

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«БРЕСТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра оснований, фундаментов, инженерной геологии и геодезии

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к выполнению курсовой работы по инженерной геологии

и гидрогеологии для студентов специальностей

74 05 01 «Мелиорация и водное хозяйство» и

70 04 03 «Водоснабжение, водоотведение

и охрана водных ресурсов»

дневной и заочной форм обучения



Брест 2005

УДК 624.131

Изложена методика оценки гидрогеологических и инженерно-геологических условий территории, требующей гидротехнических мелиораций, или на которой устраиваются сооружения для водоснабжения населённых пунктов.

Эта методика может быть использована в курсовом и дипломном проектировании.

Составители: В.Н. Дедок, доцент
Н.Г. Курись, ассистент

Рецензент: В.Н. Деркач, и. о. директора филиала БелНИИС «Научно-технический центр»

ВВЕДЕНИЕ

Настоящие методические указания предназначены для студентов специальностей 74 05 01 «Мелиорация и водное хозяйство» и 70 04 03 «Водоснабжение, водоотведение и охрана водных ресурсов», изучающих курс "Инженерная геология и гидрогеология".

В курсовой работе необходимо произвести оценку гидрогеологических и инженерно-геологических условий территории, требующей сельскохозяйственных гидротехнических мелиораций и в связи с забором подземных вод для водоснабжения населенных пунктов.

Курсовая работа должна выполняться в постоянной увязке с усвоением соответствующих теоретических положений курса. Такой подход к разработке курсовой работы будет углублять, развивать и обобщать полученные ранее знания, позволит творчески подойти к решению поставленной задачи и получить хорошие и прочные знания предмета.

В методических указаниях изложены вопросы построения и анализа карт гидроизобат и гидроизогипс, решения с их использованием ряда практических задач при проектировании мелиоративных систем и систем водоснабжения, оценки качества подземных вод с позиции их пригодности для хозяйственно-питьевых, сельскохозяйственных, технических целей, вопросы оценки строительных свойств грунтов и условий их залегания.

Учитывая небольшой резерв времени студентов и то, что работа выполняется в учебных целях, ряд вопросов, связанных с полной оценкой гидрогеологических и инженерно-геологических условий изучаемой территории не рассматриваются, и студентам следует иметь в виду, что выполненный ими объем работ необходимый, но недостаточный для полной гидрогеологической и инженерно-геологической характеристики района.

1. ЗАДАНИЕ НА КУРСОВУЮ РАБОТУ

Курсовая работа выполняется на основании задания, выдаваемого кафедрой.

Оно содержит:

- схему размещения скважин на изучаемой территории и их нумерацию;
- отметки устьев скважин и замеренные в них глубины залегания грунтовых вод от поверхности земли;
- результаты химического анализа подземной воды;
- глубины подошвы слоев грунтов и места взятия образцов для лабораторных испытаний;
- результаты лабораторных испытаний грунтов: основные физические характеристики, характеристики пластичности пылеватоглинистых и гранулометрический состав песчаных грунтов.

2. ОБЪЁМ И СОСТАВ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Курсовая работа должна содержать подробную расчётно-пояснительную записку объемом 30-40 страниц, выполненную на листах формата А4 (размером 210x297 мм) и графическую часть, выполненную на листах формата А2 (размером 420x594 мм) и А3 (размером 297x420 мм).

2.1 Состав расчётно-пояснительной записки

Оформление расчётно-пояснительной записки необходимо выполнять в соответствии со Стандартом университета/1/. Расчётно-пояснительная записка должна быть написана четко, без помарок и поправок, на одной стороне листов бумаги. Все записи в расчётно-пояснительной записке выполняют чернилами или пастой черного (синего или фиолетового) цвета.

Записка должна разделяться на разделы, а разделы на подразделы.

