

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО И ВОДНОГО ХОЗЯЙСТВА  
РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН**

**ТАШКЕНТСКИЙ ИНСТИТУТ ИРРИГАЦИИ И МЕЛИОРАЦИИ**

**КАФЕДРА: ГИДРОЛОГИЯ И ГИДРОГЕОЛОГИЯ**

**МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ  
ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ ПО ПРЕДМЕТУ  
“ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ И ГИДРОГЕОЛОГИЯ”**

**Ташкент – 2016**

**Методическое пособие рассмотрено на заседании №8 научно методического совета института от \_\_\_ май 2016 год №\_\_\_\_\_ и рекомендовано к опубликованию.**

**Настоящее методическое пособие составлено на основании утвержденной программы по дисциплине « Инженерной геологии и гидрогеологии» и предназначено для студентов II курса по направлению образования «Водное хозяйства и мелиорация», «Гидротехнические сооружения и использование насосных станции», «Гидротехнические сооружения».**

**Целью методического указания является облегчение самостоятельного выполнения студентами практических работ во время занятий.**

**Составители:**

Г.У.Юсупов к.г.м.н., доцент

С.Е. Нуржанов к.т.н., доцент

И.М.Рузиев-ассистент

**Рецензенты:**

Ф.А. Гаппаров – к.т.н.

(НИИИВП при ТИИМ).

И. Махмудова к.т.н доцент.

**© Ташкентский институт ирригации и мелиорации 2016 г.**

## ВВЕДЕНИЕ

Настоящее методическое пособие составлено на основании утвержденной программы по дисциплине «Инженерной геологии и гидрогеологии» и предназначено для студентов II курса по направлению образования, «Гидротехнические сооружения и использование насосных станций», «Гидротехнические сооружения».

Целью методического указания является облегчение самостоятельного выполнения студентами практических работ во время занятий.

Каждый раздел методических указаний освещает в следующие последовательности:

1. Краткие теоретические сведения.
2. Методика проведения исследований
3. Методика обработки материалов
4. Исходные данные с примером выполнения работ.
5. Оформление работы.
6. Контрольные вопросы.

В работе подробно освещаются целый ряд разделов, имеющие отношение к основным разделам геологии.

1. Составление геологических карт и разрезов. Понятие о геологической съемке. Масштабы геологической съемки и карт. Съемка в разных геолого-геоморфологических условиях. Виды геологических карт (по содержанию). Условные обозначения к геологическим картам (штрихи и цвета). Методика составления геологических разрезов и их условные обозначения.

2. Составление геолого-гидрологического профиля речной долины. Геологическая деятельность постоянно текущих вод. Стадии образования речной долины. Количество террас и их элементы. Типы террас. Высота и ширина террас. Определение возраста террас. Нумерация террас. Практическое значение. Изучение речных террас.

3. Обработка результатов химического анализа подземных вод. Химический состав, свойства и физические свойства подземных вод, формирование химического состава подземных вод. Изучение и анализ химического состава подземных вод. Химические классификации подземных вод. Оценка подземных вод для различных целей. Различные нормы выражения и изображения химического состава.

4. Гидрогеологические карты и их применение. Методика составления карты гидроизогипс и глубин залегания уровня грунтовых вод. Масштабы карт. Взаимосвязь поверхностных и подземных вод. Условные обозначения к гидрогеологическим картам. Практическое применение карты гидроизогипс и глубин залегания уровня грунтовых вод. Первичные материалы для составления карты. Срок составления гидрогеологических карт.

5. Опытнo-кустовые откачки из скважин и методика обработки результатов. Опытные наливыв в шурфы. Гидрогеологические параметры. Виды откачек. Выбор площадки. Методика проведения откачки. Проверка откачки. Расчеты коэффициента фильтрации и выбор расчетных схем. Условия проведения налива. Методика проведения налива Методы расчета.

6. Режимные и балансовые исследования на орошаемых землях. Понятие о режиме. Режимообразующие факторы. Типы режима и их классификация. Типы режима на различных условиях. Общие закономерности в различных природных условиях. Особенности режима. Управление режимом.

Понятие о балансе ГВ. Природные и расходные статьи баланса. Методика определения статей баланса. Виды баланса по результату. Использование результатов баланса.

После общего объяснения темы педагогом и получения варианта задания студент обязан изучить краткие теоретические сведения по каждой теме. Пользуясь составленными методическими указаниями, должен приступить к выполнению работы.

В случае неясности студент должен пользоваться рекомендуемой литературой, консультацией преподавателя.

Рекомендуемая литература должна быть просмотрена студентом до выполнения практического задания.

После завершения и оформления работы студентом проводится индивидуальный или групповой опрос по контрольным вопросам, после этого работа засчитывается.

Настоящие указания составлены коллективом кафедры гидрогеологии (доц. Юсупов Г.У., доц. Нуржанов С.Е., асс. Каттакулов Ф. и Кувватов Д.)

Авторы отдают себе отчет в том, что «Методические указания» являются первым их коллективным трудом, которые не лишены недостатков и с благодарности примут пожелания и критику в их адрес.

## 1. СОСТАВЛЕНИЕ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ КАРТ И ПРОФИЛЕЙ.

Знания, полученные студентами на занятиях по геодезии и на лабораторных занятиях с минералами и горными породами, необходимы для выполнения задания «Геологические карты и профили».

Геологические карты представляют собой графическое изображение на горизонтальной плоскости (бумаге) выходящих на поверхность земли геологических образований в определенном масштабе определенными условными обозначениями. Геологическая карта дает представление только о геологическом строении верхней части земной коры. О строении местности на глубине свидетельствует геологический разрез (или профиль).

Геологическая карта и разрезы являются важными документами, необходимыми для поисков и разведки полезных ископаемых, для строительства на поверхности и под землей.

Геологические карты различны по масштабу и содержанию. Масштаб – это численное выражение, показывающее, во сколько раз расстояние между двумя точками на карте уменьшено по сравнению с расстоянием на местности. Масштаб карт определяется их целевым назначением. По масштабу различают карты:

**Обзорные** (мелкомасштабные, от 1:500000 и мельче) — они дают общее представление о геологическом строении большой территории (например – Европейской части);

**Среднемасштабные** (1:200000 до 1:100000) — служат для изображения геологического строения отдельных регионов (Ферганская долина, Голодная степь и т.п.);

**Крупномасштабные** (1:50000 до 1:25000), отображают геологическое строение отдельных районов, перспективных для освоения новых земель, поисков месторождений полезных ископаемых.

**Детальные** (1:10000 и крупнее) для участков отдельных месторождений, участков строительства.

По содержанию геологические карты делятся на две большие группы:

**Геологические** (стратиграфические) и **литологические** (вещественного состава), иногда их совмещают, показывая на картах возраст и состав горных пород, тогда карта называется **геолого-литологической**.

Геологические карты составляются на топооснове в результате геологической съемки. При этом планомерно и всесторонне изучаются выходы на поверхность земли различных горных пород, их условий залегания, изученные обнажения наносятся на карту, от обнажения к обнажению прослеживаются и наносятся на карту границы пород и отбираются образцы пород. При обработке полученных в процессе полевых работ материалов (камеральный период) составляется геологическая карта района.

Для горных районов обычно составляются только карты коренных или древних пород (дочетвертичных), т.к. в этих районах мощность

покрывающих склоны гор рыхлых обломочных пород в связи с постоянным сносом невелика, поэтому их попросту не показывают на карте. Для предгорных, межгорных, равнинных районов, сложенных мощной толщей четвертичных пород, составляются **карты четвертичных отложений**.

На геологических картах с помощью линий показывают границы пород различного состава и возраста. Цветом и индексами показывают возраст пород, они берутся в соответствии с геохронологической шкалой (табл.1).

Состав горных пород показывают при помощи штриховки. Чаще всего применяют такие виды штриховки (рис.1).



**Рис. 1. Примеры условного обозначения состава пород на геологических разрезах и картах.**

В условных обозначениях, прилагаемых к геологическим картам, дается пояснение цветов, индексов, штриховки и других обозначений.

**Цвета и индексы, принятые для обозначения основных стратиграфических подразделений.**

**Таблица № 1**

Возраст	Цвет	Индекс
Архейская эра	Фиолетовый	AR
Кембрийский период	Лиловый	Є
Ордовикский	Темно-зеленый	О
Силурийский	Зеленовато-коричневый	S
Девонский	Коричневый	Д
Каменноугольный	Серый	С
Пермский	Кирпично-красный	L
Триасовый	Светло-лиловый	T
Юрский	Синий	J
Меловой	Зеленый	K
Палеогеновый	Оранжевый	P
Неогеновый	Светло-серый	N
Четвертичный	Бледно-серый	Q

Горные породы, помимо того, что бывают различного состава и возраста, отличаются различными условиями залегания, и это тоже находит свое отражение на геологических картах. Осадочные горные породы залегают чаще в виде пластов (слоев). Нижняя поверхность пласта называется **подошвой** пласта, верхняя – **кровлей**. Коротчайшее расстояние между кровлей и подошвой пласта характеризует его **мощность**.

К геологическим картам обычно прикладывают геологические разрезы (профили). Они задаются обычно в таком направлении, где можно получить наиболее полное представление о геологическом строении района. Геологические карты и разрезы обычно сопровождаются пояснительной запиской, содержащей описание административного положения района, местности, гидрографической сети и основное – геологического строения района (расположение пород, их возраст, состав, условия залегания и т.д.).

Состав и условия залегания горных пород, их возраст и взаимоотношения друг с другом, рельеф местности и многие другие сведения, приведенные в геологических картах, дают материал для выяснения истории геологического развития района, помогая определить, каковы геологические особенности его, выявить положительные и отрицательные моменты геологического строения района для возведения плотины, проведения трассы канала, дороги, строительства моста, жилого массива и т.д.

На занятиях по данной теме студентам выдаются задания – варианты полевой геологической карты, полученной в результате геологической съемки. Студенты камеральным путем (во время занятий) должны составить геологическую карту и разрез в указанном направлении, а так же пояснительную записку.

При составлении полученного варианта задания, прежде всего необходимо ознакомиться с условиями задачи. Например, дан вариант карты (рис.2),

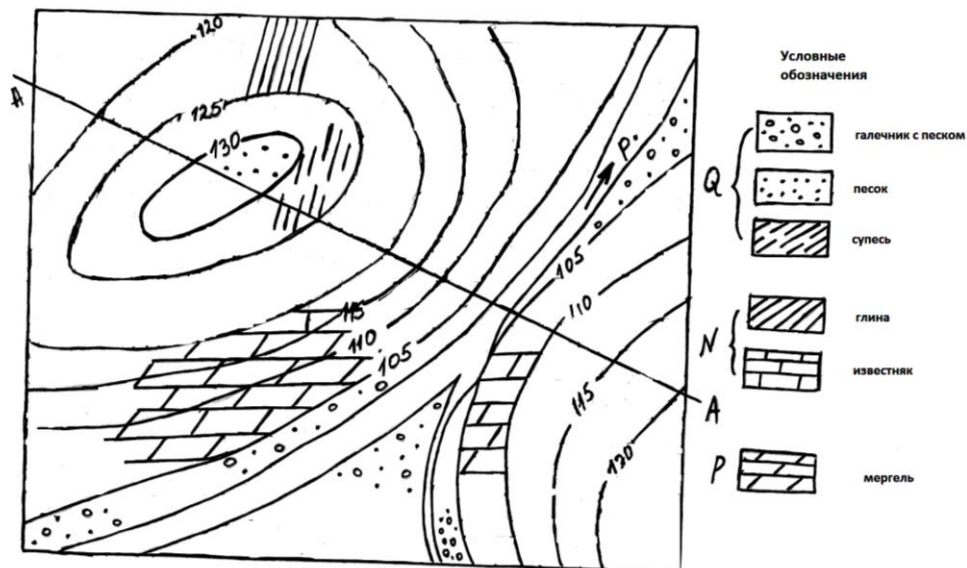


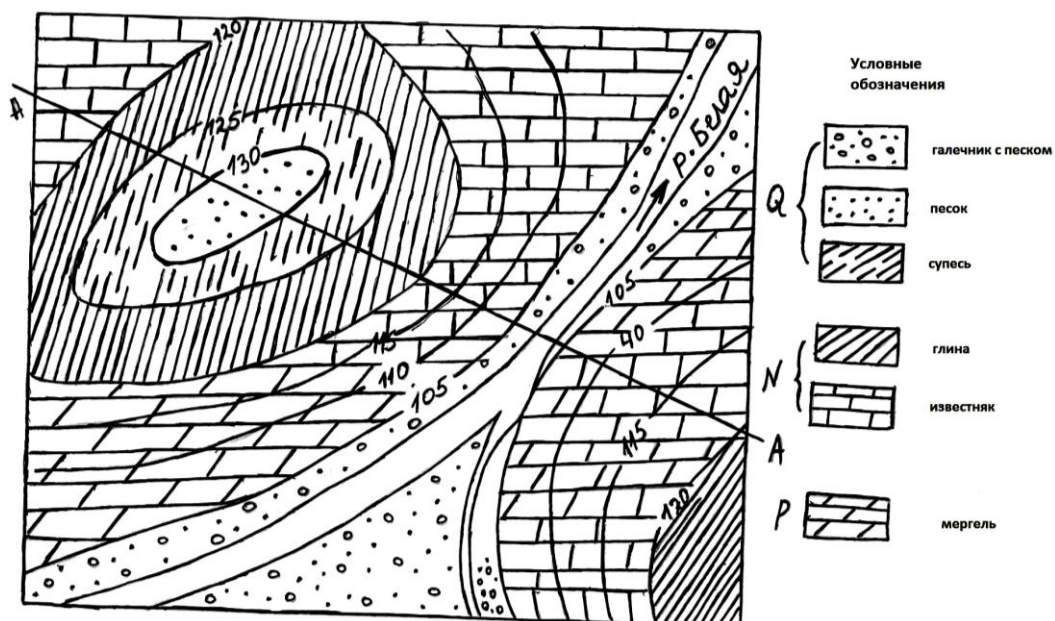
Рис. 2. Вариант задания по практическому занятию на тему: "Геологические карты и профили". А-А линия профиля

на которой показаны выходы различных горных пород по обоим бортам речной долины. Породы палеогенового, неогенового и четвертичного возраста залегают горизонтально. Необходимо построить геологическую карту, разрез по линии АА и пояснительную записку.

При горизонтальном залегании пластов горных пород границы между пластами протягиваются параллельно между горизонталями или совпадают с ними. Основываясь на этом, начинаем строить геологическую карту. На правом берегу р.Белой видно обнажение мергеля между горизонталями с отметками 105 и 110 м. Зная что пласт залегают горизонтально, мы вправе предложить, что пласт этот тянется по обоим сторонам долины между горизонталями 105 и 110. И будем правы: пласт мергеля залегал когда то до появления р.Белой непрерывным слоем по всей территории, над ним лежали пласты известняка (между отметками 110 и 120), глины (от 120 до 125 м.), супеси (от 125 до 130 м.) и сверху – пласт песка (выше 130 м.). Река Белая размывла частично эти пласты, образовала долину, в настоящее время течет между двумя возвышенностями, имеющими одинаковое геологическое строение. Итак, пласт мергеля имеется и на левом берегу, известняк – на отметках от 110 м до 120м на правом берегу, , на правом берегу на вершине возвышенности (выше 120 м) залегают глины, супеси и пески на правом берегу нет, эти пласты размывты и сохранились на левом, высоком берегу реки. Рассуждая, таким образом, строим далее геологическую карту.

Остается пустым участок вдоль русла реки. В условных обозначениях мы видим (и на карте они кое-где указаны), что самыми молодыми отложениями являются галечники с песком. Это отложения реки, они <<сопровождают>> русло вдоль обоих берегов полосами различной ширины. Наносим их на карту. Таким образом, получаем геологическую карту – проекцию геологического строения долины. (рис.3).





**Рис. 3. Готовые геологическая карта.**

Теперь в заданном направлении А-А построим геологический разрез в том же масштабе, что и карта. Разрез строится на миллиметровой бумаге. Вдоль выбранной линии разреза строим топографический профиль. На ось ординат наносим данные топографической основы и откладываем все высотные отметки, встречающиеся на линии разреза (рис.4а). Затем, совместив точку пересечения осей координат с точкой А (началом линии геологического разреза на карте), переносим на ось абсцисс все точки пересечения горизонталей карты с линией разреза. Полученные значения переносим тонким пунктиром вверх до соответствующих абсолютных отметок и соединяем их плавной линией (профиль получается в верхней части листа). Теперь на топографический профиль переносим геологическое строение. Для этого совмещаем линию разреза с осью абсцисс и отмечаем на ней границы выхода пород на поверхность земли.

