,0	
	6	11,7	7,3	138,0	
	7	8,5	4,0	139,0	
	8	17,8	12,0	139,0	
	9	9,5	9,0	137,0	
	10	13,6	10,0	137,0	
	11	9,2	7,0	138,0	
	12	11,2	9,0	136,0	
	13	17,0	9,0	139,5	
	14	4,3	8,5	140,2	
	15	5,5	5,0	138,6	
	16	14,0	14,5	139,6	
	17	20,5	13,0	140,3	
	18	9,5	14,2	140,3	
	19	13,5	3,2	140,5	
№ варианта	№ скважины	Координата, X	Координата, Y	Абсолютная отметка УГВ, м	
	1	2,5	11,0	252,0	
	2	6,5	12,5	248,0	

6	3	9,3	15,7	250,0	
	4	8,5	11,0	242,0	
	5	6,0	7,2	240,0	
	6	13,5	13,0	237,5	
	7	11,0	10,5	237,5	
	8	10,0	6,5	232,0	
	9	4,5	4,0	238,0	
	10	8,5	3,5	229,0	
	11	15,0	9,0	227,0	
	12	18,0	14,0	232,0	
	13	20,0	12,1	223,0	
	14	18,3	9,6	222,0	
	15	13,0	4,5	223,0	
	16	13,5	1,7	216,5	
	17	17,8	4,1	212,0	
	18	23,0	9,5	213,0	
	19	17,7	7,4	218,0	
	№ варианта	№ скважины	Координата, X	Координата, У	Абсолютная отметка УГВ, м
	7	1	9,3	15,7	250,0
2		8,5	11,0	242,0	
3		2,5	11,0	252,0	
4		6,5	12,5	248,0	
5		11,0	10,5	237,5	
6		10,0	6,5	232,0	
7		6,0	7,2	240,0	
8		13,5	13,0	237,5	
9		15,0	9,0	227,0	
10		18,0	14,0	232,0	
11		4,5	4,0	238,0	
12		8,5	3,5	229,0	
13		13,0	4,5	223,0	
14		13,5	1,7	216,5	
15		20,0	12,1	223,0	
16		18,3	9,6	222,0	
17		17,7	7,4	218,0	
18		23,0	9,5	213,0	
19		17,8	4,1	212,0	
№ варианта	№ скважины	Координата, X	Координата, У	Абсолютная отметка УГВ, м	
8	1	8,5	11,0	242,0	
	2	6,0	7,2	240,0	
	3	13,5	13,0	237,5	
	4	2,5	11,0	252,0	
	5	6,5	12,5	248,0	
	6	9,8	15,7	250,0	
	7	8,5	3,5	229,0	
	8	15,0	9,0	227,0	
	9	18,0	14,0	232,0	
	10	11,0	10,5	237,5	
	11	10,0	6,5	232,0	
	12	4,5	4,0	238,0	
	13	13,5	1,7	216,5	
	14	17,8	4,1	212,0	
	15	23,0	9,5	213,0	
	16	20,0	12,1	223,0	
	17	18,3	9,6	222,0	
	18	13,1	4,5	223,0	
	19	7,7	7,4	218,0	
№	№	Координата, X	Координата, У	Абсолютная от-	

варианта	скважины			метка УГВ, м
9	1	6,0	7,2	240,0
	2	13,5	13,0	237,5
	3	11,0	10,5	237,5
	4	10,0	6,5	232,0
	5	2,5	11,0	252,0
	6	6,5	12,5	248,0
	7	9,3	15,7	250,0
	8	8,5	11,0	242,0
	9	20,0	12,1	223,0
	10	18,3	9,6	222,0
	11	13,0	4,5	223,0
	12	13,5	1,7	216,5
	13	4,5	4,0	238,0
	14	8,5	3,5	229,0
	15	15,0	9,0	227,0
	16	18,0	14,0	232,0
	17	23,0	9,5	213,0
	18	17,8	4,1	212,0
	19	17,7	7,4	218,0
№ варианта	№ скважины	Координата, X	Координата, Y	Абсолютная отметка УГВ, м
10	1	17,7	7,4	218,0
	2	23,0	9,5	213,0
	3	17,8	4,1	212,0
	4	13,5	1,7	216,5
	5	13,8	4,5	223,0
	6	18,3	9,6	222,0
	7	20,0	12,1	223,0
	8	10,0	14,0	232,0
	9	15,0	9,0	227,0
	10	8,5	3,5	229,0
	11	4,5	4,0	238,0
	12	10,0	6,5	232,0
	13	11,0	10,5	237,5
	14	13,5	13,0	237,5
	15	6,0	7,2	240,0
	16	8,5	11,0	242,0
	17	9,3	15,7	250,0
	18	6,5	12,5	248,0
	19	2,5	11,0	252,0
№ варианта	№ скважины	Координата, X	Координата, Y	Абсолютная отметка УГВ, м
11			8,6	96,0
	1	4,3	2,5	94,8
	2	2,0	11,0	94,5
	3	10,0	6,0	94,0
	4	13,5	17,0	96,0
	5	16,0	14,5	95,5
	6	22,7	12,0	82,0
	7	16,2	5,2	83,0
	8	6,5	2,7	90,2
	9	6,7	7,3	91,0
	10	10,5	8,7	91,0
	11	14,0	14,0	91,0
	12	14,5	10,7	90,5
	13	19,0	2,6	96,0
	14	11,3	15,5	92,0
	15	18,0	7,0	96,5
16	17,5			