Наименование разделов должно быть кратким, соответствовать содержанию и записываться в виде заголовков (в красную строку) прописными буквами. Наименование подразделов записывается в виде заголовков строчными буквами (кроме первой прописной).

Переносы слов в заголовках не допускаются. Точку в конце заголовка не ставят. Если заголовок состоит из двух предложений, их разделяют точкой.

Расстояние между заголовком и последующим текстом при выполнении пояснительной записки «от руки» должно быть 10 мм. Такое же расстояние выдерживают между заголовками раздела и подраздела. Расстояние между основаниями строк заголовка принимают такое же, как и в тексте.

Для разделов, текст которых записывают на одном листе с текстом предыдущего раздела, а также для подразделов расстояние между последней строкой текста и последующим заголовком при выполнении записки «от руки» должно быть равно 15 мм.

Разделы должны иметь порядковую нумерацию в пределах всей пояснительной записки и обозначаются арабскими цифрами с точкой в конце номера. Номера подразделов состоят из номера раздела и подраздела, разделённых точкой. В конце номера подраздела также должна ставиться точка. Например, 2. - второй раздел, 2.1. - первый подраздел второго раздела.

Номер соответствующего раздела или подраздела ставится в начале заголовка. Номера перед заголовками "Содержание", "Реферат", "Введение" не проставляются. Они ставятся только перед заголовками основной части записки.

Сокращение слов в тексте и подписях под иллюстрациями, как правило, не допускается, исключения составляют сокращения, общепринятые в русском языке, а также установленные Стандартом. Не допускается применять произвольные словообразования.

Цифровой материал, как правило, оформляется в виде таблиц. Размеры таблиц выбирают произвольно, в зависимости от изложения материала. Высота строк таблицы должна быть не менее 8 мм. Таблица должна иметь тематический заголовок, если она имеет самостоятельное значение. Заголовок помещают над соответствующей таблицей: вначале пишут слово "Таблица", начиная его с прописной буквы, затем, начиная с заглавной буквы, ее название.

Чтобы упростить связь таблицы с текстом, таблицам дают нумерационный заголовок (Таблица 5.3). При ссылке в тексте слово "таблица" дается сокращенно со строчной буквы (табл.5). Нумерация таблиц ведется арабскими цифрами по частям или разделам текста, например: таблица 2.4. (таблица четвертая второго раздела), а ссылка в тексте - табл.2.4. Допускается нумерация таблиц в пределах всего документа. Таблицу следует помещать в тексте после первого упоминания о ней. Таблицы допускается оформлять в виде приложений и располагать их в конце текста. Таблицы следует располагать по короткой стороне листа. При необходимости допускается расположение таблиц по длинной стороне листа, при этом ее располагают так, чтобы для чтения их пояснительная записка была повернута по часовой стрелке.

Иллюстрации, помещенные в тексте, именуется рисунками. Рисунки могут быть расположены как по тексту пояснительной записки (возможно ближе к соответствующим частям текста), так и в виде приложения в конце пояснительной записки.

Если рисунков в тексте более одного, они нумеруются арабскими цифрами. Нумерация возможна сквозная или по частям (разделам), например: Рис.1 или Рис.2.1. Рисунки должны иметь наименование, а при необходимости и пояснительные данные (подрисуночный текст), которые помещаются под рисунком.

При выполнении пояснительной записки следует обеспечить единообразие применяемых единиц физических величин по Международной системе единиц (СИ).

В формулах условные буквенные обозначения механических, химических, математических и других величин, а также символов должны соответствовать установленным стандартам или принятым в научной литературе.

Значения буквенного обозначения, входящего в формулу, приводятся непосредственно под формулой. Значение каждого обозначения дают с новой строки в той последовательности, в какой они приведены в формуле. Первая строка расшифровки должна начинаться со слова "где" без двоеточия после него.