Ход построения геологической карты: а) пересечение точек на разрезе; б) окончательный вид разреза; в) мощность пластов.

С оси абсцисс эти данные переносим на топографический профиль. В данном случае границы между пластами проводим горизонтально. Для окончательного оформления разреза необходимо нанести штриховкой состав пород и цветами – возраст (рис.4б). Как и к карте, к разрезу даются принятые условные обозначения (в возрастной последовательности от молодых к древним – сверху вниз).

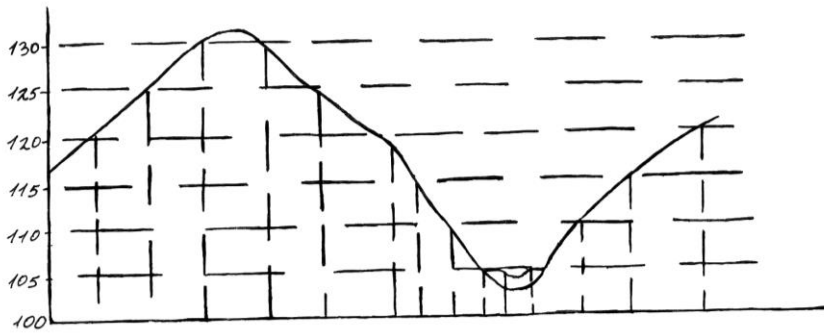


Рис. 4а.

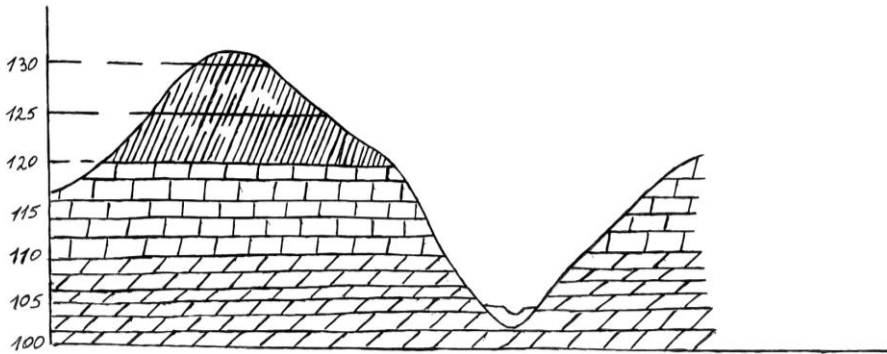


Рис. 4б.

### Рис. 4 а,б. Построение геологического разреза.

К составленной геологической карте и разрезу составляем пояснительную записку (описание). Характеризуем тип рельефа, абсолютные и относительные отметки, отмечаем наличие гидрографической сети и направление течения реки. Затем переходим к подробному описанию возраста пород, слагающих данный район, литологического состава, условий залегания пород, мощности, даем рекомендации по использованию этих пород в народном хозяйстве (используя литературу, описания горных пород в определителе).

Приведенный нами пример построения геологической карты характерен для горизонтального залегания пластов горных пород в условиях пересеченного рельефа. Но пласты горных пород могут иметь моноклиналиное залегание или образовывать складчатые структуры. Рассмотрим условие, когда породы имеют **моноклиналиное** залегание, т.е. пласты горных пород наклонены в одну сторону и под одним и тем же углом к горизонту (см. рис.5).

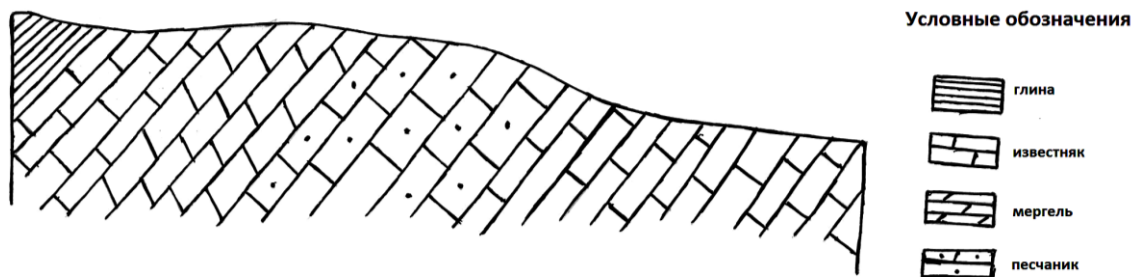
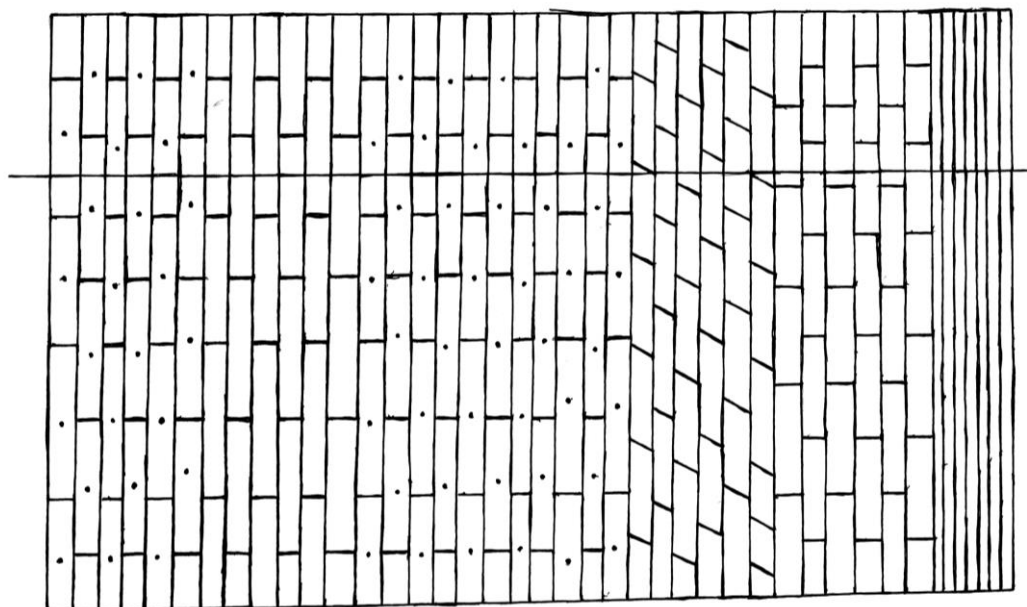


Рис. 5. Геологический разрез по линии I-I. Породы залегают под углом 50°

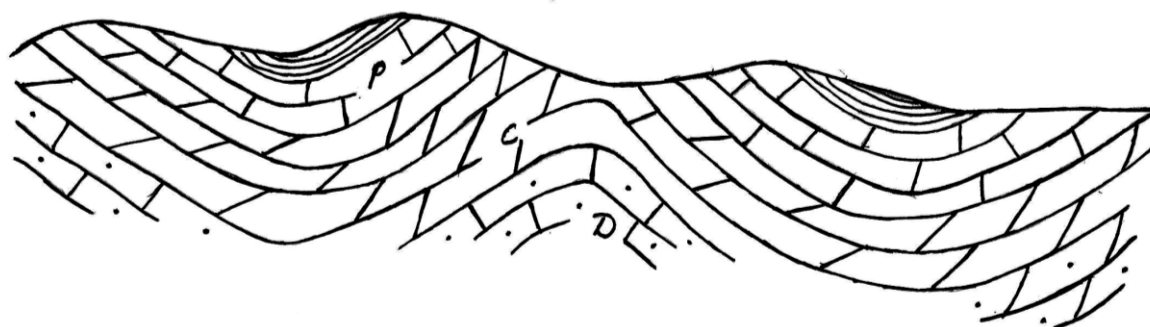
в этом случае говорят об определенном угле падения пород, выражаемом в градусах. Падение пластов под определенным углом к горизонту видно на этом разрезе. Геологическая карта района с подобным образом залегающими породами получится такой (см.рис.6).



**Рис. 6. Геологическая карта. (пласты залегают под углом  $50^{\circ}$ )**

На карте пласты вытянуты в виде полос, угол падения обязательно указывается, он используется при построении разрезов.

Горные породы могут залегать в виде складок, образуя так называемые складчатые структуры, в подобных случаях на геологическом разрезе вырисовывается подобная картина глубинного строения района (рис.7). Складки могут быть антиклинальными, обращенные выпуклостью вверх, и синклинали – выпуклостью вниз. В ядре антиклинальных складок залегают наиболее древние породы, а в ядре синклинали – наоборот, более молодые (см.рис.7).



**Рис. 7. Геологический разрез района, сложенного складчатыми породами. Д - девон, С - карбон, Р - пермь.**



На представленном разрезе наиболее древние отложения – девонские – залегают в ядре антиклинальной складки, в ядре синклинали – наиболее молодые – триасовые породы. Пунктирные вертикальные линии

показывают оси симметричных антиклинальных и синклиналиных складок.

Геологическая карта в случае складчатого залегания горных пород получается подобный рис.8.

**Рис.8:** Геологическая карта района со складчатым строением пород:

Условные обозначения:

- оси симметрии складок;
- угол падения пород;
- направление падения пород (крыльев складок).

При построении ее учитывается симметричность складок и направление (азимут) простираения их.

Некоторые виды геологических карт районов с различными условиями залегания пород и рельефа приведены на рис.3, 6.

Таким образом, в зависимости от рельефа местности и условий залегания пород могут получиться различного вида геологические карты.

### **Чтение геологической карты**

Чтение геологической карты рекомендуется проводить в следующем порядке:

- 1) Прежде всего, необходимо ознакомиться с названием карты, масштабом и принятыми условными обозначениями;
- 2) Затем переходим к характеристике рельефа, следует отметить абсолютные отметки и тип рельефа (горный, холмистый, равнинный и т.п.), а также выделить отдельные формы рельефа и дать их описание;
- 3) Необходимо выяснить условия залегания горных пород. Следует обращать внимание на взаимное расположение горизонталей карты и стратиграфических границ. Как уже мы отмечали, при горизонтальном залегании пород границы располагаются параллельно горизонталям, при моноклинальном или складчатом залегании горизонталю пересекают несколько границ пластов (если пересеченный рельеф). Необходимо также определить мощность пластов различных пород, помня, что мощность определяется по перпендикуляру от кровли к подошве пласта (с учетом масштаба).

### **Описание геологической карты**

На примере вышеуказанных случаев можно составить любой из выданных студентам вариантов геологической карты. К этим картам в указанном направлении с учетом условий залегания пород необходимо составить геологические разрезы. Затем дается описание к геологической карте. Оно составляется по следующему плану:

1. Описание рельефа местности;
2. Возраст слагающих районов пород (период, эра), места их выхода;
3. Элементы залегания пластов горных пород.
4. Описание горных пород (происхождение, состав, свойства), мощность пластов, условия залегания.

Таким образом, в результате выполнения задания студент представляет готовую геолого-литологическую карту, разрез по заданному направлению и описание геологического строения района.

По выполненной работе студент должен ответить на следующие вопросы:

- 1) Понятие о геологической съемки и масштабы?
- 2) Понятие о геологических картах?
- 3) Принятые масштабы карт?
- 4) Составление геологической карты?
- 5) Как изобразить литологический состав горных пород?
- 6) Как изобразить на геологической карте возраст пород, их состав?
- 7) Как составляют геологические разрезы?
- 8) Как показывается элементы залегание пластов?

#### **Литература:**

1. Иванов М. Ф. Общая геология. <<Высшая школа>>. 1974;
2. Толстой М. П., Малыгина В. А. — Основы геологии и гидрогеологии. М., <<Недра>>, 1976, (стр. 73 – 80);
3. Фисуненко О. П., Пичугин Б. В. — Практикум по геологии, М., <<Просвещение>>, 1977 (стр. 85 – 98).

## **2. СОСТАВЛЕНИЕ ГЕОЛОГО-ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ РЕЧНОЙ ДОЛИНЫ.**

Целью настоящей работы является – ознакомить студентов с элементами различных форм рельефа (долины, террасы) и отложениями, образующими в результате деятельности рек, а так же на основе изучения закономерностей развития речных долин, обучить студента методике составления геолого-гидрогеологического профиля.

### **Краткие теоретические сведения**

Реки – естественные, значительные и непрерывные потоки воды, образующиеся там, где местность имеет хотя бы незначительный уклон. Работа их состоит в размыве пород, переносе обломочного материала и накоплении его. В результате деятельности рек формируются речные долины – сравнительно узкие и длинные, извилистые углубления на земной поверхности с уклоном от верховьев реки к устью. Развитие речных долин происходит в течение длительного времени (десятки, сотни тысяч лет) и нескольких фазах:

1. Фаза глубинной эрозии – река врезается в коренные горные породы или в свои отложения, ранее образованные. Этот процесс преобладает в начальной стадии развития речной долины, когда она стремится врезаться до уровня того водоема, в который она впадает. Этот уровень (озеро, море и др.) называют базисом эрозии. По мере углубления долины уклон ее дна постепенно уменьшается, скорость

течения, и интенсивность эрозии также уменьшается – река постепенно вырабатывает профиль равновесия (рис.9).

2. Фаза боковой эрозии. Здесь глубинная эрозия уступает место боковой и долина приобретает U – образную форму и русло реки извивается в виде узкой ленты по широкому основанию долины. Река начинает откладывать на дне влекомые ею обломки (аллювий) (рис.9).

3. Фаза заполнения долины аллювием протекает одновременно со второй стадией. В эту стадию эрозионная работа текучих вод вследствие очень малых уклонов поверхности и обилия наносов почти прекращается, и долина заполняется аллювиальными отложениями, а окружающий рельеф становится ровным (рис.9).

4. Фаза покоя или завершения развития долины, когда процесс накопления аллювия (осадков) заменяется переносом.

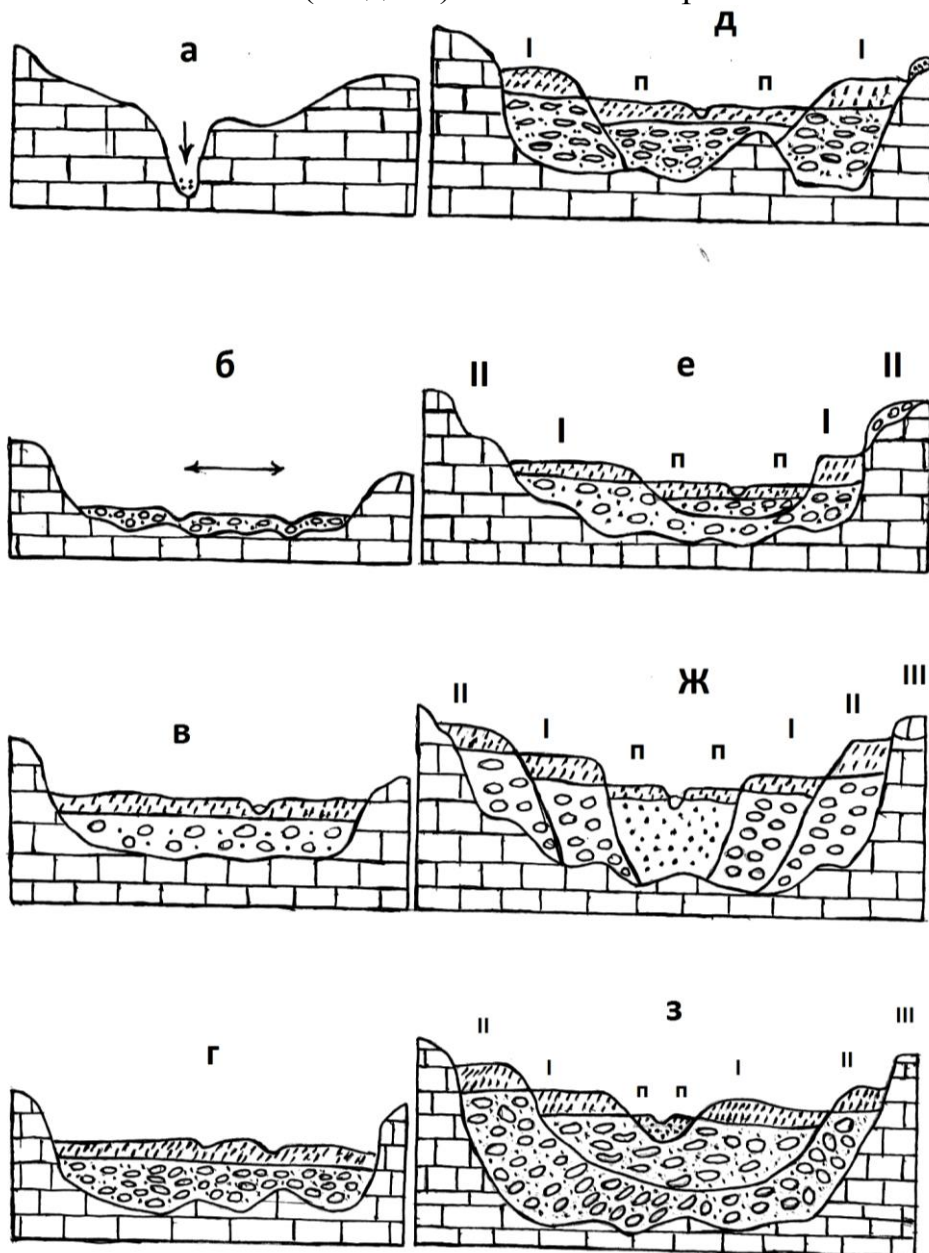


Рис. 9. Стадийность и цикличность развития речных долин. 9а, 9б, 9в, 9г, 9д, 9е, 9ж, 9з

Если базис эрозии реки понижается, продольный профиль становится более крутым, а река, находящаяся в фазе покоя может омолодиться и начать энергично размывать отложенный ею аллювий, вырабатывать на месте плоскодонной долины новую долину (начинается новый эрозионный цикл). По мере замедления тектонических движений, продольный профиль реки выполаживается, усваивается боковая эрозия, ведущая в свою очередь к расширению долины и одновременному заполнению ее новым аллювием. Последний слагает новую пойму, вложенную в предыдущую (рис.9). От прежней поймы расположенной на более высоких отметках, чем новая, остаются лишь полосы, тянущиеся вдоль новой поймы. Эти полосы прежней поймы, не заливаемые больше паводковыми водами, называют надпойменной террасой. При неоднократном понижении устья образуются система надпойменных террас (рис.9).

