

*Горный факультет*

*Кафедра геологии и геодезии*

**ПОСТРОЕНИЕ КАРТЫ ГИДРОИЗОГИПС  
АНАЛИЗ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ РАЙОНА**

*Практикум*

*Новокузнецк  
2005*

Федеральное агентство по образованию

Государственное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования

"Сибирский государственный индустриальный университет"

Кафедра геологии и геодезии

**ПОСТРОЕНИЕ КАРТЫ ГИДРОИЗОГИПС  
АНАЛИЗ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ РАЙОНА**

Практикум для студентов специальностей: «Промышленное и гражданское строительство» (270102), «Водоснабжение и водоотведение» (270112).

Новокузнецк  
2005

УДК 556.3 (07)  
П 637

Рецензент

Доктор технических наук, заведующий кафедрой разработки  
пластовых месторождений, профессор  
В.Н. Фрянов

П 637 Построение карты гидроизогипс. Анализ гидрогеологических условий района: Практик./ Сост: О. Г. Епифанцев, А. М. Шипилова: СибГИУ – Новокузнецк, 2005. - 14 с.

Рассматриваются методика построения карты гидроизогипс по данным замера уровня грунтовых вод в скважинах, методы решения задач с помощью карты гидроизогипс, приемы построения карты гидроизобат. Определены основные положения при анализе гидрогеологических условий района.

Даны: методика и порядок выполнения лабораторной работы, рекомендации к ее оформлению.

Предназначен для студентов специальностей: «Промышленное и гражданское строительство» (270102), «Водоснабжение и водоотведение» (270112).

## Теоретические положения

Грунтовые воды – это постоянные во времени и значительные по площади распространения горизонты подземных вод, залегающие на первом от поверхности водоупоре.

Под *водоупором* понимаются слабо водопроницаемые слои горных пород. Чаще всего это горизонты глин. Площадь распространения грунтовых вод называется *грунтовым бассейном*. Сверху грунтовые воды ограничены естественно сформировавшейся свободной поверхностью и не имеют напора. Поверхность эта получила название *зеркала грунтовых вод*. В разрезе положение верхней границы водоносного горизонта характеризуется линией, которая называется *уровнем грунтовых вод*. Зеркало грунтовых вод есть поверхность раздела зоны аэрации и зоны полного водонасыщения. Оно не является абсолютно плоским, имеет вид волнистой поверхности, сглажено повторяющей рельеф местности. Глубина залегания зеркала зависит от местных метеорологических и геологических условий и изменяется от 0 до 50 м и более. В том случае, когда зеркало грунтовых вод совпадает с дневной поверхностью, наблюдается заболачивание местности. По берегам рек, в пониженных участках местности зачастую наблюдаются источники – ключи, родники. Это явление связано чаще всего с выходом грунтовых вод на поверхность[1].

Грунтовые воды находятся в постоянном движении. Они перемещаются путём фильтрации через породы от участков с повышенными отметками зеркала грунтовых вод к пониженным участкам, образуя потоки. Потоки могут быть прямолинейными, криволинейными, плоскими, радиально сходящимися и радиально расходящимися.

Гидрогеологическую обстановку того или иного участка принято изображать с помощью гидрогеологических карт, в частности карт гидроизогипс[2].

Карты гидроизогипс отражают рельеф зеркала грунтовых вод с помощью гидроизогипс, то есть линий равных отметок. Эти линии аналогичны горизонталям рельефа местности.

Сечение гидроизогипс обычно принимается равным 0,2-1,0 м. Карты гидроизогипс строятся по данным замеров глубины залегания зеркала грунтовых вод в скважинах (шурфах).

Скважины или шурфы на местности обычно располагаются по квадратной или прямоугольной сетке.

### Методика выполнения работы

В каждом варианте заданий приводится участок местности с рельефом в виде горизонталей и дана простейшая топографическая ситуация (ручей, болото, берег реки, промышленный объект). На участке пробурено 16 скважин по квадратной сетке с расстоянием между скважинами 40 метров (масштаб карты 1:1000). В таблице отражены результаты замеров глубины залегания зеркала грунтовых вод в каждой скважине и глубина залегания водоупорного пласта (рисунок 1).