	17	4,5	6,0	90,0
	18	20,0	13,5	90,0
	19	6,2	0,4	96,0
№ варианта	№ скважины	Координата, X	Координата, Y	Абсолютная отметка УГВ, м
12	1	6,2	0,4	96,0
	2	20,0	13,5	90,0
	3	4,5	6,0	90,0
	4	17,5	7,0	96,5
	5	18,0	15,5	92,0
	6	11,3	2,6	96,0
	7	19,0	10,7	90,5
	8	14,5	14,0	91,0
	9	14,0	8,7	91,0
	10	10,5	7,3	91,0
	11	6,7	2,7	90,2
	12	6,5	5,2	83,0
	13	6,2	12,0	82,0
	14	22,7	14,5	95,5
	15	16,0	17,0	96,0
	16	13,5	6,0	94,0
	17	10,0	11,0	94,5
	18	2,0	2,5	94,8
	19	4,3	8,6	96,0
№ варианта	№ скважины	Координата, X	Координата, Y	Абсолютная отметка УГВ, м
13	1	10,0	11,0	94,5
	2	13,5	6,0	94,0
	3	4,3	8,6	96,0
	4	2,0	2,5	94,8
	5	16,2	12,0	82,0
	6	6,5	5,2	83,0
	7	16,0	17,0	96,0
	8	22,7	14,5	95,5
	9	14,0	8,7	91,0
	10	14,5	14,0	91,0
	11	6,7	2,7	90,2
	12	10,5	7,3	91,0
	13	18,0	15,5	92,0
	14	17,5	7,0	96,5
	15	19,0	10,7	90,7
	16	11,3	2,6	96,0
	17	6,2	0,4	96,0
	18	20,0	13,5	90,0
	19	4,5	6,0	90,0
№ варианта	№ скважины	Координата, X	Координата, Y	Абсолютная отметка УГВ, м
14	1	2,0	3,0	73,0
	2	10,0	5,7	79,5
	3	5,5	4,0	75,5
	4	4,0	6,0	74,5
	5	5,0	2,0	78,6
	6	5,3	9,0	77,5
	7	8,5	10,0	79,8
	8	7,5	12,5	80,5
	9	8,0	7,5	78,5
	10	9,5	2,0	79,0
	11	11,3	8,6	81,4
	12	13,5	6,2	82,5
	13	15,1	4,5	83,5

	14	12,8	13,0	83,5
	15	10,0	13,0	82,0
	16	1,1	8,4	76,0
	17	12,0	4,2	81,0
	18	13,0	10,5	83,0
	19	16,0	10,0	84,6
№ варианта	№ скважины	Координата, X	Координата, Y	Абсолютная от- метка УГВ, м
15	1	4,3	8,6	96,0
	2	10,0	11,0	95,0
	3	2,0	2,5	94,8
	4	16,2	12,0	82,0
	5	22,7	14,5	95,5
	6	16,0	17,0	96,0
	7	13,5	6,0	94,0
	8	6,7	2,7	90,2
	9	6,5	5,2	83,0
	10	14,0	8,7	91,0
	11	10,5	7,3	91,0
	12	19,0	10,7	90,6
	13	11,5	14,0	91,0
	14	18,0	15,5	92,0
	15	11,3	2,6	96,0
	16	4,5	6,0	90,0
	17	17,5	7,0	96,5
	18	6,2	0,4	96,0
	19	20,0	13,5	90,0
№ варианта	№ скважины	Координата, X	Координата, Y	Абсолютная от- метка УГВ, м
16	1	2,5	2,6	148,0
	2	6,2	2,7	155,0
	3	3,9	7,6	163,0
	4	2,5	14,7	157,0
	5	6,7	17,7	155,0
	6	6,8	13,8	175,0
	7	12,6	12,5	165,0
	8	9,7	8,7	195,0
	9	7,2	6,6	176,0
	10	13,0	4,7	178,0
	11	17,3	2,8	155,0
	12	18,2	10,0	145,0
	13	9,8	15,5	160,0
	14	12,5	0,7	160,0
	15	0,7	10,2	154,0
	16	13,8	8,3	170,0
	17	3,3	12,6	165,0
	18	15,5	5,3	164,0
	19	5,8	10,3	180,0
№ варианта	№ скважины	Координата, X	Координата, Y	Абсолютная от- метка УГВ, м
17	1	5,8	10,3	180,0
	2	15,5	5,3	164,0
	3	3,3	12,6	165,0
	4	13,8	8,3	170,0
	5	0,7	10,2	154,0
	6	12,5	0,7	160,0
	7	9,8	15,5	145,0
	8	18,2	10,0	155,0
	9	17,3	2,8	178,0
	10	13,0	4,7	176,0

