

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Брянский государственный аграрный университет»

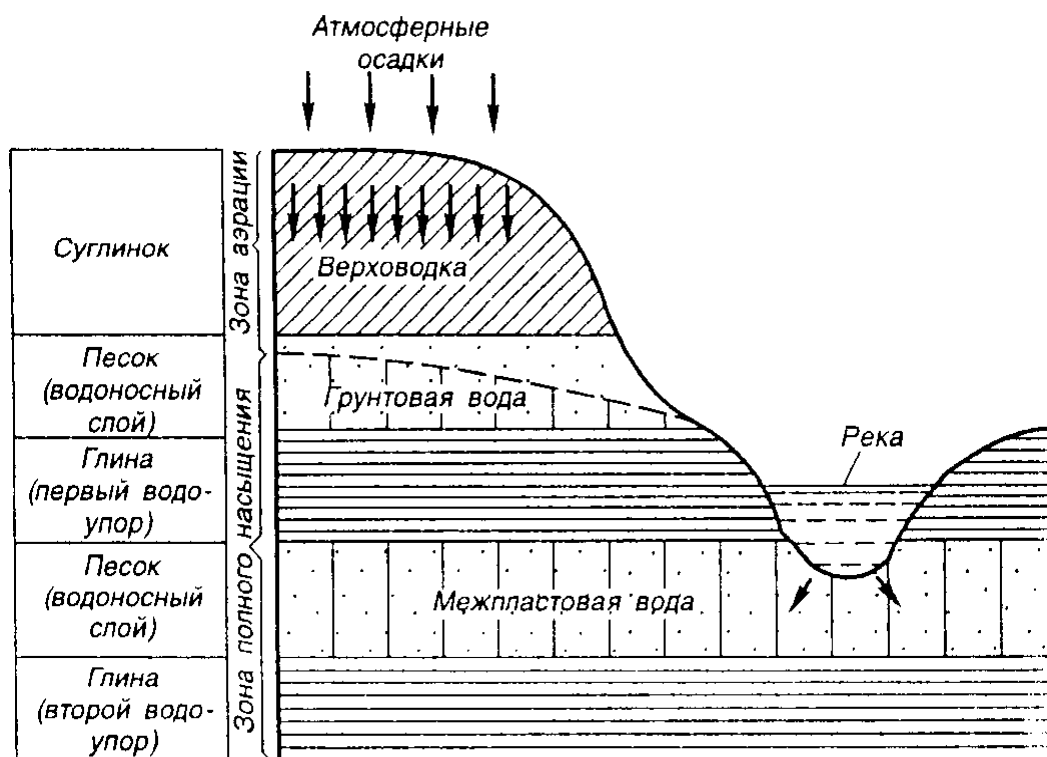
Кафедра «Природообустройства и водопользования»

Байдакова Е. В., Кровопускова В. Н.

## Гидрогеология и основы геологии (переиздание)

Учебно-методическое пособие

для практических занятий студентов очной и заочной форм обучения  
по направлениям: 20.03.02 Природообустройство и водопользование  
и 21.03.02 Землеустройство и кадастры



Брянская область  
2025

УДК 556 (076)  
ББК 26.22  
Б 18

Байдакова, Е. В. **Гидрогеология и основы геологии: учебно-методическое пособие** для практических занятий студентов очной и заочной форм обучения по направлениям 20.03.02 Природообустройство и водопользование 21.03.02 Землеустройство и кадастры / Е. В. Байдакова, В. Н. Кровополюкова. – Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2025. – 40 с.

Даны методические рекомендации по курсу «Гидрогеология и основы геологии», для практических занятий студентов очной и заочной форм обучения по направлениям: 20.03.02 природообустройство и водопользование и 21.03.02 землеустройство и кадастры.

Рецензенты:

д.т.н., доцент кафедры Природообустройства и водопользования Василенков С.В. (ФГБОУ ВО Брянский ГАУ),  
зав. кафедрой автоматизации, физики и математики, к.т.н., доцент Безик В.А. (ФГБОУ ВО Брянский ГАУ).

*Рекомендовано к изданию на заседании учебно-методической комиссии института энергетики и природопользования Брянского ГАУ, протокол №4 от 30 января 2025 года.*

© Брянский ГАУ, 2025  
© Байдакова Е.В., 2025

# 1 СОДЕРЖАНИЕ РАБОТ И ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ

По предмету «Гидрогеология и основы геологии» студент выполняет шесть работ, связанных с обработкой некоторых результатов гидрогеологических исследований, состоящих из текста и графических приложений.

В методических указаниях приведены результаты отдельных видов геологических и гидрогеологических исследований. Используя эти результаты, следует по одному из вариантов выполнить следующие работы:

1. Построить гидрогеологический разрез по одной из линий, указанных на картах (рис. 1,2).
2. Составить схематическую геолого-литологическую карту.
3. Построить карту гидроизогипс.
4. Построить карту глубины залегания уровня грунтовых вод (карту гидроизобат).
5. Обработать и оценить химический состав подземных вод.
6. Составить схему откачки и рассчитать коэффициенты фильтрации по результатам опытной кустовой откачки.
7. Используя результаты работ 1-6, написать пояснительную записку.

Номер варианта для выполнения работы соответствует сумме двух последних цифр шифра – номера зачетной книжки. Например при шифре 89310, номер варианта 1, при шифре 89387 номер варианта 15 и т. п.

Разрезы, таблицы, схемы выполняются на миллиметровке. Карта может быть представлена на кальке. Текст пишется разборчиво от руки или набирается на компьютере, на отдельных листах бумаги. При этом следует оставлять поля для замечаний и отметок преподавателя, проверяющего работу.

Форма титульного листа и дополнительные сведения по оформлению работы сообщаются студентам соответствующей кафедрой института во время лекций и практических занятий.

Работа должна быть проверена и защищена студентом до начала экзаменационной сессии.

## **2 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ РАБОТ**

### **2.1 Построение гидрогеологического разреза по скважинам**

В таблицах (2 и 3) в зависимости от номера варианта находятся данные для построения разреза. Разрез строится на миллиметровке или на белой чистой бумаге в масштабах (вертикальном и горизонтальном). Горизонтальный масштаб следует взять равным масштабу карты (рис. 1,2). Вертикальный масштаб разреза принять равным 1:100.

На картах (рис. 1 и рис. 2) показаны линии для построения гидрогеологических разрезов по всем 19 вариантам. В соответствии с номером Вашего варианта, линию разреза с карты (рис. 1 и рис. 2) следует перенести в горизонтальном положении в верхнюю часть листа бумаги, где Вы собираетесь строить разрез. Линия разреза должна пройти через скважины, указанные в таблице 1 по каждому варианту. Если линия разреза на карте ломаная, то общая длина горизонтальной линии должна быть равной сумме всех прямых отрезков, показанных на карте (рис. 1, 2). Начало линии должно быть в 6 - 7 сантиметрах от левого края листа бумаги и вся линия должна проходить в 5 см от верхнего края листа бумаги (рис. 3.1.)

С помощью измерителя или линейки на горизонтально проведенную линию наносятся скважины, расположенные на линии разреза, точки пересечения линии разреза с горизонталями, берегами рек, озер, каналов (рис. 3.1).

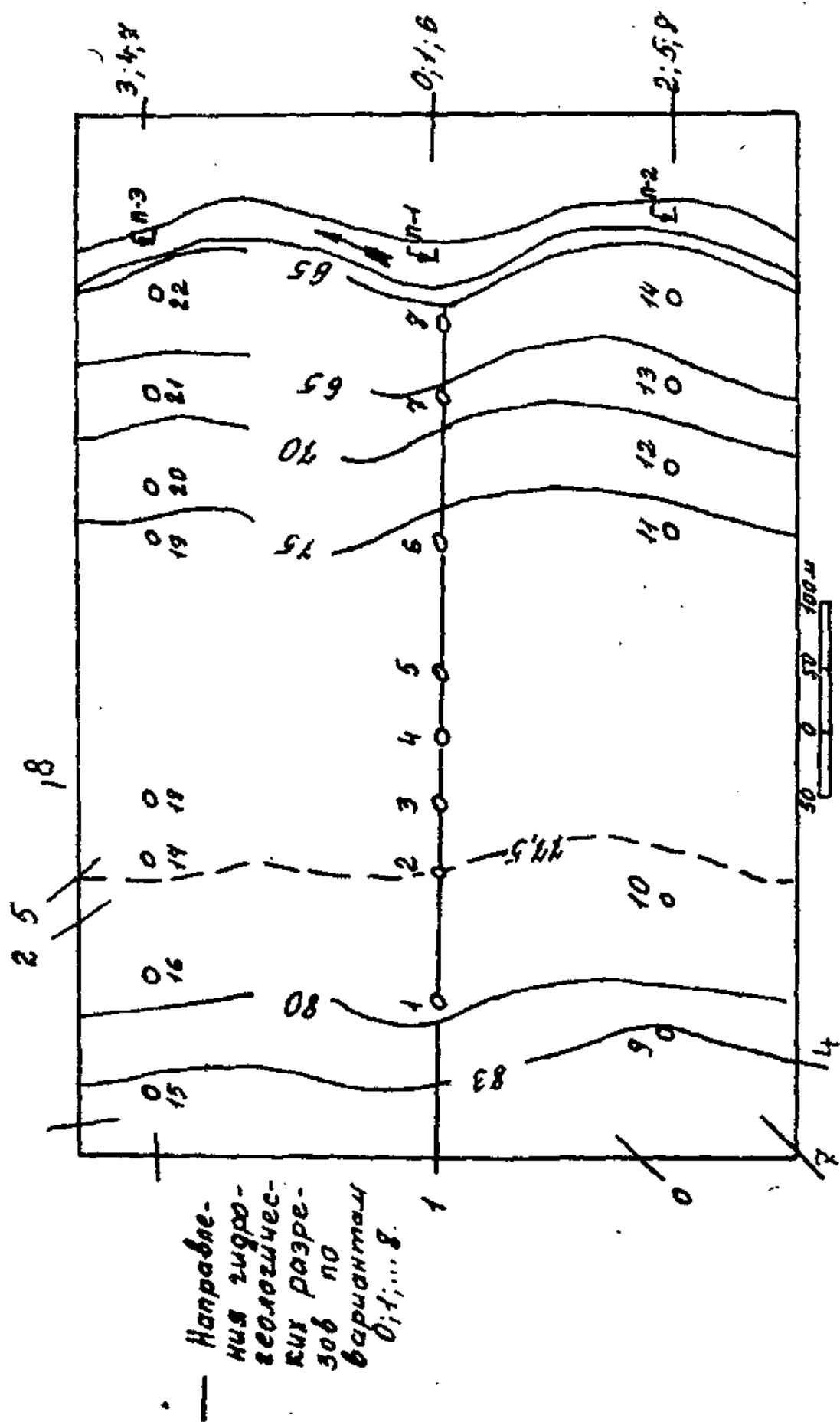
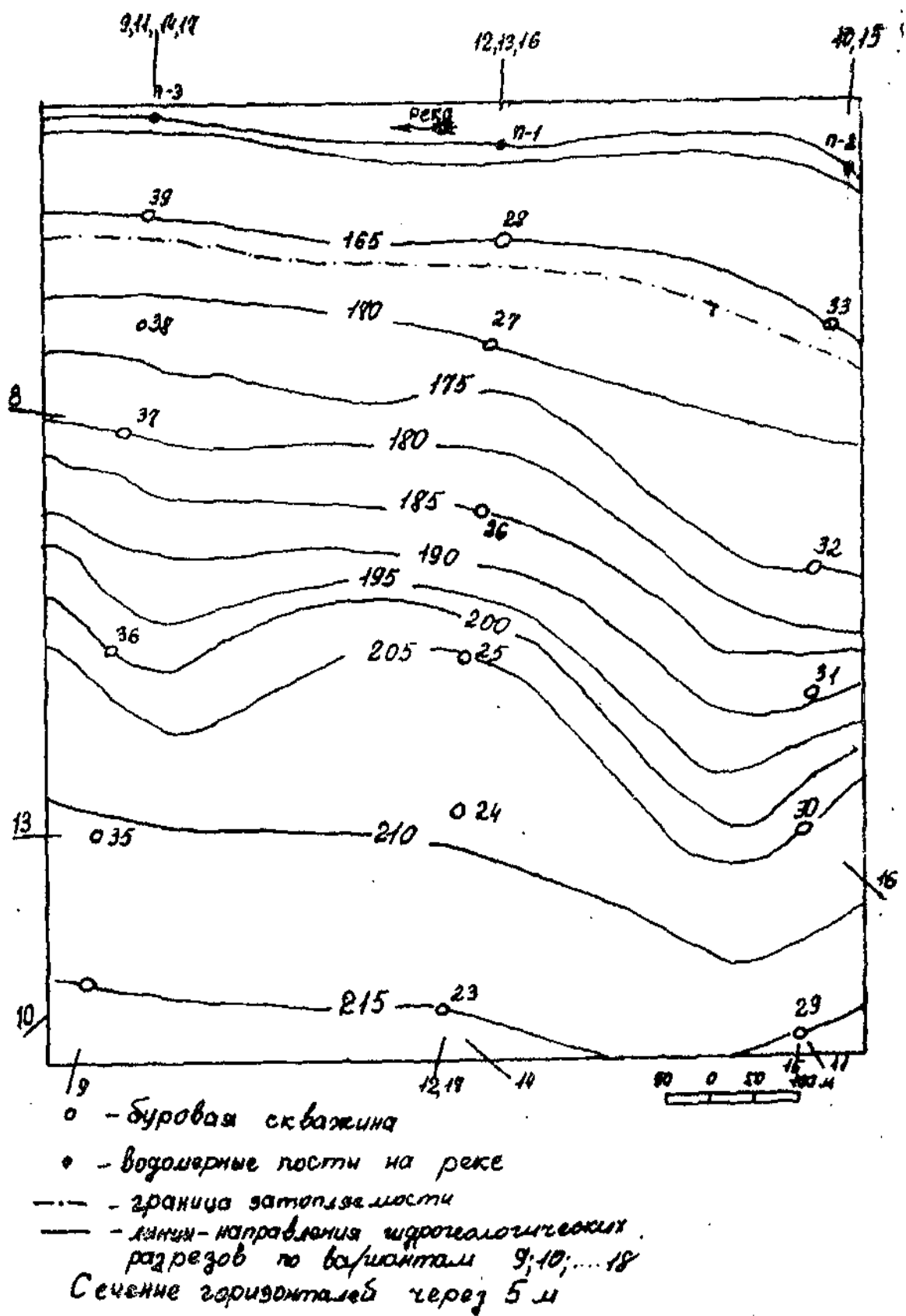