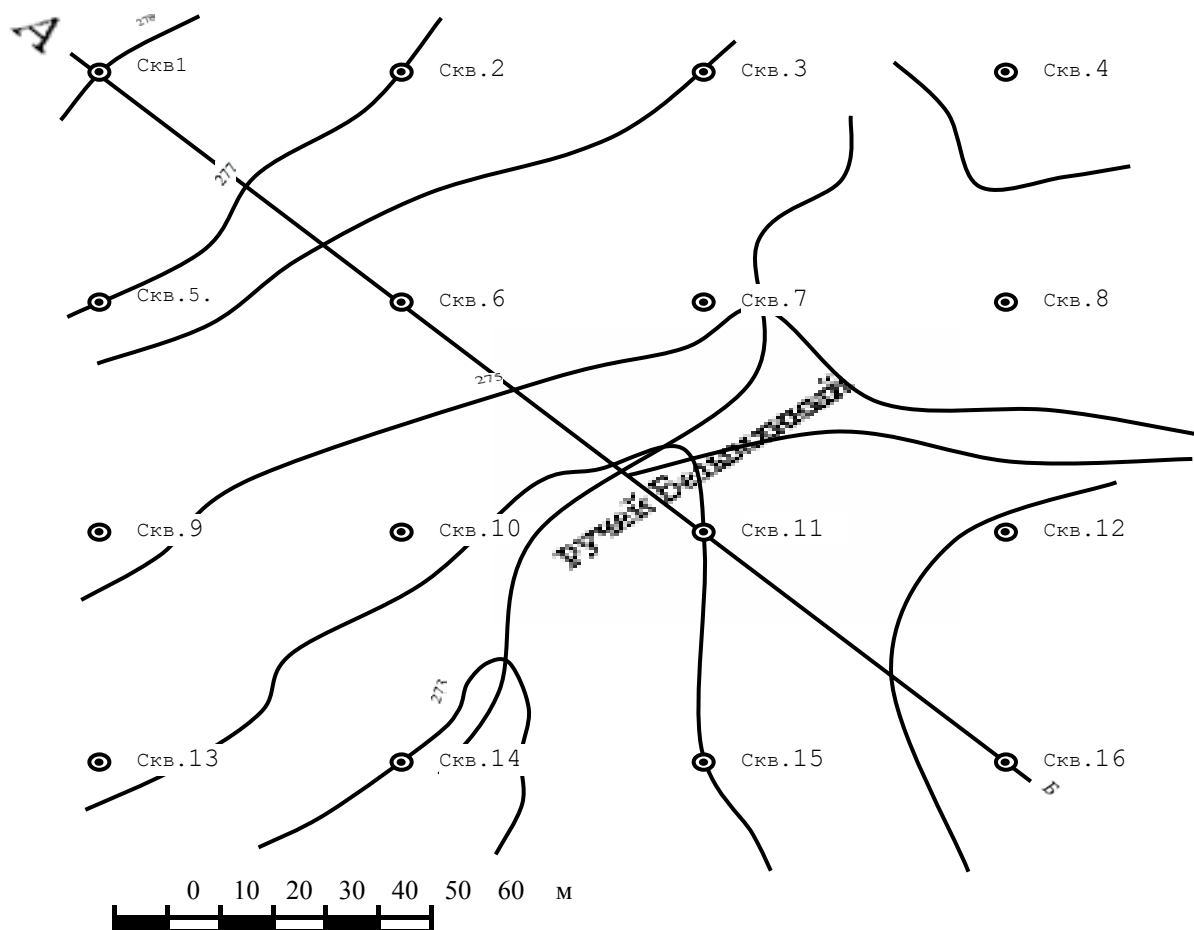


Рисунок 1 - Исходные данные к лабораторной работе

№№ скважин	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Глубина залегания зеркала	2,3	1,0	0,8	0,9	1,8	0,7	0,2	0,4	1,3	0,5	0,2	0,7	1,3	0,2	1,0	1,3
Глубина залегания водоупора	7,0					3,6					2,2					3,5