Если в пояснительной записке больше одной формулы, то их следует нумеровать арабскими цифрами. Номер ставят с правой стороны листа на уровне формулы, в круглых скобках. Нумерация формул обычно принимается сквозной. Допускается нумерация формул по частям (разделам). Тогда номер состоит из номера части (раздела) и порядкового номера формулы в данной части (разделе), разделенных точкой, например, (5.3) - третья формула пятого раздела.

Расчетно-пояснительная записка должна иметь следующее содержание:

- оглавление с перечислением всех разделов и подразделов работы;
- задание на выполнение работы;
- реферат, в котором отражают основное содержание проведенной работы с указанием полученных результатов. В конце текста реферата помещаются сведения о коли-

честве страниц пояснительной записки, количестве содержащихся в ней таблиц, иллюстраций, библиография и сведения об объеме графической части;

- введение, где ставятся цели и задачи выполнения работы, кратко освещаются современное научное состояние разрабатываемого вопроса, общие сведения об изучаемом участке;

- гидрогеологические условия участка: построение карты гидроизобат с выделением на ней зон постоянного и временного переувлажнения, где требуется мелиоративное мероприятие (выполняют только студенты специальности "мелиорация и водное хозяйство"), построение карты гидроизогипс с нанесением на ней линий потоков, анализ этих карт, решение с их использованием практических задач мелиорации земель и водоснабжения населенных пунктов (установление взаимосвязи в питании поверхностных и грунтовых вод, определение скоростей движения грунтовых вод в характерных зонах, установление направления дренажных и отводящих воду устройств, установление наиболее рациональных схем расположения скважин для забора воды), оценка качества воды для питьевого водоснабжения, водопоя скота, ее пригодности для орошения сельскохозяйственных культур, оценка агрессивности воды по отношению к бетону и железобетону;

- оценка инженерно-геологических условий участка: исходная таблица состава и физических характеристик грунтов, инженерно-геологический разрез, определение наименования грунтов, рассчитанные значения их производных характеристик, заключение по каждому слою грунта, сводная таблица физико-механических свойств грунтов строительной площадки;

- заключение: обобщенная характеристика гидрогеологических и инженерно-геологических условий участка по результатам выполненной работы;

- список использованной литературы, встречающейся по тексту пояснительной записки, приводимый в порядке ее появления в тексте.

2.2. Состав графической части курсовой работы

Графическая часть работы выполняется на миллиметровой бумаге или на ватмане.

Она включает:

- карту гидроизобат на топографической основе с нанесением на ней зон постоянного и временного переувлажнения почв, требующих проведения осушительных мероприятий (эту карту выполняют только студенты специальности "мелиорация и водное хозяйство");

- карту гидроизогипс на топографической основе с показом линий потоков движения грунтовой воды, зон, требующих мелиоративных мероприятий, направления дренажных и отводящих воду устройств, схемы расположения водозаборных скважин;

- разрез водозаборной скважины с указанием необходимых характеристик;

- инженерно-геологический разрез по одному из диагональных направлений участка.

3. ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ УЧАСТКА

В результате гидрогеологической съемки и режимных стационарных наблюдений составляются гидрогеологические карты различных видов, на которых показывают распространение водоносных четвертичных или коренных отложений, водоупорные породы, минерализацию подземных вод, динамические запасы и водопроницаемость пород.

Таковыми картами являются карта гидроизобат и карта гидроизогипс.

Карта гидроизобат - это карта глубин залегания поверхности грунтовых вод, а **гидроизобаты** - это линии равных глубин от поверхности земли до грунтовых вод.

Карта гидроизогипс - это карта поверхности грунтовых вод, а **гидроизогипсы** - линии, соединяющие точки с одинаковыми абсолютными отметками поверхности грунтовых вод, т.е. это горизонтали поверхности грунтовых вод.

Для построения карт гидроизобат и гидроизогипс пользуются данными замеров глубины залегания уровней воды в скважинах, шурфах и колодцах, которые проводятся в одно и то же время. Эти карты обязательно датируются. Иногда составляются такие карты, отвечающие максимальному и минимальному положению поверхности грунтовых вод в исследуемом районе.

