

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ БССР

БРЕСТСКИЙ ИНЖЕНЕРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ

КАФЕДРА ОСНОВАНИЙ И ФУНДАМЕНТОВ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
К ПРАКТИЧЕСКИМ ЗАНЯТИЯМ ПО ГЕОЛОГИИ И
ГИДРОГЕОЛОГИИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ СПЕЦИАЛЬ-
НОСТИ 1511 - ГИДРОМЕЛИОРАЦИЯ

БРЕСТ - 1966

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ БССР

Брестский инженерно-строительный институт

Кафедра оснований и фундаментов

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
к практическим занятиям по геологии и
гидрогеологии для студентов специаль-
ности ИБII - Гидромелиорация

Утверждены на совете
факультета ПГС
16 июня 1986 г.
Протокол № 13

Брест - 1986

УДК 556.3:55(07)

Методические указания составлены в соответствии с типовой программой дисциплины "Геология и гидрогеология" для специальности 1511-Гидромелиорация, утвержденной Главным управлением высшего и среднего сельскохозяйственного образования 1 ноября 1983 г. Они охватывают основные разделы курса и содержат задания, при выполнении которых студенты усваивают методы и приемы расчетов и определений, необходимых для решения конкретных задач инженерной геологии и гидрогеологии.

Методические указания одобрены на заседании кафедры оснований и фундаментов и рекомендованы к изданию.

Составитель указаний - канд. геол.-мин. наук, доцент Л.С.Алексеев

Рецензенты: зав. кафедрой гидрогеологии Украинского института инженеров водного хозяйства, канд. геол.-мин. наук, доцент М.Д. Будз; начальник отдела Брестской дирекции строящихся водохозяйственных объектов и совхозов А.П.Демкович

Ответственный за выпуск - зав. кафедрой оснований и фундаментов БИСИ, канд. техн. наук, доцент П.С.Пойта

Брестский инженерно-строительный институт, 1986 г.

I. ХАРАКТЕРИСТИКА ГЕОСФЕР

Задание I

На рис. I.1 изображена немал схема геосфер (1,2,3,4,4а,5,5а, 5б,5в и 6).

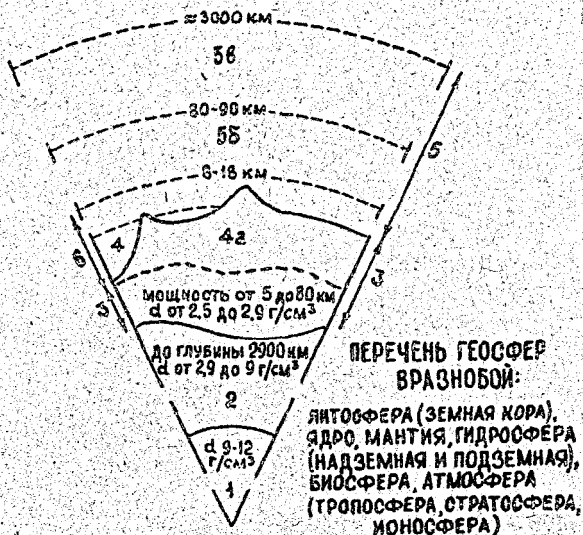


Рис. I.1 Геосферы земли

Требуется зарисовать эту схему, наименовать и письменно кратко охарактеризовать все выделенные на ней сферы собственно тела Земли и наружные геосферы.

Характеристика геосфер производится по следующей схеме: геосфера I - а) ее название, б) глубина или высота ее распространения от поверхности Земли, в) вещественный состав, г) плотность, д) температура.

Задание 2

На рис. I.2 изображены температурные зоны поверхностной части земной коры (1,2,3) и график температур в этих зонах (раздваивается в верхней зоне).

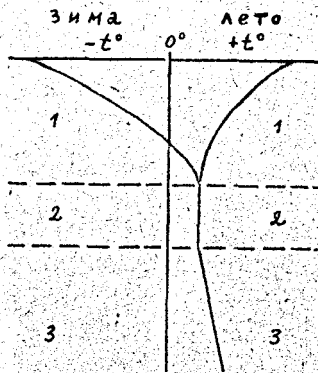


Рис. 1.2

Требуется осмыслить и зарисовать рис. 1.2, наименовать и кратко письменно охарактеризовать выделенные на нем зоны (их названия вразнобой: постоянных, нарастающих с глубиной и переменных температур).

Характеристика температурных зон выполняется по следующей схеме: Зона I - а) ее название, б) глубина ее распространения от поверхности Земли, в) температурный режим (меняется ли он в течение суток и года, и если да, то каким образом?).

Задание 3

Нижняя граница зоны постоянных годовых температур литосферы в данной местности находится на глубине 30 м, температура на этой глубине равна $+6^{\circ}\text{C}$, геотермическая ступень здесь составляет 30 м на 1°C .

Требуется определить температуру в земной коре на глубинах 120, 500 и 3000 м.

Задание 4

Средняя годовая температура воздуха на поверхности Земли в данной местности составляет $+5^{\circ}\text{C}$, граница между зонами постоянных и нарастающих температур здесь находится на глубине 20 м, геотермический градиент равен $0,03^{\circ}\text{C}$ на 1 м.

Требуется определить на какой глубине в земной коре температура будет равна $+25^{\circ}\text{C}$?

Задание 5

На поверхности земли температура воздуха $+25^{\circ}\text{C}$. Адиабатический градиент здесь равен $0,5^{\circ}\text{C}$ на 100 м. Требуется определить температуру воздуха на высоте 5; 10 и 15 км.

Задание 6

Буровой скважиной вскрыт горизонт артезианских вод на глубине 296 м. Замеры температуры воды в скважине показали 16°C . Граница между зонами постоянных и нарастающих температур определена на

глубине 26 м. Средняя годовая температура воздуха на поверхности земли равна +6°C.

Требуется определить величину геотермической ступени для данного места.

2. ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ХИМИЧЕСКИХ АНАЛИЗОВ И ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ПОДЗЕМНЫХ ВОД

2.1. Оценка пригодности воды для целей водоснабжения

Пригодность воды для хозяйственно-питьевого водоснабжения определяется согласно действующему ГОСТу 2874-73 по ее минерализации, жесткости, концентрации водородных ионов (рН), содержанию ионов хлора и сульфатных ионов, а также концентрации ионов железа, марганца, меди, цинка и алюминия, как правило встречающихся в очень малых количествах. Питьевая вода не должна быть загрязнена болезнетворными микроорганизмами.

Подземные воды обычно чище поверхностных, предварительная оценка их качества часто производится по основному ионному составу (табл. 2.1).

Для водопоя животных, зверей и птиц на фермах используют воду питьевого качества. При ее отсутствии допускается использование воды повышенной минерализации (табл. 2.2).