	11	7,2	6,6	195,0
	12	9,7	8,7	165,0
	13	12,6	12,5	175,0
	14	6,8	13,8	155,0
	15	6,7	17,7	157,0
	16	2,5	14,7	163,0
	17	3,9	7,6	155,0
	18	6,2	2,7	148,0
	19	2,5	2,6	
№ варианта	№ скважины	Координата, X	Координата, У	Абсолютная отметка УГВ, м
18	1	3,9	7,6	163,0
	2	2,5	14,7	167,0
	3	2,5	2,6	148,0
	4	6,2	2,7	165,0
	5	12,6	12,6	165,0
	6	9,7	8,7	195,0
	7	6,7	17,7	155,0
	8	6,8	13,8	175,0
	9	17,3	2,8	155,0
	10	18,2	10,0	145,0
	11	7,2	6,6	176,0
	12	13,0	4,7	178,0
	13	0,7	10,2	154,0
	14	13,8	8,3	170,0
	15	9,8	15,5	160,0
	16	12,5	0,7	160,0
	17	5,8	10,3	180,0
	18	15,6	5,3	164,0
	19	3,3	12,6	165,0
№ варианта	№ скважины	Координата, X	Координата, У	Абсолютная отметка УГВ, м
19	1	2,5	14,7	157,0
	2	6,7	17,7	155,0
	3	6,8	13,8	175,0
	4	2,5	2,6	148,0
	5	6,2	2,7	155,0
	6	3,9	7,6	163,0
	7	13,0	4,7	178,0
	8	17,3	2,8	155,0
	9	18,2	10,0	145,0
	10	12,6	12,5	165,0
	11	9,7	8,7	195,0
	12	7,2	6,6	176,0
	13	13,8	8,3	170,0
	14	3,3	12,6	165,0
	15	15,5	5,3	164,0
	16	9,8	15,5	160,0
	17	12,5	0,7	160,0
	18	0,7	10,2	154,0
	19	5,8	10,3	180,0
№ варианта	№ скважины	Координата, X	Координата, У	Абсолютная отметка УГВ, м
20	1	6,7	17,7	155,0
	2	6,8	13,8	175,0
	3	12,6	12,5	165,0
	4	9,7	8,7	195,0
	5	2,5	2,6	148,0
	6	6,2	2,7	155,0
	7	3,9	7,6	163,0

	8	2,5	14,7	157,0
	9	9,8	15,5	160,0
	10	12,5	0,7	160,0
	11	0,7	10,2	154,0
	12	13,8	8,3	170,0
	13	7,2	6,6	176,0
	14	13,0	4,7	178,0
	15	17,3	2,8	155,0
	16	18,2	10,0	145,0
	17	15,5	5,3	164,0
	18	3,3	12,6	165,0
	19	5,8	10,3	180,0
№ варианта	№ скважины	Координата, X	Координата, Y	Абсолютная отметка УГВ, м
21	1	10,0	5,7	79,5
	2	2,0	3,0	73,0
	3	4,0	6,0	74,5
	4	5,5	4,0	75,5
	5	5,3	9,0	77,5
	6	5,0	12,0	78,6
	7	7,5	12,5	80,5
	8	8,5	10,0	79,8
	9	9,5	2,0	79,0
	10	8,0	7,5	78,5
	11	13,5	6,2	82,5
	12	11,3	8,6	81,4
	13	12,8	13,0	83,5
	14	15,1	4,5	83,5
	15	1,1	8,4	76,0
	16	10,0	13,0	82,0
	17	16,0	10,0	84,6
	18	13,0	10,5	83,0
	19	12,0	4,2	81,0
№ варианта	№ скважины	Координата, X	Координата, Y	Абсолютная отметка УГВ, м
22	1	16,0	10,0	84,6
	2	13,0	10,5	83,0
	3	12,0	4,2	81,0
	4	1,1	8,4	76,0
	5	10,0	13,0	82,0
	6	12,8	13,0	83,5
	7	15,1	4,5	83,5
	8	13,5	6,2	82,5
	9	11,3	8,6	81,4
	10	9,5	2,0	79,0
	11	8,0	7,5	78,5
	12	7,5	12,5	80,5
	13	8,5	10,0	79,8
	14	5,3	9,0	77,5
	15	5,0	12,0	78,6
	16	4,0	6,0	74,5
	17	5,5	4,0	75,5
	18	10,0	5,7	79,5
	19	2,0	3,0	73,0
№ варианта	№ скважины	Координата, X	Координата, Y	Абсолютная отметка УГВ, м
	1	5,5	4,0	75,5
	2	4,0	6,0	74,5
	3	2,0	3,0	73,0
	4	10,0	5,7	79,5

23	5	8,5	10,0	79,8	
	6	7,5	12,5	80,5	
	7	5,0	12,0	78,6	
	8	5,3	9,0	77,5	
	9	11,3	8,6	81,4	
	10	13,5	6,2	82,5	
	11	8,0	7,5	78,5	
	12	9,5	2,0	79,0	
	13	10,0	13,0	82,0	
	14	1,1	8,4	76,0	
	15	15,1	4,5	83,5	
	16	12,8	13,0	83,5	
	17	16,0	10,0	84,6	
	18	13,0	10,5	83,0	
	19	12,0	4,2	81,0	
	№ варианта	№ скважины	Координата, X	Координата, Y	Абсолютная отметка УГВ, м
	24	1	4,0	6,0	74,5
		2	5,0	12,0	78,6
		3	5,3	9,0	77,5
4		2,0	3,0	73,0	
5		10,0	5,7	79,5	
6		5,5	4,0	75,5	
7		9,5	2,0	79,0	
8		11,3	8,6	81,4	
9		13,5	6,2	82,5	
10		8,5	10,0	79,8	
11		7,5	12,5	80,5	
12		8,0	7,5	78,5	
13		1,0	8,4	76,0	
14		12,0	4,2	81,0	
15		13,0	10,5	83,0	
16		15,1	4,5	83,5	
17		12,8	13,0	83,5	
18		10,0	13,0	82,0	
19		16,0	10,0	84,6	
№ варианта	№ скважины	Координата, X	Координата, Y	Абсолютная отметка УГВ, м	
25	1	5,0	12,0	78,6	
	2	5,3	9,0	77,5	
	3	8,5	10,0	79,8	
	4	7,5	12,5	80,5	
	5	2,0	3,0	73,0	
	6	10,0	5,7	79,5	
	7	5,5	4,0	75,5	
	8	4,0	6,0	74,5	
	9	15,1	4,5	83,5	
	10	12,8	13,0	83,5	
	11	10,0	13,0	82,0	
	12	1,1	8,4	76,0	
	13	8,0	7,5	78,5	
	14	9,5	2,0	79,0	
	15	11,3	8,6	81,4	
	16	13,5	6,2	82,5	
	17	13,0	10,5	83,0	
	18	12,0	4,2	81,0	
	19	16,0	10,0	84,6	
№ варианта	№ скважины	Координата, X	Координата, Y	Абсолютная отметка УГВ, м	
	1	2,0	3,0	73,0	