Во время гидрогеологических исследований изучают также химический, бактериологический составы и другие показатели воды (запах, вкус, цвет, мутность и др.).

Имея карты гидроизогипс и гидроизобат, а также данные по составу воды, решают ряд практических задач, связанных с проектированием и строительством сооружений, мелиоративных систем и водозаборов.

3.1. Построение карт гидроизобат и гидроизогипс

Для выполнения курсовой работы задан участок местности квадратной формы в плане с размерами сторон 2000х2000 м. На участке заложено 25 скважин, определены отметки устьев скважин (отметки поверхности земли в месте закладки скважин) и замерены установившиеся глубины воды в скважинах от поверхности земли (например, по состоянию на 28 июня текущего года). В осенне-весенние периоды года возможно повышение уровня воды на 1-2 м. Все скважины образуют сеть квадратов со стороной каждого квадрата 500 м. Скважины расположены по следующей схеме:

1	2	3	4	5
6	7	8	9	10
11	12	13	14	15
16	17	18	19	20
21	22	23	24	25

Для построения карт гидроизобат и гидроизогипс строят план местности в горизонталях по известной методике из курса инженерной геодезии. Его при выполнении работы следует построить в масштабе 1:5000. Отметки устьев скважин и глубины воды в них принимают по табл.1. Используя значения глубин воды, на плане местности в горизонталях наносят гидроизобаты (линии равных глубин) по той же методике, как и при построении горизонталей, получают карту гидроизобат на определенную дату. Для построения карты гидроизогипс глубины залегания грунтовых вод пересчитывают на абсолютные отметки по выражению:

$$H_{гв} = H - h_{гв}, \quad (1)$$

где

$H_{гв}$ - абсолютная отметка уровня грунтовых вод, м;

H - абсолютная отметка земли, м;

$h_{гв}$ - глубина залегания грунтовых вод, м.

Карта гидроизогипс строится аналогично построению карт гидроизобат, используя для этих целей отметки поверхности земли (при нанесении горизонталей) и отметки залегания грунтовых вод (при нанесении гидроизогипс).

На карте гидроизогипс следует показать направление движения воды по всему изучаемому участку. Для этих целей наносят линии потоков воды, которые представляют собой кривые линии, перпендикулярные каждой пересекаемой ими гидроизогипсой.

Движение воды будет происходить от точек пересечения линиями потоков гидроизогипс с более высокими отметками в точках их пересечения с более низкими отметками.

Рекомендуется горизонтали наносить в оранжевом цвете, гидроизобаты - в синем, гидроизогипсы - в зеленом и линии потоков - в черном цветах.

3.2. Определение зон подтопления и периодического переувлажнения на исследуемом участке

Грунтовые воды играют весьма значительную роль в процессах почвообразования. Если воды пресные, то при глубине их залегания 1-3 м они служат одним из полезных источников увлажнения почвы. При глубине залегания уровня менее 1-1,2 м грунтовые воды могут вызывать переувлажнение почв, нарушающее водный, воздушный и питательный режимы почв, что приводит к снижению урожайности сельскохозяйственных культур. В таких случаях с целью обеспечения оптимальных условий для развития растений и формирования урожая производят понижение уровня грунтовых вод путем применения специальных инженерных устройств (дренирование почв). Величина понижения уровня грунтовых вод определяется так называемой нормой осушения. Под нормой осушения понимается расстояние от поверхности земли до уровня грунтовых вод, при котором создаются оптимальные условия развития растений и формирования урожая. Она зависит от вида сельскохозяйственной культуры и фазы ее развития.

Средняя норма осушения для полевых, кормовых, овощных культур и пастбищ составляет 90-110 см; для сенокосов - 60-80 см.

