



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Рубцовский индустриальный институт**  
(филиал) федерального государственного бюджетного  
образовательного учреждения высшего образования  
«Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова»

**Н.В. Гейко**

**ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ И ЭКОЛОГИЯ**

Методические указания  
по выполнению лабораторных работ  
для студентов направления 08.03.01 «Строительство» всех форм обучения

**Рубцовск 2019**

Гейко Н.В. Инженерная геология и экология: Методические указания по выполнению лабораторных работ для студентов направления 08.03.01 «Строительство» всех форм обучения/ Рубцовский индустриальный институт. – Рубцовск, 2019. 65 с.

Методическое пособие содержит примеры решения задач, необходимый теоретический материал, пять лабораторных работ, охватывающих всю тематику заданий, предложенных в контрольной работе. В приложении дана геохронологическая шкала, необходимая для выполнения работы.

Рассмотрено и одобрено на заседании  
кафедры СиМ Рубцовского  
индустриального института  
Протокол № 10 от 21.05.2019г.

Рецензент:

к.т.н., доцент

О.А. Михайленко

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
1. ЗАДАНИЯ ДЛЯ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ.....	5
1.1. Лабораторная работа по теме «Минералы».....	5
1.2. Лабораторная работа по теме «Горные породы».....	5
1.3. Лабораторная работа по теме «Геологические карты и разрезы. Геохронология».....	6
1.4. Лабораторная работа по теме «Основы гидрогеологии».....	
1.5. Лабораторная работа по теме «Инженерно-геологические изыскания».....	
2. ВОПРОСЫ К ЗАЧЕТУ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ И ЭКОЛОГИЯ».....	
3. ТЕМЫ РЕФЕРАТОВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ И ЭКОЛОГИЯ» ДЛЯ СТУДЕНТОВ НАПРАВЛЕНИЯ 08.03.01 «СТРОИТЕЛЬСТВО».....	
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	

## ВВЕДЕНИЕ

Контрольная работа по дисциплине Инженерная геология выполняется после изучения теоретического курса для закрепления полученных знаний. Вопросы, изучаемые в курсе дисциплины, приведены в приложении.

Работа выполняется на листах формата А-4 машинописным текстом. Графическая часть выполняется на миллиметровой бумаге.

Работа состоит из пяти практических заданий и подготовки реферата. Темы рефератов представлены в приложении. Перед началом сессии студент сдает в деканат выполненную контрольную работу и реферат. Защита реферата проходит на зачете.

В методических указаниях приведены примеры выполнения заданий, каждое сопровождается примером решения задач.

Номер варианта – последняя цифра в номере зачетной книжки.

# 1. ЗАДАНИЯ ДЛЯ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

## 1.1. Лабораторная работа по теме «Минералы»

Минералы являются составной частью любых горных пород (гранитов, песчаников, глин).

Изучению их уделяется большое внимание. Связано это с тем, что важные строительные свойства горных пород (грунтов), такие, как прочность, сжимаемость, плотность частиц грунта, растворимость в воде, устойчивость определяются тем, из каких минералов они состоят.

**Минералы** – это природные химические соединения или самородные элементы, которые имеют определенный химический состав и физические свойства, образуются в результате процессов, протекающих в земной коре и на ее поверхности

Наука о составе, строении, свойствах и происхождении минералов называется **минералогией**.

Минералы встречаются в виде самостоятельных скоплений или входят в состав горных пород. В земной коре содержится более 7000 минералов и их разновидностей. Около 100 минералов встречаются часто и в больших количествах, входят в состав горных пород и наз. **породообразующими**. Например, в гранитах это полевые шпаты, кварц, слюда. Эти минералы определяют строительные свойства гранитов. Хотя число породообразующих минералов невелико, но иногда на свойства пород оказывают влияние второстепенные (акцессорные) минералы, входящие в небольших количествах в породы. Например, пирит ( $\text{FeS}_2$ ) даже в количестве 1-2% резко ухудшает свойства гранитов, они становятся непригодными в качестве облицовочного камня.

Каждый минерал имеет определенное внутреннее строение и присущие только ему признаки и свойства. Они определяются условиями, в которых рождаются минералы.

Минералы обладают кристаллической решеткой или бывают аморфными. Большинство имеет кристаллическое строение, атомы расположены в определенном порядке, создавая кристаллическую решетку, имеют вид правильных многогранников.

Со строением решетки связаны свойства минералов. Свойства могут быть одинаковыми по всем направлениям (изотропные свойства) или разными по различным направлениям (анизотропные).

**Аморфные** не имеют кристаллической структуры, по свойствам изотропны, имеют неправильную внешнюю форму (опал). Для них характерна неправильная внешняя форма и изотропность

К физическим свойствам относятся: внешняя форма, оптические и механические характеристики.

При проведении исследований в полевых условиях получают предварительную информацию о составе и свойствах пород.

**Внешняя форма (облик)** разнообразна, чаще минералы имеют неправильные очертания. Многие встречаются в виде агрегатных скоплений. Это могут быть друзы (сростки кристаллов на стенках пустот и трещин), конкреции (желваки), жеоды (заполненные округлые полости), дендриты (тонкие кристаллы как ветки деревьев). Размеры колеблются от нескольких метров до очень маленьких, которые можно рассмотреть в лупу.

**К оптическим свойствам** относятся цвет, прозрачность, блеск, цвет черты.

**Цвет** зависит от химического состава и наличия примесей. Например, кварц может быть бесцветным (горный хрусталь), черным (морион), желтым (цитрин), фиолетовым (аметист) и т.д. Цвет для некоторых (малахит, азурит) строго постоянен. Различают светлые (кварц, полевые шпаты, гипс, кальцит), и темные (роговая обманка, авгит). Очень важным признаком является цвет черты минерала. Например, минерал пирит желтого цвета, а черта черная.

**Прозрачность** – способность пропускать свет. Прозрачные (кварц, мусковит), полупрозрачные (гипс, халцедон), непрозрачные (пирит, графит).

**Блеск** – способность поверхности минералов отражать в различной степени свет. Различают металлический (пирит, галенит) и неметаллический (стеклянный – силикаты, жирный – тальк, шелковистый асбест, перламутровый - слюда).

**К механическим** свойствам относятся твердость, спайность, излом, плотность.

**Твердость** – способность минералов противостоять внешним механическим воздействиям. Оценивается по 10–балльной шкале твердости Ф. Мооса (табл. 2.1). Абсолютная твердость определяется на специальных приборах – склерометрах.

Таблица 1  
Относительная твердость минералов

Эталонные минералы	Твердость по Моосу	Число твердости, МПа	Приближенная (полевая оценка)
Тальк	1	24	Мягкие (чертятся ногтем)
Гипс	2	360	
Кальцит	3	1090	Средние (чертятся столовым ножом)
Флюорит	4	1890	
Апатит	5	5360	
Ортоклаз	6	7967	Твердые (царапают стекло)
Кварц	7	11200	
Топаз	8	14279	Очень твердые (режут стекло)
Корунд	9	20000	
Алмаз	10	100600	

В таблице 10 эталонных минералов, каждый последующий царапает предыдущий.

**Спайность** – способность минералов раскалываться или расщепляться по определенным направлениям с образованием плоскостей раскола. Обусловлена внутренним строением и не зависит от внешней формы. Спайность бывает весьма совершенной (слюда), совершенная (кальцит), средняя (полевые шпаты), несовершенная (кварц).

**Излом** – характеризует поверхность разрыва или раскалывания. Излом по спайности (кальцит), раковистый (кварц), землистый (каолинит).

**Плотность** – от 0,6 до 19 г/см<sup>3</sup>. наиболее распространенные–2,5–3 г/см<sup>3</sup>.

**Другие свойства** – хрупкость, плавкость, магнитность, вкус, запах. Для отдельных они–определяющие (галит– поваренная соль –соленый) сера имеет запах при горении

Пользуясь образцами коллекции минералов и шкалой твердости, сделать описание образцов предложенных минералов в таблице.

*Минералом называют природное тело, однородное по химическому составу и физическим свойствам.* Минералы, которые широко и в большом количестве распространены в природе и входят в состав горных пород, называют *породообразующими*.