Рис. 1. Карта. Направления гидрогеологических разрезов по вариантам (0,1—8)



Слева от горизонтальной линии в расстоянии 5 - 10 мм и ниже ее на 5 - 10 мм строится вертикальная шкала в масштабе 1:100 с указанием абсолютных отметок через каждые два метра (рис. 3.1). Максимальная отметка шкалы определяется абсолютной отметкой самой высокой точки на поверхности земли по линии разреза. Это может быть максимальная абсолютная отметка устья скважины, из всех скважин, расположенных на линии разреза. В другом случае (рис. 3.1.) это будет максимальная абсолютная отметка горизонтали. Эта максимальная отметка округляется до целого числа только в сторону завышения.

Таблица 1 - Номера скважин и водомерных постов для построения гидро-геологических разрезов по вариантам

Номера вариантов	Номера скважин и водомерных постов на линии разреза
По карте 1 (рис. 1)	
0	17—5—6—7—8 (П-1)
1	1—2—3—4—5—6—7—8—(П-1)
2	17—4—11—12—13—14—(П-2)
3	15—16—17—18—19—20—21—22—(П-3)
4	9—17—18—19—20—21—22— (П-3)
5	18—6—13—14—(П-2)
6	15—2—3—4—5—6—7—8—(П-1)
7	9—3—19—20—21—22— (П-3)
8	18—2—11—12—13—14—(П-2)
По карте 2 (рис. 2)	
9	(П—3)—39—38—37—36—35—34
10	(П—2)—33—25—34
11	(П—3)—39—38—37—25—29
12	(П—1)—28—27—26—25—24—23
13	35—24—25—26—27—28— (П-1)
14	(П—3)—39—38—37—36—23
15	(П—2)—33—32—31—30—29
16	(П—1)—28—27—26—25—30
17	(П—3)—39—26—25—24—23
18	37—26—32—33— (П-2)

Пояснение к таблицам 2, 3

Г – Глина

СГ1 – Суглинок лессовидный

СГ2 – Суглинок не слоистый ледниковый

СП – Супесь

ПМ – Песок мелкозернистый

ПР – Песок разномзернистый

Минимальная отметка шкалы соответствует минимальной отметке дна забоя скважины. Эта отметка также округляется до целого числа, но в сторону занижения. Для получения абсолютных отметок дна (забоя) каждой скважины необходимо из абсолютной отметки устья (табл. 2, 3, графа 2) вычесть глубину данной скважины (табл. 2, 3). Глубина скважины равна сумме мощностей всех пород, вскрытых при бурении данной скважины; по каждой скважине, находящейся на линии разреза данного варианта надо сложить цифры, указанные в графах 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 (табл. 2) или графах 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 в таблице 3. Полученную сумму надо вычесть из абсолютной отметки устья данной скважины. Из всех результатов (по количеству скважин на линии разреза) выбрать минимальный результат и отбросить его дробную часть. Целая часть и будет минимальной отметкой шкалы высот. Шкала высот строится в пределах максимальной и минимальной отметок в выбранном вертикальном масштабе (1:100) (рис. 3.1).



Таблица 2 - Горные породы и подземные воды к карте 1

Номер скважины	Абсолютная отметка устья (м)	Вскрытые породы							Абсолютная отметка уровня грунтовых вод										Абсолютная отметка уровня грунтовых вод (м)	
		СГ1 dQ <sub>IV</sub>	ПР, aQ <sub>IV</sub>	СП, aQ <sub>III</sub>	ГР, aQ <sub>III</sub>	ПМ, K <sub>I</sub>	Г, I <sub>3</sub>	И, C <sub>3</sub>	Варианты										появление уровня	установ. уровень
									0	1	2	3	4	5	6	7	8			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
1	79,3	0,3	-	5,0	3,5	-	1,0	-	71,3	71,0	70,7	70,5	70,3	71,5	71,7	71,9	72,1	-	-	
2	77,0	1,0	-	4,5	4,0	-	3,0	4,0	70,5	70,2	70,0	69,8	69,6	70,7	70,9	71,2	71,4	64,5	70,3	
3	76,8	1,1	-	4,3	4,0	-	0,5	-	69,1	68,8	68,6	68,4	68,2	69,3	69,6	69,9	70,2	-	-	
4	76,5	1,1	-	3,8	5,2	-	3,1	3,0	68,4	68,0	67,8	67,5	67,2	68,6	68,8	69,0	69,2	64,3	68,1	
5	76,7	0,8	-	4,0	4,0	-	1,5	-	67,8	67,4	67,2	67,0	66,8	68,0	68,3	68,5	68,7	-	-	
6	75,4	0,7	-	4,0	3,8	-	3,0	12,0	68,5	68,2	68,0	67,8	67,6	68,8	69,0	69,2	69,4	63,9	65,0	
7	67,6	0,1	-	2,1	3,2	-	2,0	-	64,2	64,0	63,7	63,5	63,3	64,5	64,7	64,9	65,1	-	-	
8	65,0	-	4,1	-	5,8	-	-	1,0	63,0	62,7	62,5	62,3	62,0	63,3	63,5	63,8	64,0	-	-	
9	85,1	1,7	-	-	-	10,0	9,0	2,0	75,0	74,8	74,6	74,3	74,1	75,2	75,4	75,6	75,8	64,4	70,5	
10	76,2	1,0	-	4,8	3,9	-	3,4	6,0	71,1	70,8	70,6	70,3	70,0	71,3	71,5	71,8	72,0	63,1	66,0	
11	75,6	0,9	-	4,2	3,7	-	3,2	5,0	68,4	68,2	68,0	67,8	67,5	68,6	68,8	69,0	69,2	63,6	65,1	
12	72,8	0,5	-	3,0	6,5	-	4,0	1,0	66,6	66,1	65,8	65,6	65,3	66,9	67,1	67,3	67,5	61,8	63,8	
13	67,2	0,3	-	2,0	3,4	-	3,0	0,5	64,4	64,2	64,0	63,8	63,4	64,6	64,9	65,1	65,3	58,5	63,0	
14	65,2	-	5,2	-	5,0	-	-	2,0	63,6	63,4	63,2	63,0	62,8	63,8	64,0	64,2	64,4	-	-	
15	85,5	1,8	-	-	-	10,0	9,5	1,0	75,5	75,2	75,0	74,8	74,4	75,8	76,0	76,2	76,4	64,2	70,6	
16	78,8	0,9	-	5,2	3,8	-	2,0	-	71,2	71,0	70,8	70,6	70,4	71,4	71,6	71,8	72,0	-	-	
17	77,4	1,2	-	4,6	4,0	-	3,2	3,0	70,4	70,1	69,8	69,6	69,4	70,7	70,9	71,1	71,3	64,4	70,0	
18	76,9	1,0	-	4,5	4,0	-	0,9	-	69,3	69,0	68,8	68,6	68,4	69,5	69,8	70,0	70,3	-	-	
19	75,8	0,8	-	4,3	3,8	-	3,5	-	68,6	68,2	68,0	67,9	67,7	68,9	69,2	69,4	69,6	-	-	
20	72,7	0,6	-	3,2	3,4	-	4,2	1,5	66,8	66,5	66,2	66,0	65,8	67,0	67,3	67,5	67,7	61,8	63,5	
21	67,8	0,2	-	2,3	3,1	-	4,0	1,0	63,6	63,4	63,2	63,0	62,8	63,8	64,0	64,2	64,4	58,2	63,8	
22	65,0	-	4,0	-	3,6	-	-	0,5	42,4	62,1	61,9	61,6	61,4	62,6	62,8	63,0	63,2	-	-	
Водомерные посты на реке:П-1 П-2 П-3									62,0	61,8	61,1	61,2	61,0	62,2	62,4	62,6	62,8			
									62,8	62,6	62,4	62,0	61,8	63,0	63,2	63,4	63,6			
									61,2	61,0	60,8	60,4	60,2	61,4	61,6	61,8	62,0			

Таблица 3 - Горные породы и подземные воды к карте 2

Номер скважины	Абсолютная отметка устья (м)	Мощность пород								Абсолютная отметка уровня грунтовых вод (м))										Напорные воды	
		СГ1, dQ <sub>IV</sub>	ПК, aQ <sub>IV</sub>	СГ2, gQ <sub>II</sub>	ГР, fgQ <sub>I-II</sub>	СП, lgQ <sub>I-II</sub>	ПМ, N <sub>2</sub>	Г, N <sub>1</sub>	Д, P <sub>2</sub>	Варианты										Глубина по- явл. воды (м)	Глубина установ. уровня (м)
										9	10	11	12	13	14	15	16	17	18		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
23	215,0	3,8	-	18,0	15,0	4,0	5,0	6,0	1,5	185,1	185,5	185	186,0	186,1	185,9	186,3	185,0	184,9	184,7	51,8	24,6
24	209,0	4,1	-	15,0	14	2,5	4,6	5,4	2,0	182,6	183,0	183,4	183,7	183,9	183,5	184,1	182,4	182,2	182,0	46,4	21,8
25	205,0	4,3	-	10,5	14,6	2,5	4,5	5,5	1,5	180,4	180,9	181,2	181,4	181,6	181,3	181,8	180,2	180,0	179,8	41,9	20,4
26	185,0	4,6	-	-	7,0	-	4,5	5,5	1,0	175,3	175,8	176,1	176,4	176,7	176,2	176,9	175,1	174,9	174,7	11,9	8,5
27	170,0	4,5	-	-	-	-	-	3,1	1,0	168,1	168,3	168,7	169,1	169,4	168,8	169,2	168,0	167,8	167,6	7,5	1,7
28	165,0	-	4,0	-	-	-	-	-	2,0	163,0	163,5	164,0	164,4	164,6	164,1	164,7	162,8	162,6	162,4	-	-
29	215,0	4,7	-	23,0	13,4	3,8	5,0	6,0	1,0	185,3	185,7	16,1	186,2	186,3	186,2	186,5	185,1	184,9	184,8	56,1	25,3
30	205,0	4,3	-	10,4	14,5	2,4	4,5	5,5	1,0	180,2	180,6	181,0	181,3	181,4	181,1	181,6	180,0	178,2	178,0	41,6	22,0
31	188,0	4,5	-	-	10,0	1,0	4,5	5,5	0,5	178,0	178,4	179,0	179,4	179,6	179,1	179,8	177,8	177,6	177,4	25,5	8,5
32	175,0	2,7	-	-	-	-	4,0-	5,5	1,0	173,0	173,3	173,7	174,0	174,2	173,8	174,4	172,8	172,6	172,4	12,2	3,2
33	165,0	-	3	-	-	-	-	-	2,0	163,5	164,0	164,4	164,8	165,0	164,5	165,2	163,3	163,1	162,9	-	-
34	215,0	3,6	-	19,0	16,0	4,0	5,0	6,0	1,0	185,2	185,6	185,7	185,9	186,1	185,8	186,3	185,0	184,8	184,6	53,0	25,7
35	211,5	4,0	-	16,5	15,0	2,5	4,5	5,5	1,0	182,7	183,1	183,3	183,5	183,7	183,4	183,9	182,5	182,3	182,1	50,0	24,0
36	200,0	4,0	-	8,5	13,0	2,0	4,5	5,5	0,5	180,1	180,5	180,7	181,0	181,2	180,8	181,4	179,8	179,6	179,4	37,5	19,5
37	180,0	4,8	-	-	3,0	-	4,5	5,5	1,0	174,0	174,6	174,9	175,2	175,4	175,0	175,6	173,8	173,6	173,4	17,8	5,5
38	172,5	4,9	-	-	-	-	1,0	4,0	1,0	170,3	170,7	171,1	171,5	171,7	171,2	171,9	170,1	169,9	169,7	9,9	2,0
39	165,0	-	4,2	-	-	-	-	-	2,0	162,4	162,9	163,3	163,7	164,0	163,4	164,2	162,2	162,0	161,8	-	-
Водомерные посты на реке: П-1 П-2 П-3										162,4	162,9	163,4	163,8	164,0	163,5	164,3	162,2	162,0	161,8		
										163,0	163,5	164,0	164,3	164,5	164,1	164,7	162,8	162,6	162,4		
										161,8	162,3	162,8	163,2	163,5	162,9	163,8	161,6	161,4	161,2		

ПК – Песок крупнозернистый

ПГ – Песок гравелистый

ГР – Гравий

Д – Доломит

И - Известняк



Пользуясь шкалой высот и используя все абсолютные отметки точек пересечения линии разреза с горизонталями, и все абсолютные отметки устьев скважин, находившихся на линии разреза, все точки пересечения линии разреза с берегами рек, озер, каналов, следует построить рельеф по линии разреза (см. рис. 3.1, 3.2); пересечение вертикальных проекций точек на линии разреза и горизонтальных линий с теми же абсолютными отметками от шкалы высот и будет местом точки на поверхности земли. Соединяя такие точки линиями, получим кривую рельефа поверхности земли по линии разреза (рис. 3.2).