Самая высокая надпойменная терраса будет самой древней, пойма – самая молодая терраса. Нумеруются террасы по их положению над поймой снизу вверх; самую нижнюю – первой надпойменной, следующую по склону выше – второй и т.д. (рис.9) террасы, находящиеся на противоположных бортах долины и имеющие одинаковые отметки (уровни), являются одновозрастными.

У каждой террасы различают поверхность террасы, бровку – перегиб ее к уступу, уступ ее к молодой террасе.

По своему строению террасы могут быть аккумулятивные – полностью сложенные аллювием (рис.9), эрозионные – коренными породами (рис.9(а)), цокольные или смешанные – сложенные в основании коренными породами, а сверху – аллювием (рис.9 (б)).

Среди аккумулятивных террас различают наложенные (рис. 9(в)) и вложенные типы. (рис. 9 (ж)).

Возраст аллювиальных отложений во многих случаях будет соответствовать возрасту той террасы, под которой они лежат. Если террасы наложенные, то возраст аллювиальных отложений залегающих, ниже новых слоев, не будет соответствовать возрасту поверхности. В этом случае для определения возраста отложений необходимо изучение гранулометрического и минералогического состава пород, формы их и условия залегания мощности, цвета и свойств и сравнивать отложения распространенные в пределах долины под различными террасами. Результаты этих сравнений необходимо учесть при составлении профилей.

### **Методика составления профилей.**

Составление геолого-гидрогеологического профиля начинается с составления топографического профиля. Этот профиль составляется согласно топографической карты по заданной (необходимой) линии, в определенном масштабе. Масштабы горизонтальные и вертикальные, выбираются в зависимости от сложности геологического строения местности и от загруженности карты информацией.

На построенном профиле кроме общего рельефа еще указываются отдельные характерные элементы рельефа (небольшие бугры и понижения, границы террас, обрывов, реки и др., пробуренные скважины, шурфы, выходы горных пород, находящиеся на линии профиля). На профилях показываются оси скважин по глубине и др. выработок согласно принятому вертикальному масштабу.

Затем около оси скважин составляются литологический разрез скважины шириной 1,5-2,0 см. и уровень вскрытых грунтовых вод в принятых условных обозначениях.

С использованием данных литологического разреза и элементов рельефа составляется геолого-гидрологический профиль.

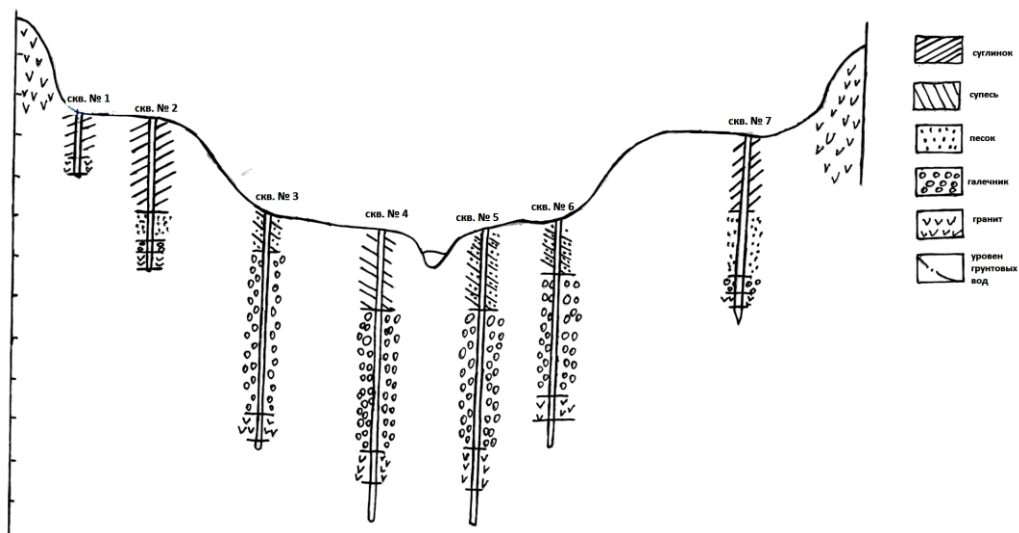
### Процесс выполнения работы.

Студенту выдается вариант геоморфологического профиля с указанием на них осей скважин, выхода горных пород (обнажений), границ реки. Отдельной таблицей даются литологические разрезы каждой скважины и уровень грунтовых вод, вскрытых этими скважинами.

В условных обозначениях и в индексах показывается литологический состав и возраст пород.

Требуется на основании этих данных составить геолого-гидрогеологический профиль. Построение производится следующим образом:

1. На основании данных по скважинам строятся литологические разрезы в условных обозначениях в данном масштабе около оси каждой скважины (рис.10).



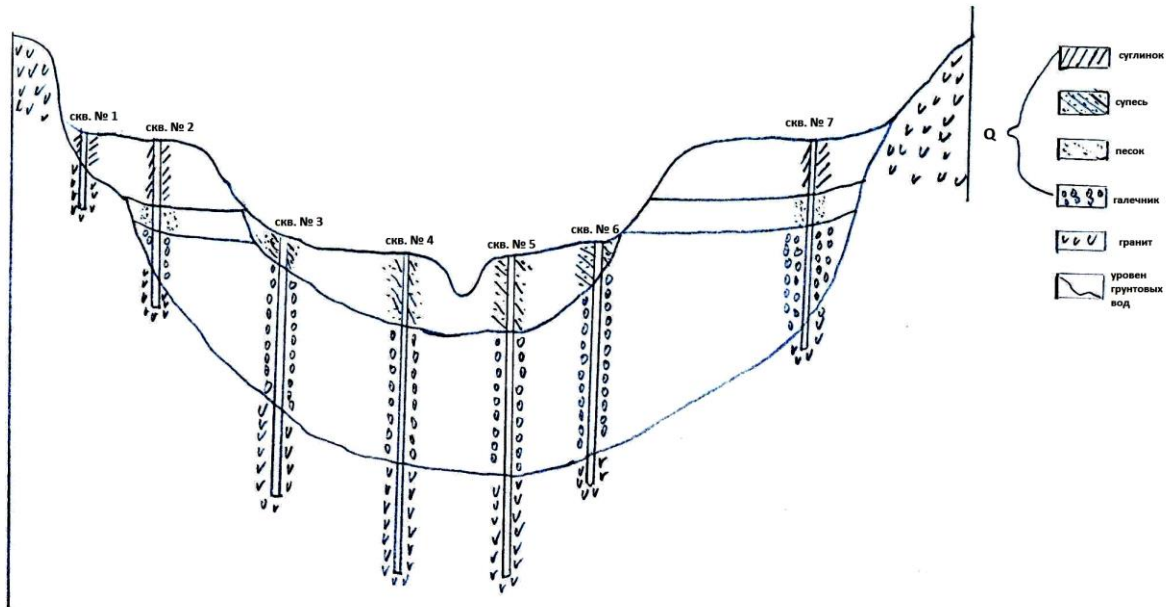
2. Исходя из данных возраста пород, разграничиваем речные (аллювиальные) и коренные породы, принимая во всех случаях, что вскрытые скважинами отложения четвертичного периода являются аллювиальными, а более древних периодов – коренными.

3. Анализируем соответствие поверхностных границ элементов рельефа (террас) с вскрытыми отложениями по скважинам. Здесь может быть два случая: а) литологический разрез (слои, пачки) вскрытые скважинами пределов одной террасы, отличаются от разреза другой террасы; б)



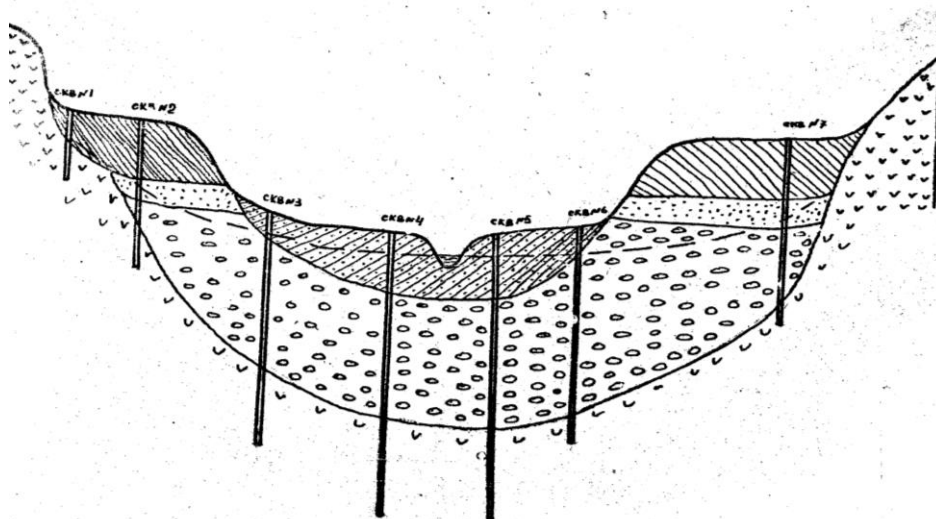
отдельные слои пород встречаются в основаниях всех или нескольких террас.

4. В пределах террас одного возраста соединяют плавными линиями границы одинаковых горных пород. При разграничении (проведении границ) возраста горных пород разных террас линию эрозионного вреза проводим, придавая линии форму предполагаемого вреза (или форму речной долины) (рис.11).



5. После увязки всех границ слоя, участки между выработками заштриховываются согласно принятым условным обозначениям (рис.12).

6. На каждую скважину наносится глубина до уровня грунтовых вод и соединяется в единую штриховую линию (рис.12).



После построения профиля составляется описание геологического и гидрогеологического строения участка долины по следующему плану:

1) Общее понятие о речных долина и террасах.

- 2) Представления об образовании речных террас на данном участке (профиль) и их типы.
- 3) Геологическое строение террас – возраст, состав, мощность слагающих их пород, и то же самое о коренных горных породах.
- 4) Литологический состав горных пород. Глубина расположения зеркала грунтовых вод по каждой террасе, и характер связи речных и грунтовых вод.

После оформления студентом данной работы, он должен ответить на следующие вопросы:

- 1) Понятие о эрозионных циклах?
- 2) Стадии образования речной долины?
- 3) Аккумулятивная работа рек?
- 4) Морфология речных долин?
- 5) Как образуются речные террасы?
- 6) Что такое базис эрозии?
- 7) Какие вы знаете элементы террас?
- 8) Что такое аллювий?
- 9) Какие вы знаете типы террас?
- 10) Рассказать о геологическом и гидрогеологическом строении данного варианта?
- 11) Практическое значение изучения речных долин?

#### **Рекомендуемая литература:**

- 1) Иванова М. Ф. “Общая геология”. Москва, изд-во «Высшая школа», 1974.
- 2) Кац Д. М. «Гидрогеология», Москва, изд-во «Колос» 1969.
- 3) Толстой М. Н., Малыгин В. А. «Основы геологии и гидрогеологии», Москва, изд-во «Недра», 1976.

### **3. ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ХИМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ПОДЗЕМНЫХ ВОД.**

Изучение химического состава подземных вод имеет большое значение в области гидрогеологии, мелиорации, водоснабжения и др. наук. Химический состав воды устанавливают путем химического анализа проб, отобранных из скважин, колодцев, родников. Результаты анализа подвергаются обработке, в результате чего можно будет оценить подземные воды для использования их на орошение, хозпитьевое водоснабжение, отрицательное воздействие на горные породы и железобетонные конструкции, систематизировать их в классы, группы, типы по свойствам и составу.

Целью настоящей работы является - ознакомление студента с использованием общих теоретических положений, общепринятых

классификации, ГОСТов, норм и требований, с методикой обработки результатов химического анализа подземных вод.

Как известно, для общей характеристики состава и свойств воды, применяют три типа анализа воды- полевой, сокращенный и полный. При гидрогеолого - мелиоративных исследований в большинстве случаев достаточно проведение сокращенных химических анализов. Поэтому студенту необходимо оценить состав подземных вод по проведенному сокращенному химическому анализу.

Вариант- таблица № 2

№ скважины	Глубина отбора в м	Минерализация воды в мг/л	Свободная	рН	колититр	Анионы мг/л			Катионы, мг/л		
						CL <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Ca <sup>+</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na+K <sup>+</sup>
10	8,0	673,2	63	6,7	1	124,5	83,0	276,3	8,06	2,44	76,8

1.Необходимо пересчитать данный анализ из ионной формы в миллиграмм- эквивалентную и процент- эквивалентную. Основная форма выражения результатов анализа воды – ионная. При этом содержание иона выражается в граммах или миллиграммах на 1 л воды. Для полной характеристики свойства воды пользуются миллиграмм - эквивалентной формой выражения результатов анализа. Пересчет данных анализа, выраженных в ионной форме, в миллиграмм- эквивалентную производится делением количества миллиграммов каждого иона в 1 л воды на его эквивалентную массу.

При сравнении результатов анализа вод различной минерализации, для получения пропорциональных значений количество миллиграмм – эквивалентов пересчитывают в валентную массу.

При пересчете суммы миллиграмм – эквивалентов анионов и катионов принимаются каждая в отдельности за 100% и далее относительное количество эквивалентов каждого иона вычисляются в процентах.

Как видно из данного варианта результаты анализа даны в ионной форме. Пользуясь пересчетными коэффициентами и вышесказанными правилами, данные анализа пересчитываются и оформляются в виде таблицы № 3

Таблица № 3

Химические компоненты (анионы)	Формы выражения анал			Химические компоненты (катионы)	Формы выражения анализа		
	Мг.л	мг-экв[л.	% мг-экв.		Мг.л.	мг- экв[л.	мг-экв.%
Cl <sup>-</sup>	124,	3,51	36,0	Ca <sup>++</sup>	88,6	4,42	45,3
SO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	5	1,73	17,7	Mg <sup>++</sup>	24,4	2,01	20,6
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	83,0	4,52	46,3	Na+K <sup>+</sup>	76,6	3,93	34,1
	276,3						
Сумма	483,8	9,76	100,0	сумма	189,4	10,36	100,0

Плотный остаток- 673,2мг/л.

РН-6,7

СО<sub>2</sub> Свободная – 63 мг/л.

Колититр-1

### 2.Проверить правильность анализа.

Процент погрешности анализа вычисляется по формуле:

$$K = \frac{\sum a - \sum k}{\sum a + \sum k} * 100\%$$

Где а и к суммы анионов и катионов в мг- экв/ л.

Для массовых гидрохимических анализов допустимая погрешность должна превышать:

Минерализация воды в мг /л.анионов	Погрешность в ± относит %
Более-15	< 2
5-15	5 – 2
3-5	10 – 5
Менее 3	Не установлено.

Менее 3

В нашем случае

$$k = \frac{9,76 - 10,36}{9,76 + 10,36} * 100 = 3\%$$

Так как в нашем варианте минерализация воды в мг-экв/л анализов равен 9,76 и вычисленная погрешность равна 3% анализов произведен правильно.