В основе классификации лежит внутренняя структура и химический состав минералов.

Согласно этой классификации все минералы разделяются на 10 классов:

Таблица 2.2

## Классификация минералов по химическому составу

Класс	Наименование	Характерные представители
I	Силикаты	Ортоклаз $K[AlSi_3O_8]$
II	Карбонаты	Кальцит $CaCO_3$
III	Оксиды	Кварц $SiO_2$
IV	Гидроксиды	Опал $SiO_3 \cdot nH_2O$
V	Сульфиды	Пирит $FeS_2$
VI	Сульфаты	Гипс $CaSO_4 \cdot 2H_2O$
VII	Галонды	Галит $NaCl$
VIII	Фосфаты	Апатит $Ca_5(F,Cl)[PO_4]_3$
IX	Вольфраматы	Вольфрамит $(Fe, Mn)WO_4$
X	Самородные элементы	Алмаз C

Таблица 1

## Основные характеристики породообразующих минералов

№п/п	название	класс	блеск	твёрдость	спайность	Цвет черты	Др.особенности	применение
1	Сера							
2	Кварц							
3	Пирит							
4	Гипс							
5	Апатит							

## 1.2. Лабораторная работа по теме «Горные породы»

Пользуясь образцами коллекции горных пород, справочным материалом изучить структуру и текстуру горных пород и составить описание их свойств в таблицах 2, 3.

Таблица 2

№ п/п	Название породы	Группа по генезису	Минеральный состав	Структура	Текстура	Предел прочности	Применение в строительстве
1	Гранит						
2	Сиенит						
3	Базальт						
4	Обсидиан						
5	Пемза						
6	Габбро						
7	Туф вулканический						
8	Глина						
9	Песок						
10	Песчаник						
11	Гравий						

Таблица 3

## Характеристика метаморфических горных пород

№п/п	Название	Исходный	Главные	Структура	текстура	Применение в
------	----------	----------	---------	-----------	----------	--------------

	породы	химический состав	минералы			строительстве
1	Мрамор					
2	Кварцит					
3	Сланец глинистый					
4	Сланец тальковый					

### 1.3. Лабораторная работа по теме «Геологические карты и разрезы. Геохронология»

Геологическая карта отражает геологическое строение местности, характеризует распространение и условия залегания горных пород, их мощность, состав и возраст. Карты составляют в процессе геологической съемки. Используют естественные выходы горных пород – обнажения, буровые скважины, геофизические исследования. Основой служат топографические карты. Для того, чтобы читать карту, необходимо знать методы их составления, условные знаки.

Геологическая карта – это проекция геологических границ слоев горных пород на горизонтальную плоскость.

Для обоснования строительства составляют литолого-стратиграфические карты. На них отражают границы распространения различных типов горных пород, их возраст и литологический состав (пески, глины, известняки).

Масштаб зависит от назначения (1:25000 – 1: 10000 и крупнее).

Дополнением к геологическим картам служат разрезы (профили), представляющие собой графическое отображение на вертикальной плоскости особенностей геологического строения по заданному направлению. Основой для разрезов служат геологическая карта, геологоразведочные выработки (скважины, шурфы).

Для построения разреза по определенной линии необходимо знать профиль поверхности земли. Для этого используют топографическую карту, на которой рельеф изображается горизонталями. Масштаб разреза должен соответствовать масштабу карты, а вертикальный в несколько раз крупнее горизонтального.

Изучением возраста горных пород и последовательности их образования занимается геохронология. Геологическая документация (инженерно-геологические карты, разрезы, колонки буровых скважин) основана на возрастных геологических индексах. Знание геологического возраста позволяет установить условия залегания пород и закономерности их формирования.

На основании изучения возраста горных пород составлена геохронологическая шкала (Приложение).

По разрезу можно установить формы залегания пород, строение структурных элементов земной коры. Первоначально осадочные породы залегают почти горизонтально. Слоистость возникает вследствие изменения условий осадконакопления и проявляется в чередовании слоев различного состава, сложения, мощности. Расположение слоев осадочных пород может быть

согласным (когда слои залегают параллельно друг к другу), или несогласным, когда между слоями выделяется граница несогласия (рис. 1).

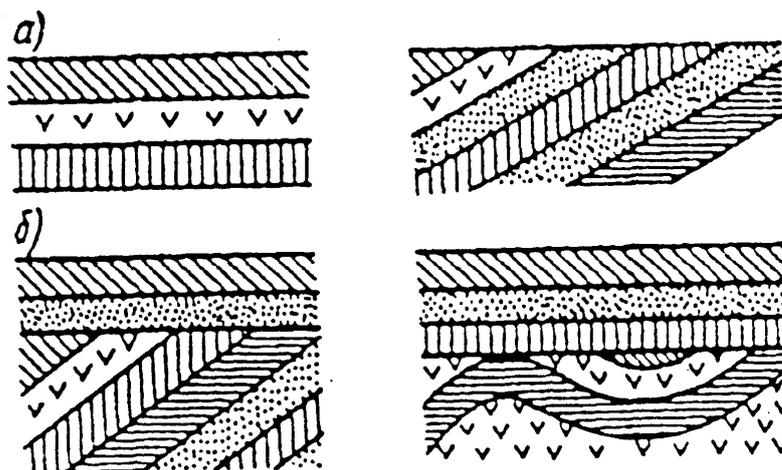


Рис. 1. Залегание слоев:  
а) – согласное, б) – несогласное

Однако тектонические движения могут нарушать первоначальную форму залегания. Нарушения форм первичного залегания горных пород, вызванные тектоническими движениями земной коры, называют дислокациями. Дислокации подразделяют на складчатые (рис. 2) и разрывные (рис. 3).

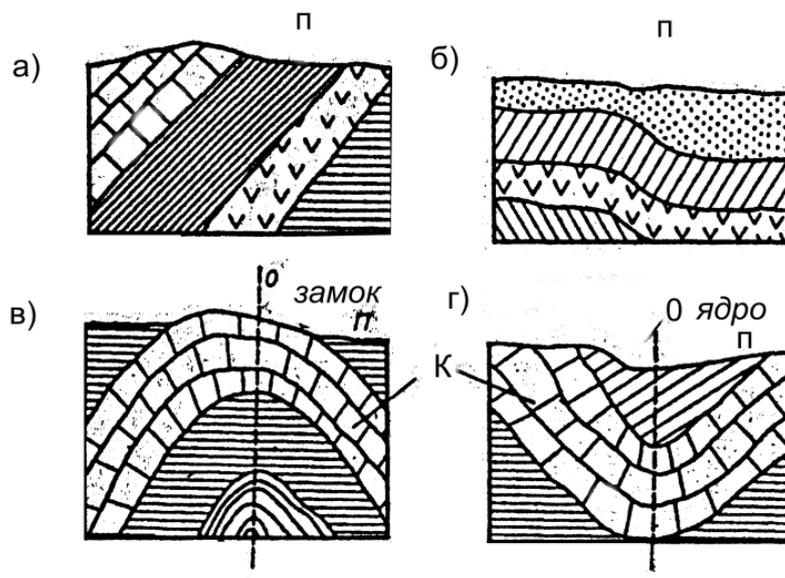


Рис. 2. Складчатые дислокации: а) – моноклираль; б) – флексура;  
в) – антиклираль; г) – синклираль

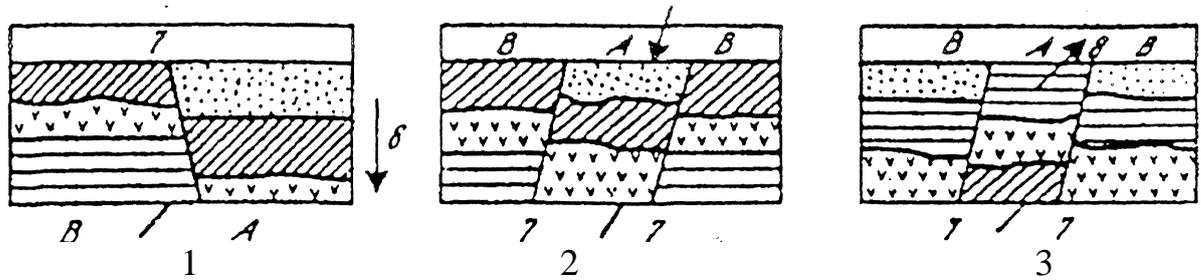


Рис. 3. Разрывные дислокации слоев: 1 – сброс, 2 – грабен, 3 – горст, 7 – плоскость разрыва слоев, 8 направление тектонического движения