26	2	10,0	5,7	79,5
	3	5,5	4,0	75,5
	4	4,0	6,0	74,5
	5	5,0	12,0	78,6
	6	5,3	9,0	77,5
	7	8,5	10,0	79,8
	8	7,5	12,5	80,5
	9	8,0	7,5	78,5
	10	9,5	2,0	79,0
	11	11,3	8,6	81,4
	12	13,5	6,2	82,5
	13	15,1	4,5	83,5
	14	12,8	13,0	83,5
	15	10,0	13,0	82,0
	16	1,1	8,4	76,0
	17	12,0	4,2	81,0
	18	13,0	10,5	83,0
	19	16,0	10,0	84,6
	№ варианта	№ скважины	Координата, X	Координата, Y
27	1	17,7	7,4	218,0
	2	23,0	9,5	213,0
	3	17,8	4,1	212,0
	4	13,5	1,7	216,5
	5	13,8	4,5	223,0
	6	18,3	9,6	222,0
	7	20,0	12,1	223,0
	8	10,0	14,0	232,0
	9	15,0	9,0	227,0
	10	8,5	3,5	229,0
	11	4,5	4,0	238,0
	12	10,0	6,5	232,0
	13	11,0	10,5	237,5
	14	13,5	13,0	237,5
	15	6,0	7,2	240,0
	16	8,5	11,0	242,0
	17	9,3	15,7	250,0
	18	6,5	12,5	248,0
	19	2,5	11,0	252,0
№ варианта	№ скважины	Координата, X	Координата, Y	Абсолютная отметка УГВ, м
28	1	4,3	8,6	96,0
	2	2,0	2,5	94,8
	3	10,0	11,0	94,5
	4	13,5	6,0	94,0
	5	16,0	17,0	96,0
	6	22,7	14,5	95,5
	7	16,2	12,0	82,0
	8	6,5	5,2	93,0
	9	6,7	2,7	90,2
	10	10,5	7,3	91,0
	11	14,0	8,7	91,0
	12	14,5	14,0	91,0
	13	19,0	10,7	90,5
	14	11,3	2,6	96,0
	15	18,0	15,5	92,0
	16	17,5	7,0	96,5
	17	4,5	6,0	90,0
	18	20,0	13,5	90,0
	19	6,2	0,4	96,0

№ варианта	№ скважины	Координата, X	Координата, Y	Абсолютная отметка УГВ, м
29	1	9,3	15,7	250,0
	2	8,5	11,0	242,0
	3	2,5	11,0	252,0
	4	6,5	12,5	248,0
	5	11,0	10,5	237,5
	6	10,0	6,5	232,0
	7	6,0	7,2	240,0
	8	13,5	13,0	237,5
	9	15,0	9,0	227,0
	10	18,0	14,0	232,0
	11	4,5	4,0	238,0
	12	8,5	3,5	229,0
	13	13,0	4,5	223,0
	14	13,5	1,7	216,5
	15	20,0	12,1	223,0
	16	18,3	9,6	222,0
	17	17,7	7,4	218,0
	18	23,0	9,5	213,0
	19	17,8	4,1	212,0
№ варианта	№ скважины	Координата, X	Координата, Y	Абсолютная отметка УГВ, м
30	1	8,5	11,0	242,0
	2	6,0	7,2	240,0
	3	13,5	13,0	237,5
	4	2,5	11,0	252,0
	5	6,5	12,5	248,0
	6	9,8	15,7	250,0
	7	8,5	3,5	229,0
	8	15,0	9,0	227,0
	9	18,0	14,0	232,0
	10	11,0	10,5	237,5
	11	10,0	6,5	232,0
	12	4,5	4,0	238,0
	13	13,5	1,7	216,5
	14	17,8	4,1	212,0
	15	23,0	9,5	213,0
	16	20,0	12,1	223,0
	17	18,3	9,6	222,0
	18	13,1	4,5	223,0
	19	7,7	7,4	218,0