### 3.Охарактеризовать воду по плотному остатку.

Минерализация воды характеризует общее весомое (мг/л или г/л) содержание в воде минеральных веществ. Для выражения минерализации воды применяют вычисленный сухой (плотный) остаток, полученный после выпаривания воды. Для характеристики воды по этому показателю

обычно пользуются классификацией, предложенной акад. В.И. Вернадским. Согласно ей природные воды разделяются на следующие группы:

Пресные воды	до 1г/л
Слабосоленоватые воды	1 – 3г/л
Сильносоленоватые воды	3 – 10г/л
Соленые воды	10 – 35г/л
Рассолы	>35г/л

Согласно классификации В.И. Вернадского воды данного анализа пресные т. к. сухой (плотный) остаток равен. 673,2 мг/л

### 3. Охарактеризовать воду по степени жесткости.

Жесткость воды обуславливается содержанием в ней солей кальция и магния. Жесткость имеет большое значение при использовании подземных вод для питьевых, хозяйственных и технических целей. Жесткая вода плохо взмывается, образует накипь в паровых котлах, непригодна для некоторых отраслей промышленности (сахарной, и др.)

Различают общую жесткость, определяемую в воде всех солей кальция и магния устранимую или временную обуславливаемую наличием в воде бикарбонатов, удаляемую при кипячении вследствие разрушения бикарбонатов, и переходе их в слаборастворимые карбонаты кальция и магния, выпадающие в осадок и постоянную, соответствующую разности общей и устранимой.

В настоящее время, согласно УзДСТ950:2000, жесткость воды выражается в миллиграмм – эквивалентах, содержащихся в литре воды.

Один мг – экв , жесткости отвечает содержанию. 20,04мг/л  $Ca^{++}$  или 12,16 мг/л  $Mg^{++}$

Для характеристики воды по степени жесткости пользуются классификацией А.Алекина.

О. А. Алекин природные воды по степени жесткости разделяет на пять групп.

Очень мягкие	До 1,5 мг – экв
Мягкие	1,5 – 3,0 мг – экв
Умеренно жесткие	3,0 – 6,0 мг – экв
Жесткие	6,0 – 9,0 мг – экв
Очень жесткие	9,0 мг – экв

Согласно этой классификации воды данного анализа относятся к группе жестких т. к. сумма равна  $Ca^{++}$  и  $Mg^{++}$  6,43 мг – экв /л.

### 4. Написать химический анализ воды и виде формулы.

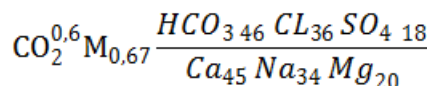
Из всех формул наибольшей популярностью пользуется формула Курлова, которая дает представление о главных составных частях воды. Формула представляет собой дробь, числитель которой состоит из процентов эквивалентов анионов, а знаменатель из процентов эквивалентов катионов, убывающих чисел. Элементы, присутствующие в

количестве менее 10% экв не проставляются (г/л). Слева от дроби проставляются. (г/л)

1. Содержание газов и активных элементов.
2. М степень минерализации, равная сумме всех ионов.

Справа от дроби ставится температура воды (Т) и дебит (Д) в кубических метрах сутки.

Вода по данному варианту будет представлена в виде следующей формулы.



В нашем примере вода по формуле Курлова может быть названа гидрокарбонатно – хлоридно – кальциево – натриевая.

### 5. Установить класс, группу, тип воды по классификации О. А. Алекина.

Классификация О. А. Алекина сочетает принцип деления по преобладающим ионам и по соотношению между ними . За основу взято шесть главных ионов, содержание которых выражено в миллиграмм эквивалентах. Все воды делятся по преобладающему аниону на три больших класса:

1. Гидрокарбонатные (и карбонатные) воды	( $\text{HCO}_3^+ + \text{CO}_3^-$ )
2. Сульфатные	( $\text{SO}_4^-$ )
3. Хлоридные	( $\text{Cl}^-$ )

Класс гидрокарбонатных вод объединяет мало минерализованные воды рек, пресных озер, значительное количество подземных вод. Класс хлоридных вод объединяет минерализованные воды морей, лиманов, реликтовых и материковых озер, подземные воды солончаковых районов, пустынь и полупустынь. Сульфатные воды по распространению и минерализации занимают промежуточное место между гидрокарбонатным и хлоридным классами.

Разделение на классы уточняется дальнейшим делением каждого класса на три группы по преобладанию одного из катионов  $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Mg}^+$ ,  $\text{Na}+\text{K}$  подразделяется на три типа по соотношению между миллиграммами – эквивалентами ионов. Всего типов четыре:

**Первый тип:** характеризуется соотношением  $\text{HCO}_3^- > \text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++}$

Воды этого типа являются щелочными, мягкими образуется при растворении продуктов выветривания изверженных пород, содержащих значительное количество. Воды первого типа чаще всего мало минерализованы, но и в бессточных озерах могут иметь очень высокую минерализацию.

**Второй тип:** характеризуется соотношением  $\text{HCO}_3^- < \text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++} < \text{HCO}_3^- + \text{SO}_4^-$

Воды этого типа связаны с различными осадочными, породами и продуктами выветривания коренных пород. К этому типу относится

большинство рек, озер и подземных вод малой и умеренной минерализации.

**Третий тип:** характеризуется соотношением  $\text{HCO}_3^- + \text{SO}_4^{--} < \text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++}$

Генетические воды этого типа являются смешанными. К ним относятся морские и высокоминерализованные подземные воды.

**Четвертый тип:** характеризуется простым соотношением:  $\text{HCO}_3^- = 0$  т. е. воды этого типа кислые. Воды данного анализа, согласно этой классификации, по классу – гидрокарбонатные, группа кальциевая, типа – третий, так как определяется соотношением:  $\text{HCO}_3^- + \text{SO}_4^{--} < \text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++}$

Результаты пишутся и читается таким образом:  $\text{HCO}_3\text{Ca}$  – гидрокарбонатное – кальциевая вода 3 типа.

#### **6. Оценить агрессивность воды по отношению к бетону.**

Агрессивностью воды называется ее способность разрушать различные сооружения.

Эта способность проявляется при определенном химическом и газовом составе.

Различают следующие агрессивности воды: углекислотную, выщелачивающую, общекислотную, сульфатную, магниальную.

Углекислотный вид агрессивности ( $\text{CO}_2$ ) проявляется в разрушении бетона, в результате растворения карбоната кальция под действием агрессивной угольной кислоты.

Агрессивность выщелачивания происходит за счет растворения карбоната кальция и вымывания из бетона гидрата окиси кальция. Этот процесс происходит вследствие не насыщенности воды ионами,  $\text{CO}_3^-$  и  $\text{HCO}_3^-$

Общекислотный вид агрессии связан с содержанием свободных водородных ионов (PH).

Сульфатный вид агрессивности имеет место при большом содержании ионов  $\text{SO}_4$ , в результате чего, в случае проникновения воды, в тело бетона, при кристаллизации образуются соли ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ), которые вспучивают бетон и разрушают его.

Магниальный вид агрессивности имеет место при большом содержаниях иона магния, предельно допустимое количество которого колеблется в зависимости от сортов цемента, условий и конструкции сооружения и от содержания. Оценка качества воды по отношению к бетону производится по нормам и техническим условиям Н 114 – 54 «Бетон гидротехнический Признаки и нормы агрессивности воды – среды».

Данные нормы и технические условия применяются:

- а) для определения по результатам химического анализа агрессивности воды – среды по отношению к бетону;
- б) для выбора цемента, обеспечивающего водостойкость бетона в данной воде – среде;

в) для установления необходимости повышения водостойкости бетонной конструкции специальными мероприятиями при агрессивности воды – среды.

По нашему анализу требуется определить агрессивность воды – среды по отношению к бетонной напорной конструкции с поперечным размером (толщиной) менее 0,5м, расположенной в грунте с  $K_{\phi}$  5 м/сутки. По приведенным нормам ( см. приложение 1 -7 ) данная вода не обладает выщелачивающей, общекислотной и магниальной агрессивностью по отношению к бетону на любом цементе. По нормам углекислой агрессивности допустимое содержание свободной углекислоты при применении портланд цемента составляют –  $aCa + B + K$  (значение а и в см. прилож. 2, значения К см . прилож. 1 )  $= 0,05:88,6 + 34 + 28 = 63,43$  мг/л, а при применении смешанных цементов  $0,05 88,6 + 34 + 20 = 58,43$  мг/л.

Следовательно, данная вода, содержащая 63 мг/л свободной углекислоты, агрессивна по отношению к бетону на пуццолановом, песчаное – пуццолановом и шлаковом портланд –цементях и неагрессивна по отношению а бетону на портланд – цементе.

По нормам сульфатной агрессивности для не сульфатостойких цементов при содержании хлора менее 100 мг допустимое содержание ионов  $SO_4$  – составляет 250мг/л а норма для сульфатостойких цементов 2500 (прилож 3 – 4) Так как в нашем анализе содержание  $SO_4 < 250$  мг/л то вода является неагрессивной по отношению бетону замешенном на цементе любого сорта.

#### **7. Оцените пригодность воды для питьевых целей.**

При оценке подземных вод для питьевого водоснабжения пользуется ГОСТ 950:2000 (табл – 4). Настоящий стандарт распространяется на питьевую воду, подаваемую централизованными хозяйственно – питьевыми системами водой снабжениями, используемую одновременно для питьевых, хозяйственных, технических и коммунальное – бытовых целей.

ГОСТ 950:2000

**Таблица – 4**

Наименование показателей	Нормы
1) Сухой остаток, мг/л	1000
2) Хлориды, (Cl ) мг/л.	350
3) Сульфаты, ( $SO_4$ ) мг/л.	500
4) общая жестокость, мг – экв/л.	7,0
5) Общее количество бактерий в 1 мл, неразбавленной воды, не более.	100
6) Запах при 20°C и при подогревании воды до 60°C, баллы, не более.	2
7) привкус при 20°C, баллы, не более	2



8) содержание солей группы тяжелых металлов, разно активных элементов и других вредных веществ.	Должно соответствовать нормам установленным главной государственной, санитар,
---	---

Примечания:

По согласованию с органами санитарно – эпидемиологической службы содержание сухого остатка допускается до 1500 мг/л; общая жесткость не должна быть более 10 мг – экв /л.

Ориентировочная оценка санитарного состояния воды по Coli – титру (содержанию одной кишечной палочки в определенном объеме воды).

Таблица – 5

Объем воды в мл	Оценка воды
100	Здоровая
10	удовлетворительная
1	сомнительная
0,1	Нездоровая
0,01	Совершенно нездоровая

Водородный показатель (РН) должен быть в пределах 6,5—8,5.

По данным нашего анализа, плотный остаток — 673,2 мг/л; SO<sub>4</sub>—83,0 мг/л; Cl— 124,5мг/л, общая жесткость — 6,43 мг-экв./л, количество кишечных палочек в одном миллилитре — одна (вода сомнительная). По всем показателям, кроме содержания кишечных палочек, пригодна для питья. Повидимому эта вода будет подлежать хлорированию.

### 8. Определение пригодности воды на орошение.

При оценке подземных вод с точки зрения пригодностям их для орошения важно знать:

1) температуру 2) общее содержание растворенных солей 3) их состав 4) ирригационный коэффициент: Низкая температура, обычная для подземных вод, является недостатком, она вредно влияет на растения.

С точки зрения общей минерализации безвредной, по А.Н. Костякову, считается вода содержащая не более 1000—1500 мг/л растворенных солей. При содержании же солей от 1500 до 3000 мг/л необходим уже их тщательный анализ. Предельной нормой допустимого общего содержания солей в воде считается 5000 мг/л. По данным В.А. Ковды, уже при содержании в почвах 1,5—1,7% вредных солей большинство культурных растений не дает всходов.

На хорошо водопроницаемых и хорошо дренированных почвах может применяться более высокоминерализованная вода, при

тяжелых почвах, со слабым дренажом нормы содержания солей снижаются.

Среди солей, обычно присутствующих в подземной воде, наиболее вредными являются соли натрия. Степень вредности этих солей приблизительно характеризуется следующим отношением весовых величин:  $\text{Na}_2\text{SO}_4:\text{NaCl}:\text{Na}_2\text{CO}_3=1:3:10$

Для хорошо, водопроницаемых почв принимаются следующие предельные нормы, содержания солей натрия (в мг/л):  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ -100, -  $\text{NaCl}$  2000 и.  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ —5000.

Для приблизительной оценки качества воды удобно применять эмпирически выведенный ирригационный коэффициент. Ирригационный коэффициент при испарении дает количество щелочей, достаточное для того, чтобы почва стала вредной до глубины 1,2 м для большинства культурных растений.

Вычисление ирригационных коэффициентов для вод различных типов производится по эмпирическим формулам, приводимым ниже:

**Таблица №6**

Соотношение ионов в воде	Ирригационный коэффициент К
1)Содержание иона $\text{Na}$ меньше, чем содержание иона $\text{Cl}$ ; $r\text{Na}<r\text{Cl}$ В воде содержится хлорид натрия.	$K = \frac{288}{5r\text{Cl}}$
2)Содержание иона $\text{Na}$ большое содержания иона $\text{Cl}$ , по меньше суммы эквивалентов сильных кислот. $r\text{Cl}+r\text{SO}_4>r\text{Na}>r\text{Cl}$ Присутствует хлорид и сульфат натрия.	$K = \frac{288}{r\text{Na} + 4r\text{Cl}}$
3)Содержание $\text{Na}$ иона больше содержания ионов сильных кислот: $r\text{Na}>r\text{Cl}+r\text{SO}_4$ Присутствует хлорид, сульфат и карбонат натрия.	$K = \frac{288}{10r\text{Na} - 5r\text{Cl} - 9r\text{SO}_4}$

Примечания: «г». означает, что соответствующий ион выражен в мг-экв.

Определения степени пригодности воды для ирригационных целей производится по следующим классификациям, приведенной в табл. 7.

**Таблица №7**

Ирригационный коэффициент	Качество воды	Характеристика воды
>18	хорошая	Вода может успешно применяться для орошения без

		специальных мероприятий по предупреждению накопления в почве вредных щелочей.
18 – 6	удовлетворительная	Необходимы особые мероприятия для избежание постепенного накопления щелочей (исключение представляют рыхлые почвы свободным дренажем).
5,9 – 1,2	Не удовлетворит.	Почти всегда необходим искусственный дренаж.
< 1,2	Плохая	Вода практически не годна для ирригации.

Определение пригодности воды для орошения по общей минерализации, т. е. по содержанию солей в воде — эта вода безвредна.

Состав солей: по данным нашего анализа для  $\text{Na}_2\text{SO}_4$   $\text{Na} = 76,6 \text{ мг/л} \times 0,3237$  (пересчетный коэффициент) = 24,8 мг/л.;  $\text{SO}_4 = 83,0 \text{ мг/л} \times 0,6763$  (пересчета, коэф.) = 56,13 мг/л.

для .  $\text{NaCl-Na} = 76,6 \times 0,3944$  (пересчет. коэф.) = 30,2 мг/л;  $\text{Cl} = 124,5 \times 0,0066$  (пересчет. - коэф.) = 75,5 мг/л; для  $\text{Na}_2\text{CO}_3 = 76,6 \times 0,4338$  (пересчет. коэф.) = 34,2 мг/л;

$\text{HCO}_3\text{-Na} = 276,3 \times 0,5662 = 156,34 \text{ мг/л}$ ;

Отсюда  $\text{Na}_2\text{SO}_4 = (24,8 + 56,13) = 80,93 \text{ мг/л}$ ;

$\text{NaCl} = (30,2 + 75,5) = 105,7 \text{ мг/л}$ ;

$\text{Na}_2\text{CO}_3 = (34,2 + 156,34) = 190,54 \text{ мг/л}$ ;

По соотношению солей (80,93 : 105,7 : 190,54)

Вода пригодна на орошение.

По ирригационному коэффициенту качество воды для орошения удовлетворительная, т. к. при соотношении между ионами  $r\text{Cl} + r\text{SO}_4 > r\text{Na} > r\text{Cl}$

$$3,51 + 1,73 > 3,93 > 3,51$$

ирригационный коэффициент равен

$$K = \frac{288}{3,93 + 4 * 3,51} = \frac{288}{17,97} = 16$$

При применении этих вод для орошения, необходимы особые мероприятия, для избежания постепенного накопления щелочей (исключение представляют рыхлые почвы свободным дренажем).