На геологических картах разные типы горных пород обозначают условными знаками (рис. 4)

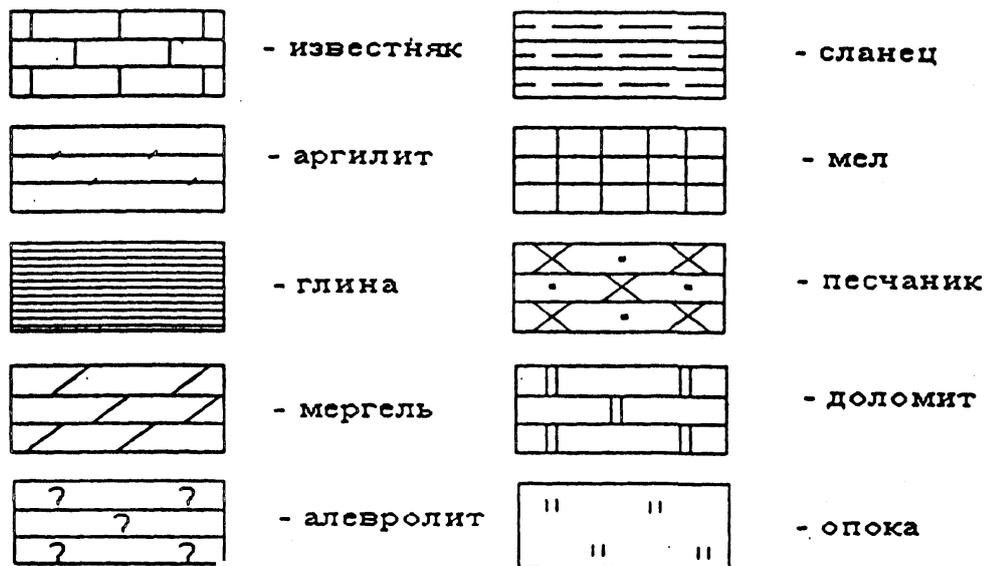


Рис.4. Условные знаки, используемые во фрагментах геологических карт

#### Задание.

По фрагменту геологической карты построить геологический разрез по линии 1-1, приняв вертикальный масштаб 1:1000, а горизонтальный 1:2000.

Геологические слои следует наносить в хронологической последовательности. Условные обозначения слоев приведены на рисунке 1.

Буквами (индексами) на картах обозначены геологические периоды образования горных пород согласно шкале геологического времени земной коры, т.е. возраст горных пород в соответствии с геохронологической шкалой. Фрагменты геологических карт даны в масштабе 1:2000. (см. приложение).

Разрез строят на миллиметровой бумаге в таком порядке. Горизонтальные масштабы карты и разреза по условию задачи совпадают. Поэтому скопируйте фрагмент нужного варианта и наклейте его на лист миллиметровой бумаги таким образом, чтобы линия разреза 1-1 была горизонтальной. Пример построения дан на рисунке 5.

Ниже фрагмента карты на горизонтальной линии отмечают начало и конец разреза в принятом масштабе. У начала разреза строят (в масштабе 1:1000) вертикальную шкалу абсолютных отметок в пределах, встречающихся на карте. Для построения вертикального профиля переносят точки пересечения

горизонталей с линией разреза с фрагмента карты. На рис.5б - это линии с длинными пунктирными штрихами.

На полученный топографический профиль проектируют стратиграфические границы слоев, попадающих в разрез (линии с короткими пунктирными штрихами). Карандашом справа и слева от стратиграфических границ подписывают индексы возраста пород. Теперь рассматривают состав и возраст пород, попадающих в разрез.

На представленном фрагменте карты наиболее древними из них являются доломиты каменноугольного возраста (С). За ними следуют пермские аргиллиты (Р) и глины триаса (Т). Между триасом и мелом наблюдается стратиграфический перерыв: отсутствуют юрские отложения. На профиле эти отложения будут расположены в таком порядке: каменноугольные (С), пермские (Р), триас (Т), и самые молодые отложения мела мелового периода (К).

Проведение границ слоев начинают с линии, имеющей максимальное количество точек на топографическом профиле. Это триасовые отложения. Подошва этих отложений является кровлей пермских аргиллитов, границей их залегания будет линия, параллельная Т. Соединяют одноименные точки сплошными линиями. В заключении штриховкой обозначают литологический состав пород, индексами – возраст, карандашные записи стирают.

В результате построения в разрезе видна антиклинальная складка с размытым ядром.