Таблица 2.1

Нормы качества питьевой воды по основному ионному составу (ГОСТ 2874-73)

Предельно допустимые величины				
Минерализация, мг/л	Ca^{2+} , мг/л	SO_4^{2-} , мг/л	Общая жесткость, мг-экв/л	Постоян. жесткость, мг-экв/л
1000	350	500	7	5

Таблица 2.2

Нормы качества воды для водопоя скота
(СНИП П-31-74)

Группы скота	Предельно допустимые величины				
	минерализации, мг/л		общей жесткости, мг-экв/л		
	Ca^{2+}	SO_4^{2-}			
Г	2	3	4	5	
Крупный рогатый скот	1800	400	600	14	

I	2	3	4	5
Свиньи	1100	350	500	12
Овцы	3000	1500	1700	30

Величины жесткости определяются по ГОСТ 2874-73, согласно следующей таблицы.

Величины жесткости равны			Группы вод	Общая жесткость : мг-экв/л
общей	временной	постоянной		
$(Ca^{2+} + Mg^{2+})$, мг-экв/л	$(HCO_3^- + CO_3^{2-})$, мг-экв/л	$(Ca^{2+} + Mg^{2+})$, мг-экв/л	очень мягкие мягкие умеренно жесткие жесткие очень жесткие	1,5
				3,0-6,0
				6,0-9,0
				9,0

2.2. Оценка пригодности воды для орошения сельскохозяйственных земель

Оросительная вода по минерализации и химическому составу должна быть физиологически доступной растениям и не вызывать засоления и осолодцевания почвы.

Опасность засоления почв ограничивается величиной минерализации оросительной воды "С", а опасность осолодцевания почв и большей частью опасность токсичности воды по отношению к растениям - величиной "К" (критерий Антипова-Каратаева).

$$K = \frac{Ca^{2+} + Mg^{2+}}{Na \cdot 0,23C}$$

где Ca, Mg, Na - концентрации в воде катионов в мг-экв/л;

C - минерализация воды в г/л;

0,23 - экспериментальный коэффициент.

Принимая во внимание современные представления, ориентировочная оценка оросительных вод может производиться по следующей схеме:

$C \leq 1$ г/л, $K \geq 1$ - вода пригодна для орошения;

$1 < C \leq 2$ г/л, $K \geq 1$ - вода пригодна для орошения при соответствующих природных и хозяйственных условиях, т.е. ограниченно пригодна;

$C > 2$ г/л, $K < 1$ - вода непригодна для орошения.

2.3. Задание I

Исходя из полученного варианта результатов химических анализов двух разных вод, определить их пригодность для хозяйственно-питьевых целей, водопоя скота и орошения сельскохозяйственных земель.

Порядок выполнения работы

1. Выписать свой вариант результатов химических анализов двух проб воды (прилож. I).
2. Определить минерализацию рассматриваемых вод и пересчитать содержание ионов HCO_3^- , Ca^{2+} , Mg^{2+} и Na^+ в мг/л на их содержание в мг-экв/л.
3. Определить общую, временную и постоянную жесткость рассматриваемых вод; рассчитать значения критерия их пригодности для орошения "К".
4. Руководствуясь нормами качества и критериями оценки "С" и "К", определить пригодность рассматриваемых вод для водоснабжения людей и животных и орошения земель.

Результаты химических анализов вод и их пересчетов записать по образцу таблицы I (прилож. 2), а оценку пригодности вод для водоснабжения и орошения представить по образцу табл. 2 (прилож.2).

2.4. Оценка агрессивных свойств воды

При определенном химическом и газовом составе подземные воды могут разрушительно действовать на бетонные и стальные конструкции сооружений. Такое свойство вод называется их агрессивностью. Агрессивность подземных вод значительно чаще проявляется по отношению к бетону. Интенсивность агрессивного воздействия воды зависит не только от ее химического состава, но и, в значительной мере, от марки цемента и конструкции сооружения, а также напора контактируемой с ним воды. При оценке агрессивности воды исходят из того, какой цемент предполагается применять при строительстве сооружения - обычный или специальный стойкий, в благоприятных или неблагоприятных условиях по отношению к агрессии будет находиться сооружение.

Выделяют разные виды агрессивности воды по отношению к бетону.

Критерии оценки наиболее распространенных видов агрессивности приведены в следующей таблице.

Виды агрессивности	:Компоненты-носители агрессивности и их размерности	:Неагрессивная вода	:Агрессивная вода по отношению к цементу	
			:обычному в благоприятных условиях	:стойкому в благоприятных условиях
Выщелачивающая	HCO_3^- , мг-экв/л	$\approx 1,5$	$< 1,5$	$< 0,4$
Углекислотная	CO_2 , мг/л	$\leq 3,0$	$> 3,0$	$\geq 8,3$
Сульфатная	SO_4^{2-} , мг/л	≤ 250	> 250	> 4000
Магнезильная	Mg^{2+} , мг/л	≤ 1000		

2.5. Задание 2

Исходя из полученного варианта результатов химических анализов двух разных вод, определить их агрессивность по отношению к бетону.

Результаты определений агрессивности представить по образцу таблицы 3 (прилож. 2).

3. КЛАССИФИКАЦИЯ И ОЦЕНКА РЫХЛЫХ ПЕСЧАНЫХ И ГЛИНИСТЫХ ГРУНТОВ ПО ИХ ОСНОВНЫМ ФИЗИЧЕСКИМ ХАРАКТЕРИСТИКАМ

3.1. Исходные и расчетные величины, необходимые для классификации и оценки грунтов

К исходным показателям физических свойств грунтов относятся те, которые определяются экспериментальным путем в лаборатории. Это гранулометрический состав, объемная масса, плотность, природная влажность, влажность на границе раскатывания (пластичности) и текучести грунтов. Остальные показатели определяются расчетным путем по известным формулам грунтоведения. Это такие, как объемная масса скелета, коэффициент пористости, степень влажности, число пластичности, показатель консистенции; коэффициент пористости, соответствующий влажности на границе текучести; показатель просадочности и набухаемости грунтов. Величины этих физических характеристик определяются по следующим формулам:

$$\gamma_{ск} = \frac{\gamma}{1+W}; \quad e = \frac{\gamma_s - \gamma_{ск}}{\gamma_{ск}}; \quad G = \frac{W\gamma_s}{e}; \quad J_p = W_L - W_p;$$

$$J_L = \frac{W - W_p}{J_p}; \quad e_L = W_L \gamma_s; \quad n = \frac{e_c - e}{1 + e};$$

где γ - объемная масса грунта (природно влажного, ненарушенной структуры), г/см³;

- $\gamma_{ск}$ - объемная масса скелета грунта (сухого, ненарушенной структуры), г/см³;
- γ_s - плотность грунта (масса сухой твердой части грунта в единице его объема без пор), г/см³;
- w - природная влажность грунта (равна отношению массы воды, заполняющей поры грунта, к массе сухого грунта), доли единицы;
- e - коэффициент пористости грунта (равен отношению объема пор к объему твердой части грунта), доли единицы;
- ϵ - степень влажности (доля заполнения объема пор грунта водой), доли единицы;
- W_L - влажность глинистого грунта, соответствующая границе его текучести, доли единицы;
- W_p - влажность глинистого грунта, соответствующая границе его раскатывания (пластичности), доли единицы;
- I_p - число пластичности глинистого грунта, доли единицы;
- I_L - показатель консистенции глинистого грунта, доли единицы;
- e_L - коэффициент пористости, соответствующий влажности на границе текучести W_L , доли единицы;
- β - показатель просадочности и набухаемости глинистых грунтов, доли единицы.