Рисунок 1 - Исходные данные к лабораторной работе  
(продолжение)

Чтобы определить абсолютную отметку зеркала грунтовых вод в каждой скважине, необходимо сначала найти отметку устья скважины. Устья скважин, через которые проходят горизонтالي, имеют отметки, отвечающие этим горизонталям. Так, устья скважин 1, 2, 3, 5, 11, 14 и 15 имеют отметки соответственно 278, 277, 276, 277, 274, 273 и 274 метра. Отметки устьев скважин, расположенных между горизонталями, определяются методом интерполяции. Следовательно, отметка устья скважин 6 – 275,7 м; 7 – 275,2 м; 8 – 275,5 м; 9 – 275,5 м; 10 – 274,5 м; 12 – 275,3 м; 13 – 274,4 м; 16 – 275,5 м; 4 – 275,3 м.

Отметка зеркала грунтовых вод в каждой скважине находится путём вычитания глубины залегания зеркала из отметки устья. Для нашего примера отметки зеркала определяются в соответствии с таблицей следующим образом (таблица 1). Вычисленные отметки зеркала подписываются у устья каждой скважины, после чего приступают непосредственно к построению карты. Построение следует начинать от одного (любого) квадрата, опирающегося на ближайшие четыре скважины (рисунок 2).

Таблица 1 - Расчет отметок зеркала грунтовых вод

Номер скважины	Отметка устья, м	Глубина залегания зеркала, м	Отметка зеркала, м
1	278,0	2,3	275,7
2	277,0	1,0	276,0
3	276,0	0,8	275,2
4	276,3	0,9	275,4
5	277,0	1,8	275,2
6	275,7	0,7	275,0

Таблица 1 - Расчет отметок зеркала грунтовых вод (продолжение)

Номер скважины	Отметка устья, м	Глубина залегания зеркала, м	Отметка зеркала, м
7	275,2	0,2	275,0
8	275,5	0,4	275,1
9	275,5	1,3	274,2
10	274,5	0,5	274,0
11	274,0	0,2	273,8
12	275,3	0,7	274,6
13	274,4	1,3	273,1
14	273,0	0,2	272,8
15	274,0	1,0	273,0
16	275,4	1,3	274,1

Точки с одинаковыми отметками находятся на сторонах квадрата методом интерполяции между отметками зеркала в соседних скважинах. Далее производят построения в рядом расположенных квадратах, постепенно закрывая всю площадь.

Точки с одинаковыми отметками зеркала соединяются плавными линиями (рисунок 2). Эти линии отвечают гидроизогипсам. Изогипсы поименовываются. Направление понижения показывается *бергштрихами*.

По окончании рисовки карта принимает вид, изображённый на рисунке 3 (для большей наглядности мы сняли горизонтали рельефа).

С помощью карты гидроизогипс решается ряд важных гидро-геологических задач: установление направления потока грунтовых вод, определение величины гидравлического градиента ( $J$ ), скорости фильтрации ( $V$ ), расхода единичного потока ( $q$ ), глубины залегания горизонта грунтовых вод. Карта гидроизогипс необходима для заключения об инженерно-геологических условиях строительства различных видов сооружений (гидротехнических, промышленных, гражданских, дорожных, гидромелиоративных и т.д).