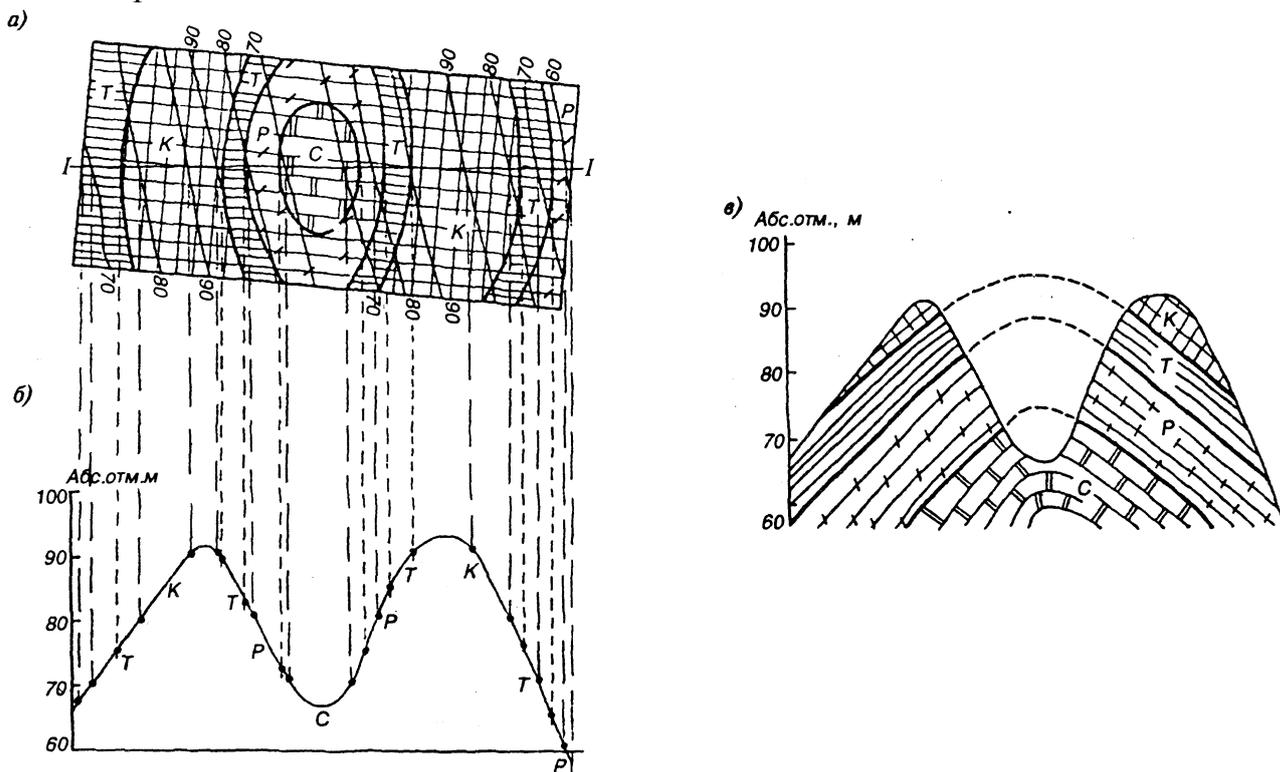


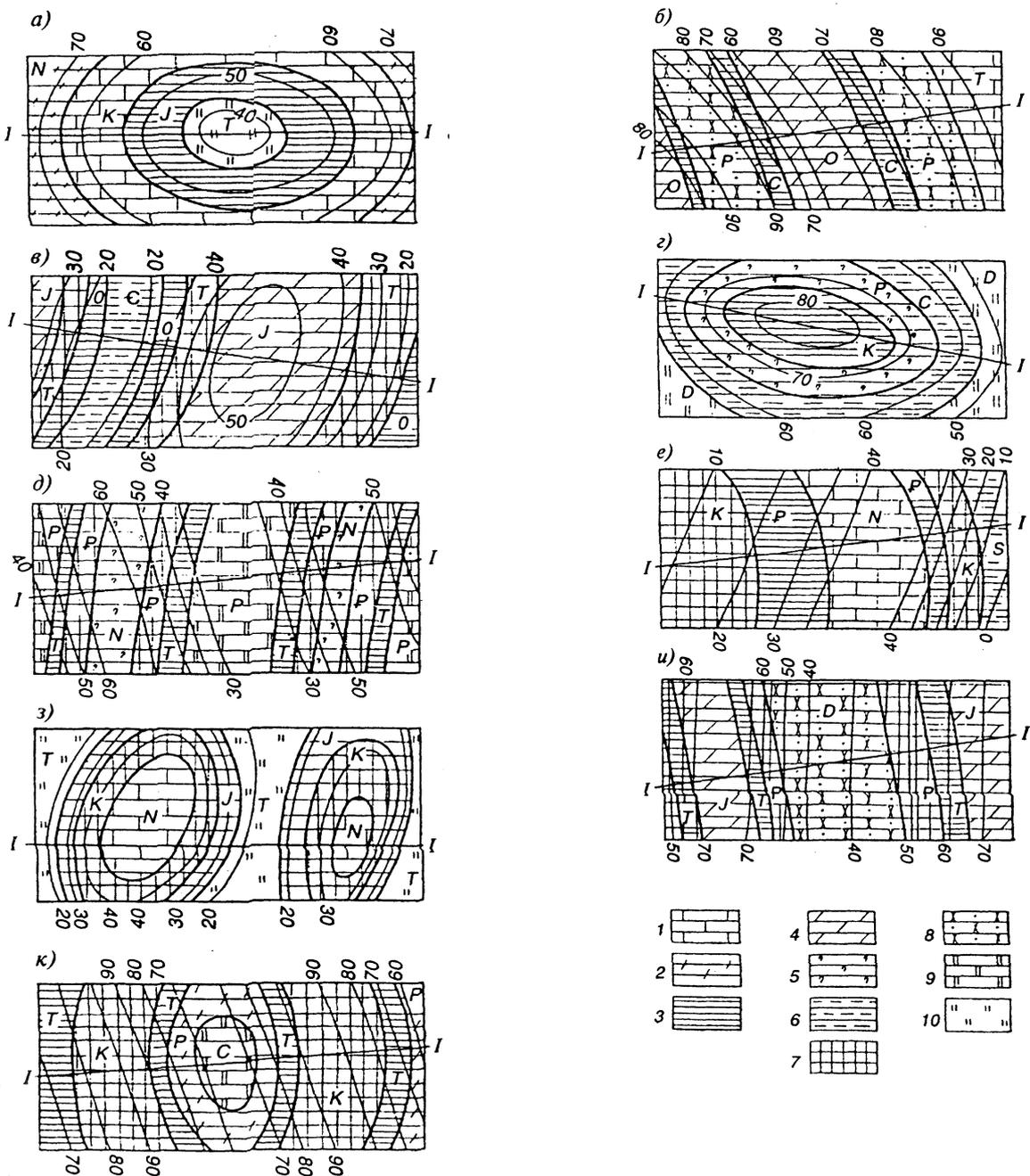
Рис. 5. Пример построения геологического разреза:

- а) – фрагмент геологической карты масштаба 1:2000; б) – построение топографического профиля, в) – геологический разрез.

Исходные данные для задания выбираются студентом в соответствии с номером варианта в приложении.

Фрагменты геологических карт. Тонкими линиями показаны горизонтали рельефа. Толстыми- возрастные геологические границы. Для удобства восприятия границ и построений рекомендуется каждый геологический слой раскрасить разным цветом.

№ варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Обозначение рисунка	а)	б)	в)	г)	д)	е)	з)	и)	к)



Цифрами обозначены названия горных пород:

1 – известняк, 2 – аргиллит, 3 – глина, 4 – мергель, 5- алевролит, 6 – сланец, 7 – мел, 8 – песчаник, 9 – доломит, 10 – опока

#### 1.4. Лабораторная работа по теме «Основы гидрогеологии»

При выполнении разведочных работ пробурено 12 скважин, расположенных в плане в углах квадратной сетки, на расстоянии 25 м друг от друга. В таблице 4 приведены абсолютные отметки устьев скважин и результаты одновременного замера глубин залегания уровней грунтовых вод. По этим данным построить на топографической основе карту гидроизогипс в масштабе 1:500. Провести горизонтали и гидроизогипсы через 1 м. На карте покажите направление потока и выделите участки с глубиной залегания уровня грунтовых вод менее 2 м. Нанести на карту линии, соединяющие точки зеркала подземных вод, расположенные на одинаковой глубине от земной поверхности (гидроизобаты).

Таблица 4

N скважины		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Вариант	Отметка устья ( $H_y$ )	13,1	12,2	11,3	10,8	13,6	13,4	12,5	12,2	16,1	15,3	14,7	13,5
	Глубина залегания УГВ (h)	4,1	3,9	5,6	1,7	3,6	2,8	2,0	1,6	3,5	3,2	0,9	0,3
	Отметка УГВ	<b>9,0</b>	<b>8,3</b>	<b>5,7</b>	<b>9,1</b>	<b>10,0</b>	<b>10,6</b>	<b>10,5</b>	<b>10,6</b>	<b>12,6</b>	<b>12,1</b>	<b>13,8</b>	<b>13,2</b>

*Гидроизогипсы* - это линии, соединяющие на плане точки с одинаковыми абсолютными отметками уровней грунтовых вод. *Гидроизобаты* - линии на карте, соединяющие точки с равными глубинами залегания уровня грунтовых вод.

Работу выполнить на миллиметровой бумаге. В масштабе 1:500 на расстоянии 25 метров наносится план расположения скважин. Их обозначают кружками диаметром 2 мм. Слева записать ее номер, справа в числителе - абсолютную отметку устья, в знаменателе - отметку -уровня грунтовых вод (УГВ). Абсолютная отметка УГВ вычисляется как разность между отметкой устья и глубиной залегания уровня воды:

$$H_{\text{УГВ}} = H_y - d.$$

где  $H_y$  - отметка устья скважины, м;

$d$  - глубина залегания уровня грунтовых вод, м.

В таблице 1 – вычисленные значения УГВ – нижняя строка.

Далее между абсолютными отметками устьев скважин находят точки с абсолютными отметками, равными целому числу путем интерполяции (сечение горизонталей и гидроизогипс через 1 м). Соединив точки с одинаковыми отметками земли плавными линиями, получают горизонтали рельефа (на рисунке б они обозначены тонкими линиями).

Аналогично путем интерполяции находят точки с одинаковыми абсолютными отметками УГВ. Соединив эти точки плавными линиями, получим гидроизогипсы (на рисунке б – утолщенные линии).

Интерполяцию выполняют с помощью палетки (рис. б,а). Палетка - это система параллельных линий, проведенных на кальке на равном расстоянии друг от друга (4-5 мм). Выполняется интерполяция в такой последовательности. Точки между смежными скважинами соединяют вспомогательной прямой линией,

которая после окончания работы стирается. Палетка накладывается на одну из точек таким образом, чтобы отметка на палетке и отметка точки совпали. Эта точка фиксируется путем прокола иглой. Далее палетка поворачивается вокруг иглы до тех пор, пока отметка второй точки не совпадет с отметкой на палетке. На пересечении отрезка, соединяющего точки с сеткой палетки, находят искомые точки (рис. 6,б). Целесообразно производить интерполяцию, соединяя ближайшие точки отрезками так, чтобы они в плане образовали квадраты. Но нельзя интерполировать между точками, расположенными по разные стороны поверхностных водотоков и водоемов.