3.2. Виды и наименования грунтов

Песчаные и глинистые грунты подразделяются на виды и имеют соответствующие наименования в зависимости от их гранулометрического состава, влажности, плотности сложения, числа пластичности и показателя консистенции, показателя просадочности и набухаемости.

Рассматриваемая ниже классификация и оценка свойств грунтов нужны для единства их характеристики при инженерно-геологических изысканиях, а также для расчетов оснований и среды различных инженерных сооружений, в частности, расчетов необходимого уплотнения грунтового материала тела дамб и плотин и их возможной осадки, расчетов устойчивости их откосов и экрана.

Песчаные грунты в зависимости от гранулометрического состава подразделяются на виды согласно следующей таблице.

Виды песчаных грунтов	: Распределение частиц по крупности в % от веса воздушно-сухого грунта
I	: 2
Песок гравелистый	Вес частиц крупнее 2 мм составляет более 25%

Продолжение таблицы

1	2
Песок крупный	Вес частиц крупнее 0,5 мм составляет более 50%
Песок средн. крупн.	Вес частиц крупнее 0,25 мм составляет более 50%
Песок мелкий	Вес частиц крупнее 0,1 мм составляет более 75%
Песок пылеватый	Вес частиц крупнее 0,1 мм составляет менее 75%

Для установления наименования грунта по таблице последовательно суммируются проценты содержания частиц рассматриваемого грунта: сначала - крупнее 2 мм, затем - крупнее 0,5 мм, далее - крупнее 0,25 мм и т.д. Наименование грунта принимается по первому удовлетворяющему показателю в порядке расположения наименований в таблице.

Песчаные грунты подразделяются по степени влажности согласно следующей таблице.

Наименование песчаных грунтов	Степень влажности G
Маловлажные	$0 < G \leq 0,5$
Влажные	$0,5 < G \leq 0,8$
Насыщенные водой	$0,8 < G \leq 1$

Песчаные грунты по плотности их сложения подразделяются согласно следующей таблице в зависимости от величины коэффициента пористости " e ", определенного в лабораторных условиях по образцам, отобраным без нарушения природного сложения грунта.

Виды песчаных грунтов	Плотность сложения песчаных грунтов		
	плотные	средн. плотн.	рыхлые
Пески гравелистые, крупные и средней крупности	$e < 0,55$	$0,55 \leq e \leq 0,7$	$e > 0,7$
Пески мелкие	$e < 0,6$	$0,6 \leq e \leq 0,75$	$e > 0,75$
Пески пылеватые	$e < 0,6$	$0,6 \leq e \leq 0,8$	$e > 0,8$

Глинистые грунты подразделяются на виды в зависимости от числа пластичности I_p согласно следующей таблице.

Виды глинистых грунтов	Число пластичности	
Супесь	0,01	0,07
Суглинок	0,07	0,17
Глина		0,17

Глинистые грунты различаются по показателю консистенции I_L согласно следующей таблице.

 Наименование глинистых грунтов : Показатель консистенции

Супеси:	
твердые	$I_L < 0$
пластичные	$0 \leq I_L \leq 1$
текучие	$I_L > 1$

Суглинки и глины:	
твердые	$I_L < 0$
полутвердые	$0 \leq I_L \leq 0,25$
тугопластичные	$0,25 < I_L \leq 0,50$
мягкопластичные	$0,50 < I_L \leq 0,75$
текучепластичные	$0,75 < I_L \leq 1$
текучие	$I_L > 1$

К просадочным грунтам относятся глинистые, которые под воздействием внешней нагрузки или собственного веса при замачивании водой дают дополнительную осадку (просадку). При предварительной оценке к просадочным обычно относятся лёссы и лёссовидные суглинки, а также некоторые виды покровных глинистых грунтов со степенью влажности $G < 0,8$, для которых величина показателя просадочности и набухаемости Π меньше значений, приведенных в таблице.

Число пластичности грунта	$0,01 \leq J_p < 0,1$	$0,1 \leq J_p < 0,14$	$0,14 \leq J_p < 0,22$
Показатель "П"	0,1	0,17	0,24

При предварительной оценке к набухающим от замачивания водой относятся глинистые грунты, для которых значение показателя "П" $\geq 0,3$.

3.3. Задание

Сооружена дамба из насыпного песчаного грунта на основании, сложенном глинистым грунтом. Выполнены лабораторные исследования средних проб грунтов дамбы и ее основания. Исходя из полученного варианта исходных данных (прилож. 3), определить вид и наименование грунтов дамбы и ее основания и дать их оценку.

Порядок выполнения задания

1. Проработать п.п. 3.1 и 3.2.
2. Переписать свой вариант исходных данных (прилож. 3).
3. Произвести расчет всех необходимых для выполнения задания показателей физических свойств грунтов, которые можно получить из

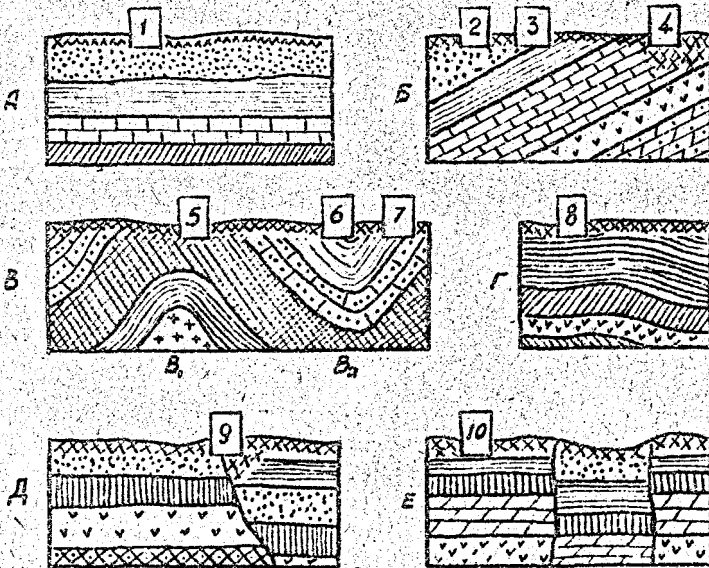
исходных данных по формулам грунтоведения. Промежуточные вычисления должны быть приведены в расчетах, чтобы их можно было легко проверить. Расчет каждого показателя начинается с формулы в общем виде. При этом расшифровываются все буквенные обозначения, входящие в формулу.

4. Окончательные результаты выполнения работы следует представить по образцу таблицы 1 и 2 (прилож. 4).

4. ФОРМЫ ДИСЛОКАЦИИ И ЗАЛЕГАНИЯ СЛОЕВ ГОРНЫХ ПОРОД И ИХ УЧЕТ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Задание 1

Определить изображенные на рис. 4.1 формы залегания горных пород и оценить приведенные на нем варианты инженерно-геологических условий строительных площадок, на которых предполагается возвести здания.