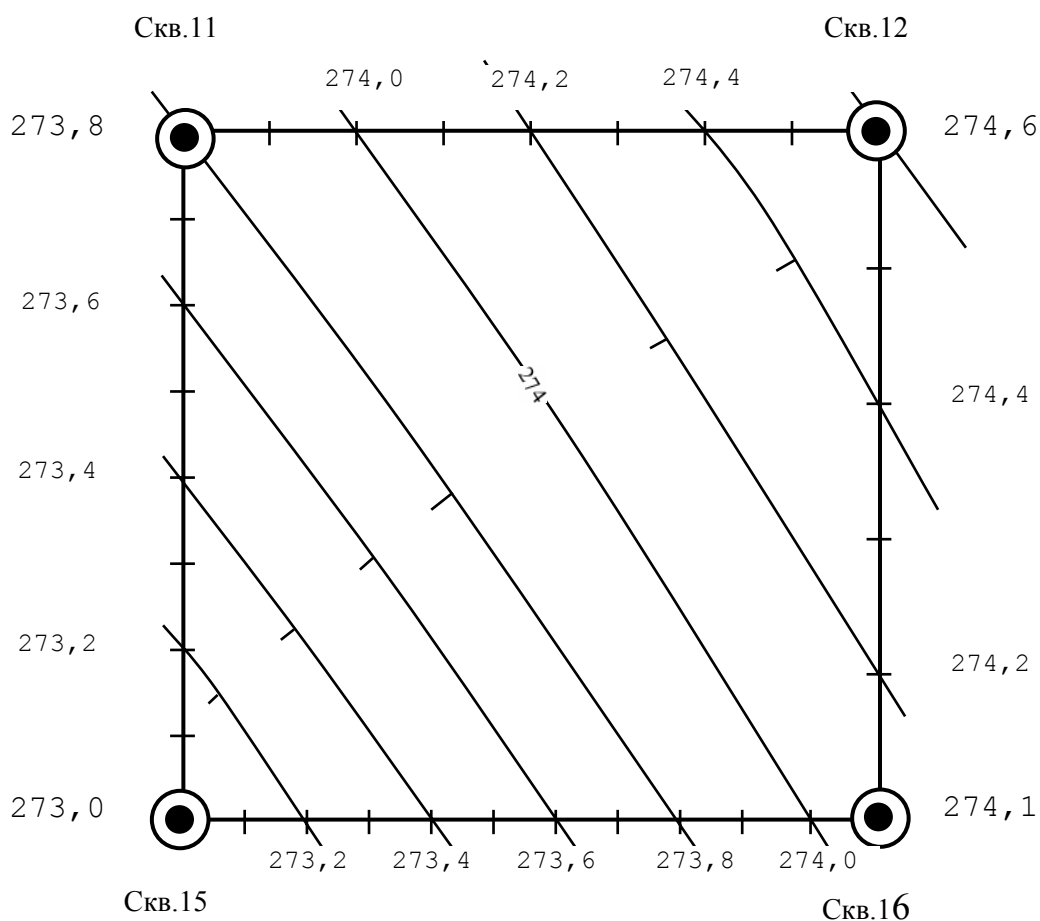


Рисунок 2 - Построение гидроизогипс методом интерполяции в квадрате, опирающемся на четыре ближайшие скважины

Решение задач выполняется в следующем порядке:

1. Построить гидрогеологический разрез по линии А-Б;
2. Определить направление потока грунтовых вод;
3. Определить величину гидравлического градиента, скорость фильтрации на заданных отрезках ( $J, V$ );
4. Определить единичный расход потока ( $q$ );
5. Построить карту гидроизобат, оконтурить участки с глубиной залегания зеркала грунтовых вод менее 2 м.;
6. Дать гидрогеологическую характеристику участка, изображенного на карте, с целью строительства различных видов сооружений (промышленных, гражданских, дорожных). Наметить мероприятия по предупреждению подтоплений;