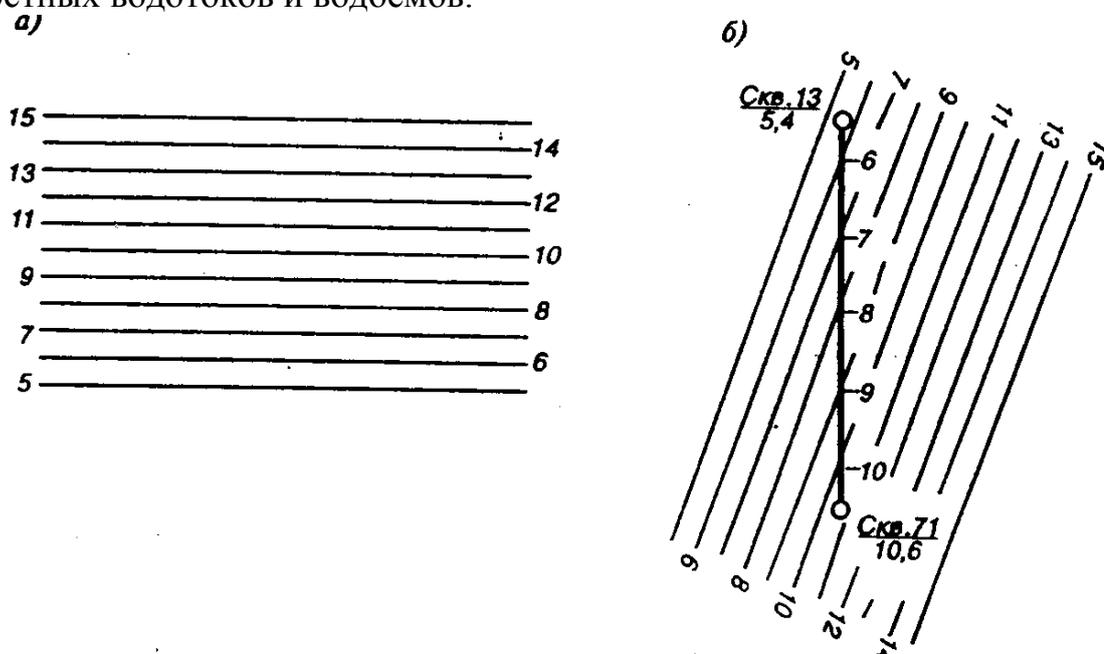


Рис. 6. Выполнение интерполяции для проведения горизонталей:  
а – палетка; б – схема интерполяции

На рисунке 7 показано построение карты гидроизогипс: тонкими линиями показаны горизонталы (13, 12, 14); утолщенные линии – гидроизогипсы (8, 9, 10, 11, 12 и т.д.), стрелки показывают направление потока, штрихами – гидроизобата.

*Гидроизогипсы* - это линии, соединяющие на плане точки с одинаковыми абсолютными отметками уровней грунтовых вод. *Гидроизобаты* - линии на карте, соединяющие точки с равными глубинами залегания уровня грунтовых вод.

Для выделения участков с глубиной залегания УГВ менее 2 м находят точки пересечения горизонталей и гидроизогипс с разностью отметок 2 м. Линия, проведенная через эти точки, это гидроизобата. На рисунке 7 гидроизобата показана пунктирной линией, а участок с глубиной залегания УГВ менее 2 м заштрихован. Направление потока показано стрелками, которые проводятся перпендикулярно гидроизогипсам.

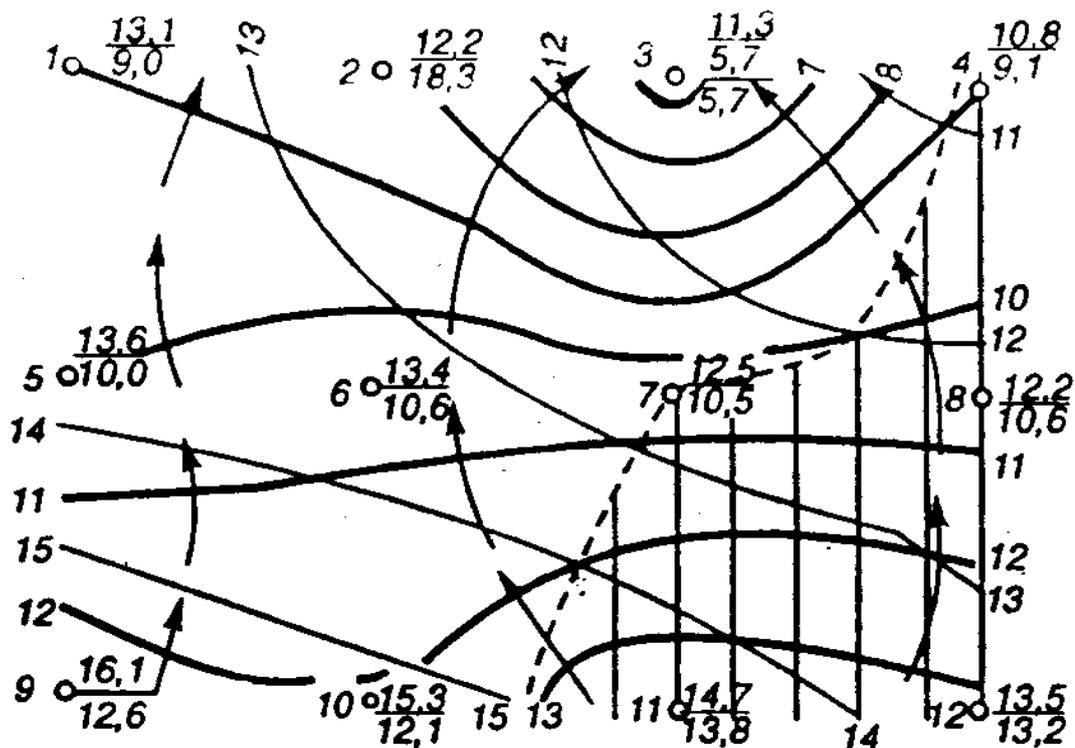


Рис. 7. Карта гидроизогипс

По картам гидроизогипс определяют участки, удобные для строительства.

#### Задание к вариантам

При выполнении разведочных работ пробурено 12 скважин, расположенных в плане в углах квадратной сетки, на расстоянии 25 м друг от друга. В таблице приведены абсолютные отметки устьев скважин (в числителе) и результаты одновременного замера глубин залегания уровней грунтовых вод (в знаменателе). Используя эти данные, построить на топографической основе карту гидроизогипс масштаба 1:500, приняв сечение горизонталей и гидроизогипс через 1 м. На карте покажите направление потока и выделите участки с глубиной залегания уровня грунтовых вод менее 2 м.

*Гидроизогипсы* - это линии, соединяющие на плане точки с одинаковыми абсолютными отметками уровней грунтовых вод. *Гидроизобаты* - линии на карте, соединяющие точки с равными глубинами залегания уровня грунтовых вод.

Работу выполнить на миллиметровой бумаге. В масштабе 1:500 на расстоянии 25 метров наносится план расположения скважин. Их обозначают кружками диаметром 2 мм. Слева записать ее номер, справа в числителе - абсолютную отметку устья, в знаменателе - отметку -уровня грунтовых вод (УГВ). Абсолютная отметка УГВ вычисляется как разность между отметкой устья и глубиной залегания УГВ.

Горизонталю провести тонкими линиями, гидроизогипсы - жирными линиями.