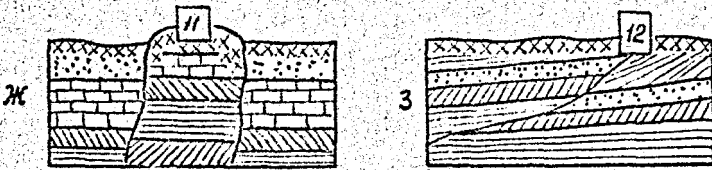


Рис. 4.1 Варианты геологического строения верхней части земной коры и размещения инженерных сооружений:

Б, В ... - различные формы залегания пластов горных пород;
 Г, 2 ... - условные варианты местоположения зданий (обозначены прямоугольниками); пласты различных горных пород показаны различными условными обозначениями; в приповерхностной части выделена кора выветривания (перекрестными штрихами).

Рассмотренные формы залегания горных пород следует зарисовать и под рисунками подписать их названия и указать в результате каких дислокаций они образовались. Здесь же записать оценку инженерно-геологических условий строительных площадок (например, 13 - инженерно-геологические условия малоблагоприятные, 14 - благоприятные, 15 - неблагоприятные).

Задание 2

Определить целесообразное расположение плотины, исходя из характера дислоцированности горных пород и характера обусловленных ею гидрогеологических условий, которые изображены на рис. 4.2.

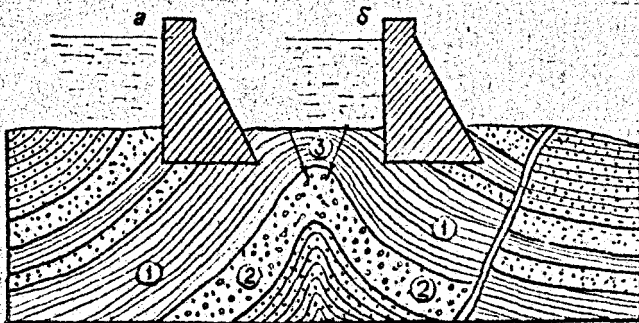


Рис. 4.2 Различное расположение плотин (а и б): плотина на толще переслаивающихся глинистых и песчаных отложений, разорванных сбросом. Глинистые отложения (1) водонепроницаемы, но могут пропускать воду по тектоническим трещинам (3). Песчаные отложения (2) хорошо водонепроницаемы.

Порядок выполнения работы

1. Оценить гидрогеологические условия для плотины в пунктах "а" и "б" и определить - какое положение плотины более удачное "а" или "б"?
2. Исходя из инженерно-геологических условий, решить - можно ли улучшить расположение плотины относительно выбранного? Если да, то в какую сторону ее нужно передвинуть и для чего?
3. Работу оформить в виде рисунка и дать краткое письменное заключение по вышеприведенным пунктам.

5. ПОЛЕВЫЕ МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ФИЛЬТРАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПОДЗЕМНЫХ ВОД И ГОРНЫХ ПОРОД

5.1. Определение направления и скорости движения подземных вод

Бурят скважину до вскрытия подземных вод. Собразуясь с рельефом местности, ориентировочно ниже по течению подземных вод бурят еще две аналогичные скважины, которые располагают по радиусам от первой скважины (рис. 5.1, скв. 1, 2, 3). Определяют абсолютные отметки устьев скважин, измеряют глубины залегания подземных вод от поверхности земли, затем определяют соответствующие им абсолютные отметки уровня воды в скважинах (в случае артезианских вод - пьезометрические уровни).

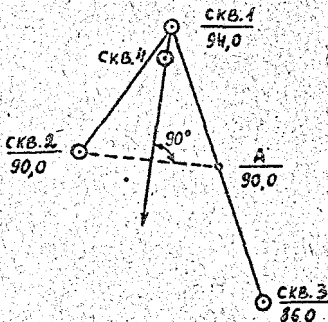


Рис. 5.1 Схема определения движения подземных вод

Скважины с наибольшей и наименьшей отметками уровня подземной воды (соответственно 94,0 и 86,0) соединяют прямой линией (см. рис. 5.1). На этой линии путем линейной интерполяции находят точку "А", в которой уровень подземной воды должен иметь ту же отметку, что и в скв. 2, т.е. 90,0 м. Линия, соединяющая точку "А" и скв. 2, будет соответствовать фронту движения подземной воды. Направление движения подземной воды будет перпендикулярно ему.

Для определения скорости движения подземной воды на линии ее тока нужно пробурить еще скважину (например, скв. 4) вблизи от скважины I и определить абсолютную отметку уровня воды в ней. Определению скорости движения воды производится на отрезке между этими скважинами (скв. I и скв. 4) калориметрическим, химическим или электролитическим методами.

Зная расстояние между пусковой и наблюдательной скважинами " l " и время прохождения индикатора " t ", определяют скорость движения воды в порах или трещинах горной породы водоносного горизонта " V ":

$$V = \frac{l}{t}$$

Располагая полученными данными, и, дополнив к ним, определив в лаборатории пористость горной породы, слагающей водоносный горизонт, можно определить скорость фильтрации воды и коэффициент фильтрации породы из следующего равенства:

$$V_{\text{ф}} = V \cdot \mu = K_{\text{ф}} J = K_{\text{ф}} \frac{H_1 - H_2}{l}, \text{ отсюда } K_{\text{ф}} = \frac{V_{\text{ф}} l}{H_1 - H_2}$$

где $V_{\text{ф}}$ - скорость фильтрации воды через горную породу водоносного горизонта, м/сут.;

V - скорость движения воды в порах или трещинах породы, м/сут.;

μ - активная пористость породы;

J - градиент напора потока подземных вод;

H_1 и H_2 - абсолютные отметки уровня подземных вод соответственно в пусковой и наблюдательной скважинах, м;

l - расстояние между пусковой и наблюдательной скважинами, м.

5.2. Задание I

На местности пробурены три скважины до глубин, вскрывших горизонт грунтовой воды. Скважины расположены по прямоугольному треугольнику. Первая в вершине прямого угла, вторая - в 50 м на юг от нее, третья - в 70 м на восток. Абсолютные отметки устьев скважин и глубины грунтовой воды от поверхности земли в I-й, 2-й и 3-й скважинах соответственно равны 119,1 и 1,8 м; 118,0 и 1,7 м; 116,8 и 1,5 м.

Требуется определить направление движения грунтовой воды по данным трех скважин. Работа выполняется графически. Принимается масштаб 1:1000.

5.3. Задание 2

На линии тока грунтовой воды, которая определена и изображена на чертеже в результате выполнения предыдущего задания, пробурена скважина на расстоянии 10 м от скважины I вниз по потоку. Абсолютная отметка уровня воды в ней равна 117 м (в скв. I - 117,3 м). Скважина I является пусковой, а вновь пробуренная - наблюдательной. Время прохождения индикатора от пусковой до наблюдательной скважины равно 2 суткам 6 часам. Водоносный горизонт сложен песчано-гравийными отложениями, активная пористость которых равна 0,2.