В виде вертикальных линий нанести на топографическую основу скважины (рис. 3.2); длина линии в масштабе должна быть равна глубине скважины. Абсолютные отметки дна (забоя) скважин были вычислены ранее при установлении минимальной отметки шкалы высот.

На уровне минимальной абсолютной отметки шкалы высот провести горизонтальную линию, ниже которой через 5-10 мм показать строчки по примеру рис. 3.2. Количество строчек зависит от количества водоносных горизонтов.

Результаты бурения скважин приведены в таблицах 2, 3. Из той или другой таблицы, надо использовать данные скважин, показанных на линии разреза. На вертикальных линиях, изображающих на разрезе скважины, нужно отложить каждый слой пород, вскрытых при бурении. Откладывать слой пород нужно сверху вниз с учетом мощности каждой породы и выбранного вертикального масштаба (табл. 4 и рис. 3.3). Каждый последующий слой породы (слева направо в таблицах 2, 3) откладывается вниз от подошвы (нижней границы) предыдущего слоя. Наиболее древняя порода в каждой скважине (см. графу 9 в таблице 2, и графу 10 в таблице 3) показывается только до дна скважины.

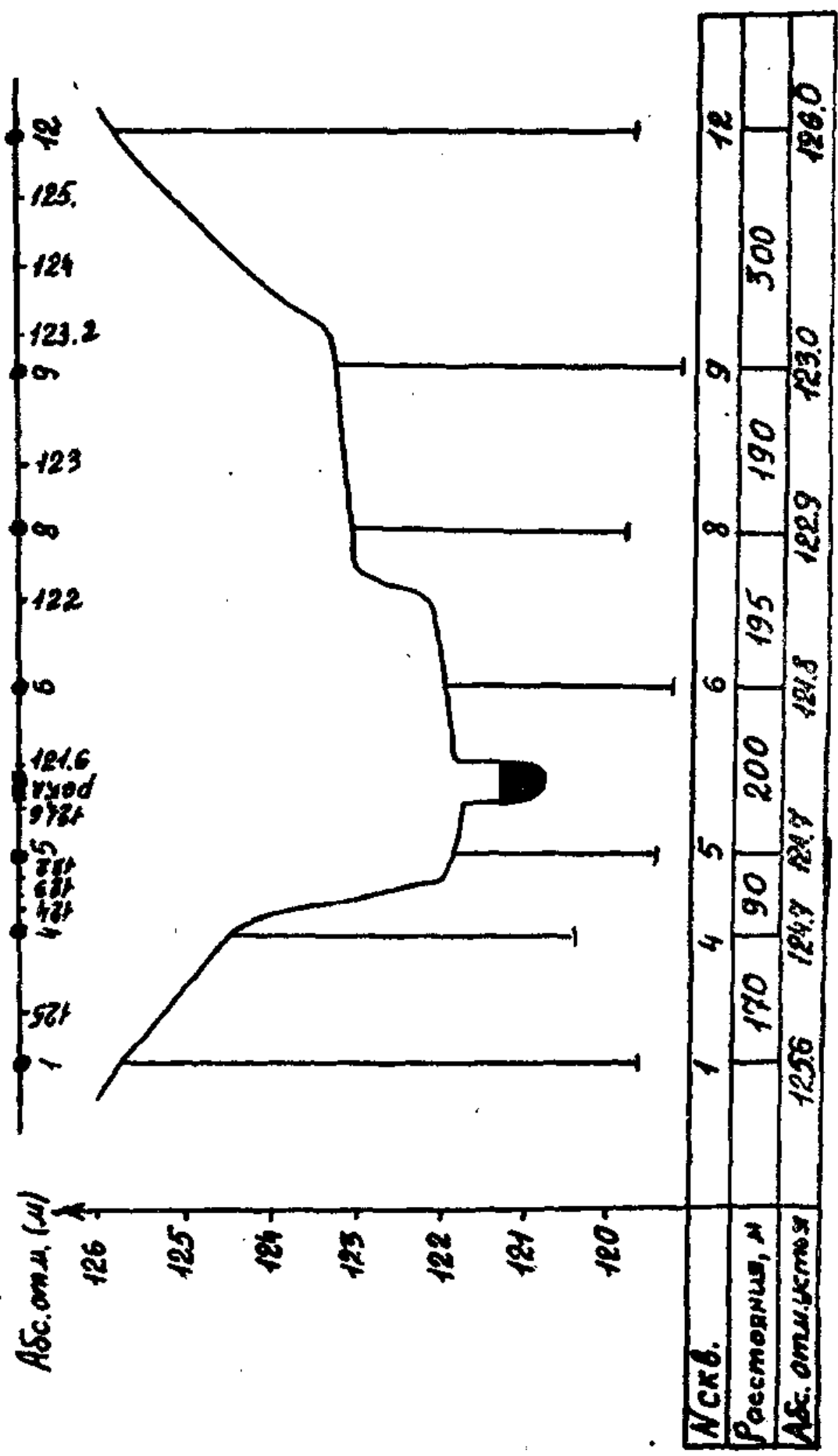


Рис. 3.2. Гидрогеологический разрез

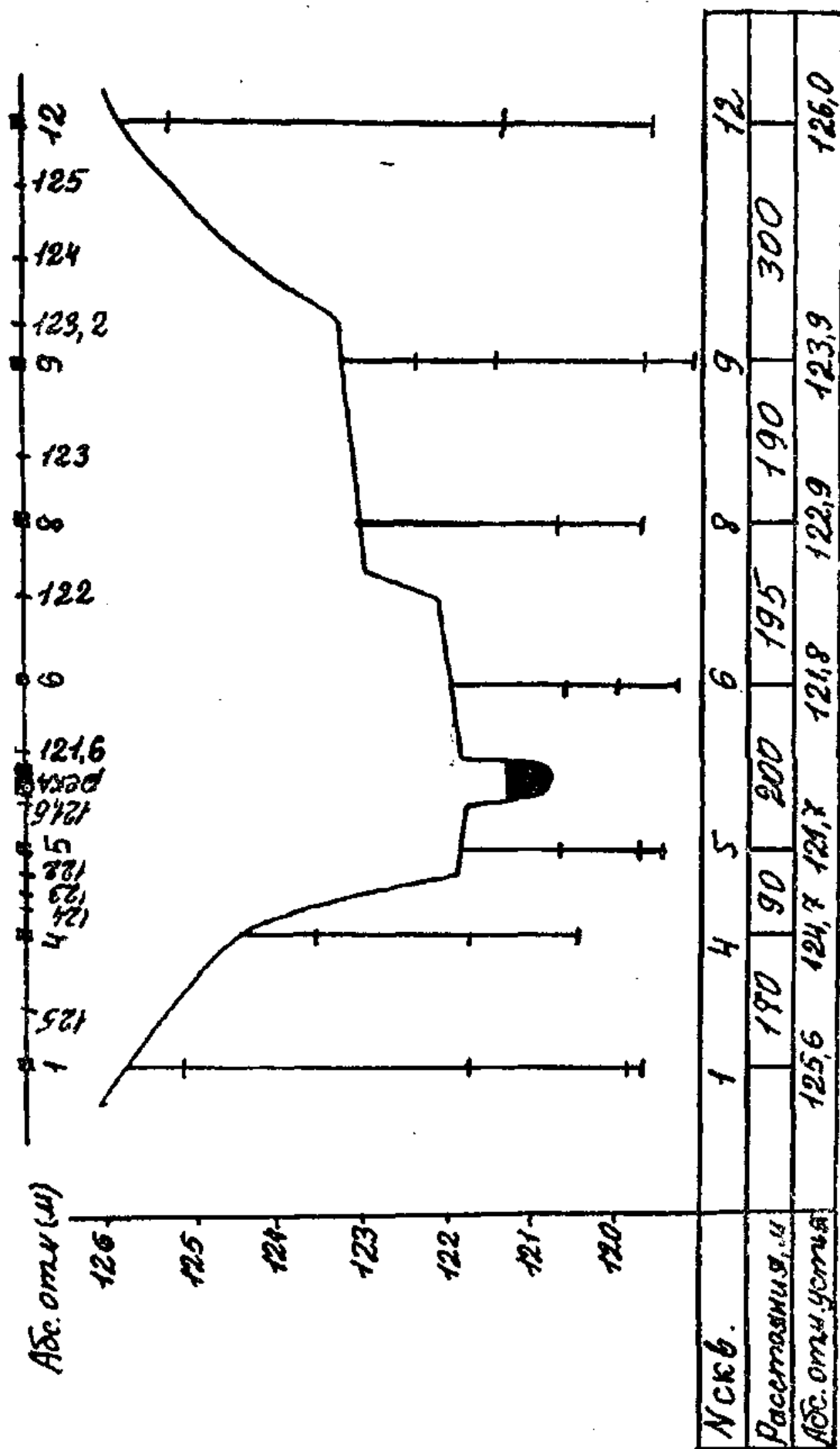


Рис. 3.3. Гидрогеологический разрез

Таблица 4 - Горные породы и подземные воды к составленным картам и  
разрезу (рис. 3.1.....3.6)

СКВАЖИНЫ			МОЩНОСТЬ ПОРОД В МЕТРАХ						Абсолютная отметка уровня грунтовых вод	Абсолютная отметка уровня напорных вод (м)	
№ п/п	абс. отм. устья (м)	глубина (м)	dQ суглинок	aQ <sub>IV</sub> , супесь	aQ <sub>III</sub> , гравий	кЗ песок	I <sub>3</sub> глина	C <sub>3</sub> известняк			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	125,6	6,5	0,5	-	-	3,5	2,0	0,5	122,2	119,6	123,7
2	126,5	5,6	0,4	-	-	4,2	1,0	-	122,7	-	-
3	125,5	6,2	0,5	-	-	3,4	2,0	0,3	122,3	119,6	123,8
4	124,7	3,8	0,6	-	-	1,8	1,4	-	121,7	-	-
5	121,7	3,4	-	1,1	-	0,9	1,0	0,4	121,2	118,7	122,5
6	121,8	2,7	-	1,3	0,7	-	0,2	0,5	121,2	119,6	122,6
7	124,3	5,3	0,5	-	-	2,5	2,0	0,3	121,8	119,3	122,6
8	122,9	3,3	-	-	2,4	-	0,9	-	121,6	-	-
9	123,0	3,7	-	-	0,8	1,0	1,6	0,3	122,1	119,6	122,8
10	121,9	2,8	-	1,3	0,8	-	0,3	0,4	121,3	119,5	122,6
11	123,0	3,3	-	-	0,9	0,9	1,5	-	122,2	-	-
12	126,0	6,7	0,6	-	-	4,0	1,6	0,5	122,7	119,8	123,4
13	124,2	4,8	0,7	-	-	2,2	1,6	0,3	122,3	119,7	123,3
14	123,1	2,4	-	-	0,8	0,9	1,6	-	121,8	-	-
15	122,9	3,7	-	-	2,5	-	0,9	0,3	121,5	119,5	122,6
16	121,8	2,6	-	1,2	0,8	-	0,1	0,5	121,1	119,7	122,5
17	121,7	2,9	-	1,1	-	0,8	1,0	-	121,2	-	-
18	124,8	4,1	0,6	-	-	2,0	1,5	-	121,6	-	-
19	126,2	6,7	0,5	-	-	3,9	2,0	0,3	122,4	119,8	123,6
20	126,8	7,7	0,4	-	-	4,8	2,0	0,5	123,1	119,6	123,9
Водомерные посты на реке: П-1 П-5									120,7		
									120,2		