### Исходные данные

№ скважины		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Вариант 1	Отметка устья (Н <sub>у</sub> )	12,4	11,3	10,6	10,5	13,0	12,5	12,3	12,4	15,3	14,2	13,7	13,3
	Глубина залегания УГВ (h)	3,9	2,4	1,5	1,8	3,2	2,0	1,7	2,8	3,2	1,3	0,4	2,3
	Отметка УГВ												

№ скважины		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Вариант 2	Отметка устья (Н <sub>у</sub> )	13,6	13,1	12,5	12,4	16,7	15,1	14,4	13,5	18,2	18,3	18,2	17,0
	Глубина залегания УГВ (h)	3,6	2,8	2,0	1,7	3,6	3,2	1,1	0,4	1,3	4,2	3,1	2,0
	Отметка УГВ												

№ скважины		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Вариант 3	Отметка устья (Н <sub>у</sub> )	13,2	12,5	12,0	11,7	15,2	14,0	13,6	13,3	18,8	18,0	17,3	17,2
	Глубина залегания УГВ (h)	4,1	2,9	2,4	3,5	4,2	2,0	1,2	3,3	5,0	4,2	3,6	5,2
	Отметка УГВ												

№ скважины		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Вариант 4	Отметка устья (Н <sub>у</sub> )	10,3	9,1	8,4	7,5	10,6	10,3	9,5	9,1	13,3	12,2	11,2	10,5
	Глубина залегания УГВ (h)	4,2	4,3	2,6	2,0	3,8	3,4	2,3	1,5	3,6	3,2	1,3	0,2
	Отметка УГВ												

№ скважины		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Вариант 5	Отметка устья (Н <sub>у</sub> )	9,1	8,2	7,6	7,5	10,1	9,5	9,4	9,2	12,0	11,3	10,5	10,3
	Глубина залегания УГВ (h)	4,3	2,5	1,6	2,0	3,2	2,4	1,8	2,5	3,2	1,7	0,8	2,3
	Отметка УГВ												

№ скважины		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Вариант 6	Отметка устья (Н <sub>у</sub> )	10,6	10,1	9,5	9,6	13,2	12,4	11,5	10,5	15,6	15,3	15,1	14,3
	Глубина залегания УГВ (h)	3,6	3,0	2,3	1,5	3,5	3,2	1,1	0,2	3,3	4,0	2,9	2,4
	Отметка УГВ												

№ скважины		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Вариант 7	Отметка устья (Н <sub>у</sub> )	10,1	9,5	9,4	9,6	11,2	12,3	10,5	10,3	15,3	15,4	14,3	14,4
	Глубина залегания УГВ (h)	3,6	2,1	1,5	2,5	3,3	0,9	0,2	2,3	4,2	3,2	1,9	4,1
	Отметка УГВ												

№ скважины		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Вариант 8	Отметка устья (Н <sub>у</sub> )	15,2	15,7	16,7	17,6	14,2	14,3	15,4	15,0	10,3	10,5	11,2	12,3
	Глубина залегания УГВ (h)	3,5	2,5	3,6	5,5	4,1	2,2	3,0	4,4	2,3	0,3	1,4	3,2
	Отметка УГВ												

№ скважины		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Вариант 9	Отметка устья (Н <sub>у</sub> )	15,6	16,6	17,5	18,2	17,2	15,0	15,2	15,4	10,6	11,3	12,3	13,3
	Глубина залегания УГВ (h)	2,2	3,7	5,3	5,5	2,1	2,8	4,4	3,2	0,3	0,9	3,2	3,5
	Отметка УГВ												

№ скважины		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Вариант 10	Отметка устья (Н <sub>у</sub> )	8,6	9,1	10,0	10,6	10,8	11,4	8,5	11,8	12,6	13,1	9,2	13,1
	Глубина залегания УГВ (h)	2,6	1,7	4,3	4,1	3,2	0,9	2,9	6,2	5,5	6,5	3,5	6,6
	Отметка УГВ												

№ скважины		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Вариант 11	Отметка устья (Н <sub>у</sub> )	6,9	8,1	10,2	9,6	7,9	6,4	6,7	7,9	9,6	4,8	3,2	6,5
	Глубина залегания УГВ (h)	2,2	3,3	4,3	3,9	6,5	4,8	2,4	1,3	2,8	2,6	1,5	1,4
	Отметка УГВ												

№ скважины		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Вариант 12	Отметка устья (Н <sub>у</sub> )	13,2	12,5	12,0	11,7	15,2	14,0	13,6	13,3	18,8	18,0	17,3	17,2
	Глубина залегания УГВ (h)	4,1	2,9	2,4	3,5	4,2	2,0	1,2	3,3	5,0	4,2	3,6	5,2
	Отметка УГВ												

№ скважины		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Вариант 13	Отметка устья (Н <sub>у</sub> )	9,1	8,2	7,6	7,5	10,1	9,5	9,4	9,2	12,0	11,3	10,5	10,3
	Глубина залегания УГВ (h)	4,3	2,5	1,6	2,0	3,2	2,4	1,8	2,5	3,2	1,7	0,8	2,3
	Отметка УГВ												

№ скважины		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Вариант 14	Отметка устья (Н <sub>у</sub> )	10,1	9,5	9,4	9,6	11,2	12,3	10,5	10,3	15,3	15,4	14,3	14,4
	Глубина залегания УГВ (h)	3,6	2,1	1,5	2,5	3,3	0,9	0,2	2,3	4,2	3,2	1,9	4,1
	Отметка УГВ												

№ скважины		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Вариант 15	Отметка устья (Н <sub>у</sub> )	13,6	13,1	12,5	12,4	16,7	15,1	14,4	13,5	18,2	18,3	18,2	17,0
	Глубина залегания УГВ (h)	3,6	2,8	2,0	1,7	3,6	3,2	1,1	0,4	1,3	4,2	3,1	2,0
	Отметка УГВ												

## 1.5. Лабораторная работа по теме «Инженерно-геологические изыскания»

В период инженерно-геологических изысканий проводят наблюдения за режимом уровня подземных вод. Необходимо наблюдать за изменением уровня грунтовых вод во время строительства и в период эксплуатации. На строительных площадках при решении практических задач по водоснабжению и устройству дренажей необходимо знать направление движения потоков воды. Для определения залегания уровня подземных вод используют буровые скважины – одиночные или групповые. На основе гидрогеологической съемки и стационарных наблюдений составляют гидрогеологические карты.

По карте гидроизогипс направление потока определяется по высотным отметкам. Более точные данные для отдельного участка получают методом трех скважин, расположенных в вершинах равностороннего треугольника.

Решение задач о движении подземных вод, выбор метода гидрогеологического расчета производят на основе схематизации (упрощения) природных гидрогеологических условий. Учитывают основные особенности фильтрационного потока подземных вод (характер движения, гидравлические характеристики, фильтрационные свойства пород и т.д.).

В зависимости от степени учета особенностей потока решение конкретных задач выполняется на основе простых или строгих методов.

Основной закон фильтрации подземных вод – закон Дарси: расход воды или количество фильтрующейся воды через поперечное сечение в единицу времени, прямо пропорционально размерам этого сечения, падению напора и обратно пропорционально длине фильтрации на данном участке

$$Q = K_{\phi} \cdot F \cdot \frac{\Delta H}{l} = K_{\phi} \cdot F \cdot I,$$

где  $Q$  – количество воды, протекающее в единицу времени, м<sup>3</sup>/сут;

$F$  – площадь поперечного сечения;

$\Delta H$  – разность напоров, м;

$K_{\phi}$  – коэффициент фильтрации;

$l$  – длина пути фильтрации, м;

$I$  – напорный градиент.

При выполнении инженерно-геологических изысканий на строительных площадках необходимо определить направление и скорость потока грунтовых вод. Эту работу выполняют методом трех скважин.

При бурении трех скважин, расположенных (в плане) в углах равностороннего треугольника со стороной 160 м, встречены водоносные пески, подстилаемые водоупорными глинами. Исходные данные для рассмотренного примера приведены в таблице 5.

Используя приведенные данные, построить колонку одной из скважин и определить направление, скорость фильтрации и действительную скорость потока грунтовых вод. Вычислить единичный расход грунтового потока. Пропущенные в таблице значения вычисляются по имеющимся данным.