После выполнения студентом данной лабораторной работы, ему необходимо ответить на следующие контрольные вопросы:

1. В каких формах выражается химический анализ воды и способы их пересчета: -

2. Рассказать: О классификациях Вернадского В. И. по величине общей минерализации и Алекина О. А. по степени жесткости.
3. О классификации Алекина О. А. по преобладающим компонентам и по соотношению между ионами.
4. О формуле Курлова.
5. О агрессивности подземных вод и оценка по отношению к бетону.
6. О требованиях предъявляемых, 'к качеству подземных вод, используемых для хозяйственно-питьевого водоснабжения и ирригационных целей.

#### **РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА.**

1. Д. М. Кац Гидрогеологии. Издательство «Колбе», Москва;" 1969, стр.- 136—148.
2. П. П. Климентов «Методика гидрогеологических исследований». Госгеотехиздат, 1961, стр. 110—312.
3. Справочник гидрогеолога. Госгеотехиздат, Москва, 1962, стр. 217—229.
4. М.П. Толстой, В.А. Малыгин. «Основы геологии и гидрогеологии. Издательство «Недра», 1976, стр. 99—106.

#### **4. РАСЧЕТ КОЭФФИЦИЕНТА ФИЛЬТРАЦИИ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ОПЫТНЫХ КУСТОВЫХ ОТКАЧЕК И НАЛИВОВ В ШУРФЫ.**

Определение водопроницаемости горных пород является одной из важнейших задач гидрогеологии. Этот параметр служит основной для гидрогеологических расчетов, выполняемых в связи с проектированием гидротехнических сооружений, водозаборов, дренажей и других сооружений. Поэтому в программу курса была включена - практическая работа по определению коэффициента фильтрации горных пород, основной задачей которой является ознакомление студента с общими принципами и методами ведения опытно - фильтрационных работ и расчетами.

При проведении гидрогеологических исследований в зависимости от природных условий объекта и целевого назначения работ могут быть использованы следующие полевые методы определения гидрогеологических параметров: откачки из скважин, нагнетание и наливы в скважины и шурфы. Мы далее будем рассматривать два наиболее часто применяемых в практике метода -- откачки из скважин и налив в шурфы.

#### **МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ОПЫТНЫХ КУСТОВЫХ ОТКАЧЕК**

а) Выбор и разбивка опытного участка.

Выбор участка для опытной кустовой откачки производится на основании проведенных гидрогеологических изысканий, которые должны определить геологическое строение водоносной толщи, ее

литологический состав, глубину залегания подземных вод, направление их движения и т.д.

Опытный участок должен по возможности полнее осветить все геологические особенности водоносной толщи пород.

На выбранном участке закладывается опытный куст, состоящий из центральной скважины и ряда наблюдательных скважин. Наблюдательные скважины располагаются около опытной в виде лучей. Количество лучей может быть от одного до четырех и зависит от особенностей геологического строения и неоднородности водоносного пласта, Направления фильтрационного потока, а также от задач, решаемых откачкой. Количество наблюдательных скважин на луче в однородных породах можно ограничить одной и двумя, а при неоднородном строении может возрасти до 4 и более. Расстояние наблюдательных скважин от центральной при кустовых откачках в относительно однородных породах ориентировочно определяется по таблице № 8.

Таблица № 8

Наименование пород	Расстояние наблюдательных скважин от центральной					
	Напорные воды			Безнапорные воды		
	№ наблюдательных скважин.					
	1	2	3	1	2	3
Мелкозернистые пески.	3 – 5	10– 5	-	2 - 3	10-12	-
Среднезернистые, крупнозернистые и разномзернистые .	5 – 8	20-25	-	3-5	12-15	-
Гравийное- галечниковые породы.	8-10	15-20	30-40	4-6	10-15	20-30
Скальные слаботрещиноватые породы.	6-8	15-20	30-40	5-7	10-15	20-30
Скальные сильнотрещиноватые породы.	15-20	40-50	80-100	10-15	20-30	40-60

Диаметр центральной скважины определяется необходимостью установки фильтра выбранной конструкции. Диаметр фильтра в маломощных водоносных горизонтах должен быть не менее 80—100 мм, а при значительной водообильности не менее 150 мм.

Диаметры фильтра наблюдательных скважин обычно колеблются от 50 до 100 мм.

Длина фильтров центральной скважины должна быть не менее 3—5 м.

б) Оборудование.

При бурении скважин опытного куста ведутся наблюдения и документация — отбор образцов, описание пород, заполнение бурового журнала, наблюдения за водоносностью.

После окончания бурения устанавливают фильтры на намеченные глубины во всех скважинах и устанавливают насос. Фильтры центральной и наблюдательных скважин следует располагать таким образом, чтобы опыт соответствовал одной из схем, для которых имеются расчетные формулы.

Если скважина прошла водоносный горизонт, врезалась в подстилающий водоупорный пласт и оборудована фильтром на всю мощность водоносного горизонта, она называется совершенной. Скважина, оборудованная фильтром на всю мощность водоносного горизонта называется несовершенной.

#### **в) Фильтры.**

Чтобы обеспечить доступ воды в скважины и одновременно закрепить их стенки, скважины оборудуются фильтрами.

Простейшие фильтры представляют собой перфорированные (дырчатые) трубы. Отверстия фильтра бывают круглыми или в форме щелей.

При откачках из мелкозернистых пород перфорированную трубу обматывают латунной сеткой.

Перфорированная часть фильтровых труб называется рабочей частью, так как через нее в скважину поступает вода. Ниже рабочей части фильтра располагается так называемый отстойник — глухая (без отверстий) труба длиной 2—5 м и более. Отстойник снизу забит деревянной пробкой. Над рабочей частью фильтра помещаются неперфорированные — надфильтровые трубы.

При оборудовании скважины фильтром и если нет за трубной скважины, насосом надо предусмотреть возможность замера в ней уровня воды. Чаще всего уровень замеряют, пропуская измеритель в кольцевой зазор между насосом и над фильтровыми трубами. Иногда к фильтру прикрепляют специальный пьезометр — второй фильтр, но малого диаметра (1,5—4), в котором и измеряют уровень.

#### **г) Насосы, применяемые при откачках и приборы для измерения расхода и уровней воды в скважинах.**

Насос для опытной откачки выбирают в зависимости от глубины залегания водоносного горизонта, его водообильности и имеющегося источника энергии.

Замер расхода воды во время откачки обычно производят через определенные промежутки времени наполнением сосуда, объем которого определен заранее (бочки, бака). Время заполнения замеряется секундомером. Откачиваемую воду следует отводить от скважины более чем на 50 м в направлении движения подземного потока.

Для замера уровня воды в скважинах употребляют самые различные приспособления — электроуровномеры, хлопушки, водяные свистки и др.

Полученная величина коэффициента фильтрации по данным опытных кустовых откачек является средней для области, охваченной влиянием откачки. д)

#### **в) Проведение опытной откачки.**

Откачку необходимо проводить не менее чем на три понижения с тем, чтобы иметь возможность по трем точкам составить кривую зависимости дебита от понижения  $Q=f(S)$

Вообще количество понижений устанавливается в зависимости от задач опробования, гидрогеологических особенностей участка и технических возможностей опыта. Рассмотрим откачку при трех понижениях.

Процесс откачки делится на четыре периода:

1) прокачка скважины, 2) откачка скважины при первом понижении, 3) откачка при втором и 4) откачка при третьем понижении.

Прокачка предназначается для получения приблизительной характеристики водопроницаемости опробуемого горизонта и проводится при одном максимальном понижении. Обычно она по продолжительности кратковременная и проводится до полного осветления воды. По результатам прокачки вносятся коррективы в схему проведения откачки, уточняются величины возможных дебитов и понижений, уточняются расстояния наблюдательных скважин и т. д.

После прокачки производится полное восстановление уровня воды до статистического во всех скважинах и переводят к откачке при первом понижении, для чего необходимо уменьшить расход насоса, чтобы установить в опыт- скважине требуемое понижение уровня.

Откачку при первом понижении можно начинать с минимального понижения, переходя затем к большому (в слабо средневодопроницаемых породах), или с максимального понижения и затем переходить к меньшему (в трещиноватых и грубообломбчных породах). Рассмотрим второй случай.

Во время прокачки расход воды был 40 л/сек, и уровень понизился на 4,0 м. Отсюда удельный дебит 10 л/сек, и для понижения - уровня подземных вод 1,0 м требуется отбор с расходом 10 л/с. На основании их данных можно перейти к проведению откачки при первом понижении и выбрать расходы и понижения, при трех режимах. Откачки должны проводиться с максимально возможным для имеющегося насосного оборудования дебитом. Обычно при выборе расхода воды для второго понижения принимают две трети расхода от первого), а для третьего понижения  $Q_3=1/3Q$

В нашем случае расход откачиваемой воды при первом понижении можно принимать 30 л/с, при втором 20 л/с ) и третьем-10 л/с ( $Q_3$ ). Величина понижения ( $S$ ) в центральной скважине должна быть не менее 1 м в сильно водопроницаемых породах и 1,5—2,0 м в менее водопроницаемых породах. Разность между понижениями должна быть не менее 1,0 м.

Понижение в дальних наблюдательных скважинах должна составлять не менее 0,3—0,5 м, и разность между понижениями не менее 0,3 м. Откачка производится постоянным заданным расходом и при каждом понижении до полной стабилизации уровней в наблюдательных скважинах.

При откачке практически установившимися уровнями считаются такие, которые при постоянном дебите скважины меняются не более чем на 1—2 см в течение 4—6 часов, причем имеется в виду, что уровень колеблется около какой-то отметки, а не повышается или понижается закономерно и непрерывно.

Замеры уровней воды в скважинах во время откачки производятся первые полчаса через 10 минут, последующие 2 часа через 15 минут, затем в течение 12 часов через 30 минут и далее до конца откачки через 1 час. Наблюдения во всех скважинах должны вестись одновременно.

Измерение расхода откачиваемой воды производится в те же сроки, что и замер уровней воды. Результаты замеров заносятся в специальные журналы, в которых указываются дата и время наблюдений.

После окончания откачки производятся наблюдения за восстановлением уровня во всех скважинах до полной стабилизации уровней. Контроль откачки осуществляется построением графиков зависимости – дебита от понижения в центральной скважине и дебита от понижения в наблюдательных скважинах. Если зависимость дебита от понижения будет выражаться кривой выпуклостью вниз (случай 2 то это указывает на дефектность откачки. В этом случае устанавливается причина дефекта опыта, а затем откачку следует повторить. Если зависимость будет выражаться кривой выпуклостью вверх, то это указывает что откачка проведена в безнапорных водах и правильно, а если линия прямая также правильно, но в напорных водах

После проведения опыта составляется сводный лист по опытной откачке, где приводятся геологический разрез, конструкция скважин, техническая характеристика оборудования, графика колебания уровней воды и расхода, графики зависимости удельного дебита от понижения, графики восстановления уровня, таблицы основных данных откачки, расчеты величин коэффициентов фильтрации и другие данные, освещающие технические средства откачки, ход ее и результаты (приложение 8); Пример: Опытная



кустовая откачка проведена с целью определения коэффициента фильтрации аллювиальных песков голодностепского комплекса (alQ<sub>3</sub>gl ). Куст расположен на первой надпойменной террасе р. Амударьи в 300 м от реки. Опытный куст состоит из центральной скважины (698 ) и двух наблюдательных (698 , 698 ) на расстоянии 5,0 м и 15 м от центральной, расположенных по одному лучу (рис.19).

Центральная скважина оборудована фильтром (тип — перфорированная труба, обмотанная латунной сеткой) диаметром 127 мм, он установлен на интервале 5,45 -9,70 метров. Рядом с фильтром установлен привязной пьезометр диаметром 3/4 на глубине 4,60—10,80 м.

Первая наблюдательная, скважина (698 ) оборудована пьезометром на интервале 4,70—10,30 м, вторая (698 ) на интервале 5,30—10,5 м.

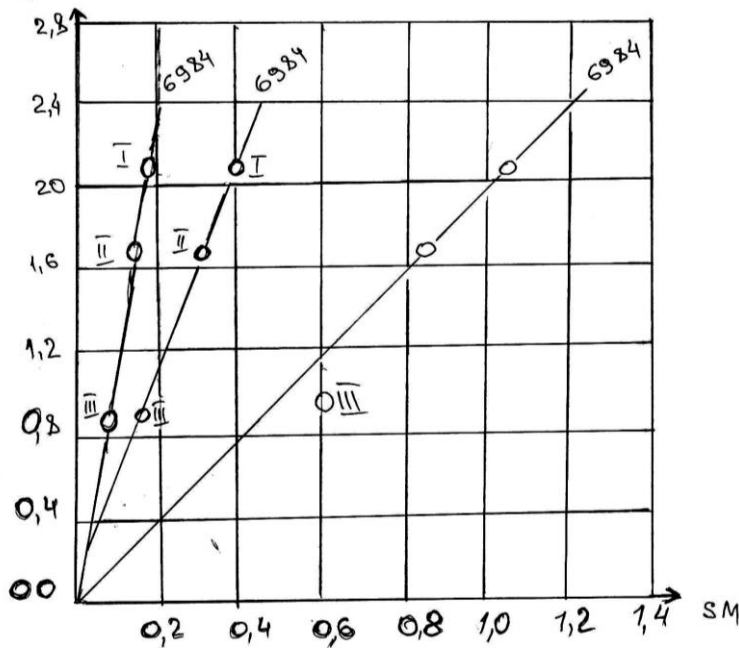
Водоносный горизонт представлен мелкозернистыми песками. Статический, уровень грунтовых вод находится на глубине 4,40 м. В геологическом строении участвуют: от поверхности земли до 1,10 м супеси с прослоями суглинка, ниже до глубины 10,0 м пески мелкозернистые, которые подстилаются супесями среднечетвертичного возраста (Q<sub>2</sub>t<sub>2</sub>).

На этом оборудованном кусте была проведена кустовая откачка. Перед началом была произведена прокачка из центральной скважины до чистой воды. Во время откачки велись одновременные замеры уровня воды в центральной и наблюдательных скважинах. Уровни замерялись электроуровномером конструкции Гидропроекта, а расходы объемным способом (бак емкостью 125 литров через 30—60 мин.). Откачиваемая вода с водоотвода сбрасывалась в понижения рельефа, находящиеся на расстоянии 100 м.

Откачка проведена при 3 понижениях.

Прежде, чем перейти к расчету, необходимо построить по вышеуказанным данным геолого-технический разрез, который позволил бы нам выбрать расчетную формулу и сверить правильность проведенной откачки путем построения графика зависимости расхода от понижения по центральной и наблюдательным скважинам (рис. 17).

(15)



Как видно из графика, откачка проведена без дефекта (правильно). При выборе расчетных формул должно учитываться расположение луча по отношению к реке, совершенство скважин, наличие связи между поверхностными и грунтовыми водами, затопленность фильтра в процессе откачки, положение фильтра в водоносном горизонте,

напорность подземных вод, количество наблюдательных скважин и др.

Расчеты  $K_f$  ведутся по данным одной центральной скважины, центральной и наблюдательной скважин и по двум наблюдательным скважинам.

В нашем случае расчет  $K_f$  можно вести по следующим формулам:

По одной центральной скважине

$$K = \frac{0,732 * Q * \lg R/r}{(2 * H - S_{ц}) S_{ц}}$$

По центральной и одной наблюдательной скважине

$$K = \frac{0,732 * Q * \lg x_1/r}{(2 * H - S_{ц} - S_1)(S_{ц} - S_1)}$$

По двум наблюдательным скважинам

$$K = \frac{0,732 * Q * \lg x_2/x_1}{(2 * H - S_1 - S_2)(S_1 - S_2)}$$

Где  $Q$  — дебит скважины, л/с,

$H$  — мощность безнапорного водоносного горизонта, м;

$S_{ц}$  — понижение уровня воды в центральной скважине, м;

$S_1$  — понижение уровня воды в первой наблюдательной скважине, м;

$S_2$  — понижение уровня воды во второй наблюдательной скважине, м;

$X_1$  — расстояние первой наблюдательной скважины от центральной м;

$X_2$  — расстояние второй наблюдательной скважины от „центральной, м;

$r$  — радиус центральной скважины, м;

Расчет Кф по одной центральной скважине.

$$K = \frac{0,732 * 2,1 * \lg 50 / 0,065}{(2 * 6,6 - 1,08) 1,08} = 33,8 \text{ м/сут}$$

$$K = \frac{0,732 * 2,1 * \lg 50 / 0,065}{(2 * 6,6 - 0,85) 0,85} = 34,1 \text{ м/сут}$$

$$K = \frac{0,732 * 2,1 * \lg 50 / 0,065}{(2 * 6,6 - 0,56) 0,56} = 30,1 \text{ м/сут}$$

Расчет Кф по центральной и первой наблюдательной скважинам:

$$K = \frac{0,732 * 2,1 * \lg 50 / 0,065}{(2 * 6,6 - 1,08 - 0,4) 1,08 - 0,4} = 37,4 \text{ м/сут}$$

$$K = \frac{0,732 * 1,66 * \lg 50 / 0,065}{(2 * 6,6 - 0,85 - 0,32) 0,85 - 0,32} = 36,0 \text{ м/сут}$$

$$K = \frac{0,732 * 0,9 * \lg 50 / 0,065}{(2 * 6,6 - 0,56 - 0,15) 0,56 - 0,15} = 25,0 \text{ м/сут}$$

Расчет Кф по двум наблюдательным скважинам.

$$K = \frac{0,732 * 2,1 * \lg 15 / 5}{(2 * 6,6 - 0,40 - 0,18) 0,40 - 0,18} = 27,0 \text{ м/сут}$$

$$K = \frac{0,732 * 1,66 * \lg 15 / 5}{(2 * 6,6 - 0,32 - 0,12) 0,32 - 0,12} = 23,3 \text{ м/сут}$$

$$K = \frac{0,732 * 0,9 * \lg 15 / 5}{(2 * 6,6 - 0,15 - 0,07) 0,15 - 0,07} = 30,0 \text{ м/сут}$$

Средний Кф по опыту 32,7 м/сутки.