По данным произведенных полевых наблюдений требуется определить скорость движения грунтовой воды и скорость ее фильтрации, градиент напора потока грунтовой воды и коэффициент фильтрации грунта, слагающего водоносный горизонт.

5.4. Определение коэффициента фильтрации грунтов водоносных горизонтов методом откачек

Наиболее достоверно определяется коэффициент фильтрации в полевых условиях методом откачек. Они разделяются на откачки из одиночных скважин или шурфов и их куста.

Расчет коэффициента фильтрации грунтов безнапорного (грунтового) водоносного горизонта по данным опытных откачек из одиночной совершенной скважины производится по формуле Дюпюи:

$$K_f = 0,73 Q \frac{\lg R - \lg r}{(2h - S)} = 0,73 Q \frac{\lg \frac{R}{r}}{(2h - S)},$$

где Q - дебит скважины, куб. м/сут; R - радиус влияния скважины, м; r - радиус фильтра скважины, м; h - мощность водоносного горизонта, м; S - понижение уровня воды в скважине, м (рис.5.2).

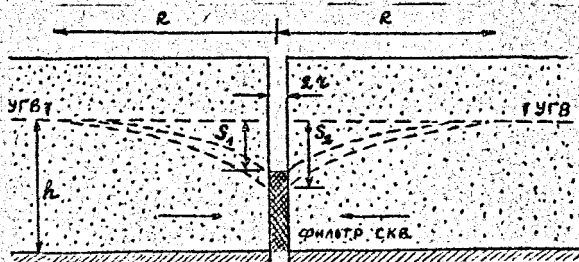


Рис. 5.2 Расчетная схема определения коэффициента фильтрации методом откачек

Коэффициент фильтрации вычисляется для каждого понижения уровня воды в скважине, а затем рассчитывается его среднее значение, как среднее арифметическое из полученных величин.

5.5. Задание 3

Согласно полученному варианту результатов опытных откачек из одиночной совершенной скважины (прилож. 5) определить средний коэффициент фильтрации горных пород, которые вмещают горизонт грунтовых вод. Выполнение работы сопроводить рисунком по образцу рис. 5.2.

5.6. Определение коэффициента фильтрации грунтов зоны аэрации методом наливов

Коэффициент фильтрации грунтов зоны аэрации определяют методом наливов. Когда зона аэрации сложена песчаными и супесчаными грунтами применяют метод Нестерова, суть которого состоит в следующем. В грунт вдавливают два concentрических кольца, в которых поддерживается на постоянном уровне вода (рис. 5.3). Предполагается, что из внутреннего кольца вода расходуется только на инфильтрацию сверху вниз, а из внешнего может растекаться и в стороны. Коэффициент фильтрации при этом:

$$K_{\phi} = \frac{Q}{F},$$

где Q - установившийся расход воды во внутреннем кольце, м³/сут;
 F - площадь внутреннего кольца, м².

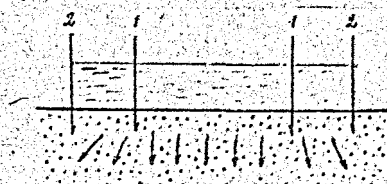


Рис. 5.3 Схема определения K_{ϕ} методом наливов:
 1 - внутреннее кольцо, 2 - внешнее кольцо

Опыт проводят до стабилизации фильтрационного расхода воды.

5.7. Задание 4

Определить коэффициент фильтрации грунта зоны аэрации по результатам опытных наливов, приведенных в табл. 5.1. Последнии

нужно перенести в тетрадь и заполнить. Площадь внутреннего кольца в котором измерялся объем профильтровавшейся воды, равна 0,04 м². Выполнение работы следует сопроводить рисунком по образцу рис.5.3.

Таблица 5.1

Время замеров		Интервал времени : между замерами		Объем про- : фильтр.	Фiltrационный : расход воды
часы	минуты	часы	минуты	внутрен. : кольца, л	л/мин : м ³ /сут
11	50			0	
12	05			1,3	
12	20			1,2	
12	35			1,1	
12	50			0,9	
13	10			1,2	
13	25			0,9	

6. ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ РАСЧЕТЫ

6.1. Исходные расчетные формулы

Приток грунтовой воды к горизонтальной совершенной дрене, расположенной нормально к подземному потоку, определяют по формулам Дарси-Дюпюи:

$$q = K_{\phi} \frac{h^2 - h_a^2}{2R} = K_{\phi} \frac{S(2h - S)}{2R} \quad \text{и} \quad Q = qL \quad (6.1)$$

где q и Q - единичный и общий приток воды к дрене с одной ее стороны, м³/сут;

K_{ϕ} - коэффициент фильтрации грунта, слагающего водоносный горизонт, м/сут;

h - мощность непониженного водоносного горизонта, м;

h_a - высота воды в дрене, м;

R - радиус влияния дрены, м;

S - понижение уровня грунтовой воды в дрене, м;

L - длина дрены, м (рис. 6.1).

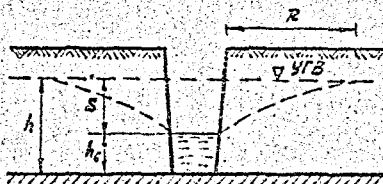


Рис. 6.1 Схема к расчету притока грунтовой воды к совершенной горизонтальной дрене

При двустороннем притоке воды к горизонтальной дрене его величина удваивается, т.е. в знаменателе выражения (6.1) вместо "2R" будет "R".

Дебит совершенной грунтовой и артезианской скважин в однородном водоносном пласте при установившемся режиме фильтрации определяется по формулам Дюпюи:

$$Q = 1,37 K_{\phi} \frac{h^2 - h_c^2}{l_g R - l_g r} = 1,37 K_{\phi} \frac{(2h - S) S}{l_g \frac{R}{2}}, \quad (6.2)$$

$$Q = 2,73 K_{\phi} m \frac{H - h_c}{l_g R - l_g r} = 2,73 K_{\phi} m \frac{S}{l_g \frac{R}{2}}, \quad (6.3)$$

где h и m - соответственно мощность ненапорного и напорного водоносного пласта, м; h_c - высота воды в скважине при откачке, соответствует динамическому уровню, м; S - понижение воды в скважине, равно разности между статическим и динамическим уровнями, м; R - радиус влияния скважины, м; r - радиус фильтра скважины, м; H - высота пьезометрического напора, отсчитываемого от водоупорной подошвы артезианского водоносного пласта, м (рис. 6.2).