Таблица 5

Данные для расчета	№ скважины		
	1	2	3
Абсолютные отметки, м:			
устья скважины	24,3	22,1	29,4
уровня грунтовой воды	22,4	19,9	27,3
кровли водоупора	19,5	16,7	24,1
Мощность Н водоносного пласта, м	2,9	3,2	3,2
Глубина залегания уровня воды, м	1,9	2,2	2,1
Коэффициент фильтрации к м/сут	3,4	3,4	3,4
Пористость песка, %	38	38	38

Пример решения.

Колонка буровой скважины №1 приведена на рис.7а. Стрелками показаны отметки устья, уровня грунтовой воды (УГВ) и кровли водоупора. Штриховкой показаны водоупорные глины, на них слой водоносных песков.

Для определения направления потока на миллиметровке размера А4 составляют план расположения скважин (рис.7,б) в виде равностороннего треугольника, масштаб 1:1000 (в 1 сантиметре 10 метров). Рядом с каждой скважиной показывают ее номер в числителе и абсолютную отметку уровня грунтовых вод (УГВ) в знаменателе. Направление потока в плане перпендикулярно гидроизогипсам. При наличии трех скважин все гидроизогипсы будут параллельны, поэтому достаточно провести одну из них. Для этого между скважинами с максимальной (27,3 м) и минимальной (19,9 м) отметками УГВ путем линейной интерполяции находят точку с отметкой, равной 22,4 м. (точка А на рис. 7б). Через точку А и скважину 1 проводят гидроизогипсу с отметкой 22,4 (жирная линия). Направление потока перпендикулярно гидроизогипсе и направлено в сторону понижения УГВ (показано стрелкой).

Скорость фильтрации вычисляют между любыми двумя точками, расположенными по направлению потока по формуле

$$v = k \cdot i,$$

$$i = \frac{H_1 - H_2}{l},$$

где  $i$  – гидравлический уклон,

$H_1, H_2$  – напоры в двух точках, расположенных по направлению течения воды в м,

$l$  - расстояние между точками, в которых определялись напоры, в м,

$k$  – коэффициент фильтрации.

Для вычисления скорости фильтрации опускают перпендикуляр на гидроизогипсу и определяют по масштабу расстояние от скважины 3 до точки Б,  $l = 104$  м.

Напор в любой точке измеряют от условной горизонтальной линии, следовательно, в скважине 3 и точке Б их можно принять равными абсолютным отметкам УГВ,

$$H_1 = 27,3 \text{ м}, H_2 = 22,4 \text{ м}.$$

$$v = \frac{3.4 \cdot (27.3 - 22.4)}{104} = 0.16 \text{ м/сут} = 1,8 \cdot 10^{-4} \text{ см/с.}$$

Действительная скорость потока:

$$u = \frac{v}{n} = \frac{0.16}{0.38} = 0.42 \text{ м/сут} = 4,8 \cdot 10^{-4} \text{ см/с.}$$

Расход вычисляем по закону Дарси:

$$q = k \cdot i \cdot h = 0.16 \cdot 3.1 = 0.49 \text{ м}^2/\text{сут},$$

где  $h$  - средняя мощность водоносного горизонта.

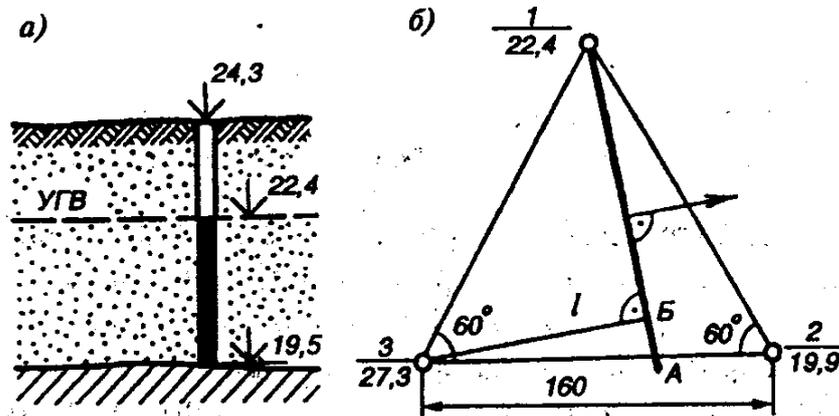


Рис. 7. Определение направления потока:

а) колонка буровой скважины №1, б) план определения направления потока

#### Варианты заданий

Вариант 1				Вариант 2				Вариант 3			
данные	№скважины			данные	№скважины			данные	№скважины		
	1	2	3		1						
$H_{y, \text{м}}$	24,3	22,1	29,4	$H_{y, \text{м}}$	37,0	39,5	44,7	$H_{y, \text{м}}$	61,3	67,0	59,2
$H_{y.в., \text{м}}$	22,4	19,9	27,3	$H_{y.в., \text{м}}$	35,2	37,7	41,6	$H_{y.в., \text{м}}$			
$H_{к, \text{м}}$	19,5	16,7	24,1	$H_{к, \text{м}}$				$H_{к, \text{м}}$			
$h \text{ м}$				$h \text{ м}$	4,6	3,7	5,1	$h \text{ м}$	9,0	12,4	8,2
$d \text{ м}$				$d \text{ м}$				$d \text{ м}$	1,5	2,3	1,9
$K_{\phi} \text{ м/сут}$	3,4	3,4	3,4	$K_{\phi} \text{ м/сут}$	5,8			$K_{\phi} \text{ м/сут}$	4,6		
$n, \%$	38	38	38	$n, \%$	42			$n, \%$	41		

Вариант 4				Вариант 5				Вариант 6			
данные	№скважины			данные	№скважины			данные	№скважины		
	1	2	3		1						
$H_{y, \text{м}}$	76,6	75,2	79,8	$H_{y, \text{м}}$	32,1	30,3	37,4	$H_{y, \text{м}}$	22,4	20,7	27,9
$H_{y.в., \text{м}}$				$H_{y.в., \text{м}}$				$H_{y.в., \text{м}}$	19,2	18,5	23,0
$H_{к, \text{м}}$	71,8	69,8	74,5	$H_{к, \text{м}}$				$H_{к, \text{м}}$			
$h \text{ м}$	2,9	3,2	2,1	$h \text{ м}$	2,8	3,1	2,0	$h \text{ м}$	2,8	3,2	2,3
$d \text{ м}$				$d \text{ м}$	1,8	2,1	3,3	$d \text{ м}$			
$K_{\phi} \text{ м/сут}$	4,4			$K_{\phi} \text{ м/сут}$	3,2			$K_{\phi} \text{ м/сут}$	5,6		
$n, \%$	43			$n, \%$	40			$n, \%$	42		

Вариант 7				Вариант 8				Вариант 9			
данные	№скважины			данные	№скважины			данные	№скважины		
	1	2	3		1						
H <sub>y,м</sub>	56,1	58,3	61,4	H <sub>y,м</sub>	83,8	84,1	79,4	H <sub>y,м</sub>	61,3	67,0	59,2
H <sub>y.в.,м</sub>	54,0	56,5	58,1	H <sub>y.в.,м</sub>	82,0	80,8	77,3	H <sub>y.в.,м</sub>	59,8	64,7	57,3
H <sub>к,м</sub>	50,7	53,8	56,0	H <sub>к,м</sub>				H <sub>к,м</sub>			
h м				h м	3,4	2,3	3,2	h м	9,0	12,4	8,2
d м				d м				d м			
K <sub>ф</sub> м/сут	4,5			K <sub>ф</sub> м/сут	4,8			K <sub>ф</sub> м/сут	5,6		
n, %	38			n, %	41			n, %	43		

Вариант 10				Вариант 11				Вариант 12			
данные	№скважины			данные	№скважины			данные	№скважины		
	1	2	3		1						
H <sub>y,м</sub>	24,3	22,1	29,4	H <sub>y,м</sub>	37,0	39,5	44,7	H <sub>y,м</sub>	61,3	67,0	59,2
H <sub>y.в.,м</sub>	22,4	19,9	27,3	H <sub>y.в.,м</sub>	35,2	37,7	41,6	H <sub>y.в.,м</sub>			
H <sub>к,м</sub>	19,5	16,7	24,1	H <sub>к,м</sub>				H <sub>к,м</sub>			
h м				h м	4,6	3,7	5,1	h м	9,0	12,4	8,2
d м				d м				d м	1,5	2,3	1,9
K <sub>ф</sub> м/сут	3,4	3,4	3,4	K <sub>ф</sub> м/сут	5,8			K <sub>ф</sub> м/сут	4,6		
n, %	38	38	38	n, %	42			n, %	41		