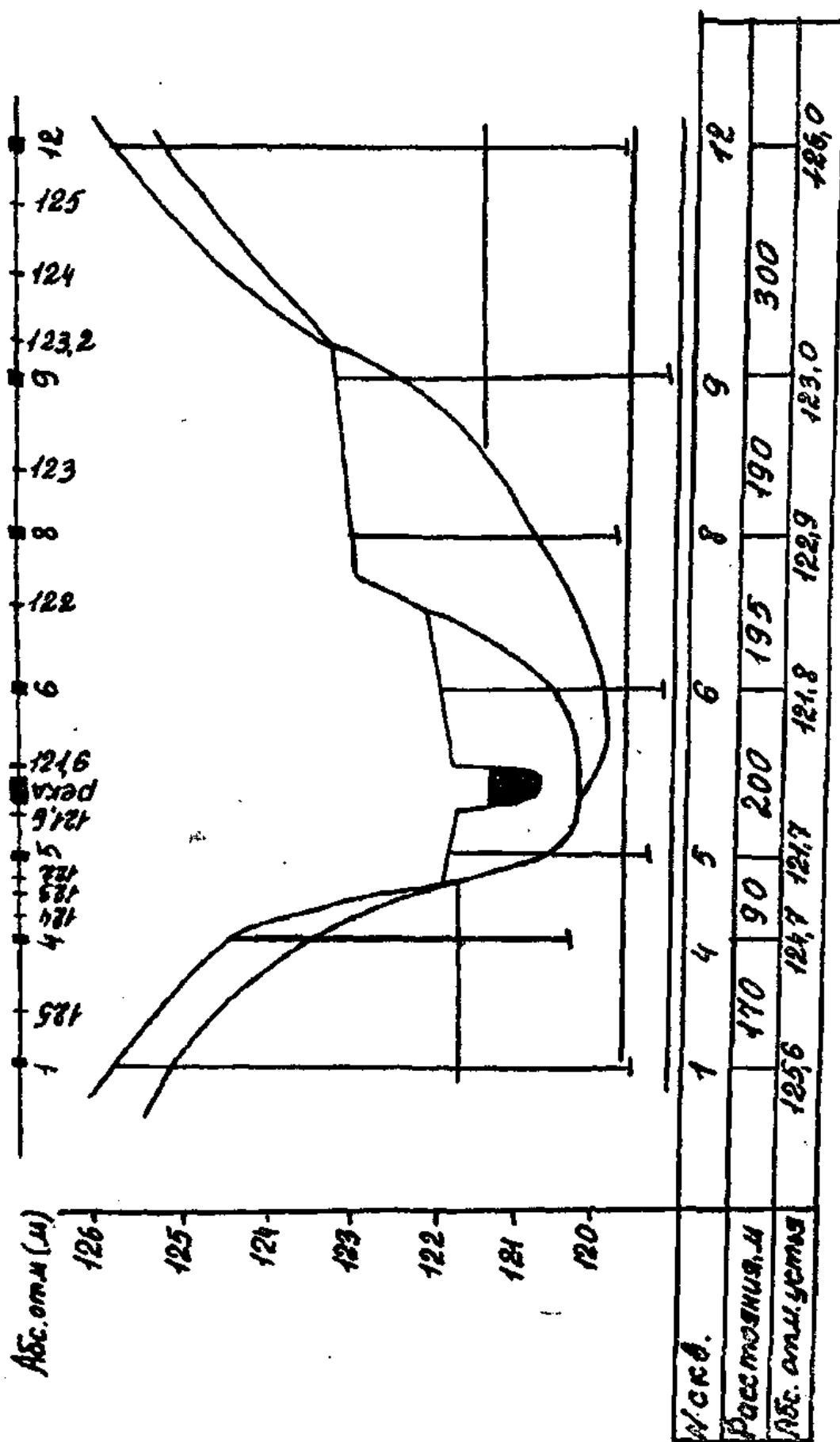
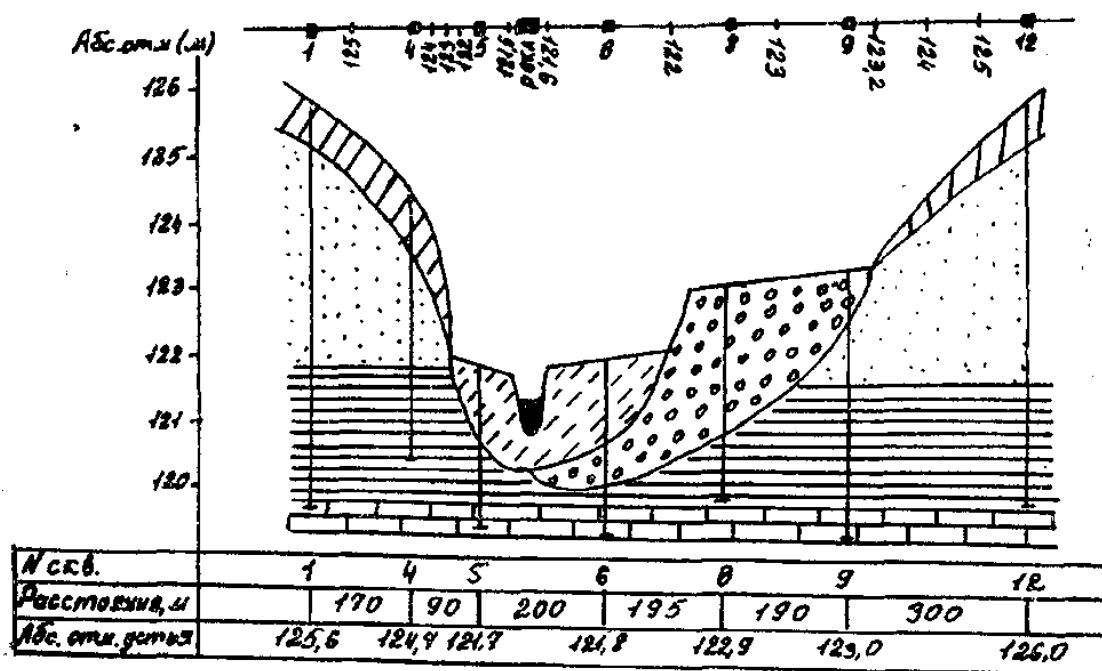


Рис. 3.4. Гидрогеологический разрез



Между границами слоев в скважинах, в виде линий по всему разрезу строятся границы между породами разного возраста, происхождения и состава. Начинать проведение границ следует сверху, с самых молодых пород. Это обычно породы четвертичной системы, по происхождению делювиальные, аллювиальные и реже - элювиальные.

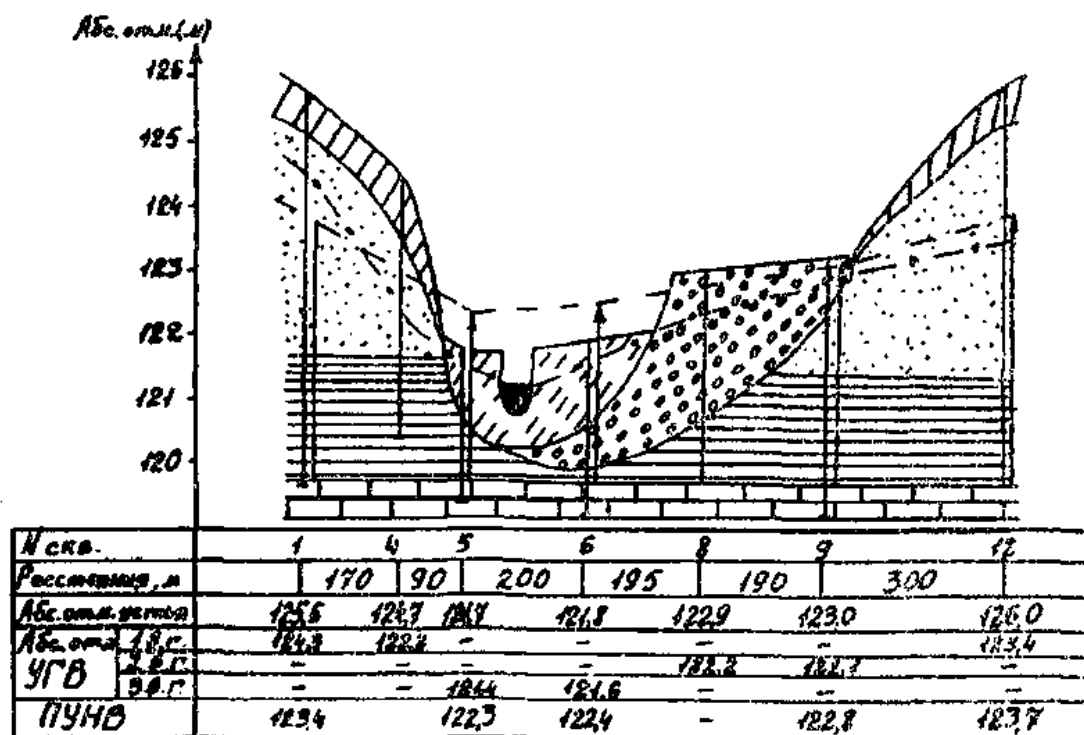
Делювиальные образования (суглинок, супесь) расположены на склонах, в виде шлейфа или плаща (на разрезе в виде слоя толщиной 0,5-3,0 м) прикрывавшего лежащие ниже породы другие по возрасту, происхождению и составу (рис. 3.4).



- Условные обозначения
- dQ суглинок
- aQ супесь
- aQ<sub>12</sub> гравий
- K<sub>1</sub> песок
- I<sub>3</sub> глина
- C<sub>3</sub> известняк

Рис. 3.5. Гидрогеологический разрез

Аллювиальные отложения расположены в пределах аккумулятивных террас, которые на топографической основе разреза легко выделяются своей равниной, близкой к горизонтальной поверхности (рис. 3.4). Границы между остальными более древними породами проводятся последовательно сверху вниз, соединяя границы в соседних скважинах прямыми линиями (рис. 3.4). Для наиболее древней породы проводится только верхняя граница.



Условные обозначения

- $aQ$  суглинок
- $aQ_{\text{г}}$  супесь
- $aQ_{\text{г}}$  гравий
- $K_1$  песок
- $T_3$  глина
- $C_2$  известняк
- УГВ
- ПУНВ
- ↑ величина напора

Р и с. 3.6. Гидрогеологический разрез

В зависимости от возраста пласты горных пород на разрезе закрашиваются, а в зависимости от состава заштриховываются (3.5).

Затем на разрез наносятся уровни воды всех вскрытых скважиной водоносных горизонтов. Данные для проведения уровней берутся из таблицы 2, 3 (графы 9-20). Уровни ненапорных подземных вод и установившиеся (пьезометрические) уровни напорных (ПУНВ) проводятся между скважинами в виде пунктирных линий. Если воды напорные, то справа от скважины проводится стрелка, начинающаяся от места появления воды в скважине до отметки установившегося уровня (рис. 3.6).

В заключение, заполняются все строчки под разрезом - номера скважин, абсолютные отметки устья скважин, расстояние между скважинами, абсолютные отметки уровней воды всех вскрытых скважиной водоносных горизонтов.

Ниже или справа от разреза приводятся условные обозначения для всех пород и подземных вод всех водоносных горизонтов (рис. 3.6).

## **2.2 Построение схематической геолого-литологической карты**

Снять копию карты с рис. 1 или рис. 2 в зависимости от варианта. Не надо на копию переносить линии разрезов. Около всех скважин на копии показать прямоугольники высотой 6-8 мм и шириной 3-4 мм. На этих прямоугольниках, пользуясь таблицами (2 графы 3-9 и 3 графы 3-10), показать около каждой скважины две верхние породы - первый и второй слои. Первый слой будет делювиальный ( $dQ$ ), или аллювиальный ( $aQ_{iv}$ ). Их показать в виде полосы в верхней половине прямоугольников штриховкой в соответствии с составом породы. На второй, нижней половине прямоугольников показать второй слой, если он по возрасту четвертичный нижнюю часть прямоугольников заштриховать в соответствии с составом, если дочетвертичный - сначала закрасить, затем заштриховать.

В пределах площади карты выделить полосу шириной 10 - 15 мм, ограниченную двумя линиями. Эта полоса должна захватить все элементы рельефа в

пределах площади карты. На выделенной полосе показать вторые от поверхности породы. Границы между этими нижними породами по площади провести с учетом элементов рельефа (горизонталей) и скважин, у каждой из которых указана вторая от поверхности, порода. На остальной площади карты показать верхние породы - только штриховкой четвертичные и цветом и штриховкой - дочетвертичные породы. И цвет и штриховка должны во всех случаях соответствовать показанным на гидрогеологическом разрезе (рис. 3.6). Пример составленной геолого-литологической карты показан на рис. 4.