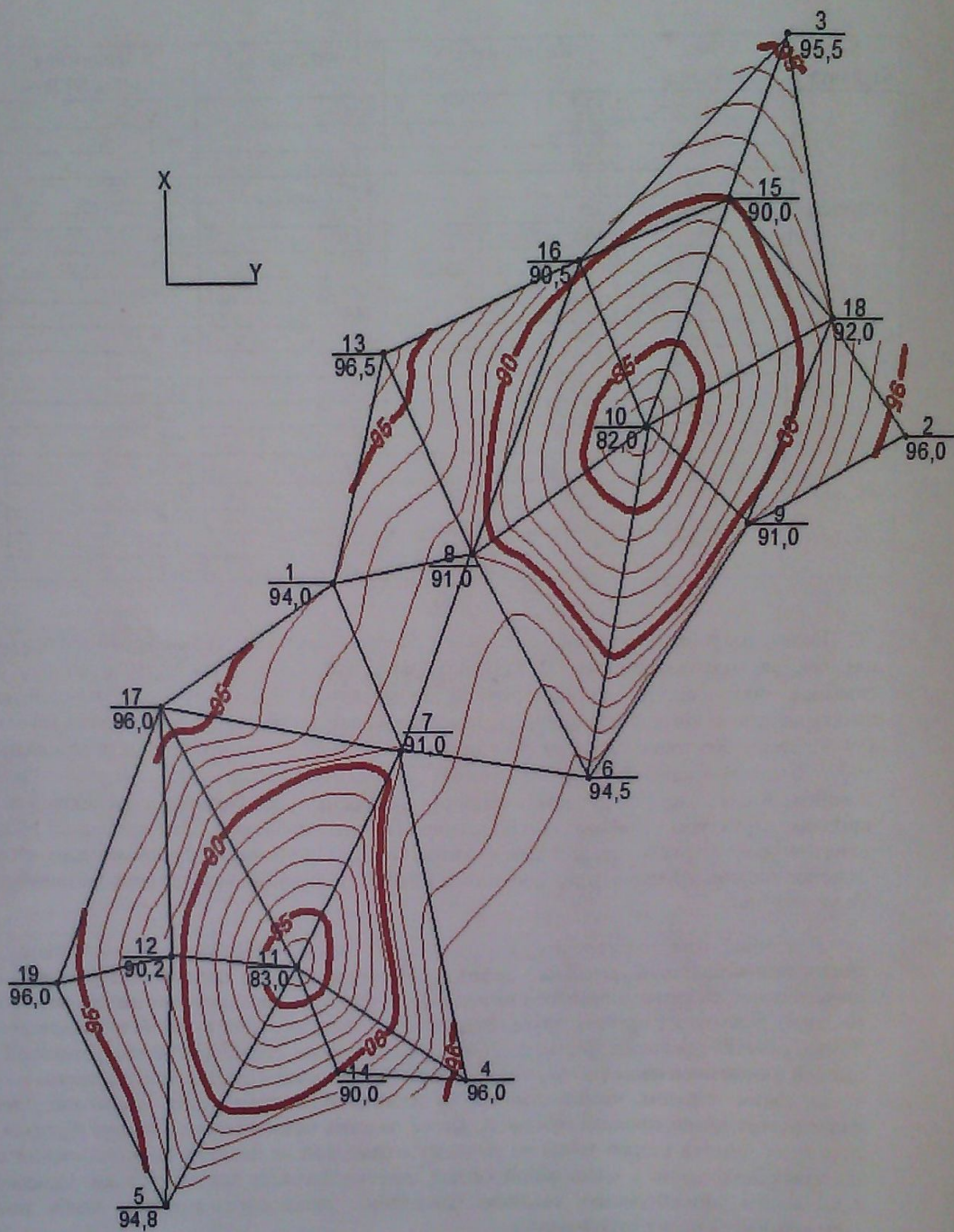
Пример решения задания (образец)

№ варианта	№ скважины	Координата, X	Координата, Y	Абсолютная отметка УГВ, м
образец	1	13,5	6,0	94,0
	2	16,0	17,0	96,0
	3	22,7	14,5	95,5
	4	4,3	8,6	96,0
	5	2,0	2,5	94,8
	6	10,0	11,0	94,5
	7	10,5	7,3	91,0
	8	14,0	8,7	91,0
	9	14,5	14,0	91,0
	10	16,2	12,0	82,0
	11	6,5	5,2	83,0
	12	16,7	2,7	90,2
	13	17,5	7,0	96,5
	14	4,5	6,0	90,0
	15	20,2	13,5	90,0
	16	19,0	10,7	90,5
	17	11,3	2,6	96,0
	18	18,0	15,5	92,0
	19	6,2	0,4	96,0

Линии, соединяющие точки с равными абсолютными отметками уровней грунтовых вод, называются гидроизогипсами. В заданном масштабе наносят на карту план расположения скважин, обозначая их жирной точкой диаметром 1 мм. Справа от каждой скважины записывают в числителе ее номер, а в знаменателе абсолютную отметку уровня грунтовых вод (УГВ). Затем все точки скважин соединяют между собой так, чтобы они образовали систему треугольников, в каждой вершине которых должна находиться точка скважины. Необходимо помнить, что не следует соединять линиями скважины, расположенные на противоположных крыльях структуры. Выбрав сечение гидроизогипс, проводим интерполяцию абсолютных отметок уровня грунтовых вод между скважинами. Одинаковые (одноименные) абсолютные отметки уровней грунтовых вод соединяем плавными линиями (изолиниями) и получаем карту гидроизогипс.

Для простоты построения карты гидроизогипс способом треугольников следует пользоваться палеткой (высотной арфой), состоящей из ряда параллельных линий. Палетку вычерчивают на кальке или плотном целлофане, проводя параллельные линии на одинаковом (2-5 мм) расстоянии друг от друга. Выполняется интерполяция в такой последовательности. Точки, отметки уровней которых подлежат интерполяции, соединяют вспомогательной прямой линией (после окончания работы линия может быть стерта). Палетка накладывается на одну из точек таким образом, чтобы отметка на палетке и отметка точки совпали. Эта точка фиксируется путем прокола булавкой. Далее палетка поворачивается вокруг булавки до тех пор, пока отметка второй точки не совпадет с отметкой на палетке. На пересечении отрезка, соединяющего точки с масштабной сеткой палетки, находят искомые точки. Целесообразно производить интерполяцию, соединяя ближайшие точки отрезками так, чтобы последние образовывали в плане треугольники.