Вариант 13				Вариант 14				Вариант 15			
данные	№скважины			данные	№скважины			данные	№скважины		
	1	2	3		1						
H <sub>y,м</sub>	32,1	30,3	37,5	H <sub>y,м</sub>	22,4	20,7	27,9	H <sub>y,м</sub>	56,1	58,3	61,4
H <sub>y.в.,м</sub>				H <sub>y.в.,м</sub>	19,2	18,5	23,0	H <sub>y.в.,м</sub>			
H <sub>к,м</sub>	27,5	25,1	32,1	H <sub>к,м</sub>	16,4	15,3	20,7	H <sub>к,м</sub>			
h м	2,8	3,2	2,0	h м				h м	3,3	2,7	2,1
d м				d м				d м	1,5	2,3	1,9
K <sub>ф</sub> м/сут	3,2	3,2	3,2	K <sub>ф</sub> м/сут	5,6			K <sub>ф</sub> м/сут	4,6		
n, %	40			n, %	42			n, %	39		

## 2. ВОПРОСЫ К ЗАЧЕТУ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ И ЭКОЛОГИЯ»

1. Сведения о Земле, ее геосферах.
2. Классификация минералов.
3. Происхождение магматических горных пород, основные формы залегания.
4. Состав, структура и формы залегания осадочных пород.
5. Происхождение метаморфических пород, структура, формы залегания.
6. Шкала геологического времени. Определение возраста горных пород.
7. Современные движения горных и равнинных областей.
8. Складки и разрывы в земной коре.
10. Происхождение подземных вод.
11. Водные свойства грунтов.
12. Физические свойства и состав подземных вод.
13. Классификация подземных вод по условиям залегания.
14. Карты грунтовых вод.
15. Основной закон движения подземных вод.
16. Приток воды к водозаборам.
17. Типы и виды дренажей.
18. Методы инженерно-геологических изысканий.
19. Классификация грунтов по ГОСТ25100–95.
20. Состав, структура грунтов.
21. Виды воды в грунтах.
21. Физические свойства грунтов.
22. Механические свойства грунтов.
23. Методы определения свойств грунтов.
24. Основные формы рельефа, их происхождение.
25. Типы рельефа.
26. Определение геоморфологии, ее задачи.
27. Инженерно-геологические изыскания для различных видов строительства.
28. Инженерно-геологические карты, геологический разрез.

3. ТЕМЫ РЕФЕРАТОВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ  
«ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ И ЭКОЛОГИЯ»  
ДЛЯ СТУДЕНТОВ НАПРАВЛЕНИЯ 08.03.01 «СТРОИТЕЛЬСТВО»

1. Современные движения земной коры.
2. Деформации горных пород под подземными выработками.
3. Техническая мелиорация грунтов.
4. Инженерно–геологические свойства техногенных грунтов.
5. Определение расхода подземных вод.
6. Влияние инженерно–геологических процессов на устойчивость сооружений.
7. Изменения объема пород, связанные с их промерзанием и оттаиванием.
8. Оползневые явления.
9. Исследования на площадках строительства зданий и наземных сооружений.
10. Геологическая история Алтайского края.
11. Процессы внутренней динамики Земли.
12. Геологическая деятельность атмосферных агентов.
13. Геологическая деятельность рек.
14. Геологическая деятельность моря.
15. Движение горных пород на склонах рельефа местности.
16. Суффозионные, карстовые процессы.
17. Просадочные явления в лессовых грунтах.
18. Проблемы строительства в оползневых районах.
19. Проблемы строительства на вечномёрзлых грунтах.
20. Возраст и происхождение планеты Земля
21. Планета Земля в космическом пространстве

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 25100-95. Грунты. Классификация. – М.: Издательство стандартов.
2. СНиП 11-02-96 Инженерные изыскания для строительства. Часть 1. Общие правила производства работ. М.: -1997г.
3. СП 11-105-97 Инженерно-геологические изыскания для строительства. М.: ПНИИИС Госстроя России, 1997. – 47с.
4. Ананьев В.П., Потапов А.Д. Инженерная геология: Учебник для строит. спец. вузов-2-е изд., перераб. и доп.-М.: Высш. шк., 2000-511с:ил.
5. Практическое руководство по общей геологии: учеб. пособие для студ. образоват. Учреждений высш. проф. образования / А.И. Гушин, М.А. Романовская, А.Н. Стафеев, В.Г. Телицкий; под. ред. Н.В. Корановского. - 4-е изд., испр. и доп. – М.: Издательский центр «Академия», 2011. – 160 с.
6. Чернышев С.Н. Задачи и упражнения по инженерной геологии: Учеб. пособие/С.Н.Чернышев, А.Н. Чумаченко, И.Л.Ревелис. – 3-е изд., испр.– М.:Высш.шк., 2002–254 с.:ил.
7. Швецов Г.И. Инженерная геология, Механика грунтов, Основания и фундаменты. – М.: Высшая школа, 1987 – 246с.

Стратиграфическая и геохронологическая шкалы

Эон (эонотема)	Эра (группа)	Период (система)	Эпоха (отдел)	Длительность периода, млн. лет	
Неохрон (Фанерозой - время явной жизни)	Кайнозойская <i>Kz</i>	Антропоген четвертичный <i>Q</i>	Голоцен (современный) Плейстоцен: поздняя (верхний) средняя (средний) ранняя (нижний)	1,0	
		Неоген <i>N</i>	Плиоценовая (верхний) Миоценовая (нижний)	25	
		Палеоген <i>Pg</i>	Олигоценная (верхний) Эоценовая (средний) Палеоценовая (нижний)	41	
	Мезозойская <i>Mz</i>	Мел <i>K</i>	Поздняя (верхний) Ранняя (нижний)	70	
		Юра <i>J</i>	Поздняя (верхний) Средняя (средний) Ранняя (нижний)	55..58	
		Триас <i>T</i>	Поздняя (верхний) Средняя (средний) Ранняя (нижний)	40..45	
	Палеозойская поздняя	Пермь <i>P</i>	Поздняя (верхний) Ранняя	45..50	
		Карбон <i>C</i>	Поздняя (верхний) Средняя (средний) Ранняя (нижний)	65..70	
		Девон <i>D</i>	Поздняя (верхний) Средняя (средний) Ранняя (нижний)	50..70	
	Палеозойская ранняя	Силур <i>S</i>	Поздняя (верхний) Ранняя (нижний)	30..36	
		Ордовик <i>O</i>	Поздняя (верхний) Средняя (средний) Ранняя (нижний)	60..70	
		Кембрий <i>Э</i>	Поздняя (верхний) Средняя (средний) Ранняя (нижний)	70..80	
	Палеохрон (Криптозой время скрытой жизни)	Протерозойская <i>PR</i>	Поздний <i>PR<sub>3</sub></i>	Венд <i>V</i>	110
			Средний	Рифей <i>R<sub>1</sub></i> <i>R<sub>2</sub></i> <i>R<sub>3</sub></i>	400
			Ранний <i>PR<sub>1</sub></i>		600
Архейская		Верхний <i>AR<sub>2</sub></i> Нижний <i>AR<sub>1</sub></i>		700 Более 1500	

Гейко Наталья Владимировна

## ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ И ЭКОЛОГИЯ

Методические указания по выполнению лабораторных работ для студентов направления 08.03.01 «Строительство» всех форм обучения

**Редактор Е.Ф. Изотова**

Подписано к печати \_\_.\_\_.20. Формат 60x84/16.

Усл. печ. л. 4,1. Тираж 30 экз. Зак. \_\_-\_\_. Рег. № \_\_.

Отпечатано в ИТО Рубцовского индустриального института  
658207, Рубцовск, ул. Тракторная, 2/6.