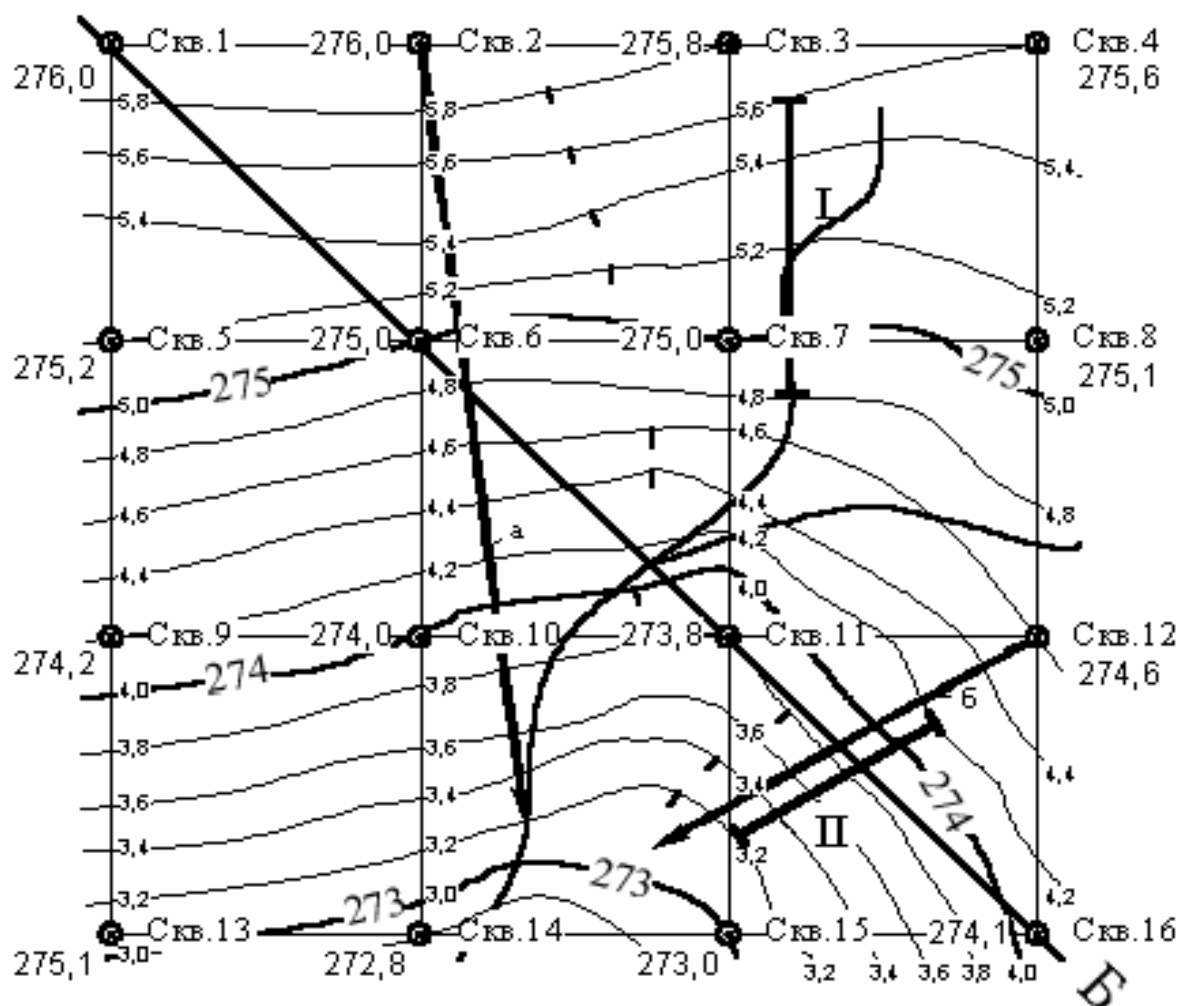


Рисунок 3 - Окончательный вид карты гидроизогипс

1. Построение гидрогеологического разреза по линии А-Б.

Разрез выполняется в следующей последовательности.

Выбирается вертикальный масштаб, строится шкала высот (рисунок 4) (горизонтальный масштаб соответствует масштабу карты), профиль поверхности вычерчивается по абсолютным отметкам устьев скважин и по горизонталям рельефа, уровень грунтовых вод – по абсолютным отметкам зеркала грунтовых вод в скважинах и по гидроизогипсам, водоупорный горизонт – по абсолютным отметкам водоупора. Направление потоков грунтовых вод показывают стрелками, водоупорные слои изображаются в условных знаках. Намечаются места возможного выхода грунтовых вод на поверхность.