Карта гидроизогипс грунтовых вод (сечение гидрорельефа – 1м)



ЗАДАНИЕ №12

Определите пригодность подземной воды для хозяйственно-питьевых целей. Химический состав воды (табл. 14) пересчитать из ионной формы в эквивалентную, а затем в процент-эквивалентную форму. Полученные значения выразить в табл. 12.

Таблица 12

Химический состав подземной воды

Ионы	Содержание		
	мг/л	мг-экв/л	%-экв
1	2	3	4
HCO ₃ ⁻			
SO ₄ ⁻			
Cl			
Σа			
Ca ²⁺			
Mg ²⁺			
Na ⁺			
Σк			

Примечание: Σа и Σк – сумма анионов и сумма катионов, соответственно

При пересчете анализа воды, выраженного в ионной форме, в эквивалентную необходимо использовать табл. 13–14

Таблица 13

Коэффициенты для перерасчета содержания в воде главных ионов из мг/л в мг-экв/л

Ионы	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Cl	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺
Коэффициент	0,0164	0,0208	0,02820	0,0499	0,0822	0,0435

Для перехода от эквивалентной формы к процент-эквивалентной форму сумму анионов и катионов принимают за 100% и находят процент каждого компонента от указанной суммы.

Расчет ведется по формуле:

$$\% \text{-экв} = \frac{a}{\Sigma a + \Sigma k} \cdot 100, \quad (1)$$

где a – количество эквивалентов данного иона; $\Sigma a + \Sigma k$ – сумма эквивалентов анионов и катионов.

Таблица 14

Анализ химического состава подземных вод

№ варианта	Температура T, °C	pH	Q, л/сут	Содержание основных ионов, мг/л					
				HCO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺
1	11	7,3	1200	180	15	20	30	13	30
2	15	8,2	90305	3505	22	292	11	46	161
3	26	7,3	7640	830	66	14	24	35	83
4	18	7,5	18290	6195	93	345	19	66	259
5	45	8,4	30520	228	6	4	2,7	6,1	32
6	17	7,1	45100	962	637	732	8	9	706
7	9	8,1	21477	320	322	270	2,3	2	443
8	12	7,5	260301	3201	7412	155	8	9,02	317
9	18	6,8	525601	210	90	8653	2,2	3,1	2300
10	31	6,9	371202	255	96	537	4	0,02	259
11	24	7,5	7677	305	67	58	11	2,9	104
12	19	6,9	17839	617	18,9	3,2	3	4,9	45,1
13	18	7,8	34639	386	420	106	0,25	6,5	77
14	40	6,3	592000	1000	73	12	1	1,9	229
15	53	8,5	5793	408	183	6245	6,3	4	3438
16	9	8,3	731829	358	110	559	8,2	22	231
17	82	7,1	305407	264	4846	5395	1,71	34	131
18	17	6,9	90505	304,9	75	58,1	5,5	3,5	120
19	21	6,3	249105	385,4	501	66	4,1	4,4	85,3
20	19	7,5	51309	140,9	176,4	182,3	0,3	0,9	55,6
21	11	8,5	75693	175	5,8	13,8	7,1	5,23	59,8
22	9	6,9	475561	149,4	197,6	19,1	8,01	7,01	129,2
23	120	4,8	17918	-	164,9	2152,1	6	10,2	1217
24	23	7,3	17280	233	11	9	3,3	15	49
25	45	7,5	8640	65	295	850	2,1	-	453
26	8	7,3	10020	865	117	47	7,5	19	85
27	26	8,1	43200	342	115	201	7,3	1,55	252
28	14	7,5	259200	45	0	37	2,2	2,34	52
29	7	4,3	1786	-	5986	23	11	7	198,6
30	15	7,8	16375	987	63	25	8,5	-	85

Определите пригодность подземной воды для хозяйственно-питьевых целей.

1. Определить общую минерализацию и общую жесткость подземных вод (табл. 15–16).

В связи с тем, что при анализе воды сухой остаток не определялся, вычисляют его приближенно. При выпаривании все негазообразные растворенные вещества, кроме гидрокарбонат-иона, переходят в сухой остаток. Гидрокарбонат-ион распадается по уравнению $2\text{HCO}_3^- \rightarrow \text{CO}_3^{2-} + \text{CO}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}\uparrow$. При этом в виде двуоксида углерода и паров воды теряется 0,5 его весового количества. Экспериментально определенный сухой остаток всегда больше вычисленного (с учетом 0,5 HCO_3^-), иногда на 5–12 %. Учитывая это, общую минерализацию M , мг/л, приближенно вычисляют по формуле

$$M = 1,1 \cdot (0,5 \cdot \text{HCO}_3^- + \text{SO}_4^{2-} + \text{Cl}^- + \text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+} + \text{Na}^+), \quad (2)$$

2. Определить вид сульфатной агрессии воды (табл. 17).

3. Классифицировать воду по температуре, концентрации водородных ионов или активной реакции pH (табл. 18, 19).