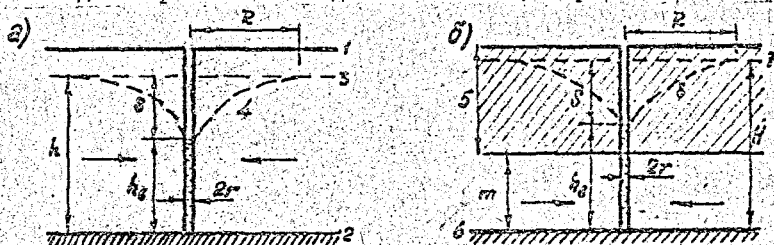


Рис. 6.2 Схемы к расчету дебита совершенной грунтовой (а) и артезианской (б) водозаборных скважин:

1 - поверхность земли, 2 - водоупорная подошва, 3 - статический уровень грунтовых вод, 4 - депрессионная воронка, 5 и 6 - водоупорные кровля и подошва, 7 - пьезометрический (статический) уровень артезианских вод, 8 - пьезометрическая депрессионная воронка

Кроме общего дебита "Q" имеется еще такая характеристика, как удельный дебит водозаборных скважин или колодцев. Удельный дебит - это дебит, который дает скважина или колодец на 1 м понижения воды, т.е.

$$q = \frac{Q}{S} \quad (6.4)$$

Дебит поглощающих колодцев или скважин можно определить по известным формулам Дюпюи (6.2) и (6.3) для водозаборных сооружений, поставив перед ними отрицательный знак и заменив величину понижения уровня "S" на величину повышения уровня воды "S'". После этого они примут такой вид:

для безнапорных вод

$$Q = -1,37 K_{\phi} \frac{(h_n^2 - h_a^2)}{\lg R - \lg r} = 1,37 K_{\phi} \frac{(h_a^2 - h_n^2)}{\lg R - \lg r} = 1,37 K_{\phi} \frac{S'(2h + S')}{\lg \frac{R}{r}}, \quad (6.5)$$

для напорных вод

$$Q = -2,73 K_{\phi} m \frac{H - h_e}{\lg R - \lg r} = 2,73 K_{\phi} m \frac{(h_a - H)}{\lg R - \lg r} = 2,73 K_{\phi} m \frac{S'}{\lg \frac{R}{r}}, \quad (6.6)$$

где h_e - высота столба в колодце или скважине, отсчитываемая от подошвы водоносного пласта, м; S' - превышение уровня воды в колодце или скважине над статическим уровнем ненапорных или артезианских вод, м; R - радиус воронки поглощения, м; остальные обозначения прежние и показаны на рис. 6.3.

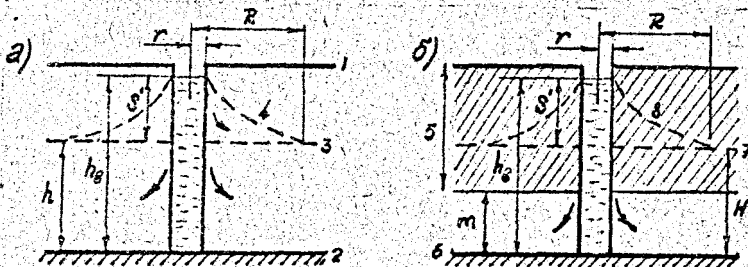


Рис. 6.3 Схемы к расчету грунтового (а) и артезианского (б) поглощающего колодца:

1 - поверхность земли, 2 - водоупорная подошва, 3 - естественный уровень грунтовых вод, 4 - воронка поглощения, 5 и 6 - водоупорные кровля и подошва, 7 - пьезометрический уровень артезианских вод, 8 - воронка поглощения

Для поглощающих колодцев и скважин также как и для водозаборных рассчитывается удельный дебит, который характеризует их погло-

тительную способность на каждый метр повышения

$$q = \frac{q}{S} \quad (6.7)$$

6.2. Гидрогеологические задачи

Решение каждой задачи сопровождается рисунком расчетной схемы, на которой указываются все исходные характеристики (по образцу рис. 6.1 - 6.3). Задачи 2 - 5 решаются согласно полученным вариантам исходных данных (прилож. 6).

Задача 1

Для перехвата грунтовой воды, поступающей на осушаемую территорию со стороны водораздела, на склоне речной долины проектируется совершенная дренажная канава. Располагается она перпендикулярно к направлению движения грунтового потока. Грунтовая вода находится на глубине 0,4 м; водоупорный слой глины залегает на глубине 2,5 м. Водоносный горизонт сложен супесью, коэффициент фильтрации которой равен 2,2 м/сут. Высота слоя воды в дренажной канаве 0,2 м; радиус ее влияния 30 м, длина канавы 380 м.

Требуется определить единичный и общий приток воды к горизонтальной дрени.

Задача 2

Определить общий и удельный дебиты водозаборной грунтовой совершенной скважины.

Задача 3

Определить общий и удельный дебиты водозаборной артезианской совершенной скважины.

Задача 4

Определить общий и удельный дебиты поглощающего совершенного колодца (скважины) в грунтовых водах.

Задача 5

Определить общий и удельный дебиты поглощающего совершенного колодца (скважины) в нагорных водах.

7. АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ НАБЛЮДЕНИЙ ЗА РЕЖИМОМ ГРУНТОВЫХ ВОД

Задание I

По створу, перпендикулярному к руслу реки, пробурены и оборудованы скважины, в которых производятся наблюдения за уровнем грунтовой воды. Скважина I расположена на расстоянии 50 м, скважина 2 - 100 м и скважина 3 - 150 м от дамба обвалования (рис.7.1). Абсолютная отметка устья скважины I равна 154,5 м; скважины 2 - 154,6 м; скважины 3 - 154,8 м. Глубина всех трех скважин 6 м. Наблюдения за уровнем воды в реке ведутся на гидрометрическом посту. Результаты наблюдений за уровнем воды на период прохождения весеннего паводка приведены в табл. 7.1.

Таблица 7.1

Даты наблюдений	Абс. отметки уровня воды, м			
	река	скв. I	скв. 2	скв. 3
10.03	150,5	151,2	151,7	152,1
20.03	151,6	151,4	151,8	152,2
1.04	155,0	153,0	152,4	152,4
10.04	152,0	153,6	153,2	152,7
20.04	151,2	152,6	152,7	152,7

Требуется построить депрессионные кривые, характеризующие уровень грунтовой воды на примыкающей к реке территории на период прохождения весеннего паводка.

Порядок выполнения работы

1. Изобразить на рисунке профиль поверхности земли на участке створа наблюдательных скважин и стволы последних в масштабах: горизонтальном 1:1000, вертикальном - 1:100, ориентируясь при этом на рис. 7.1.
2. Построить уровни воды в реке и депрессионные кривые зеркала грунтовой воды для каждой даты наблюдения, изобразив их синим цветом или пунктиром. Депрессионные кривые должны быть плавными и отображать условия их формирования.
3. Выполненный чертеж следует озаглавить "Режим грунтовой воды на примыкающей к реке территории".