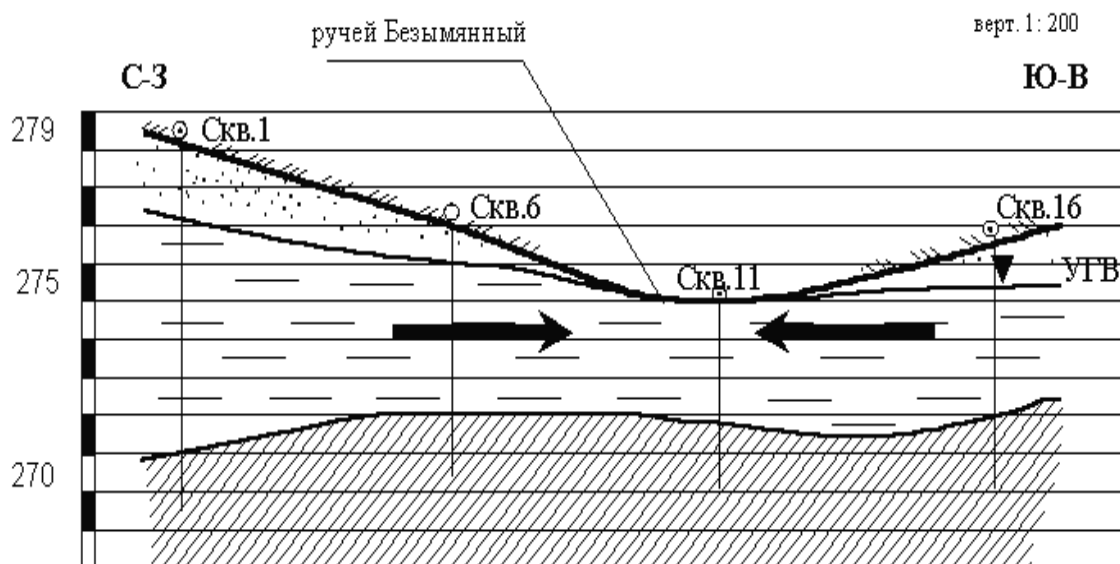


Рис.4. Гидрогеологический разрез по линии А-Б

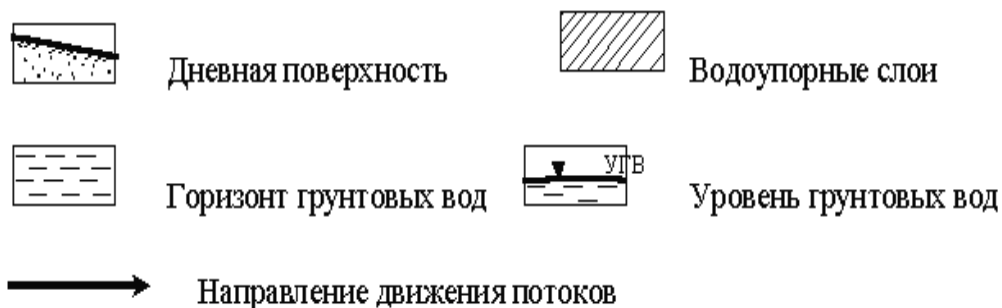


Рисунок 4 - Гидрогеологический разрез по линии А-Б

## 2. Определение направления потока грунтовых вод.

Из точки с повышенной отметкой зеркала грунтовых вод провести линию в сторону пониженных отметок, сохраняя перпендикулярность к ближайшей гидроизогипсе. Направление потока обозначается стрелкой;

## 3. Определение величины гидравлического градиента, скорости фильтрации.

Гидравлический градиент рассчитывается по формуле:

$$J = \frac{H_1 - H_2}{l} = \frac{\Delta H}{l},$$

где  $H_1$  и  $H_2$  – отметки зеркала в двух точках (на концах отрезка)  
 $l$  - расстояние между ними.

Скорость фильтрации:

$$V = K_{\phi} J,$$

где  $J$  – гидравлический градиент;

$K_{\phi}$  – коэффициент фильтрации, м/сут (задается в условии).