4. Определить величину коэффициента коррозии K_k (табл. 20):

$$\text{для кислых вод: } K_k = r\text{H}^+ + r\text{Al}^{3+} + r\text{Fe}^{2+} - r\text{CO}_3^{2-} - r\text{HCO}_3^-; \quad (3)$$

$$\text{для щелочных вод: } K_k = r\text{Mg}^{2+} - r\text{HCO}_3^-; \quad (4)$$

где r – эквивалентное содержание ионов.

Таблица 15

Классификация природных вод по величине общей минерализации

Группа	Минерализация, г/л
Ультраосновные	До 0,2
Пресные	0,2 – 1,0
Слабосоленоватые	1,0 – 3,0
Солоноватые	3,0 - 10
Соленые	10 - 50
Слабые рассолы	50 - 100
Крепкие рассолы	>100

Таблица 16

Классификация природных вод по величине общей жесткости

Оценка воды	Общая жесткость, мг-экв/л
Очень мягкая	До 1,5
Мягкая	1,5 – 3,0
Умеренно жесткая	3,0 – 6,0
Жесткая	6,0 – 9,0
Очень жесткая	>9,0

Таблица 17

Классификация агрессивности природных вод по содержанию сульфатности

Степень агрессивного воздействия	Содержание сульфатов в пересчете на ионы SO_4^{2-} , мг/л
Неагрессивная	<250
Слабоагрессивная	250 – 800
Агрессивная	>800

Таблица 18

Классификация подземных вод по температуре

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

Таблица 19

Классификация природных вод по величине рН

Характеристика воды	рН
Очень кислая	<5
Кислая	$5 \leq \text{pH} < 7$
Нейтральная	7
Щелочная	$7 < \text{pH} \leq 9$
Высокощелочная	>9

Таблица 20

Классификация природных вод по величине коэффициента коррозии K_k

Характеристика воды	Коэффициент коррозии K_k
Коррозирующая	$K_k \geq 0$
Полукоррозирующая	$K_k < 0$, но $K_k + 0,05Ca^{2+} > 0$
Некоррозирующая	$K_k + 0,05Ca^{2+} < 0$

5. Написать формулу М.Г. Курлова и назвать тип воды.

Формула М. Г. Курлова – стандартный вид записи информации о природной воде и источнике. Она представляет из себя псевдодробь:

$$SGM \frac{A \max A \text{med} A \min}{C \max C \text{med} C \min} pHTD, \quad (5)$$

где S- нерастворимые примеси типа железа и т.д.; G- газы (например, CO_2); M – минерализация, г/л; A – содержащиеся в воде анионы, расположенные в убывающем порядке по значению, %-экв. В общей сумме должно быть 100 %-экв анионов; C – содержащиеся в воде катионы, расположенные в убывающем порядке по значению %-экв (в общей сумме должно быть 100 %-экв анионов); рН – кислотность воды (1- HCl до 12 – KOH); T – температура воды, $^{\circ}C$; D – дебит источника ($m^3/сут$).

Упрощенно формулу Курлова можно представить:

$$M \frac{\text{анионы}}{\text{катионы}}, pH, T, Q, \quad (6)$$

где содержание анионов и катионов принимается по 100 %.

ЗАДАНИЕ №13

Определите дебит и рентабельность скважины. Выбор формул для расчета определяется гидравлическими свойствами водоносных горизонтов, гидродинамическим совершенством скважин, взаимодействием скважин между собой, близостью рек и водоемов к эксплуатационным скважинам.

По данным табл. 17 определить приток воды к совершенной скважине (для вариантов: 1-10, 16-20); к несовершенной скважине (для вариантов: 11-15, 21-30) в грунтовых водах (рис. 1).

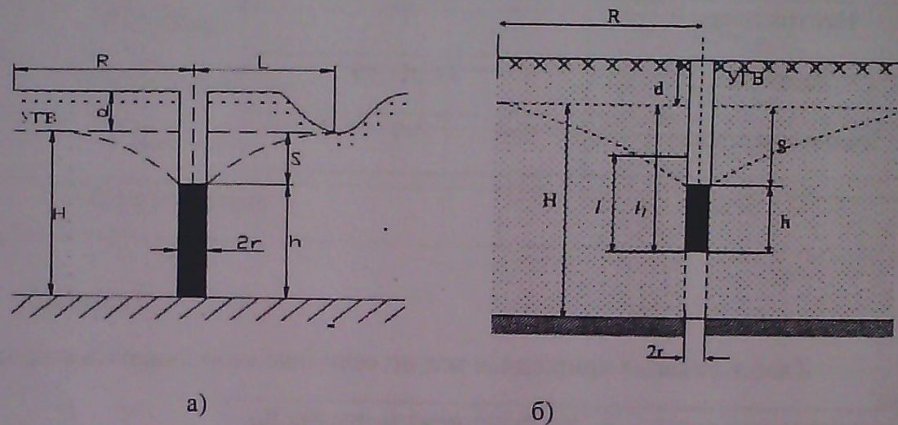


Рис. 1. Схема для определения притока воды в грунтовом горизонте к скважинам: а – совершенной; б – несовершенной; d – глубина залегания УГВ, м; H – мощность водоносного горизонта, м; S – понижение уровня воды, м; 2r – диаметр скважины, мм; K_ф – коэффициент фильтрации, м/сут; L – расстояние от скважины до водоема, м

Приток воды к *совершенной* скважине в безнапорном водоносном горизонте определяется по формуле

$$Q = \frac{1,366 \cdot K_{\phi} \cdot (2H - S) \cdot S}{\lg \frac{R}{r}}, \text{ м}^3/\text{сут}, \quad \text{при } L > 0,5 R; \quad (7)$$

$$Q = \frac{1,366 \cdot K_{\phi} \cdot (2H - S) \cdot S}{\lg \frac{2L}{r}}, \text{ м}^3/\text{сут}, \quad \text{при } L \leq 0,5 R, \quad (8)$$