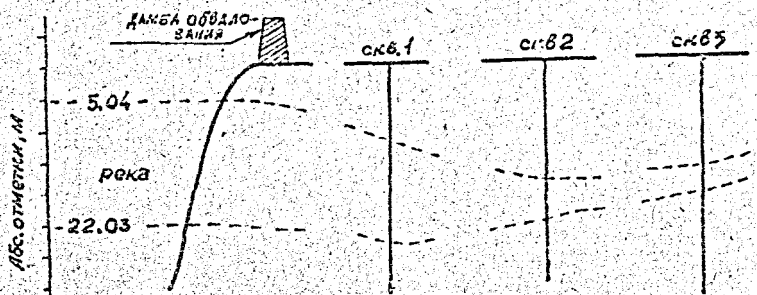


Рис. 7.1 Схема построения депрессионных кривых уровней грунтовой воды (не в масштабе)

Задание 2

В приложении 7 даны характеристики уровней воды в реке и причины их обуславливающие для каждой последовательной даты наблюдений — графы 1 и 2. В 3-й графе приведены характеристики режимов уровней грунтовой воды, но приведены они специально не последовательно, а вразнобой. Эти характеристики не соответствуют последовательным датам наблюдений.

Исходя из построенного при выполнении задания 1 чертежа и приложения 7, требуется сделать анализ результатов наблюдений за режимом грунтовой воды и представить его в письменном виде. Для этого нужно увязать режим уровней грунтовой воды с уровнем воды в реке для каждой даты наблюдений, т.е. данные графы 3 привести в соответствие с правильно расположенными данными графы 2. Кроме того, анализируя чертеж, следует сопоставить между собой амплитуды колебаний УГВ в каждой наблюдательной скважине, отметить их отличия и указать их причину.

ЛИТЕРАТУРА

1. Грунтоведение. Под ред. акад. Е.М.Сергеева. МГУ, М., 1983.
2. ГОСТ 25100-82. Грунты (классификация).
3. Кац Д.М. Основы геологии и гидрогеологии. "Колос", М., 1981.
4. Ломтадзе В.Д. Инженерная геология. "Недра", Л., 1984.
5. Толстой М.П., Малыгин В.А. Основы геологии и гидрогеологии. "Недра", М., 1976.

ПРИЛОЖЕНИЯ

ПРИЛОЖЕНИЕ I

Варианты исходных данных к заданиям

№ п/п:проб	№	Содержание в мг/л						
		HCO_3^-	SO_4^{2-}	Cl^-	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^+	CO_2
1	1-а	81	4	2	18	5	6	1,3
	1-б	224	258	675	43	26	595	9,1
2	2-а	208	11	5	58	8	7	3,7
	2-б	365	528	270	284	46	153	8,6
3	3-а	69	183	32	37	38	22	8,0
	3-б	147	347	891	55	25	682	2,1
4	4-а	197	21	226	32	15	177	6,5
	4-б	593	201	99	222	28	82	8,4
5	5-а	290	27	10	93	12	70	4,2
	5-б	166	367	309	67	17	359	4,3
6	6-а	29	185	9	59	10	18	7,2
	6-б	72	152	1140	223	62	506	7,3
7	7-а	215	21	226	31	33	153	5,5
	7-б	60	133	1129	235	54	484	3,0
8	8-а	253	196	197	101	42	121	2,3
	8-б	373	145	436	64	27	402	1,9
9	9-а	315	41	81	15	12	166	2,8
	9-б	87	592	83	29	163	31	7,0
10	10-а	276	83	125	29	13	166	1,1
	10-б	334	102	411	122	38	250	3,7

Коэфф. 0,016 0,021 0,028 0,05 0,082 0,044
 пересчета
 мг/л в
 мг-экв/л

ПРИЛОЖЕНИЕ 2
Таблица 1

Результаты хим. анализа вод и их пересчета

Исходные данные в мг/л:	№ проб:	MgCO ₃	SO ₄ ²⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	Жесткость, мг-экв/л:		постоянн-ная	К. срост. воды
							Минерализация	реализация		
II-a	147	494	128	32	150	59	1010	15		
II-b	197	21	226	32	32	145	653	7		
Данные, пересчитанные в мг-экв/л	II-a	2,95	1,60	12,30	2,60			13,9	2,35	11,55
	II-b	3,15	1,60	2,62	6,38			4,2	3,15	1,05

Таблица 2

Оценка пригодности вод для водоснабжения и орошения

№ проб:	Пригодность для водоснабжения:	Пригодность для орошения:
II-a	пригоден	ограничен
II-b	непригоден	непригоден

Таблица 3

Оценка агрессивности вод

№ проб:	отношение к цементу	Агрессивность
II-a	общему в неагрессивных условиях	неагрессивная
	столбому в неагрессивных условиях	агрессивная
	столбому в агрессивных условиях	неагрессивная

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

Исходные данные к задаче

№ вариант. : проб	№ : проб	Гранулометрический состав грунтов в %		γ : г/см ³	γ_s : г/см ³	W : %	W _p : %	W _L : %	
		2-0,5 : 0,5-0,25 : 0,25-0,1 : <0,1 мм	2-0,5 : 0,5-0,25 : 0,25-0,1 : <0,1 мм						
1	1-а 1-б	1,0 12,9	25,1	48,1	11,9	1,86 1,94	2,58 2,74	0,09 0,30	0,23 0,42
2	2-а 2-б	10,0	58,0	15,0	8,0	1,96 2,10	2,55 2,70	0,07 0,14	0,16 0,20
3	3-а 3-б	4,0	23,0	24,0	19,0	1,99 1,92	2,74 2,71	0,15 0,19	0,18 0,28
4	4-а 4-б	28,0	48,0	14,1	5,9	2,03 1,91	2,67 2,76	0,11 0,18	0,25 0,48
5	5-а 5-б	0	9,0	25,0	29,0	1,84 1,88	2,72 2,73	0,10 0,29	0,19 0,33
6	6-а 6-б	17,0	39,0	27,0	4,0	1,87 2,06	2,65 2,67	0,08 0,14	0,12 0,18
7	7-а 7-б	1,2	25,8	29,0	5,0	1,90 1,93	2,63 2,77	0,13 0,15	0,22 0,46
8	8-а 8-б	0	2,8	9,5	10,8	1,72 1,93	2,66 2,71	0,17 0,23	0,16 0,28
9	9-а 9-б	0	12,0	13,0	30,0	1,75 1,81	2,70 2,78	0,12 0,18	0,21 0,50
10	10-а 10-б	0	4,0	4,0	47	1,64 1,95	2,69 2,70	0,08 0,13	0,14 0,22

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

Таблица 1

Характеристика грунта, из которого сделана дамба

Вид грунта по гранулометрическому составу	Расчетные величины	Наименование грунта по степени влажности	Плотность сложения песка
$\gamma_{см}$	e	e	
г/см ³			
1,61	0,64	0,37	маховый
			средней плотности

Таблица 2

Характеристика грунта основания дамбы

Расчетн. величины:	Наименование: Вид глинис- того грунта:	Расчетные величины	Предварит. оцен- ка грунта по просадочности и набухаемости
γ_p	по γ_p	γ_p	γ_p
0,24	0,11 глина полутвердая	1,67	0,69
		1,28	0,33
			0,57
			непросадочная, набухаемая