#### 4. Определение единичного расхода потока грунтовых вод.

Для определения мощности (производительности потока) необходимо рассчитать его расход. Расходом потока ( $Q$ ) называется количество воды, протекающее через поперечное сечение потока в единицу времени. Если разделить расход потока на ширину потока  $B$ , получим единичный расход потока  $q=Q/B$ . Единичный расход потока при наклонном водоупоре рассчитывается по формуле:

$$q = \frac{k_{\phi} (H_1 - H_2)(h_1 - h_2)}{2l},$$

где  $K_{\phi}$  – коэффициент фильтрации;

$H_1, H_2$  – абсолютные отметки зеркала грунтовых вод в скважинах;

$h_1, h_2$  – мощность водоносного пласта в соответствующих скважинах;

$l$  – расстояние между скважинами;

Единичный расход потока определяется на специально выбранном участке карты.

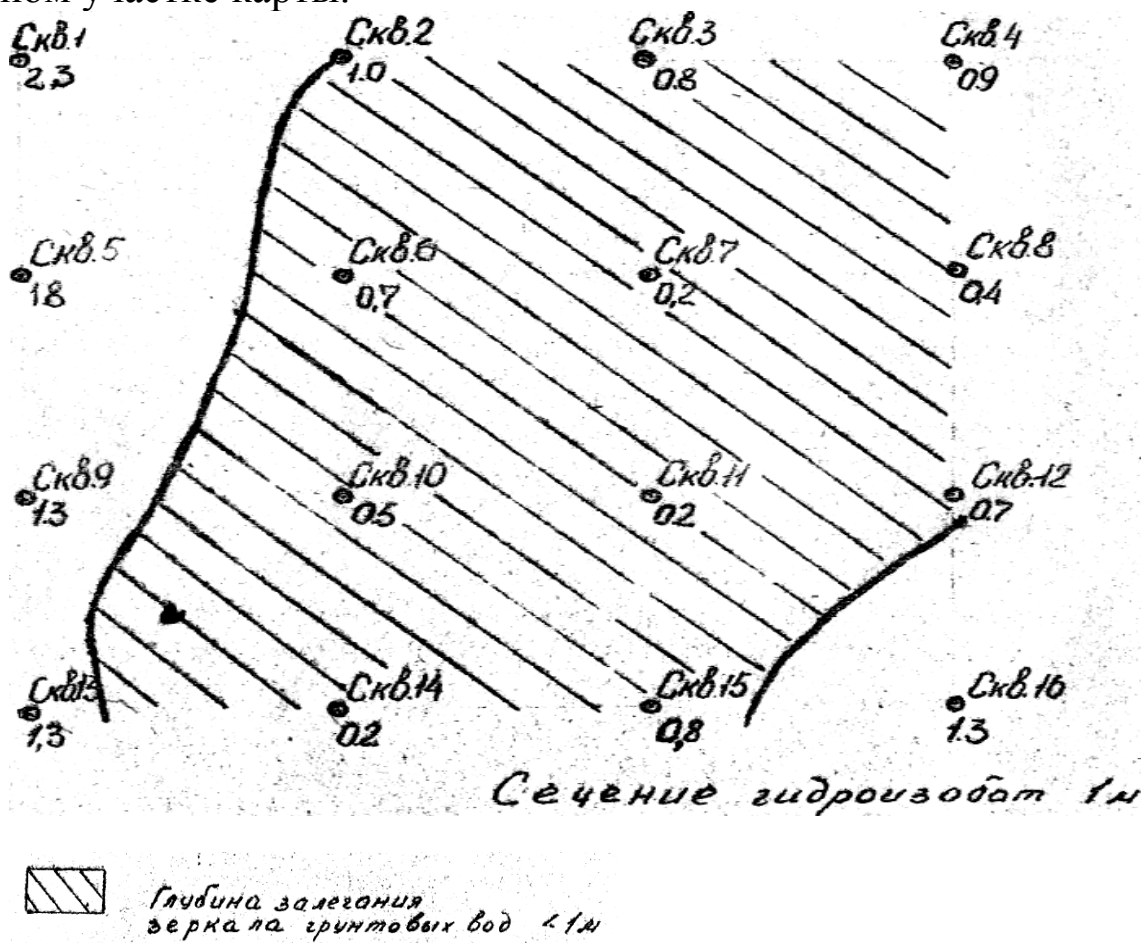


Рисунок 5 - Карта гидроизобат

5. Построение карты гидроизобат. Гидроизобаты – линии равных глубин залегания зеркала грунтовых вод. Для построения карты гидроизобат необходимо вынести плановое положение скважин (соблюдая масштаб) на отдельный листок, подписать к ним глубины залегания УГВ и далее построение ведется аналогично карте гидроизогипс. Сечение гидроизобат 1м, (если глубина залегания УГВ колеблется до 10 м) и 2 м (если более 10м). На карте гидроизобат специальными условными знаками показываются участки, где глубина залегания зеркала грунтовых вод менее двух метров, а так же заболоченные участки (т. е. глубина залегания около 0 м) (рисунок 5).

6. В гидрогеологической характеристике района приводятся:

- краткий анализ исходных данных;
- интервалы глубины залегания УГВ;
- мощность водоносного горизонта;
- направление потока грунтовых вод;
- гидравлический градиент, скорость фильтрации;
- единичный расход потока;
- тип потока (плоско-параллельный, радиальный сходящийся или радиальный расходящийся);
- области питания и разгрузки (взаимодействие грунтовых вод с поверхностными водотоками).

В итоге всей работы необходимо сделать вывод о возможности строительства в данном районе с учётом гидрогеологического разреза, карты гидроизобат, а также рассмотреть меры борьбы с грунтовыми водами.