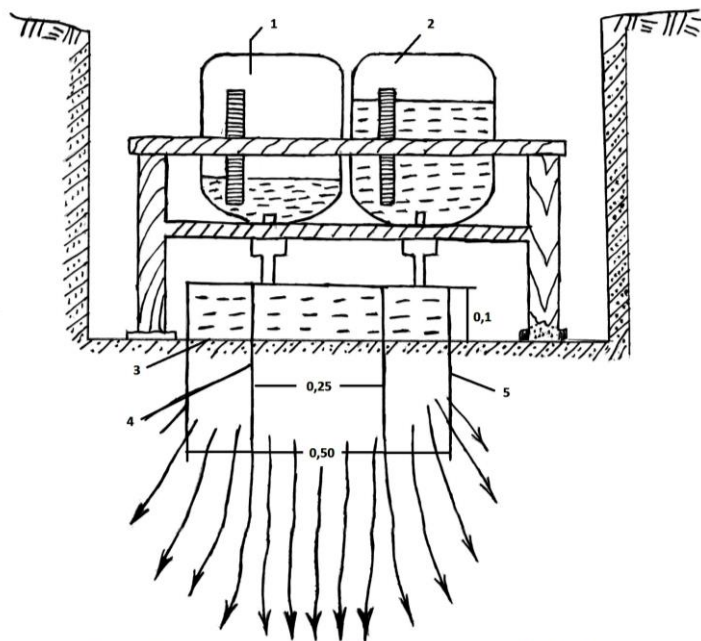
Полученная величина коэффициента фильтрации по данным опытных кустовых откачек является средней для области, охваченной влиянием откачки.

## ОПЫТНЫЕ НАЛИВЫ В ШУРФЫ

Для определения водопроницаемости ненасыщенных грунтов в зоне аэрации, когда зеркало грунтовых вод находится на глубине более 5 м, проводятся опыты по инфильтрации воды из шурфов.

Существует много методов определения Кф наливками в шурфы — А.К.Болдырева, Н. С. Нестерова, Н.К.Гиринского, Н.Н.Биндемана и др.

В гидрогеолого мелиоративных, инженерно – геологических исследованиях очень часто пользуются методом, предложенным Н.С.Нестеровым, как наиболее совершенным и исключаящим



**Рис. 21. Общий вид опытной установки. по Н.С. Нестерову**  
 1- мерная линейка; 2- бутылка; 3- слой гравия; 4- внутреннее кольцо; 5- внешнее кольцо

влияние бокового растекания за счет развивающихся капиллярных сил (глинистые породы) при движении воды в породах.

**Метод И.С. Нестерова.** На опытной площадке шурфом обнажают исследуемую породу. На дне шурфа выкапывают круглый зумпф глубиной 20 см, диаметром не менее 0,5 м. В дно этого зумпфа врезают концентрически два металлических

цилиндра: внешний с диаметром, равным диаметру зумпфа, внутренний с диаметром, разным по отношению к диаметру внешнего цилиндра. Высота цилиндров около 25 см. Эти цилиндры врезаются в дно зумпфа на 5—10 см. Дно зумпфа покрывают слоем мелкого гравия мощностью 2—3 см, чтобы предохранить его от размывания. Над зумпфом устанавливают стойку для двух сосудов Мариотта (один из них должен помещаться над кольцевым - зазором между цилиндрами, другой — над внутренним цилиндром).

Постоянный уровень воды во время опыта надо поддерживать на высоте 10 см. Точно на этой высоте над дном зумпфа и должны находиться края трубок сосудов Мариотта (рис.21).

Заполнение зумпфа водой до постоянного уровня производить очень осторожно, так, чтобы за 2—3 мин. уровень повышался приблизительно на 1 см. Всего на заполнение зумпфа до высоты 10 см. требуется 20—30 мин. Когда уровень поднялся на 12 см, закрывают кран, записывают время, объем затраченной воды и устанавливают сосуды Мариотта. В дальнейшем наблюдения за объемом просочившейся воды ведут по обоим сосудам и отдельно записывают журнал.

Опыт продолжают до стабилизации расхода воды.

Предполагается, что вода из внешнего цилиндра расходуется на просачивание, боковое растекание и капиллярное всасывание. Вода из внутреннего кольца идет главным образом на инфильтрацию в вертикальном направлении, что позволяет принять поперечное сечение инфильтрационного потока равным поперечному сечению внутреннего цилиндра.

Коэффициент фильтрации рассчитывают по формул:

$$K = \frac{Q \cdot Z}{w(h_k) + Z + H}$$

Где Q – установившийся расход воды на инфильтрацию из внутреннего цилиндра, л/час,

W— площадь внутреннего цилиндра, м<sup>2</sup>.

H — высота слоя воды, в цилиндре, м;

Z – глубина инфильтрационного просачивания воды, м;

h<sub>k</sub> – капиллярное давление, развивающееся при инфильтрации;'

Значение капиллярного давления близкое 50% максимальной высоты капиллярного поднятия, Н.Н. Биндеман рекомендует определять по таблице 9

Таблица № 9

Грунт	Высота капиллярного поднятие, м
Суглинок тяжелый	1,0
Суглинок легкий	0,80
Супесь тяжелая	0,60
Супесь легкая	0,40
Песок мелкозернистый, глинистый	0,30
Песок мелкозернистый чистый	0,20
Песок среднезернистый	0,10
Песок крупнозернистый	0,05

Глубину просачивания «Z» определяют бурением двух скважин небольшого диаметра. Одну скважину \_ глубиной 3—4м бурят до опыта ее закладывает на расстоянии 3—5 м от шурфа. Другую скважину той же глубины бурят после опыта, закладывая ее в центре внутреннего кольца. Из обеих скважин отбирают образцы для определения влажности грунта. По сопоставлению влажности устанавливается глубина просачивания воды за время опыта.

Пример. Требуется, определить Кф суглинков по способу Н.С.Нестерова. Грунтовые воды вскрыты скважиной на глубине **8,5** м; диаметр внутреннего кольца 0,25 м, внешнего **5** м; толщина слоя воды в кольцах **0,1** м. Опыт проводился **двое** суток. Графики зависимости фильтрационного расхода от **времени** приведены на рис.21.

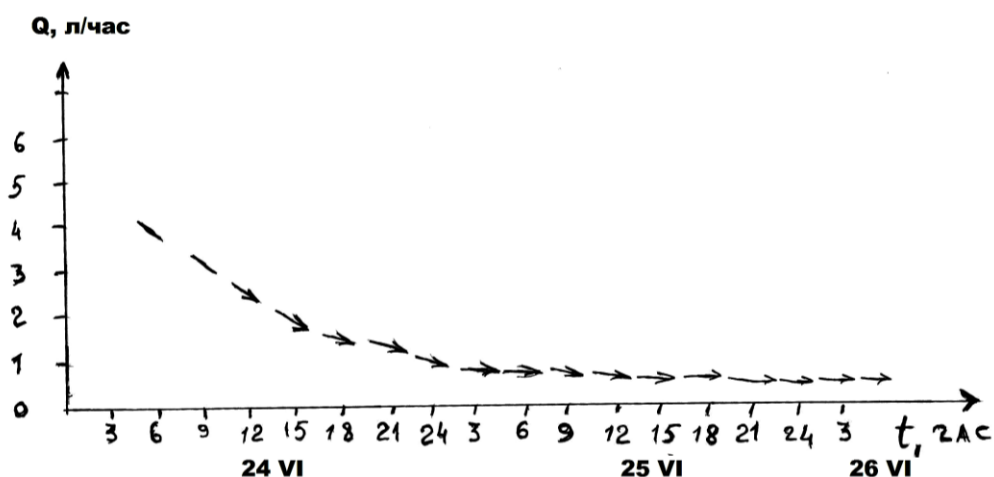


Рис. 22. График зависимости фильтрационного расхода от времени

Для определения глубины просачивания воды были пробурены две скважины глубиной по 4 м, образцы породы определения влажности отбирались через 0,5 м. Регаты определения влажности суглинков приведены.

Таблица № 10

№ образца	Глубина отбора образца от дна шурфа, м	Влажность, %	
		До опыта	После опыта
1	0,05	19,1	28,1
2	0,5	20,4	23,6
3	1,0	20,9	23,1
4	1,5	20,8	22,8
5	2,0	19,7	21,7
6	2,5	19,8	20,9
7	3,0	18,7	19,3
8	3,5	18,5	18,3
9	4,0	18,6	18,4

Решение. Коэффициент фильтрации по Н.С.Нестерову определяется по формуле:

$$K = \frac{Q \cdot Z}{w(h_k) + Z + H}$$

Значение Q по графику равно 0,3 л/час или 0,0072 м<sup>3</sup>/сутки.

Глубина просачивания, согласно таблице - 3,25 м. Площадь поперечного сечения внутреннего кольца  $w = 3.14 \cdot 0.125^2 = 0.049 \text{ м}^2$ .

Капиллярное давления,  $h_k$  развивающиеся при инфильтрации определяем по таблице 14.

Для суглинков принимаем равным 0,9 м.

$$K = \frac{0,0072 \cdot 3,25}{0,049(0,9 + 3,25 + 0,1)} = 0,19 \text{ м/сут}$$

После выполнения расчетов студент оформляет работу для сдачи. В оформленную работу включают краткую методику

проведения опыта, схему, графики и расчета величины коэффициента фильтрации.

При вопросе студент должен ответить на следующие контрольные вопросы:

1. Понятие об коэффициент фильтрации?
2. Коэффициент фильтрации и его физический смысл.
3. Методика проведения опытной откачки?
4. Виды скважин по степени вскрытия водоносного пласта?
5. Методика проведения опытного налива в шурфы методами Н.С. Нестерова?
6. В скольких понижениях ведётся опытная откачка.

## **РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА.**

- 1:Бочевер Ф. М, Гармонов И, В., Лебедев А. В., Шестаков В. М., — Основы гидрогеологических расчетов, Москва, Изд -во «Недра»; 1965.
2. Маменко Г. К. Инструкция и методические указания по определению коэффициентов фильтрации водоносных пород методом опытных откачек из скважин (И—38—67) Москва, Изд-во «Энергия», 1967.
3. Методическое руководство по гидрогеологическим инженерно геологическим исследованиям' для мелиоративного строительства, вып. III, Москва, Гипроводхоз, 1972.

## **5. ОБРАБОТКА И АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ РЕЖИМНЫХ И БАЛАНСОВЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ГРУНТОВЫХ ВОД.**

Как известно гидрогеолого -мелиоративные условия орошаемых земель зависит от грунтовых вод, поэтому они являются объектом изучения не только гидрогеологии, но и мелиорации.

Основной задачей настоящей работы является ознакомление студента с режимом и балансом грунтовых вод орошаемых территорий, включенных в программу курса «Основы геологии и гидрогеологии» для специальности «Гидромелиорация», т. к. без знания закономерностей изменения режима и баланса невозможно регулирование грунтовых вод в нужном направлении и проводить различные мелиоративные мероприятия.

Режим грунтовых вод — это совокупность закономерных нений во времени уровня грунтовых вод, их темпера, минерализации, газового состава, скорости движения и.т.д.

Неглубоко залегающие Г. В. в орошаемых районах аридной зоны является основным источником засоления или заболачивания почв, находящихся в прямой связи от положения его сезонных и

многолетних колебаний и от минерализации. Температура влияет на интенсивность этого процесса.

Режим Г. В. в орошаемых районах чрезвычайно разнообразен. Его формирование определяется различными факторами. Эти факторы можно объединить в несколько групп: а) геологические и геометрические — рельеф поверхности, литология, тектоника; б) климатические — атмосферные осадки, температура и влажность воздуха, атмосферное давление и др.; в) гидрологические — естественные поверхностные водоемы; г) ирригационно-хозяйственные — ирригационная и коллекторно-дренажная сеть, собственно оросительная вода, подаваемая на орошаемые поля, система обработки почв орошения; д) биогенные, к которым относятся транспирационная деятельность растений; е) почвенные — различные образовательные процессы, заключающиеся в синтезе и разрушении органического вещества, в процессах выветривания, в движении и накоплении солей и т. д.

При всем разнообразии сочетаний многочисленных факторов на уровень грунтовых вод в орошаемых районах в большинстве случаев доминирующее значение принадлежит немногим из них. М.М.Крылов, учитывая всю совокупность режимобразующих факторов, выделил 5 типов формирования режима грунтовых вод.

1. Инфильтрационно – испарительный, свойственный участкам, лишенным подземного стока:

2. Инфильтрационно – стоковый, обязанный инфильтрации и интенсивному стоку:

3. Инфильтрационный при доминирующем значении инфильтрации оросительных вод, характеризующийся подъемом зеркала грунтовых вод из года в год:

4. Стоковый, обязанный исключительно подземному стоку:

5. Переходный или смешанный.

Представление о балансе грунтовых вод складывается на основании сопоставления приходных и расходных статей грунтовых вод за определенный отрезок времени.

Если режим ГВ отражает внешнюю сторону гидрогеологического процесса – его форму, то баланс является внутренним количественным содержанием его.

Все источники питания (поверхностный сток, инфильтрационное питание, подземный приток, и др.)

Называются расходными статьями.

Все источники расходования (подземный отток, сброс по коллекторно – сбросовой сети, испарение с поверхности ГВ, транспирация растениями и др.) называются расходными статьями баланса.

Различают два вида баланса:

1. Компенсированный, когда сумма приходных статей равна сумме расходных статей, т.е.



Этот вид баланса может быть разделен на благоприятный, когда расходование ГВ происходит за счет подземного оттока или искусственного дренажа где нет условий для вторичного засоления и заболачивания, и неблагоприятный, когда расходование происходит за счет внутри грунтового испарения с поверхности территории, где возникают условия для вторичного засоления и заболачивания.

2. Некомпенсированный баланс, когда сумма расходных и природных статей не равны. Этот вид баланса может быть разделен на положительный, когда сумма приходных статей больше суммы подъем УГВ, способствующий вторичному засолению и заболачиванию, и отрицательный, когда сумма приходных статей меньше суммы расходных. Где происходит расслоение и осушение территорий.

## **ИЗУЧЕНИЕ РЕЖИМА ГВ В ОРОШАЕМЫХ РАЙОНАХ**

Изучение закономерностей режима подземных вод ведется по региональной, внутрихозяйственной и специальной гидрогеологической сети.

Региональная сеть предназначена для изучения региональных закономерностей сезонного и многолетнего нарушенного и естественного режимов подземных вод в основных гидрогеологических районах.

Внутрихозяйственная сеть предназначена для размещения сельскохозяйственных культур, для планирования поливов, контроля мелиоративного состояния орошаемых земель, расчета и наблюдения за динамикой водного и солевого балансов орошаемых земель, прогноза режима грунтовых вод территории оросительных систем и др.

Специальная временная сеть предназначена для определения гидрогеологических параметров, необходимых для прогноза режима ГВ, проектирования дренажа, оценки ресурсов подземных вод и др.

Во всех орошаемых районах необходимы постоянные наблюдения за режимом грунтовых вод по внутрихозяйственной сети.

Наблюдательную сеть устанавливают до начала орошения, равномерно размещая на территории хозяйств или по створам, в зависимости от решаемых задач. Первая позволяет составлять крупномасштабные карты глубин залегания и минерализации Г. В. и оперативно следить за режимом. Г. В.