ПРИЛОЖЕНИЕ 5

Исходные данные к заданию

Результаты полевых наблюдений	В а р и а н т ы										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Мощн. водонос. гориз., h_0 , м	8	13	10	4	21	30	12	5	18	7	
радиус фильтра скважины, r_0 , м	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,2	0,2	0,1	0,1	0,2	
первое понижение, S_1 , м	1,1	1,5	1,0	0,6	2,3	2,7	1,4	0,7	1,7	0,9	
радиус влияния скважины, R_1 , м	19	38	20	12	78	70	36	13	31	26	
$l_1 \frac{R_1}{r_0}$, м	2,28	2,58	2,00	2,08	2,89	2,54	2,25	2,11	2,49	2,11	
дебит при первом пониж., Q_1 , м ³ /сут	87	234	126	72	606	501	289	80	144	253	
второе понижение, S_2 , м	2,3	2,6	2,2	1,1	3,5	3,9	2,7	1,3	3,2	1,9	
радиус влияния скважины, R_2 , м	39	65	44	22	120	101	68	25	58	56	
$l_2 \frac{R_2}{r_0}$, м	2,59	2,81	2,34	2,34	3,08	2,70	2,53	2,40	2,76	2,45	
дебит при втором пониж., Q_2 , м ³ /сут	147	362	229	112	821	688	458	120	245	428	
третье понижение, S_3 , м	3,4	3,8	3,3	1,8	4,6	5,0	3,9	2,2	5,1	3,0	
радиус влияния скважины, R_3 , м	58	95	66	36	156	130	101	43	92	88	
$l_3 \frac{R_3}{r_0}$, м	2,76	2,98	2,52	2,56	3,19	2,81	2,70	2,63	2,96	2,64	
дебит при третьем пониж., Q_3 , м ³ /сут	193	461	288	146	1042	791	601	167	314	562	

Варианты	№ задачи:	K_{ρ}	h	S, S'	l	u	$\frac{R}{Z}$	№ задач:	K_{ρ}	m	S, S'	l	u	$\frac{R}{Z}$
1		10	16	2	50	0,1	2,69	49	22	5	350	0,3	3,07	
2		28	26	3	150	0,1	3,18	14	10	2	75	0,2	2,57	
3		6	10	3	45	0,2	2,35	27	26	6	300	0,1	3,48	
4		50	6	5	170	0,3	2,76	12	19	4	140	0,3	2,67	
5	2	25	24	4	200	0,1	3,30	3	44	29	8	550	0,1	3,74
6		40	8	1	40	0,3	2,12	15	12	4	160	0,2	2,90	
7		15	12	2	50	0,2	2,40	39	8	2	120	0,3	2,60	
8		45	30	4	300	0,1	3,48	24	25	8	300	0,1	3,48	
9		12	18	2	55	0,3	2,26	7	11	3	80	0,2	2,60	
10		14	10	1	25	0,2	2,10	9	16	4	120	0,1	3,08	
1		45	7	3	100	0,4	2,40	27	16	3	160	0,4	2,60	
2		14	10	1	25	0,2	2,10	15	12	4	160	0,2	2,90	
3		15	12	2	50	0,2	2,40	12	19	4	140	0,3	2,67	
4		12	18	2	55	0,3	2,26	49	22	5	350	0,3	3,07	
5	4	10	9	2	40	0,6	1,82	5	44	29	8	550	0,1	3,74
6		6	10	3	45	0,4	2,05	24	25	6	300	0,1	3,48	
7		28	26	3	150	0,1	3,18	14	10	2	75	0,5	2,18	
8		50	6	5	170	0,3	2,76	7	11	3	80	0,2	2,60	
9		40	8	1	40	0,3	2,12	9	13	7	210	0,2	3,02	
10		25	24	4	200	0,1	3,30	39	8	2	120	0,3	2,60	

Соотношение уровней речной и подземной воды

- Даты наблюдений:** и причины их обусловившие
- 10.03.** Река подо льдом, уровень воды в ней минимальный, соответствует зимней межени.
- 20.03.** Река освободилась от ледяного покрова и уровень воды в ней повысился вследствие начавшегося таяния снегов.
- 1.04.** Уровень воды в реке максимально повысился вследствие активного таяния снега на всей водосборной площади.
- 10.04.** Уровень воды в реке резко понизился, так как основной паводок прошел.
- 20.04.** Уровень воды в реке еще понизился, режим реки переходит к межени.
- Характеристика уровней воды в реке:** Характеристика режимов уровней грунтовой воды (принадлежность: и причины их обусловившие)
- Уровень воды в реке значительно превышает УГВ. Грунтовая вода залегает наиболее глубоко от поверхности земли, но ее уровень выше уровня воды в реке, она разгружается в реку.
- УГВ выше уровня воды в реке, при этом он по сравнению с предыдущей датой наблюдения, в непосредственной близости от русла реки понижился, а на участке между сивахинами - максимально повысился. Последнее объясняется тем, что предшествовавшее этому интенсивное питание водоносного горизонта речной водой привело к значительному подъему УГВ, который после резкого падения уровня воды в реке не успел в той же мере понизиться, так как скорость изменения УГВ значительно ниже скорости изменения уровня воды в реке.
- По сравнению с наблюдавшимися максимальными УГВ понизился, но он выше уровня воды в реке. Грунтовая вода разгружается в реку.
- В результате подъема уровня воды в реке образовался подпертый режим УГВ.

СО Д Е Р Ж А Н И Е

	стр.
1. ХАРАКТЕРИСТИКА ГЕССЬЕР	1-3
2. ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ХИМИЧЕСКИХ АНАЛИЗОВ И ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ПОДЗЕМНЫХ ВОД	3-6
3. КЛАССИФИКАЦИЯ И ОЦЕНКА ПЕСЧАНЫХ И ГЛИНИСТЫХ ГРУНТОВ ПО ИХ ОСНОВНЫМ ФИЗИЧЕСКИМ ХАРАКТЕРИСТИКАМ.....	6-10
4. ФОРМЫ ДИСЛОКАЦИИ И ЗАЛЕГАНИЯ СЛОЕВ ГОРНЫХ ПОРОД И ИХ УЧЕТ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ	10-12
5. ПОЛЕВЫЕ МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ФИЛЬТРАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПОДЗЕМНЫХ ВОД И ГОРНЫХ ПОРОД	12-16
6. ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ РАСЧЕТЫ	16-19
7. АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ НАБЛЮДЕНИЙ ЗА РЕЖИМОМ ГРУНТОВЫХ ВОД	20-21
ЛИТЕРАТУРА	21
ПРИЛОЖЕНИЯ	22-28

Составитель:

Лев Сергеевич Алексеев

Методические указания
к практическим занятиям по геологии и
гидрогеологии для студентов специаль-
ности 1511 - Гидромелиорация

Подписано к печати 16.06.86 г. Формат 60x84/16.

Печать офсетная. Заказ № 477; тир. 500. Объем 1,5

уч. изд. л. Бесплатно. Отпечатано на ротапринтере

Брестского инженерно-строительного института.

224017. Брест, ул. Московская, 267.