Таким образом, для выделения зоны постоянного переувлажнения на карте гидроизобат следует выделить гидроизобату, равную норме осушения. Участок территории, ограниченный этой гидроизобатой, и будет представлять собой зону постоянного переувлажнения.

Для выделения зоны временного переувлажнения следует найти на карте гидроизобату при самом высоком уровне грунтовых вод в период произрастания растений. Она и будет внешней границей зоны, требующей мелиоративных мероприятий. Эта граница в плане будет совпадать с изобатой, показывающей глубину при наименьшем уровне грунтовых вод, равную

$$h_{гв} = h_{п} - h_{о}, \quad (2)$$

где

$h_{гв}$ - глубина залегания грунтовых вод при наименьшем их уровне, соответствующая внешней границе зоны временного переувлажнения почвы в осенне-весенний периоды, м;

$h_{п}$ - высота подъема уровня грунтовых вод в осенне-весенние периоды над наименьшим его положением, м;

$h_{о}$ - норма осушения, м.

При выполнении курсовой работы высота подъема уровня грунтовых вод и вид возделываемой на участке сельскохозяйственной культуры задаются преподавателем.

3.3. Анализ карты гидроизогипс

После построения карты гидроизогипс приступают к ее анализу. Используя карту гидроизогипс, необходимо решить следующие вопросы:

- Установить направление движения потока, которое определяется по перпендикуляру к гидроизогипсу. Направление потока устанавливается не в одной-двух точках карты, а по всему изучаемому участку. Обращается внимание на зоны, где направление потока изменяется. На отдельных участках линии потоков вод могут быть параллельными - это

плоский поток. Когда линии расходятся, поток называют радиально-расходящимся. Если линии потока сходятся, его называют радиально-сходящимся.

- Определить характер гидравлической связи между псверхностными и грунтовыми водами. Если направление движения подземного потока параллельно направлению течения реки, то в этом случае гидравлической связи между грунтовыми и поверхностными водами не существует. В случае радиально-сходящегося потока грунтовые воды питают поверхностные. При радиально-расходящемся потоке: грунтовые воды питаются за счет поверхностных. Может быть случай, когда поверхностные воды с одной стороны питают подземные, а с другой - питаются подземными.

- Перенести с карты гидроизобат на карту гидроизогипс границы зон постоянного и временного переувлажнения.

- Учитывая направление потока, установить направление дренажных канав или закрытых дрен, чтобы обеспечить их более эффективную работу. Этого можно добиться, если дренажные устройства расположить параллельно гидроизогипсам.

- С учетом рельефа местности наметить трассу канала, отводящего воду от дренажных устройств.

- Расположить эксплуатационные колодцы на воду так, чтобы один колодец не перехватывал подземную воду, поступающую к другому колодцу. Для этого они должны находиться вдоль гидроизогипс.

- Определить гидравлические градиенты для характерных участков карты.

$$J = \frac{H_1 - H_2}{L}, \quad (3)$$

где

H_1 - отметка более высокой гидроизогипсы, м;

H_2 - отметка более низкой гидроизогипсы, м;

L - расстояние между гидроизогипсами по перпендикуляру к ним направлению, м.

При одинаковом сечении гидроизогипс гидравлический градиент будет большим на тех участках, где расстояние между гидроизогипсами будет меньшим.

Определить скорость движения потока на этих участках

$$V = K \cdot J, \quad (4)$$

где

V - скорость движения потока, м/сут;

K - коэффициент фильтрации слагающей водоносный горизонт породы, м/сут;

J - гидравлический градиент.

3.4. Оценка качества подземных вод

Состав подземных вод определяется совокупностью длительных процессов формирования вод определенного водоносного горизонта. К таким процессам относятся растворение и выщелачивание, испарение, конденсация, ионный обмен, поглощение и выделение газов, деятельность организмов, смешение вод разного состава. В результате этих процессов подземные воды представляют сложные растворы, в которых встречаются пять групп различных компонентов (диссоциированные соединения, коллоидные соединения, органические вещества, газы и микрокомпоненты, включая радиоактивные).