где R – радиус влияния скважины:

$$R = 2 \cdot S \cdot \sqrt{H \cdot K_{\phi}}, \text{ м}, \quad (9)$$

Приток воды к *несовершенной* скважине в безнапорном водоносном горизонте определяется по формуле

$$Q = \frac{1,366 \cdot K_{\phi} \cdot (2H - S) \cdot S}{\lg \frac{R}{r} + 0,217 \varepsilon}, \text{ м}^3/\text{сут}, \quad (10)$$

где $\varepsilon = f\left(\frac{l}{m}, \frac{m}{r}\right)$ - фильтрационное сопротивление, определяемое по табл. Н.Н.Веригина (в нашем случае табл.21).

Таблица 21

Значение дополнительного сопротивления ε в зависимости от соотношения l/m и m/r

1/m	m/r									
	0,5	1	3	10	30	100	200	500	1000	2000
0,1	0,00391	0,122	2,04	10,4	24,3	42,8	53,8	65,9	79,6	90,9
0,3	0,00297	0,0907	1,29	4,79	9,2	14,5	17,7	21,6	24,9	28,2
0,5	0,00165	0,0494	0,656	2,26	4,21	6,5	7,86	9,64	11,0	12,4
0,7	0,000546	0,0167	0,237	0,879	1,69	2,07	3,24	4,01	4,58	5,19
0,9	0,000048	0,0015	0,025	0,128	0,3	0,528	0,664	0,846	0,983	1,12

$$l = l_1 - \frac{S}{2} - \text{расчетная длина затопления фильтра, м;} \quad (7)$$

$$m = H - \frac{S}{2} - \text{расчетная мощность водоносного пласта, м.} \quad (8)$$

Таблица 22

Исходные данные для выполнения задания № 13

№ варианта	Абсолютные отметки, м				Глубина залегания УТВ d, м	Мощность водоносного горизонта, H, м	Понижение уровня S, м	Коэффициент фильтрации K _ф , м/сут	Расстояние до водоема L, м	Диаметр скважины 2r, мм	Длина водоприемной части фильтра l ₁
	устья скважины	статического уровня	динамического уровня	кровли водоупора							
1	-	92,1	90,1	77,5	3,5	-	-	2,7	59,0	203	-
2	-	28,8	-	15,0	1,5	-	4,4	6,0	81,0	305	-
3	-	67,3	64,8	-	3,7	9,4	-	13,1	27,7	159	-
4	55,8	52,5	-	-	-	9,3	4,2	19,6	75,0	108	-
5	97,8	-	-	79,6	4,7	-	4,1	4,9	61,0	203	-
6	-	32,1	-	16,1	1,5	-	4,4	9,3	84,0	305	-
7	71,3	-	64,8	-	3,7	9,4	-	13,4	30,0	152	-
8	54,8	52,5	-	40,0	-	-	5,2	18,6	74,0	114	-
9	-	93,4	90,4	78,5	3,3	-	-	3,8	60,0	203	-
10	31,4	-	-	-	1,5	18,3	4,4	7,1	82,0	305	-

№ варианта	Абсолютные отметки, м				Глубина залегания УГВ d, м	Мощность водоносного горизонта, H, м	Понижение уровня S, м	Коэффициент фильтрации K _ф , м/сут	Расстояние до водоёма L, м	Диаметр скважины 2r, мм	Длина водоприемной части фильтра l ₁
	устья скважины	статического уровня	динамического уровня	кровли водоупора							
11	33,6	-	27,7	-	1,5	16,0	-	9,3	-	305	11,8
12	71,3	-	64,8	-	3,7	9,4	-	13,4	-	152	6,2
13	-	52,5	-	40,0	2,3	-	5,2	18,6	-	114	8,0
14	-	93,4	90,4	78,5	3,3	-	-	3,8	-	203	12,4
15	31,4	-	-	-	1,5	18,3	4,4	7,1	-	305	9,6
16	-	52,5	-	35,9	6,4	-	1,1	22,7	78,0	108	-
17	-	95,4	91,4	-	2,3	15,9	-	4,8	61,0	203	-
18	32,5	-	-	-	1,5	18,3	4,4	8,2	83,0	305	-
19	-	70,5	64,8	-	3,7	9,4	-	13,4	32,0	152	-
20	56,9	52,5	-	-	-	15,9	3,1	20,7	76,0	114	-
21	-	52,5	-	35,9	6,4	-	1,1	22,7	-	108	12,1
22	97,7	95,4	91,4	-	-	15,9	-	4,8	-	203	13,3
23	-	31,0	-	-	1,5	18,3	4,4	8,2	-	305	10,5
24	74,2	-	64,8	-	3,7	8,9	-	13,4	-	152	8,9
25	56,9	52,5	-	-	-	15,3	3,1	20,7	-	114	10,1
26	-	92,1	90,1	-	3,5	14,6	-	2,7	-	203	11,3
27	-	-	-	-	1,5	18,3	4,4	6,0	-	305	8,5
28	-	67,3	64,8	3,7	3,7	9,4	-	13,1	-	159	5,9
29	55,8	52,5	-	-	-	9,8	4,2	19,6	-	108	9,0
30	-	93,1	89,0	4,7	4,7	13,5	-	4,9	-	203	13,5