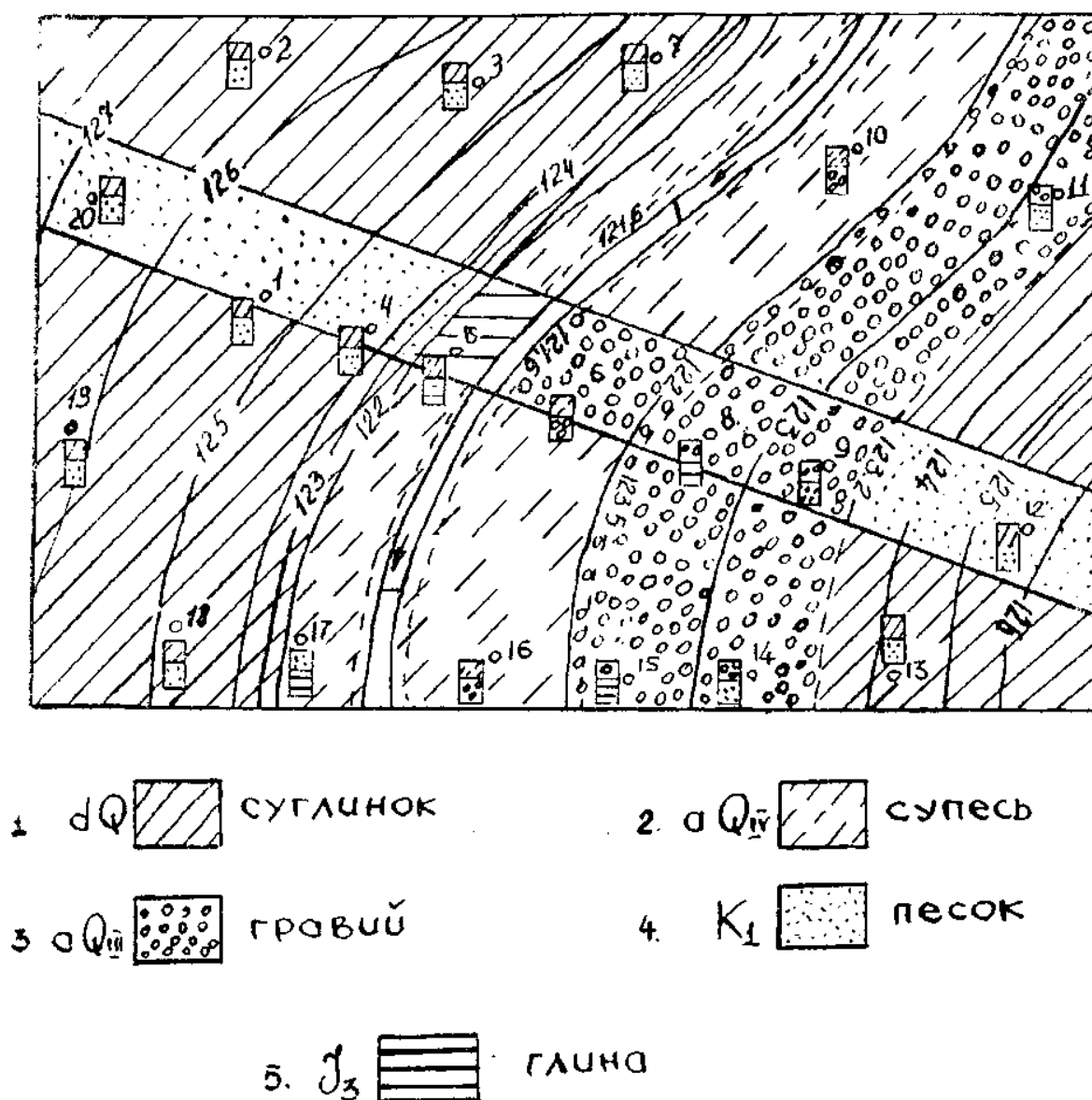
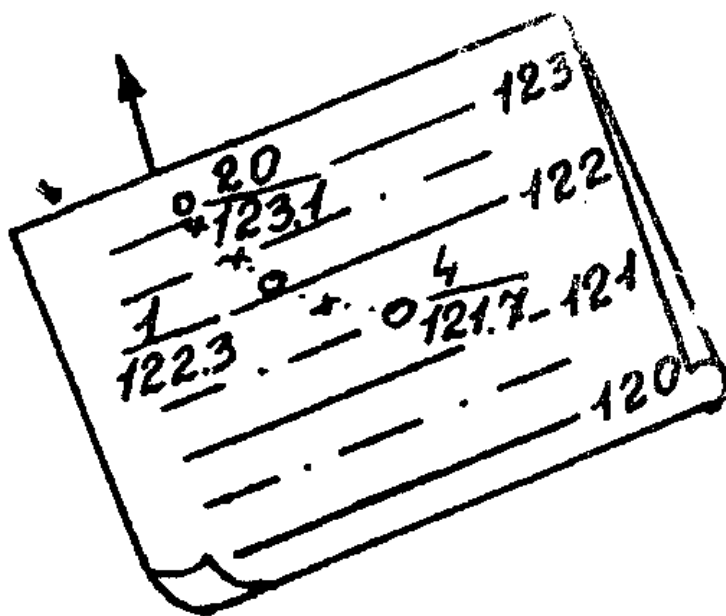


Рис. 4. Геолого-литологическая карта

## 2.3 Построение карты гидроизогипс

Снять копию карты района в соответствии с выполняемым вариантом. Выписать около всех скважин абсолютную отметку уровня воды первого от поверхности водоносного горизонта; около водомерных постов на реке также написать абсолютные отметки. Абсолютные отметки для выписки берутся из таблиц 2 и 3 в соответствии с выполняемым вариантом. С помощью интерполяции найти на карте точки, где абсолютные отметки грунтовых вод будут целые числа или целые с пятьюдесятыми. Для интерполяции использовать абсолютные отметки водомерных постов и уровней воды во всех скважинах. Интерполяцию удобнее вести графически (рис. 5). Интерполировать надо между соседними водомерными постами на реке, между соседними скважинами, между водомерными постами и ближайшими скважинами. Сначала интерполяция проводится только на одном берегу реки. По полученным при интерполяции точкам провести линии, соединяя точки с одинаковыми отметками; сплошными линиями соединять целые числа; пунктирными - целые с пятьюдесятыми.



Р и с. 5. Листок кальки для интерполяции

После проведения гидроизогипс на одном берегу и написания их отметок в середине или концах линий, интерполируйте и проводите гидроизогипсы на другом берегу. При этом абсолютные отметки по водомерным постам на реке используются при интерполяции на этом берегу. Абсолютные отметки уровня грунтовых вод в скважинах, расположенных на разных берегах реки, использовать для интерполяции нельзя.

Полученные в результате гидроизогипсы должны быть симметрично расположены по обоим берегам реки справа и слева от русла. Пересекать русло реки они не могут. Одни гидроизогипсы подойдут к руслу справа и слева от него в точки берега реки, где абсолютные отметки уровня воды в реке и абсолютные отметки гидроизогипс будут одинаковы. Другие гидроизогипсы в пределах площади карты к руслу реки не подойдут. На карте гидроизогипс покажите стрелками направление движения грунтовых вод, определите уклон поверхности грунтовых вод между двумя произвольными точками, и характер взаимосвязи грунтовых и поверхностных вод - река питает грунтовые воды или грунтовые воды питают реку. Пример построенной карты гидроизогипс приведен на рис. 6. Для контроля правильности построенной карты гидроизогипс следует помнить:

1. Гидроизогипсы могут пересекать горизонтали только с более высокими абсолютными отметками по сравнению с отметками гидроизогипс.
2. На заболоченных участках гидроизогипсы и горизонтали с одинаковыми абсолютными отметками совпадают.
3. Гидроизогипсы, абсолютные отметки которых равны абсолютным отметкам уровня воды в реке, по какому-либо створу, заканчиваются у берегов реки в этом створе.

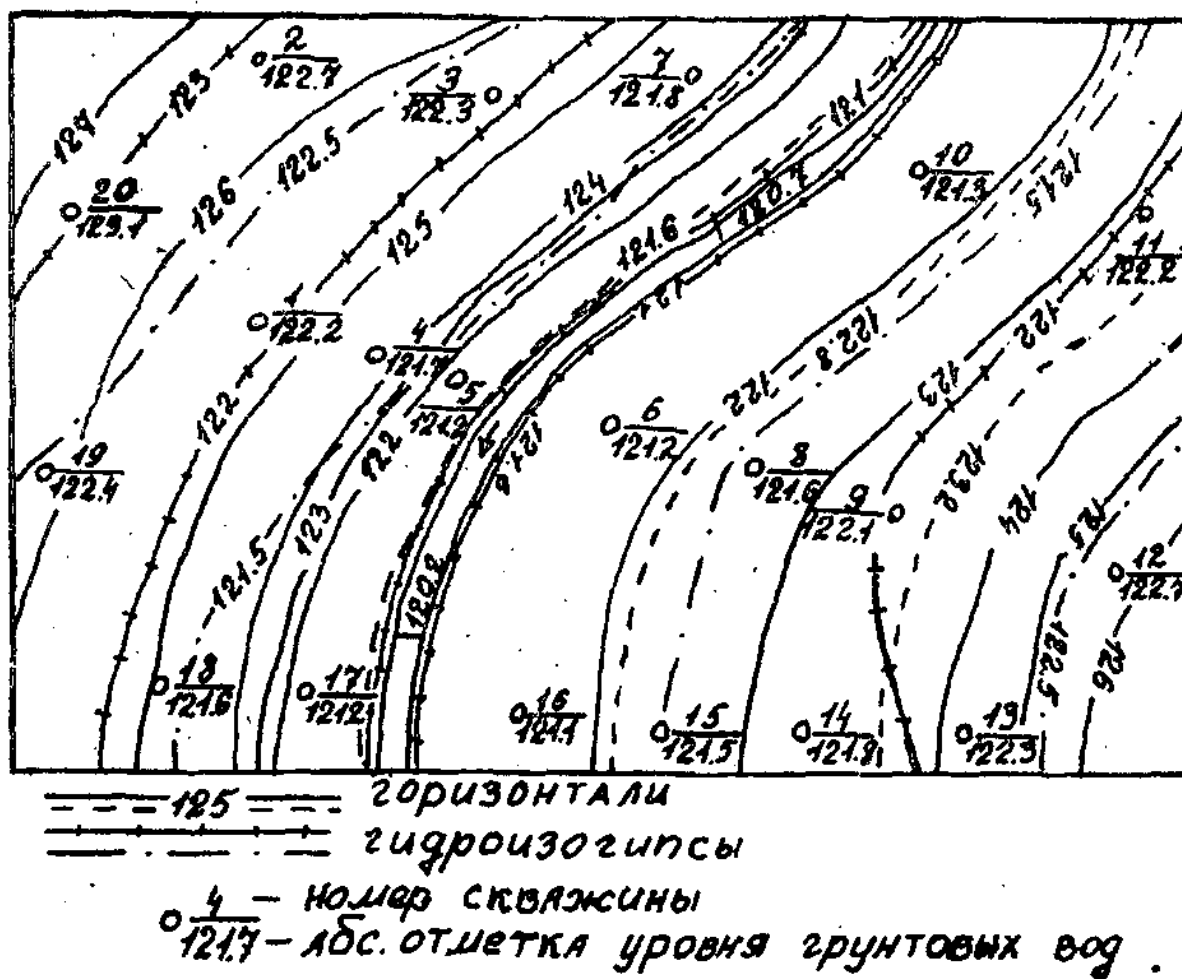
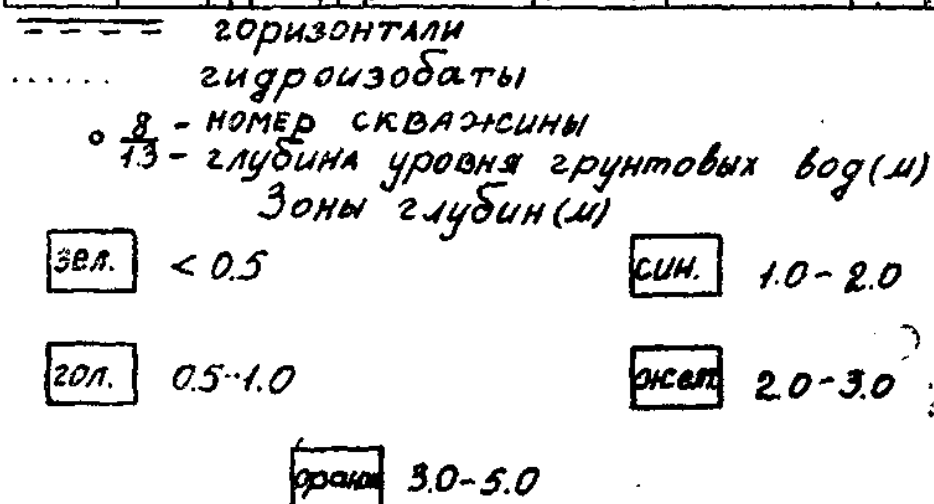
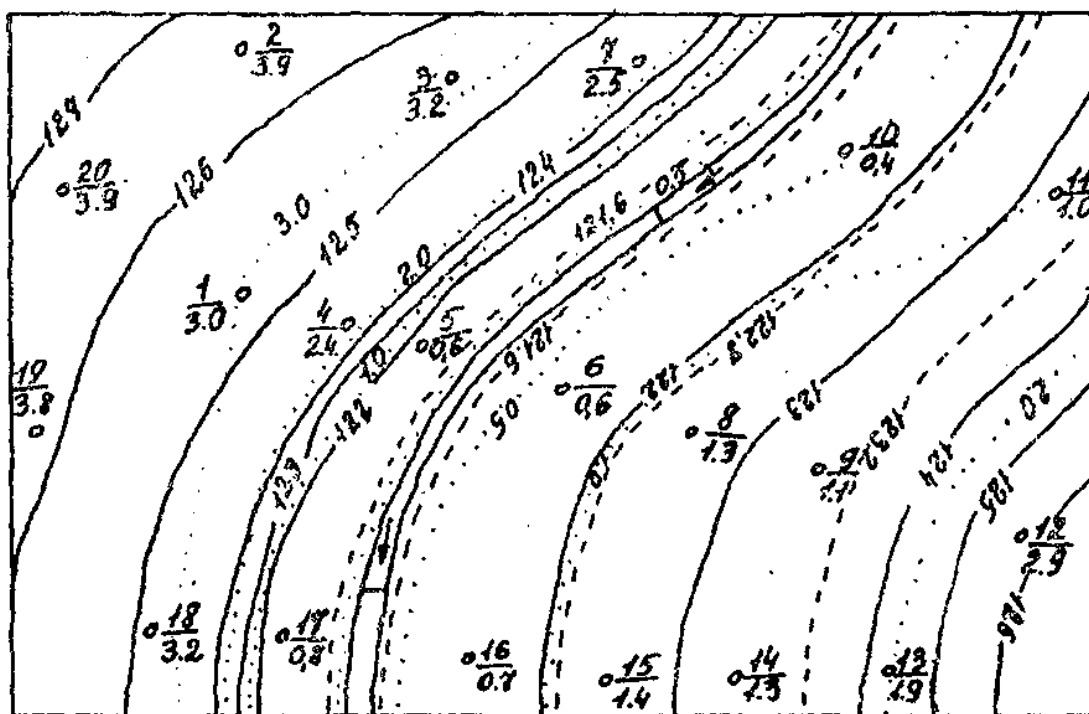