Питьевая вода по СанПиН 10-124 РБ 99 оценивается по органолептическим показателям (запах, вкус, цветность, мутность), общей минерализации, жесткости, содержанию в ней отдельных компонентов. Бактериологический состав воды оценивается двумя показателями: коли-титром и коли-индексом. Вступая в контакт с подземными частями инженерных сооруже-

ний, горными породами, материалами трубопроводов, котлов и других емкостей, вода может их разрушать, т. е. быть агрессивной. Агрессивность воды зависит от химического и газового состава воды ее температуры и скорости движения. При строительстве следует использовать материалы, которые бы не разрушались подземными водами, распространенными в районе строительства. В противном случае подземные сооружения надо защищать от разрушающего действия воды. Если подземные воды выводятся закрытым дренажем, при наличии в них большого количества железистых соединений работа дренажа может со временем ухудшаться из-за заселения дренажных трубок этими соединениями, выпадающими в осадок. Оросительная вода по минерализации и химическому составу должна быть физиологически доступной растениям и не вызывать засоления и осолонцевания почвы.

Химический состав подземных вод на изучаемом участке характеризуется данными, приведенными в табл. 2 (Приложения).

При выполнении работы, оценивая качество воды, следует:

а) выписать из табл.2 результаты химических анализов воды и пересчитать содержание ионов из мг/л в мг-экв/л путем умножения величины содержания ионов в мг/л на соответствующие коэффициенты, приведенные в последней строке табл. 2;

б) сопоставить результаты химического анализа, выраженные в мг/л или в мг-экв/л, (табл.5,6,7), установить вид воды:

- по массовой концентрации сухого остатка. Учитывая этот показатель, вода может быть сверхпресной, пресной, слабо солоноватой, сильно солоноватой, соленой и рассолом;

- по жесткости, при которой вода может быть очень мягкой, мягкой, умеренно жесткой, жесткой и очень жесткой;

- по водородному показателю вода может быть нейтральной, кислой, щелочной и высокощелочной;

в) путем сравнения результатов химического анализа (табл.8,9) установить пригодность подземной воды для хозяйственно-питьевого водоснабжения и водопоя скота;

г) оценить пригодность воды для орошения сельскохозяйственных земель (выполняют только студенты спец. "Мелиорация и водное хозяйство").

Пригодность как поверхностных, так и подземных вод для поливов сельскохозяйственных культур оценивают по комплексу факторов: минерализации и химическому составу воды, климатическим условиям, литологическому составу почв и пород зоны аэрации и их естественной или искусственной дренированности, емкости катионного обмена почвы, глубине залегания и минерализации грунтовых вод, режиму орошения, солеустойчивости сельскохозяйственных культур и т.д. В связи с этим существует несколько методик оценки пригодности воды для орошения сельскохозяйственных культур, которые более подробно рассматриваются в специальных курсах.

Принимая во внимание современные представления, ориентировочная оценка оросительных вод может производиться по следующей схеме. Опасность засоления почв ограничивается величиной минерализации оросительной воды "С", а опасность токсичности воды по отношению к растениям - величиной "К" (критерий Антипова-Каратаева)

$$K = \frac{Ca^{2+} + Mg^{2+}}{Na^+ \cdot 0.23C}, \quad (5)$$

где

K - критерий Антипова-Каратаева;

Ca²⁺, Mg²⁺, Na⁺ - концентрация в воде катионов, мг-экв/л;

0,23 - экспериментальный коэффициент;

C - минерализация воды, г/л.

Ориентировочно считается, если:

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

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

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

д) используя результаты химических анализов воды и сравнивая их с табл.10, оценить ее агрессивность по отношению к бетонам: обычному в неблагоприятных условиях и стойкому в благоприятных условиях. Если вода агрессивна, установить вид агрессивности, которая может быть общекислотной, выщелачивающей, углекислотной, сульфатной и магниевой.