Гидрогеологические наблюдения целесообразно сосредоточить на верхнем горизонте Г. В., при наличии в этом районе режимных наблюдений в прилегающих водоносных горизонтах по региональной сети необходимо их использовать, для анализа режима подземных вод и его влияния на мелиоративное состояние земель.

Существующими указаниями, предусмотрено количество наблюдательных точек, — одна-две скважины на 100 га.

Однако эти нормы не являются обоснованными и в зависимости от рельефа, ирригационно-хозяйственных, гидрогеологических условий количество точек должно быть увеличено.

Далее на оборудованных скважинах 1 раз в месяц ведут замеры У. Г: В., В зависимости от решаемых задач и сложности геолого-мелиоративности обстановки. Частоты замеров может быть увеличена.

В хозяйствах необходимы также наблюдения за водоподачей на орошение и потерями из ирригационных систем.

При обработке полученных результатов режимных наблюдений необходимо учитывать факторы обуславливающие режим Г. В. (температура, влажность воздуха, атмосферное осадки и испарение) по данным - метеостанций или специальных наблюдений.

Обработка материалов наблюдений заключается в построении совмещенных графиков колебаний УГВ, водоподачи в ирригационные системы и орошения, количества атмосферных осадков и дефицита влажности воздуха. Графики уровня ГВ строят по каждой скважине. По оси ординат откладывают глубины уровня в метрах от поверхности земли, по горизонтали — время. Для выявления качественной связи между изменением УГВ и режимообразующими

факторами строятся совмещенные графики УГВ и режимообразующими факторами на орошаемом участке. Согласно построенным совмещенным графикам можно \_ установить закономерности изменения положения УГВ в разрезе года, в зависимости от естественных и искусственных факторов и качественную связь между ними.

Пример решения задачи.

На основании климатических данных, сведений о водоподаче, материалов двухлетних наблюдений, за режимом грунтовых вод орошаемой аллювиальной равнины построить совмещенный график:

- 1.Режима УГВ в масштабе: 1 месяц=5 мм, вертикальный 1 см=20 м.
2. Режима водоподачи в ирригационные системы в масштабе: вертикальный 1 см = 5,0 м<sup>3</sup>/с.
- 3.Климатических факторов в масштабе:  
вертикальный 1 См=10° для температуры воздуха, 1 см мб, для дефицита влажности, 1 см = 20 мм для осадков.

Необходимо: кратко описать с точки зрения условий формирования грунтовых вод климатические условия района (среднегодовые температуры и дефицит влажности воздуха, сезонную динамику, максимальные и минимальные среднемесячные. величины, то же о месячных суммах атмосферных осадков);

Охарактеризовать величину водоподачи в ирригационные мы, ее сезонную динамику и значение для режима грунтовых вод;

Описать сезонный режим Г, В. в это время, скорость (в м/сутки) подъема и спада уровня, величину сезонной амплитуды колебания уровня, дать объяснение причинам, вызывающим эти сезонные колебания.

Студент, получив данные по режимным наблюдениям в таблицы № 16, строит совмещенные графики режима УГВ и режимообразующих факторов.

Затем студент составляет описание к этой работе согласно вышеприведенным требованиям. Приводим пример составления описания к данному варианту.

а) Климатические условия.

По климатическим условиям район относится к пустынной зоне. Климат резко континентальный, с большими колебаниями сезонных и суточных температур. Лето, продолжительное, жаркое, сухое; зима короткая и сравнительно холодная.

**ТЕМПЕРАТУРА ВОЗДУХА.** Среднегодовые температуры - НО +12, Г. Самые высокие температуры наблюдаются в июле-августе, самые низкие в декабре-феврале месяцах.

**АТМОСФЕРНЫЙ ОСАДКИ** среднегодовое количество атмосферных осадков колеблется от 110 мм до 133 мм. В зимне-весенний период (с ноября по май) выпадает основное количество атмосферных осадков. Наибольшее количество приходится на весенние месяцы (март-май) — до 49—53% обще годовой суммы, осенью выпадает около 11 — 13%, а в летний период осадки не выпадают.

**ВЛАЖНОСТЬ ВОЗДУХА.** В прямой зависимости от величины атмосферных осадков и температуры воздуха находится дефицит насыщенности воздуха водяными парами, определяющий интенсивность испарения влаги с водной поверхности и с поверхности почвогрунтов.

Наибольший дефицит влажности приходится на жаркие летние месяцы (июнь— август) 20—31 мб минимальный дефицит влажности наблюдается в декабре-феврале (5— 10 мб).

**ВОДОПОДАЧА В ИРРИГАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ** является главным источником питания грунтовых вод в орошаемых районах. Основные потери воды происходят из каналов на полях, затем во внутривладельческой сети и в межхозяйственной. Величина фильтрационных потерь в разных звеньях оросительной сети изменчива во времени и зависит от ее технического состояния, процессов коагуляции, водопроводимости отложений, глубины залегания У. Г. В. и др. и влияют на режим Г. В.

## РЕЗУЛЬТАТЫ РЕЖИМНЫХ НАБЛЮДЕНИЙ

Годы	Месяцы											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Среднемесячная глубина уровня грунтовых вод (в метрах от поверхности земли)												
1958	3,60	2,80	2,56	2,28	2,0	1,90	2,10	2,05	2,46	2,86	2,90	2,76
1959	2,64	2,46	2,26	3,00	2,30	2,40	1,90	2,20	2,74	2,86	3,00	3,05
Среднемесячная водоподача ирригационные системы в м <sup>3</sup> /с												
1958	10,0	8,0	38,0	30,0	40,0	36,0	40,6	40,6	30,0	15,4	10,8	9,0
1959	18,0	14,0	16,0	26,0	27,0	30,0	43,0	36,0	28,0	14,5	9,4	5,0
Дефицит влажности воздуха в Мб												
1958	10,0	8,5	9,0	12,0	16,0	20,0	24,0	20,0	14,0	11,0	9,0	6,0
1959	8,0	10,0	10,0	21,0	31,0	24,0	28,0	20,0	15,0	11,0	8,0	5,0
Атмосферные осадки месячные суммы в мм												
1958	10,0	17,0	34,0	18,0	-	-	-	-	-	16,0	10,0	5,0
1959	17,0	19,0	23,0	14,0	29,0	-	-	-	-	15,0	16,0	-
Температура воздуха, С°												
1958	-16	-30	28	19	19,4	3,7	6,0	3,9	17,7	9,6	2,0	3,8
1959	-4,5	-1,5	5,6	4,5	3,2	8,3	27,4	24,5	18,4	111	4,0	1,8

Максимальная, водоподача в системе наблюдается в вегетационный период (май-сентябрь), 30—40,6 м<sup>3</sup>/с в 1958 году и 27—43 м<sup>3</sup>/с в 1959 году. Минимальные величины водоподачи наблюдается с сентября по февраль месяца 8—15,4 м<sup>3</sup>/с и 5—18 м<sup>3</sup>/с в 1959-году.

Некоторая средняя величина водоподачи наблюдаются в марте-апреле месяце — 30—38 м<sup>3</sup>/с в 1958 году, 16—26 м<sup>3</sup>/с в 1959 году.

РЕЖИМ УРОВНЯ ГРУНТОВЫХ ВОД — (согласно совмещенному графику и таблице) формируется под влиянием инфильтрационного питания за счет потерь вод из ирригационных систем.

Высокое положение уровня Г. В. совпадает с периодом максимальных расходов в ирригационных системах (с месячным опозданием) приходится на май-август (1,90—2,05 м) в 1958 г, и июль-август (1,90—2,20) в 1959 году. Самое низкое стояние уровня наблюдается в декабре и январе на глубинах (2,90—3,60 м).

В 1958 году УГВ начинает подниматься с февраля и достигает максимума в июне (1,90 м), затем в июне и августе . период высокого стояния; с сентября до конца -ноября происходит снижение. Амплитуда. колебания уровня 0,90—1,70 м. Скорость подъема УГВ (0,42 м) в месяц, Продолжительность подъема . длится 4 месяца (с февраля по июнь). Снижение уровня происходит сравнительно медленно (0,3 м в месяц).

В 1959 году продолжается подъем УГВ, начатый в декабре 1958 года до апреля месяца со скоростью 0,16 м в месяц. В апреле резкое

снижение УГВ со скоростью 0,74 м в месяц, дальше до конца июля происходит постоянное повышение уровня со скоростью 0,36 м в месяц. С конца июля до конца декабря происходит постоянное равномерное снижение УГВ со скоростью 0,23 метра в месяц. Снижение происходит медленнее, чем повышение УГВ. Амплитуда колебания УГВ составляет 0,24—1,20 м.

Как видно из графика, основной причиной, вызывающей колебания УГВ этой территории, являются фильтрационные потери из ирригационных систем, т. к. высокое положение УГВ всегда совпадает с высокими величинами вододачи ирригационные системы.

Влияние дефицита влажности и температуры воздуха сказывается при глубинах 1,90-2,0м, в июле и августе, при максимальных водоподачах вместо повышения происходит снижение УГВ за счет испарения. А при более низких положениях УГВ влияние этих факторов не сказывается.

Атмосферные осадки на режим УГВ существенного влияния не оказывают. На основе анализа этот тип режима можно отнести к инфильтраций 0-испарительному, а по виду к ирригационному (по классификации М. М. Крылова), Этого недостаточно для полноценного анализа режима и разработки мероприятий по регулированию его. полноценного анализа режима и регулирования его обязательно нужно дать их количественную оценку, т. е. Пай - баланс Г. В. и его динамику

Балансовые исследования начинаются - с выбора границ Усовых районов. Границами балансовых районов могут быть границы хозяйств, гидрогеологических районов и зон, однородных гидрогеологических условиях — границы ирригационных систем и др.

Затем в этом районе оборудуют водобалансовые посты где ни я наблюдений, за составляющими баланса грунтовых вод: атмосферными осадками, притоком и оттоком грунтовых вод, поверхностных и подземных вод, фильтрацией рек и каналов, водоподачей на орошение, конденсацией испарением и коллекторно-дренажным стоком. Кроме того изучаются основные водно-физические и фильтрационные свойства почвогрунтов: высота капиллярного поднятия, пористость, удельный вес, плотность, коэффициент фильтрации, проводимость, коэффициент уровнепроводности, пьезопроводности и др.

После определения составляющих баланса грунтовых вод - за расчетный отрезок времени, результаты и расчет оформляется в виде сводных таблиц. Далее составляются совмещенные хронологические графики изменения отдельных составляющих баланса и основных природных и хозяйственных факторов.

Затем производится- (согласно ' хронологическим графикам и таблицам), анализ результатов наблюдений.

Задачей анализа является установление, закономерностей изменения структуры баланса ГВ во времени и определение связей между составляющими баланса. и комплексом отдельных факторов для получения количественных параметров, обеспечивающих возможность переноса результатов наблюдений на мелиорируемую территорию.

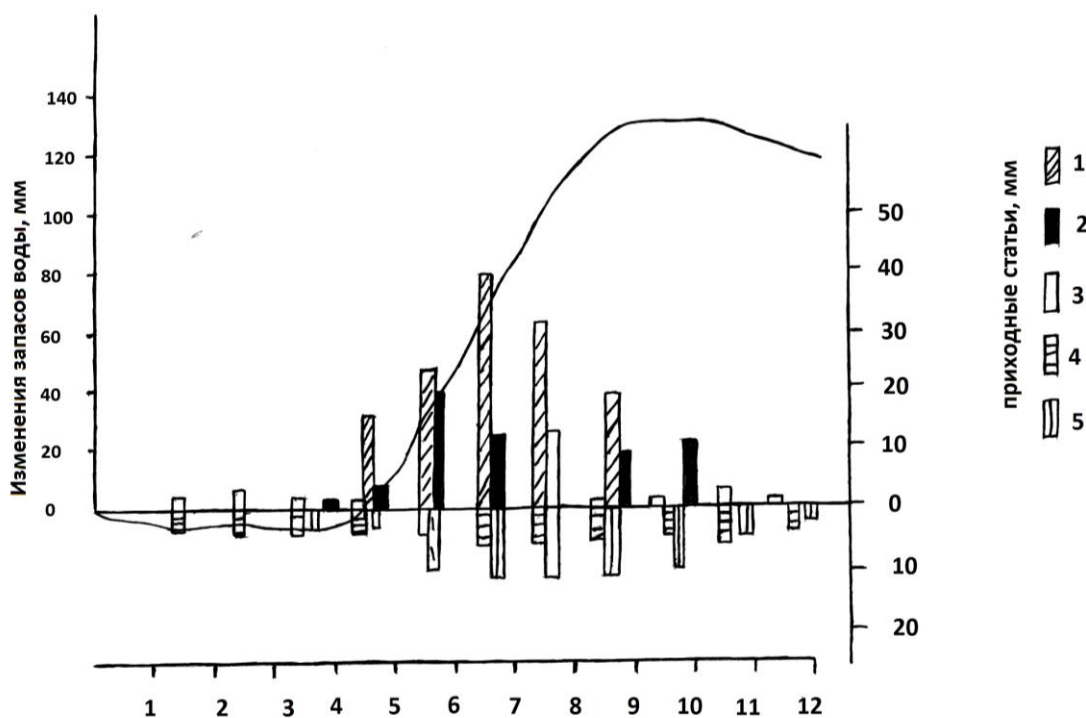
#### **Пример решения задачи.**

По данным, балансовых исследований, приведенных, в таблице № 17, необходимо произвести расчет баланса грунтовых вод воднобалансового ключевого участка площадью 100 га, занятого посевами хлопчатника.

Проанализировать полученные данные и, пользуясь ими, построить кривую изменения запасов грунтовых вод (в мм.)

Студент, получив индивидуальное задание в виде таблицы, после объяснения педагогов производит расчет баланса грунтовых вод и результаты оформляет в виде свод ной таблицы. № 17....

Затем составляет совмещенные графики изменения со с т являющих баланса грунтовых вод и изменения запасов: Г. В. во времени



**Рис. 24. Баланс грунтовых вод.** 1 – просочившаяся часть поливной воды; 2 – фильтрационные потери в ирригационных каналах; 3 – просочившаяся часть атмосферных осадков; 4 – подземный отток; 5 – испарение.

Согласно расчету и совмещенным графикам можно сказать следующее: В балансе грунтовых вод доминирующую роль играет

инфильтрация оросительных вод фильтрационные потери из каналов (приходная часть баланса), и испарение (расходная часть баланса). Инфильтрация атмосферных осадков и отток грунтовых вод существенного влияния не оказывают. Доля инфильтрационных вод (поливные) в приходной статье баланса грунтовых вод составляет 58% инфильтрационных вод из ирригационной сети 33%, инфильтрации осадков — 9%.

Доля испарения в расходной части баланса, грунтовых вод составляет 52% и этот процесс происходит с июля по октябрь (5 месяцев), а отток грунтовых вод составляет 48%, это происходит очень замедленными темпами в течение всего расчетного периода (в течение года).

В динамике запасов грунтовых вод орошаемого участка (рис.24) в начале мая происходит перелом медленное снижение запасов за счет подземного оттока (продолжалось с декабря по апрель) сменяется их увеличением (начало вегетационного периода). Здесь испарение не сбалансировано поступлением фильтрационных оросительных вод и потерь вод из ирригационных систем. Процесс увеличения запасов продолжается до конца сентября месяца, а с октября происходит равномерное уменьшение запасов грунтовых вод до конца года за счет испарения и слабого подземного оттока с участка.

К концу года (расчетного периода) произошло накопление запасов грунтовых вод на 118 мм, или же при  $m=0,1$  увеличения УГВ на 11,8 см. Это показывает, что при орошении земель в последующие годы уровень грунтовых вод будет продолжать подниматься, что приведет к нежелательным последствиям — к вторичному засолению почвогрунтов. Исходя из этого, анализа, можно сказать следующее: баланс грунтовых вод некомпенсированный положительный т.е. происходит подъем уровня грунтовых вод, способствующий вторичному засолению за счет испарения.

Так как накопление запасов грунтовых вод в основном (91%) связан с потерями оросительных вод и потерь из ирригационных систем, необходимо сокращение водоподачи устройство противофильтрационных экранов на каналах

Жесткое плановое водопользование и воздействие на грунтовые воды путем дренажных устройств отводящих избыток грунтовых вод. тем работа оформляется в следующем порядке.

1.Методика проведения исследований.

2.Условия задачи.

3.Графические приложения.

4.Текст описания.

После оформления работы студент должен ответить на следующие контрольные вопросы:

1.Понятие режима и баланса Г. В.

2.Типы режима Г. В. в орошаемых районах.

3. Методика проведения режимных и балансовых исследований.  
 4. Методы обработки и анализ наблюдений за режимом балансом Г. В.