Рис. 6. Карта гидроизогипс

## 2.4 Построение карты глубин залегания уровня грунтовых вод (карты гидроизобат)

Снять копию карты (рис. 1, 2) в соответствии с выполняемым вариантом. Около всех скважин на карту выписать глубины уровня первого от поверхности горизонта грунтовых вод. Эти глубины определяются по разности между абсолютной отметкой устья данной скважины и абсолютной отметкой уровня грунтовых вод в этой скважине.



Р и с. 7. Карта гидроизобат

Для выполнения варианта необходимые абсолютные отметки находятся в таблицах 2, 3. Например, в таблице 2 скважина 4 имеет абсолютную отметку устья 76,5. Абсолютная отметка уровня воды в этой скважине (№ 4) для варианта 3 - 67,5 м. Глубина уровня воды в этом случае  $76,5 - 67,5 = 9,0$  м. Для контроля и повышения точности построения линий равных глубин, следует также на эту карту перенести с карты гидроизогипс все точки пересечения горизонталей с гидроизогипсами и около них поставить глубину до воды в метрах (разность между абсолютными отметками горизонтали и гидроизогипсы). Выписав



глубины уровня воды по всем скважинам, имеющимся на данной карте, следует дальше интерполировать по всей площади карты между скважинами и указанными выше точками пересечения горизонталей с гидроизогипсами находить с помощью интерполяции точки, где глубина уровня грунтовых вод будет 0,5; 1,0; 2,0; 3,0; 5,0; 10,0 и т. п. через пять метров. Начинать интерполяцию следует от берегов реки. У самого берега считать глубину равную нулю, по мере удаления от реки она изменяется в основном в зависимости от рельефа. Интерполяцию проводить отдельно и независимо на правобережных и левобережных участках.

Точки с одинаковыми глубинами, полученные при интерполяции, соединяют тонкими линиями. Площади между этими линиями (гидроизобатами) закрашиваются в разные цвета (см. рис. 7).

## **2.5 Состав подземных вод**

В таблице 5 приведены результаты сокращенного анализа грунтовых вод. Используя один из них (номер варианта), выполнить следующее:

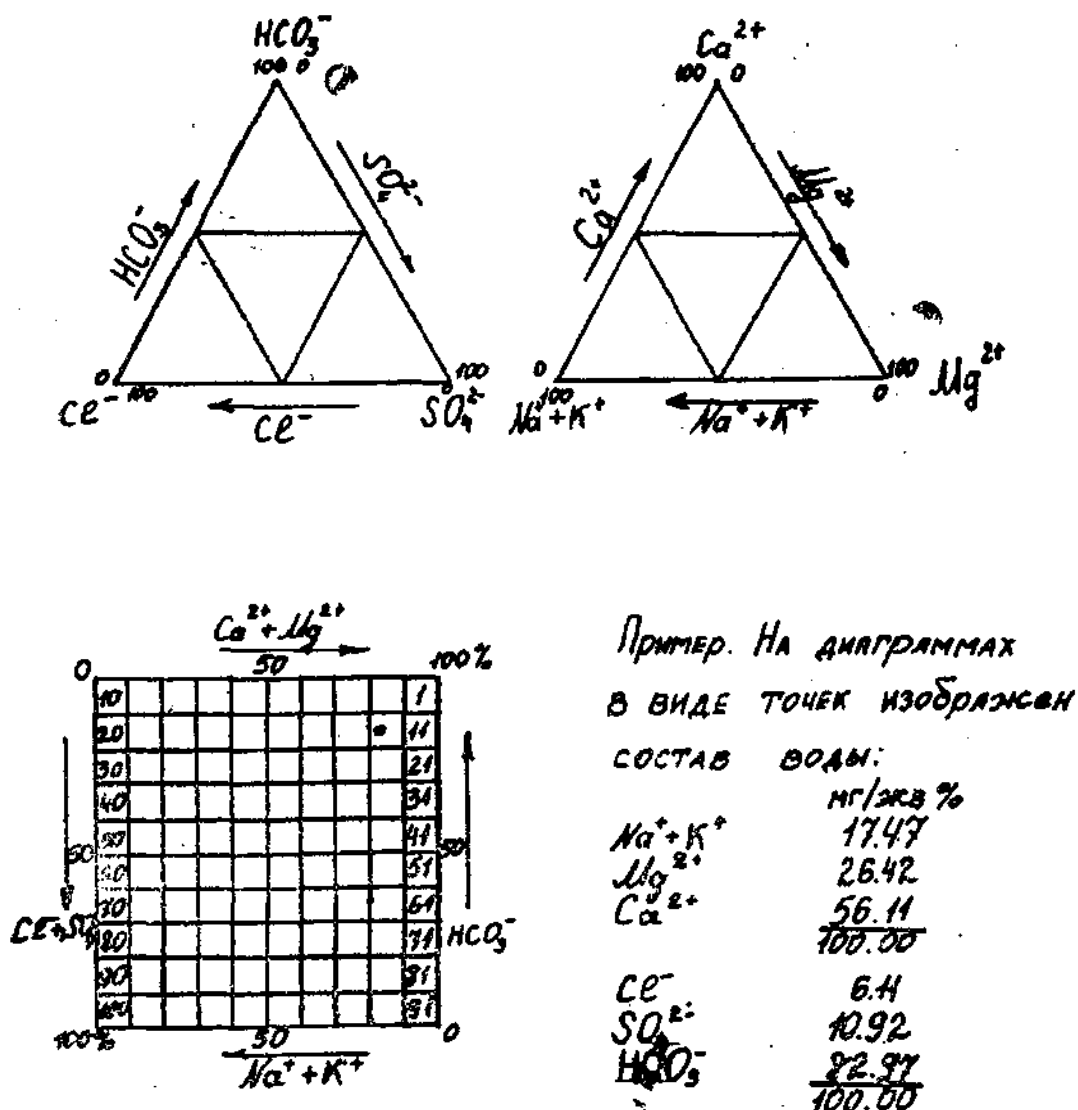
- а) пересчитать содержание ионов из мг/л в мг/экв/л и мг/экв%;
- б) записать анализ в виде формулы М. Г. Курлова;
- в) анализ в виде формулы солевого состава;
- г) изобразить анализ на диаграммах треугольниках и диаграмме-квадрате;
- д) оценить состав воды по общей минерализации, величине рН, химическому составу, жесткости и агрессивности в отношении бетона.

Таблица 5 - Состав подземных вод

№ варианта	Сухой остаток, мг/л	Содержание ионов, мг/л									PH	Свободная, CO <sub>2</sub> , мг/л	Жесткость, Мг – экв/л	
		Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Na+K <sup>+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>			общая	устраняемая
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
160	279	3,9	28,0	231,8	-	4,2	23,7	5,8	61,1	-	7,0	30,8	3,53	3,53
1	632,0	3,7	309,4	61,0	0,01	5,5	63,2	-	97,4	-	6,5	4,4	4,84	1,00
2	4056,0	414,1	2279,7	73,2	-	5,5	49,1	170,1	503,8	-	6,4	17,6	39,14	1,20
3	170,0	4,9	16,5	128,1	-	5,5	17,2	10,4	21,0	0,2	6,8	19,8	2,10	2,10
4	336	12,3	46,5	12,2	-	-	5,1	5,2	255,5	-	5,9	3,8	13,1	0,20
5	337	774,0	1400,7	140,3	-	-	724,6	162,5	168,7	-	6,8	20,8	21,77	2,30
6	421,4	24,1	49,4	231,8	-	-	95,2	9,9	10,2	-	7,3	30,6	3,80	3,80
7	1130	501,0	54,0	165,0	-	-	333,0	33,0	38,0	-	7,3	18,4	4,60	2,70
8	2353	810,0	800,0	866,0	-	-	560,0	52,0	52,0	-	8,1	10,0	6,86	6,86
9	246,0	82,1	28,0	219,6	-	4,2	13,8	6,9	62,9	-	6,4	30,8	3,71	3,60
10	164,0	6,0	36,2	115,9	-	5,6	33,1	8,6	15,2	-	6,8	40,0	1,90	1,90
11	320,0	15,9	74,1	195,2	-	6,9	47,6	13,2	42,9	-	7,2	13,2	3,23	3,20
12	453,0	23,1	3,3	323,3	-	-	16	31,2	49,7	-	7,3	16,5	5,02	5,02
13	395,0	96,0	38,0	146,0	-	-	71,0	18,0	26,0	-	7,0	20,4	2,77	2,39
14	500,3	14,2	70,4	286,8	-	-	66,0	26,8	36,1	-	8,4	30,2	4,70	4,70
15	186,0	6,4	8,0	97,6	-	-	10,1	9,7	14,0	-	7,4	17,8	1,49	1,49
16	536,9	14,5	27,9	366,6	-	-	7,4	36,5	76,0	-	7,8	21,7	6,79	6,79
17	440,6	16,0	0,6	213,5	-	-	19,3	20,1	70,1	-	7,6	25,4	5,15	3,50
18	212,0	8,2	12,8	152,5	-	-	6,4	9,2	41,0	-	7,1	15,2	2,79	2,50

Таблица 6 - Коэффициенты для пересчета из ионной формы (мг/л) в эквивалентную (мг экв/л)

Ионы	Коэффициенты	Ионы	Коэффициенты
$\text{Ca}^{2+}$	0,0499	$\text{HCO}_3^-$	0,0164
$\text{Mg}^{2+}$	0,0822	$\text{SO}_4^{2-}$	0,0208
$\text{Na}^+$	0,0435	$\text{Cl}^-$	0,0282
$\text{K}^+$	0,0256	$\text{NO}_3^-$	0,0161
$\text{NH}_4^+$	0,05543	$\text{NO}_2^-$	0,02174



Р и с. 8. Диаграммы состава вод

а) Пересчет ионной формы в эквивалентную производится по схеме:

$$\text{мг-экв/л} = \frac{\text{мг/л}}{\text{экв.масса}}, \quad -$$

$$\text{экв. масса} = \frac{\text{атомная(ионная)масса}}{\text{валентность}},$$

На практике содержание каждого иона в мг/л умножается на пересчетный для каждого иона коэффициент (табл. 6). Коэффициент представляет собой величину, обратную эквивалентной массе данного иона. Результаты пересчетов, содержание каждого иона в мг-экв/л суммируется отдельно для катионов и анионов. Эти суммы должны быть близки друг к другу. Для получения мг-экв%, принимают отдельно сумму катионов и сумму анионов за 100%. Затем рассчитывается количество процентов, приходящихся на каждый анион и каждый катион в соответствии с их содержанием в мг-экв/л.

$$X_{a1} = \frac{A_1}{\sum A} 100\%, \quad X_{k1} = \frac{K_1}{\sum K} 100\%,$$

б) правильность проведенного анализа контролируется величиной погрешности анализа в %.

$$X_{\Pi} = \left| \frac{\sum A - \sum K}{\sum A + \sum K} \right| 100\%;$$

где  $\sum A$  и  $\sum K$  — суммы мг-экв/л анионов и катионов.