## Вопросы для самопроверки

1. Что называется грунтовыми водами?
2. Чем ограничен горизонт грунтовых вод сверху и снизу?
3. Что понимается под водоупором?
4. Что называется зоной аэрации?
5. В каких случаях происходит заболачивание территории?
6. Как возникают источники подземных вод (ключи, родники)?
7. Как ориентируются потоки грунтовых вод?
8. Что называется зеркалом грунтовых вод?
9. Как в разрезе выглядит зеркало грунтовых вод?
10. Что называется гидроизогипсами?
11. Что изображается на картах с помощью гидроизогипс?
12. Какие задачи можно решать на основе карты гидроизогипс?
13. Что значит абсолютная отметка зеркала грунтовых вод?
14. Как определить абсолютную отметку зеркала грунтовых вод, если дан замер глубины его залегания?
15. В чем состоит метод интерполяции?
16. Какие существуют случаи взаимоотношения поверхностных и грунтовых вод?
17. Как рассчитать гидравлический градиент?
18. Какова размерность коэффициента фильтрации?
19. Как ориентируются потоки грунтовых вод по отношению к гидроизогипсам?

## Список литературы

1. Ананьев В.П. Инженерная геология: Учебник для вузов / В.П.Ананьев. А.Д.Потапов – 3-е изд., перераб. и испр. – М. : Высшая школа, 2005. – 575 с.: ил.
2. Чернышев С.Н. Задачи и упражнения по инженерной геологии: Учебное пособие для вузов /С.Н.Чернышев, Н.Н.Чумаченко, И.Л.Ревелис.- 3-е изд., испр. – М.: Высшая школа. 2002. – 254 с.: ил.

Составители:  
Епифанцев Олег Георгиевич.  
Шипилова Ася Максимовна

**ПОСТРОЕНИЕ КАРТЫ ГИДРОИЗОГИПС  
АНАЛИЗ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ РАЙОНА**

Практикум для студентов специальностей: «Промышленное и гражданское строительство» (270102), «Водоснабжение и водоотведение» (270112)

Напечатано в полном соответствии с авторским оригиналом

Подписано в печать  
Формат бумаги 60\*84 1/16 Бумага писчая. Печать офсетная.  
Усл. печ. л. 0,81 Уч-изд. л. 0,91. Тираж экз. Заказ

Сибирский государственный индустриальный университет  
654007 г. Новокузнецк, ул. Кирова, 42  
Издательский центр СибГИУ