Таблица № 17

**БАЛАНС ГРУНТОВЫХ ВОД, В ММ**

Месяцы						Приход Грунт вод	Расход Грунт. вод	Баланс Грунт Вод.
1	0,0	0,0	0,0	2,0	0,0	0,0	2	- 2
2	3,0	0,0	0,0	3,0	0,0	3	3	0
3	4,0	0,0	0,0	4,0	0,7	4,0	4,7	- 0,7
4	3,0	0,0	2,2	4,2	1,2	5,2	5,4	-0,2
5	2,0	16,0	4,0	4,0	2,0	22	6	16
6	0,0	24,0	20,0	5,0	3,0	44	8	36
7	0,0	40,0	13,0	6,0	8,0	53	14	39
8	0,0	32,0	14,0	5,0	10,8	46	15,8	30,2
9	1,4	20,0	10,0	5,0	12,0	31,4	17	14,4
10	2,1	1,9	12,0	4,0	12,0	16	16	0
11	4,0	0,0	0,0	6,0	4,0	4	10	- 6
12	1,0	0,0	0,0	3,5	2,0	1	5,5	- 4,5
За год	20,5	133,9	75,2	51,7	55,7	229,6	107,4	122,2

- просочившиеся атмосферные осадки.
- фильтрационные потери в ирригационных каналах.
- отток подземных вод.
- испарение.

**РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА:**

1. Кац Д. М. Контроль режима грунтовых вод на орошаемых землях, Москва, Изд-во «Колос» 1967.
2. Кац Д. М. Гидрогеология, Москва, Изд-во «Колос»,
3. Крылов М. М. Основы мелиоративной гидрогеологии Узбекистана, Ташкент, Изд-во АН УзССР, 1977.
4. Лебедев А. В. Методы изучения баланса грунтовых Щедре», 1976.
5. Методические рекомендации по контролю за мелиоративным м состоянием орошаемых земель. Выпуск I ВНИИГ vМосква, 1978.
6. Рекомендации по методике водно-балансовых исследований V на орошаемых землях, вып 1,2 Москва ВНИИГИМ, 1978.
7. Сляднев Н. Н. Методы изучения баланса грунтовых Ташкент. Изд-во АН УзССР, 1961.



## НОРМЫ МАГНЕЗИАЛЬНОЙ АГРЕССИВНОСТИ ВОДЫ-СРЕДЫ.

### ПРИЛОЖЕНИЕ 1.

Условия умыывания бетона водой (окружающая среда)	Наименьший поперечный размер (толщ. констр.)	Безнапорные сооружения.		Напорные сооружения	
		при обычно м и сульф.-ст. портл.-цем.	при обычно м и сульф.-ст. пуц и шлак. Портл.-цем.	При обычно м и сульф.-ст. портл.-цем.	При обычно м и сульф.-ст. пуцол. И шл портл.-цем.
Открытый водоем или грунт с коэф. Фильтрации более 10 м/сут.	Менее 0,5 от 0,5 до 2,5 более 2,5 менее 0,5	5 20 30 40	0 15 25 30	0 1 20 25	0 5 15 20
Грунт с коэф. Фильтрации от 10 до 0,1 м / сут.	От 0,5 до 2,5 более 2,5 не нормир. Не нормир. Менее 0,5 не нормир. не нормир.			80 80	70 70
Грунт с коэф. Фильтрации менее 0,1 м /су	От 0,5 до 2,5 —»— —»— Более 2,5 —»—			80 80	70 70

#### ПРИМЕЧАНИЕ:

При содержании в воде углекислоты в мг/л большие величины, определенном по формуле вода считается агрессивной. Содержание  $C_a$  выражается в мг/л. Значения  $a$  и  $b$  устанавливаются по специальной таблице.

#### ЗНАЧЕНИЯ $A$ и $B$ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ УГЛЕКИСЛОЙ АГРЕССИВНОСТИ ВОДЫ – СРЕДЫ.

### ПРИЛОЖЕНИЯ 2

гидр – карб щелочн.		Суммарное содержание мг[л.								
в мг-экв.[л.	в град.	0 – 200	201 – 400	401 – 600	601 – 800	801 – 1000	Более 1000			
		A	A	A	A	A	A	A		

			B		B		B		B		B		B
1,4	(4)	0,01	16	0,01	17	0,01	17	0,00	17	0,00	17	0,00	17
1,8	(5)	0,04	17	0,04	18	0,03	13	0,02	18	0,02	18	0,02	18
2,1	(6)	0,07	19	0,06	19	0,05	18	0,04	18	0,04	18	0,04	18
2,5	(7)	0,10	21	0,08	20	0,07	19	0,06	18	0,06	18	0,05	18
2,9	(8)	0,13	23	0,11	21	0,09	19	0,08	18	0,07	18	0,07	18
3,2	(9)	0,16	25	0,14	22	0,11	20	0,10	19	0,09	18	0,08	18
3,6	(10)	0,20	27	0,17	23	0,14	21	0,12	19	0,11	18	0,10	18
4,0	(11)	0,24	29	0,20	24	0,16	22	0,15	20	0,13	19	0,12	19
4,3	(12)	0,28	32	0,24	26	0,19	23	0,17	21	0,16	20	0,14	20
4,7	(13)	0,32	34	0,28	27	0,22	24	0,20	22	0,19	21	0,17	21
5,0	(14)	0,36	36	0,32	29	0,25	26	0,23	23	0,22	22	0,19	22
5,4	(15)	0,40	38	0,36	30	0,29	27	0,26	24	0,24	23	0,22	23
5,7	(16)	0,44	41	0,40	32	0,32	28	0,29	25	0,27	24	0,25	24
6,1	(17)	0,48	43	0,44	34	0,36	30	0,33	26	0,30	25	0,28	25
6,4	(18)	0,54	46	0,47	37	0,40	32	0,36	28	0,33	27	0,31	27
6,8	(19)	0,61	48	0,51	39	0,44	33	0,40	30	0,37	29	0,34	28
7,1	(20)	0,67	51	0,55	41	0,48	35	0,44	31	0,41	30	0,38	29
7,5	(21)	0,74	53	0,60	43	0,53	37	0,48	33	0,45	31	0,41	31
7,8	(22)	0,81	55	0,65	45	0,58	38	0,53	34	0,49	33	0,44	32
8,2	(23)	0,88	58	0,70	47	0,63	40	0,58	35	0,53	34	0,48	33
8,6	(24)	0,96	60	0,76	49	0,68	42	0,63	37	0,57	36	0,52	35
9,0	(25)	1,04	63	0,81	51	0,73	44	0,67	39	0,61	38	0,56	37

**НОРМЫ СУЛЬФАТНОЙ АГРЕССИВНОСТИ ВОДЫ – СРЕДЫ ДЛЯ ОБЫЧНОГО (НЕСУЛЬФАТОСТОЙКОГО) ПОРТЛАНД –ЦЕМЕНТА И ДЛЯ ОБЫЧНОГО (НЕСУЛЬФАТОСТОЙКОГО) ПУЦЦОЛАНОВОГО ПЕСЧАНО – ПУЦЦОЛАНОВОГО ПОТРЛАН – ЦЕМЕНТОВ.**

Условия омывания бетона (окружающая среда)	Наименьший поперечн. размер (толщ) конструкции, м	Безнапорные сооружения			
		При содержании 1000 мг/л	При содержании от 1000 до 6000 мг/л.	при содержании менее 1000	При содержании менее 1000 Гг
Открытый водоем или грунт с коэф. Фильтрации более 10 м/сутки.	менее 0,5	250	100+0,15	1050	250
	от 0,5 до 2,5	250	100+0,15	1050	250
	более 2,5	350	200+0,15	1150	300
	менее 0,5	250	100+ 0,15	1100	250
	от 9,5 до 2,5	300	150+0,15	1100	250
Более 2,5	400	250+0,15	1200	350	
грунт с коэф.	Менее 0,5	300	150+0,15	1100	300

Фильтрации менее м/сутки.	0,1	От 0,5 до 2,5	400	250+0,15	1200	350
		Более 2,5	450	300=0,15	1250	400

**ПРИМЕЧАНИЕ:**

При содержании ионов учетом содержания ионов	В мг больше приведенных цифровых значений (с ) вода считается агрессивной.
<b>Напорные сооружения</b>	
При содержании от 1000 до 6000 мг[л.	При сод. более 6000 мг[л.
100+0,15 ( )	1050
100+0,15 ( )	1050
150+0,15 ( )	1100
100+0,15 ( )	1050
100+0,15 ( )	1050
200+0,15 ( )	1150
150+0,15 ( )	1100
200+0,15 ( )	1150
250+0,15 ( )	1200

**НОРМЫ ОБЩЕКИСЛОТНОЙ АГРЕССИВНОСТИ ВОДЫ – СРЕДЫ**  
**приложение 5**

Условия омывания бетона (окружающая среда)	Наимен. попереч. размер (толщина ) конструкции, м	Безнапорные сооружения		Напорные сооружения	
		Обычный и сульфатостойкий портланд – цемент	Обычный и сульф. –ст. пуцц и шкаловый порт цем.	Обычный и сульфат – ст. портланд	Обычный и сульфат –ст пуцц. и шлаковый
Открытый водоем или грунт с коэф. Фильтрации более 10 м/сутки	Менее 0,5	6,7	6,7	7,0	7,0
	От 0,5 до 2,5	6,2	6,4	6,5	6,7
	Более 2,5	5,7	6,0	6,0	6,2
	Менее 0,5	6,2	6,4	6,4	6,6
	От 0,5 до 2,5	5,2	5,5	5,7	6,0
Грунт с коэф фильтрации менее 0.1 м/	Более 2,5	Не нормир	Не нормир	5,2	5,5
	Менее 0,5	Не нормир	Не нормир	5,2	5,5
	От 0,5 до 2,5	—»—	—»—	Не нормир	Не нормир
	Более 2,5	—»—	—»—	—»—	—»—

**ПРИМЕЧАНИЕ:**

При значении РН ниже приведенных величин вода считается агрессивной.

**НОРМЫ ВЫЩЕЛАЧИВАЮЩЕЙ АГРЕССИВНОСТИ ВОДЫ – СРЕДЫ.**

**ПРИЛОЖЕНИЯ 6**

Условия омывания бетона водой (окружающая среда)	Наименьший поперечный, размер (толщина) конструкции. м	Безнапорные сооружения		Напорные сооружения	
		Обычные и сульфатост. Портланд – цементы.	Обычные и сульфатост. Шлаковые портланд – цементы.	Обычные и сульфатостойкие портланд - цементы	Обычные и сульфатостойкие пуццолановые шлаковые портланд - цемент
Открытый водоем или грунт с коэф. Фильтрации более 10 м/сут.	Менее 0,5	1,5	0,5	2,0	0,7
	От 0,5 до 2,5	0,75	Не нормир	1,2	0,4
	Более 2,5	0,4	Не нормир	0,7	Не нормир
Грунт с коэф фильтрации от 10 до 0,1 м/сутки	Менее 0,5	0,75	Не нормир	1,0	0,
	От 0,5 до 2,5	0,4	Не нормир	0,6	Не нормир
	Более 2,5	Не нормир	Не нормир	Не нормир	Не нормир
Грунт с коэф фильтрации менее 0,1 м/сутки.	Менее 0,5	Не нормир	Не нормир	Не нормир	Не нормир
	От 0,5 до 2,5	—»—	Не нормир	Не нормир	Не нормир
	Более 2,5	—»—	Не нормир	Не нормир	Не нормир

**ПРИМЕЧАНИЕ:**

При гидрокарбонатной щелочности в мг – экв ниже приведенных величин вода считается агрессивной.

Условия омывания бетона водой	Наименование попереч. Размер	Значения К	
		Для безнапорных сооружений	Для напорных сооружений

(окружающая среда)	(толщина) конструкции м	При обычном и сульфатостойк портланд – цементы	При обычн. И сульфатостойкий пуц – песч – пуц и шлак портланд цементы.	При обычн и сульфа – ст портланд – цементе	При обычн и сульфат – песчано – пуц и шлак потрланд цемента.
Открытый водоем или грунт с коэф фильтрации более 10 м/сутки	Менее 0,5	6000	5000	5000	4500
	От 0, до 2,5	7000	6000	6000	5000
	Более 2,5	8000	7000	7000	6000
Грунт с коэф фильтрации менее 0,1 м/сутки.	Менее 0,5	8000	7000	7000	6000
	От 0,5 до 2,5	9000	8000	8000	7000
	Более 2,5	Не нормир	Не нормир	Не нормир	Не нормир
Грунт с коэф фильтрации менее 0,1 м/сутки.	Менее 0,5	Не нормир	9000	9000	8000
	От 0,5 до 2,5	Не нормир	Не нормир	Не нормир	9000
	Более 2,5	Не нормир	Не нормир	Не нормир	Не нормир

### **НОРМЫ МАГНЕЗИАЛЬНОЙ АГРЕССИВНОСТИ ВОДЫ – СРЕДЫ**

#### **приложение 7**

#### **ПРИМЕЧАНИЕ:**

При содержании ионов в мг/л не меньше 1000 мг/л и больше величины, определяемой по формуле мг/л вода считается агрессивной. При содержании менее 1000 мг/л независимо от содержания вода считается магниальное не агрессивной.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Бочеввер Ф. М., Гармонов И. В., Лебедев А. В., Шестаков В. М. — Основы гидрогеологических расчетов, «Недра», М., 1965.
2. Гидрогеология, Под. Ред. В.М. Шестяков и М.С. Орлова, Издательство МГУ, 1984 г.
3. Иванова М. Ф. —Общая геология. «Высшая школа», 1974.
4. Кац Д. М. Контроль режима грунтовых вод на орошаемых землях, Изд-во «Колос», 1967.
5. Кац Д. М.— Гидрогеология «Колос», 1969.
6. Крылов М. М. — Основы мелиоративной гидрогеологии Узбекистана, Ташкент, Изд-во АН УзССР, 1977.
7. Климентов П.П. Методика гидрогеологических исследований. Госгеотехиздат, 1961.
8. Лебедев А. В. Методы изучения баланса грунтовых вод «Недра», 1976.
- 9.-Сляднев А. Ф. Методы изучения баланса грунтовых вод, Ташкент, Изд-во АН УзССР, 1961.
- 10.Толстой М, П.. Малыгин В. А. Основы геологии и гидрогеологии. «Недра», 1976.
11. Рекомендации по методике водно-балансовых исследований на орошаемых землях, выпуск 1, 2, Москва ЙИГИМ, 1978.
12. Методические рекомендации по контролю за мелиоративным состоянием орошаемых земель, выпуск 1, ИГИМ, Москва, 1978.
13. Методическое руководство по гидрогеологическим и инженерно-геологическим исследованиям для мелиоративного строительства, Москва, 1972.
14. Инструкция и методические указания по определению коэффициентов фильтрации водоносных пород методом опытных откачек из скважин' (Н—38—67), Изд-во «Энергия» Москва, 1967.
15. Юсупов Г. У., Холбаев Б.М., Основы геологии и гидрогеологии. «Янги авлод», 2003.
16. Юсупов Г. У., Нуржанов С.Е., Геология, гидрогеология и геоморфология. «ТИИМ», 2008.

## Оглавления

<b>ВВЕДЕНИЕ.....</b>	<b>3</b>
<b>1. СОСТАВЛЕНИЕ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ КАРТ И ПРОФИЛЕЙ.....</b>	<b>5</b>
<b>2. СОСТАВЛЕНИЕ ГЕОЛОГО-ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ РЕЧНОЙ ДОЛИНЫ.....</b>	<b>13</b>
<b>3. ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ХИМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ПОДЗЕМНЫХ ВОД.....</b>	<b>18</b>
<b>4. РАСЧЕТ КОЭФФИЦИЕНТА ФИЛЬТРАЦИИ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ОПЫТНЫХ КУСТОВЫХ ОТКАЧЕК И НАЛИВОВ В ШУРФЫ.....</b>	<b>28</b>
<b>5. ОБРАБОТКА И АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ РЕЖИМНЫХ И БАЛАНСОВЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ГРУНТОВЫХ ВОД.....</b>	<b>39</b>
<b>6. СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....</b>	<b>54</b>

**Юсупов Гияз Усмонович  
Нуржанов Сатбай Ешжанович  
Рузиев Илхом Махмудович**

**Методическое пособие для выполнения практических занятий  
по предмету “Инженерная геология и гидрогеология”**

**Редактор:**

**Э. Юсупов**

**Разрешено к печати \_\_\_\_\_ 2016 г.**

**Размер бумаги 60x84, 1/16**

**Объём 3,5 п.л. Тираж 15 экз. Заказ №**

**Опубликовано в типографии ТИИМ**

**Ташкент – 100000, ул. Кору Ниязова, дом 39.**