Погрешность, в зависимости от категории анализа допускается от 2 до 5 процентов;

в) формула М. Г. Курлова представляет собой псевдодробь, в числителе которой в убывающем порядке записывается эквивалентное или эквивалент-процентное содержание анионов, в знаменателе — катионов. Записываются только ионы, содержание которых равно или больше 10 мг-экв%. Перед дробной линией (слева) ставится буква «М», а справа, внизу, от нее записывается величина общей минерализации (сухой остаток) в г/л. Левее буквы «М» записываются в мг/л газы и специфические компоненты ( $S_p$ ). Справа от дробной черты записываются показатели Eh pH, T(°C):

$$S_p, \text{ газы, } M = \frac{\text{анионы}}{\text{катионы}} Eh, pH, T(^{\circ}C)D$$

Справа же, иногда записывают плотность (для минерализованных вод) и дебит скважины или источника (D) в м<sup>3</sup>/сутки (табл. 10).

В формуле солевого состава независимо от содержания записываются в убывающем порядке все анионы и все катионы (мг-экв или мг-экв%), минерализации (г/л), газы и специфические компоненты (мг/л).

$$S_p, \text{ газы, } M = \frac{\text{анионы}}{\text{катионы}}$$

При большом количестве анализов, для наглядности и выделения распространения по площади и глубине различных типов воды, используются диаграммы – квадрат и треугольники.

На диаграмме-квадрате (любого размера) учитываются основные анионы и катионы (рис. 8). По верхней боковой стороне квадрата слева направо расположена шкала для суммы ( $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$ ), по нижней стороне квадрата справа налево - шкала для суммы ( $\text{Na} + \text{K}$ ). По боковым сторонам квадрата находятся шкалы для анионов; справа, снизу вверх для ( $\text{HCO}_3^- + \text{CO}_3^{2-}$ ). Слева сверху вниз - шкала для ( $\text{SO}_4^{2-} + \text{Cl}^-$ ). Весь квадрат вертикальными и горизонтальными линиями через 10 процентов шкал, разделен на 100 маленьких квадратов, по номеру которых определяется тип воды.

Таблица 7 - Пример пересчета и записи химического состава грунтовых вод

а) Состав грунтовых вод

Сухой остаток, мг/л	Катионы				Анионы				pH	Свободная $\text{CO}_2$ , мг/л	Жесткость мг/экв/л	
											общая	устранимая
190	Na+K	20,5	0,89	29,87	$\text{Cl}^-$	9,9	0,28	9,40				
	Mg	8,3	0,68	22,81	$\text{SO}_4^{2-}$	93,0	1,94	65,1				
									6,32	13,2	2,01	0,70
	Ca	28,3	1,41	47,32	$\text{HCO}_3^-$	42,7	0,70	23,49				
	$\text{NH}_4$	-	-	-	$\text{NO}_3$	3,8	0,06	2,01				
					$\text{NO}_2$	-	-	-				
	ИТОГО	51,7	2,98	100		149,4	2,98	100				

б) Запись в виде формулы М. Г. Курлова

$$CO^2_{132} \times M_{0,19} \frac{SO^4_{65,1} \cdot HCO^3_{23,49} \cdot Cl_{9,40}}{Ca_{47,32} \cdot (Na + K)_{29,87} \cdot Mg_{22,81}} \cdot Eh \cdot pH \cdot 6,32 \cdot T \cdot D,$$

в) запись в виде формулы солевого состава

$$CO^2_{13,2} \times M_{0,19} \frac{SO^4_{65,1} \cdot HCO^3_{23,49} \cdot Cl_{9,40} \cdot HNO^3_{2,01}}{Ca_{47,32} \cdot (Na + K)_{29,87} \cdot Mg_{22,81}},$$

*Примечание. Содержание ионов в формулах М. Г. Курлова и солевого состава иногда указывается с точностью до одного процента.*

Один анализ изображается на диаграмме-квадрате в виде точки. Эта точка находится на пересечении двух прямых линий - вертикальной, положение которой в квадрате определяется содержанием катионов, и горизонтальной, определяемой по содержанию в мг-экв% анионов.

Диаграмма-треугольник используется часто одновременно с диаграммой-квадратом. Строятся два равносторонних треугольника одинакового размера в том же масштабе, что и квадрат. Один для катионов, другой для анионов (рис. 8).

На каждой из сторон треугольников сделайте шкалы в мг-экв% от 0 до 100 процентов по часовой стрелке. В углах треугольников будет окончание шкалы одного иона (100%) и начало шкалы следующего по часовой стрелке иона (0°). Распределите анионы и катионы в соответствующих треугольниках; в треугольнике для ионов: по нижней стороне справа налево откладывается ион хлора; по левой боковой стороне снизу вверх следует отложить ион  $HCO_3^-$ , а по правой боковой стороне сверху вниз - ион  $(SO_4)^{2-}$ . Также располагаются ионы на треугольнике для катионов - на нижней стороне  $(Na+K)^+$ , на левой боковой стороне  $(Ca^{2+})$ , на правой боковой стороне  $(Mg^{2+})$ . В каждом из треугольников один анализ изображается в виде точки. Эти точки внутри каждого треугольника находятся на пересечении трех прямых линий параллельных сторонам треугольника (рис. 8). Эти линии должны начинаться на сторонах треугольника в точках, которые соответствуют процентному содержанию иона, изображенного на данной (этой) стороне треугольника (рис. 8). Соедините середины сторон в

каждом треугольнике прямыми линиями. Получим четыре равносторонних треугольника внутри данного. По расположению точек (анализов) внутри треугольников можно судить о распространении видов воды по катионному и анионному составу отдельно. В средний треугольник попадут точки для смешанных по составу катионов или анионов вод. В треугольниках, прилегающих к углам основного (большого) треугольника, будут места (точки) для гидрокарбонатных, сульфатных или хлоридных вод по анионам, и кальциевых, магниевых и натриевых вод по катионам (рис. 8).

Заканчивается работа оценкой состава воды по данному варианту по различным показателям (по общей минерализации, общей жесткости, по величине рН, химическому составу и агрессивности в отношении бетона). По общей минерализации выделяют воды пресные (сухой остаток меньше 1 г/л), солоноватые (1-3 г/л), соленые (3-10 г/л), очень соленые (10-35 г/л), переходные к рассолам (35-50 г/л) и рассолы (50-400 г/л). При оценке воды для питьевого водоснабжения используется ГОСТ 2874-82 «Вода питьевая» (табл. 3). Используя учебники, учебные пособия и методические указания дается оценка воды по остальным показателям, приведенным выше.

### Оценка воды

(пример: табл. 7.)

1. Общая минерализация (сухой остаток) 190 мг/л. Вода пресная.
2. Общая жесткость 2,01 мг-экв/л. Вода мягкая.
3. По концентрации ионов водорода рН = 6,32. Реакция воды кислая.
4. Химический состав воды (по классификации О.А. Алекина)

а) класс сульфатный ( $SO_4^{2-} = 65,0$  мг-экв%/л);

б) группа натриево-кальциевая ( $Na^+ + K^+ = 29,87$  мг-экв %;  $Ca^{2+} = 47,32$  мг-экв%/л);

в) вид (тип) -  $\prod [rHCO_3 < rCa^{2+} < rMg^{2+} < rHCO_3 + rSO_4^{2-}]$   
 $[23,49 < 47,32 + 22,81 < 23,49 + 65,10];$

0NaCa

г) краткая запись –  $S_{II}^{NaCa}$

Таблица 8 - Признаки агрессивности подземных вод

Виды и показатели агрессивности	Грунты водопроницаемые (крупнообломочные, среднеобломочные)	Результат проявления агрессивности
	Бетон, железобетон и бутобетон, портландцемент	
	Условие агрессивности воды	
Общекислотная (рН)	рН меньше 7,0	Частичное
Выщелачивающая – (Временная жесткость в мг-экв/л)	Временная жесткость меньше 1,03 мг-экв/л	Растворение Бетона
Сульфатная – ( $\text{SO}_4$ в мг/л)	Содержание $\text{SO}_4^{2-}$ больше 250 мг/л	Образование новых солей в трещинах и порах бетона. Механи- ческое разрушение бе- тона.
Магнезиальная ( $\text{Mg}^{2+}$ в мг/л)	Содержание иона магния больше 2000 мг/л	Образование $\text{Mg}(\text{OH})_2$ понижение прочности бетона
Углекислая – (Содержа- ние свободной $\text{CO}_2$ в мг/л)	Содержание свободной $\text{CO}_2$ (мг/л) Больше ( $a \times \text{CA}^{2+} + b$ ) (мг/л)	Растворение части бе- тона

а и в см. таблицу 9



Таблица 9 - Значение коэффициентов «а» и «в»

Времен- ная жест- кость, мг-экв/л	Суммарное содержание ионов $\text{Cl}^- + \text{SO}_4^{2-}$ мг/л											
	0-200		201-400		401-600		601-800		801-1000		Больше 1000	
	а	в	а	в	а	в	а	в	а	в	а	в
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1,4	0,01	16	0,01	17	0	17	0	17	0	17	0	17
1,8	0,04	17	0,04	18	0,03	18	0,02	18	0,02	18	0,02	18
2,1	0,07	19	0,08	19	0,05	18	0,04	18	0,04	18	0,04	18
2,5	0,10	21	0,08	20	0,07	19	0,06	18	0,06	18	0,06	18
2,9	0,13	23	0,11	21	0,09	19	0,08	18	0,07	18	0,07	18
3,2	0,16	25	0,14	22	0,11	20	0,10	19	0,09	18	0,08	18
3,6	0,20	27	0,17	23	0,14	21	0,12	19	0,11	18	0,10	18
4,2	0,24	29	0,20	24	0,16	22	0,15	20	0,13	19	0,12	19
4,3	0,28	32	0,24	26	0,19	23	0,17	21	0,16	20	0,14	20
4,3	0,32	34	0,28	27	0,22	24	0,20	22	0,19	21	0,17	21
5,0	0,36	36	0,32	29	0,25	26	0,23	23	0,22	22	0,19	22
5,4	0,40	38	2,36	30	0,29	27	0,26	24	0,24	23	0,22	23
5,7	0,44	41	0,40	32	0,32	28	0,29	25	0,27	24	0,25	24
6,1	0,48	43	0,44	34	0,36	30	0,33	26	0,30	25	0,28	25
6,4	0,54	46	0,47	37	0,40	32	0,36	28	0,33	27	0,31	27
6,8	0,61	48	0,51	39	0,44	33	0,40	30	0,37	29	0,34	28
7,1	0,67	51	0,55	41	0,48	35	0,44	31	0,41	30	0,38	29

5. Агрессивность подземных вод [табл. 8, 9]. Зависит от химического и газового состава воды, скорости движения воды, температуры воды, материала подземных частей сооружения. Оценить можно качественно (да, нет) и приближенно агрессивность воды по отношению к бетону например для случая хорошо водопроницаемых пород (большая скорость фильтрации), и портландцемента.

1. Общая агрессивность  $\text{pH} = 6,32$  – да.
2. Выщелачивающая агрессивность – карбонатная жесткость 1,96 нем. град. < 3 нем. град. – да.
3. Углекислая агрессивность – ( $\text{CO}_2^{\text{свободная}} = 13,2$  мг/л) вода агрессивная.
4. Сульфатная агрессивность ( $\text{SO}_4^{2-} = 93,0$  мг/л) – нет.
5. Магнезиальная агрессивность ( $\text{Mg} = 8,3$  мг/л) - нет.

## 2.6 Расчет коэффициента фильтрации по результатам опытной откачки.

### Определение удельного дебита

В таблице 9 приведены результаты опытных кустовых откачек. Каждый студент выполняет один из вариантов, приведенных в таблице.

Составляется схема откачки (рис. 9). При составлении схемы используются данные таблицы 11.

Для выбора расчетных формул следует ответить на два вопроса: 1. Из какого водоносного горизонта проводилась откачка: ненапорного или напорного? 2. Центральная скважина была совершенной или несовершенной.

На первый вопрос дают ответ цифры, помещенные в графах 5 и 6, если они одинаковы, то воды ненапорные, если глубина установившегося уровня меньше, чем глубина появления воды, то воды напорные. На второй вопрос дает ответ графа 4. Если известна мощность водоносного горизонта, то центральная скважина совершенная. В последнем случае для расчета используются формулы Дюпюи, применительно к двум участкам:

I. Центральная скважина и первая наблюдательная скважина.

1.1. Ненапорные воды.

$$K_1 = 0,733 Q \frac{\lg \frac{X_1}{r}}{(2H - S - S_1)(S - S_1)},$$

1.2. Напорные воды.

$$K_1 = 0,366 Q \frac{\lg \frac{X_1}{r}}{m(S - S_1)},$$

II. Первая наблюдательная скважина, вторая наблюдательная скважина.

II. 1. Ненапорные воды.

$$K_2 = 0,733 Q \frac{\lg \frac{X_2}{r}}{(2H - S_1 - S_2)(S_1 - S_2)},$$

## II.2. Напорные воды.

$$K_2 = 0,366 Q \frac{\lg \frac{X_2}{X_1}}{m(S_1 - S_2)},$$

где  $K_1, K_2$  – коэффициент фильтрации, м/сут;

$Q$  – расход воды, м<sup>3</sup>/сут;

$r$  – радиус фильтра в центральной скважине, м;

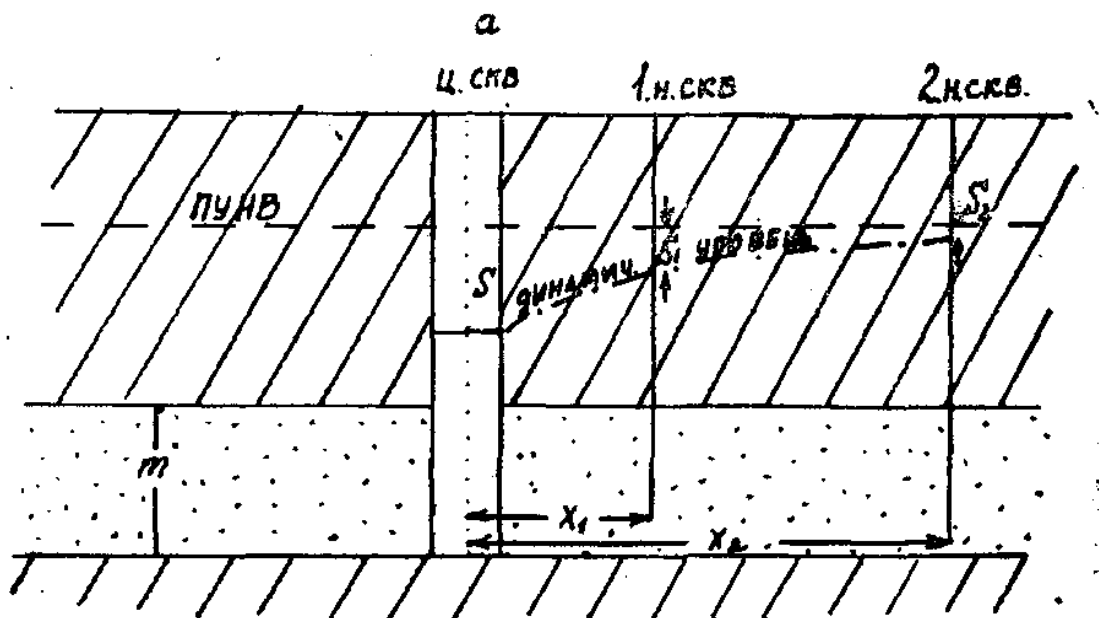
$X_1, X_2$  – расстояние между центральной и соответственно первой и второй наблюдательными скважинами, м;

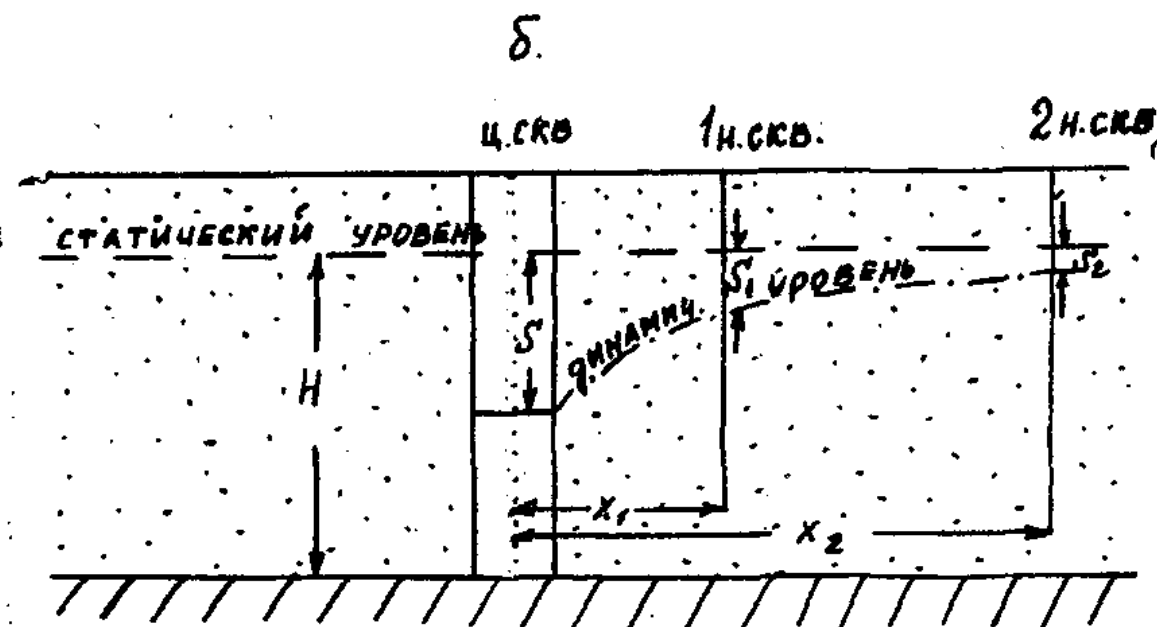
$H, m$  – мощность ненапорного ( $H$ ) и напорного ( $m$ ) водоносных горизонтов, м;  $S, S_1, S_2$  – понижения воды в центральной ( $S$ ), в первой наблюдательной ( $S_1$ ) и во второй наблюдательной ( $S_2$ ) скважинах.

По каждому варианту следует определить  $K_1$  и  $K_2$  и сделать вывод: к какой группе в классификации пород по водопроницаемости пород относится данная порода (табл. 13). Определить удельный дебит центральной скважины ( $q$ ).

$$q = \frac{Q}{S}$$

При откачке из несовершенных скважин используются зависимости Н. Н. Веригина, Тейса и др.





Р и с. 9. Схематические разрезы по линии I—II при кустовой откачке

Центральная скважина (ц. скв.) совершенная

а) Воды напорные;      б) Воды ненапорные

1 н. скв. – первая наблюдательная скважина

2 н. скв. – вторая наблюдательная скважина

Таблица 10 - Классификация горных пород по водопроницаемости

Группа	Характеристика пород	м/сутки
I	Очень хорошо водопроницаемые породы	100-1000 и более
II	Хорошо водопроницаемые породы	100-10
III	Водопроницаемые породы	10-1
IV	Слабо водопроницаемые породы	1-0,1
V	Весьма слабо водопроницаемые породы	0,1-0,001
VI	Практически водонепроницаемые породы	<0,001

Таблица 11 - Результаты опытных откачек

Номера вариантов	скважина, №	Водоносные породы	Мощность водоносного горизонта, м, Н, Т	Глубина статического уровня		длина рабочей части фильтра, м	Результаты откачек						
				появившегося, м	установившегося, м		расход, Q, л/с	центральная скважина		наблюдательные скважины			
								диаметр, мм, 2г	понижение, м, S	первая		вторая	
										расстояние от центральной, X <sub>1</sub> , м	понижение, S <sub>1</sub> , м	расстояние от центральной, X <sub>2</sub> , м	понижение, S <sub>2</sub> , м
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
0	1	гравий	3,5	5,8	5,8	3,5	0,65	219	1,5	5,0	1,0	15,0	0,87
1	14	песок	8,6	1,6	1,6	8,5	0,8	219	2,2	4,0	1,60	10,0	1,45
2	12	гравий	9,0	9,0	9,0	1,0	1,0	219	1,8	5,0	1,5	15,0	1,42
3	11	песок	5,0	12,0	10,5	5,0	1,2	219	2,0	7,0	0,8	20,0	0,5
4	10	песок	6,0	13,1	10,2	6,0	1,5	219	1,6	6,0	0,9	15,0	0,74
5	9	песок	2,4	9,3	9,3	2,4	0,4	219	1,0	4,0	0,4	10,0	0,27
6	4	гравий	2,8	7,3	7,3	2,5	1,5	219	1,5	6,0	1,0	20,0	0,87
7	2	песок	4,0	12,5	5,5	4,0	0,6	168	3,0	8,0	1,5	20,0	1,14
8	6	песок	12,0	11,5	4,4	12,0	2,2	219	2,5	5,0	1,6	15,0	1,35
9	23	песок разнoзернистый	14,0	22,8	22,8	14,0	1,2	219	2,8	6,0	1,2	16,0	0,85
10	40	песок мелкозернистый	5,0	10,2	5,2	5,0	2,0	168	4,0	5,0	2,0	15,0	1,48
11	41	супесь	10,0	3,0	3,0	10,0	0,6	219	3,5	0,9	0,	8,0	0,3
12	42	песок мелкозернистый	6,0	15,0	7,2	6,0	1,2	219	3,0	5,0	1,1	15,0	0,6
13	43	гравий	4,0	22,6	14,2	4,0	2,0	168	2,5	6,0	1,0	18,0	0,6
14	44	песок мелкозернистый	8,0	18,4	18,4	8,0	2,8	203	3,0	5,0	1,8	15,0	1,5
15	45	песок	7,5	25,0	15,0	7,5	1,8	168	4,0	6,0	1,5	20,0	0,8
16	46	гравий и песок	6,5	16,5	10,0	6,5	3,0	219	3,0	5,0	2,0	18,0	1,67
17	47	песок	7,0	18,0	9,0	9,0	2,0	219	2,6	6,0	1,1	15,0	0,75
18	48	гравий и песок	6,0	12,4	12,4	6,0	1,6	168	2,2	8,0	1,3	20,0	1,14
19	49	песок	10,0	25,5	5,5	10,0	2,4	168	2,5	5,0	1,3	20,0	1,0

## Литература

1. Короновский Н.В. Общая геология. М.: Изд-во МГУ, 2002.
2. Ломакин И.М., Манукьян Д.А. Основы гидрогеологии. М.: Изд-во МГУП, 2006.
3. Ломакин И.М., Манукьян Д.А., Земляникова М.В. Основные породообразующие минералы и горные породы. М.: Изд-во МГУП, 2007.
4. Толстой М.П., Малыгин В.А. Геология и гидрогеология: учеб.-метод. пособие. М.: Недра. 1988.
5. Якушева А.Ф., Пешковский А.М., Перескокова Т.М. Геология с основами геоморфологии. М.: Изд-во МГУ, 1978.
6. Инженерная геология. М.: Высшая школа, 1971.
7. Байдакова Е.В., Байдаков Е.М. Цеолиты как средство очистки воды от радионуклидов // Вестник Брянской ГСХА. 2011. № 1. С. 62-67.
8. Байдакова Е.В., Кровопускова В.Н., Байдаков Е.М. Механика грунтов, основания и фундаменты: методические указания к выполнению курсовой работы для студентов очной и заочной форм обучения по направлению природообустройство и водопользование. Брянск, 2013.
9. Байдакова Е.В. Моделирование процесса распределения цезия-137 по территории // Вестник Российского университета дружбы народов. Сер.: Экология и безопасность жизнедеятельности. 2008. № 4. С. 128-133.
10. Система капельного орошения на землях Брянского аграрного университета / Н.М. Белоус, В.Е. Ториков, В.Ф. Василенков и др. // Вестник Брянской ГСХА. 2017. № 4 (62). С. 16-24.
11. Байдакова Е.В., Кровопускова В.Н., Байдаков Е.М. Инженерная геодезия: метод. указ. к выполнению контрольных и расчетно-графических работ для студентов очной и заочной форм обучения по направлению природообустройство и водопользование, землеустройство и кадастры. Брянск, 2013.

Для заметок

[illegible]

Учебное издание

Елена Валентиновна Байдакова  
Валентина Николаевна Кровопускова

## **Гидрогеология и основы геологии**

(переиздание)

Учебно-методическое пособие

для практических занятий студентов очной и заочной форм обучения

по направлениям: 20.03.02 Природообустройство и водопользование

и 21.03.02 Землеустройство и кадастры

Редактор Лебедева Е.М.

---

Подписано к печати 28.02.2025 г. Формат 60х84. 1/16.  
Бумага офсетная. Усл. п. 2,32. Тираж 25 экз. Изд. № 7803.

---

Издательство Брянского государственного аграрного университета  
243365, Брянская обл., Выгоничский район, с. Кокино, Брянский ГАУ