3.5. Определение дебита и количества водозаборных скважин

Используя данные, полученные из построения карты гидроизогипс и инженерно-геологического разреза, а также характеристики межпластовых подземных вод (задаваемых преподавателем), студент определяет расход совершенной скважины по одной из формул:

-для грунтовой скважины:

$$Q = 1.37 \cdot k_r \cdot \frac{(2 \cdot h - S) \cdot S}{\lg(R) - \lg(r)}, \quad (6)$$

-для артезианской скважины:

$$Q = 2.73 \cdot k_r \cdot m \cdot \frac{S}{\lg(R) - \lg(r)}, \quad (7)$$

-для грунтово-артезианской скважины:

$$Q = 1.36 \cdot k_r \cdot \frac{(2 \cdot h - S) \cdot S - (H - m)^2}{\lg(R) - \lg(r)}, \quad (8)$$

где

h и m - соответственно мощность ненапорного и напорного водоносного пласта, м;

H - высота пьезометрического напора, считываемая от водоупорной подошвы артезианского водоносного пласта до уровня, на который установилась вода в скважине при ее вскрытии, м;

S - понижение воды в скважине при откачке, м;

R - радиус влияния скважин, м;

r - радиус фильтра скважины, м.

В зависимости от полученной величины дебита скважины и требуемой мощности водозабора студент определяет необходимое количество невзаимодействующих скважин. Схема расположения скважин указывается на карте гидроизогипс, а разрез водозаборной скважины выполняется на отдельном листе миллиметровки.

4. ОЦЕНКА ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ТЕРРИТОРИЙ

Для каждого из пластов, которые были вскрыты скважинами, должно быть определено наименование грунта. Если в таблице исходных данных отсутствует влажность на границе текучести и раскатывания, то это означает, что грунт песчаный. Для определения наименования песчаного грунта необходимо знать гранулометрический состав, плотность сложения (коэффициент пористости) и степень влажности.

Для определения наименования пылевато-глинистого грунта требуется знать число пластичности и показатель текучести. Вид песчаного грунта определяют по гранулометрическому составу, табл.11.

Вид пылевато-глинистого грунта по числу пластичности, табл.12:

$$J_p = \omega_L - \omega_p, \quad (9)$$

где

- ω_L - влажность на границе текучести, %;
 ω_p - влажность на границе раскатывания, %.

Затем, для каждого ззда грунта необходимо подсчитать следующие производные характеристики:

1. Плотность грунта в сухом состоянии:

$$\rho_d = \frac{\rho}{1 + 0.01 \cdot \omega}, [\text{т/м}^3] \quad (10)$$

где

- ρ - плотность грунта, т/м³;
 ω - природная влажность, %.

2. Коэффициент пористости грунта:

$$e = \frac{\rho_s}{\rho_d} - 1, \quad (11)$$

где ρ_s - плотность частиц грунта, т/м³.

По плотности укладки частиц, т.е. по величине коэффициента пористости, песчаные грунты делятся на плотные, средней плотности и рыхлые (табл.13). Использовать рыхлые пески в качестве естественного основания не рекомендуется, поэтому для этих грунтов отсутствуют значения прочностных и деформативных показателей.

3. Степень влажности

$$S_r = \frac{0.01 \cdot \omega \cdot \rho_s}{e \cdot \rho_w}, \quad (12)$$

где $\rho_w = 1,0$ т/м³ - плотность воды.

По величине степени влажности песчаные грунты подразделяются на маловлажные, влажные и насыщенные водой (табл.14).

Для пылевато-глинистых грунтов определяют показатель текучести:

$$J_L = \frac{\omega - \omega_p}{\omega_L - \omega_p}. \quad (13)$$

В зависимости от показателя текучести супеси подразделяются на твердые, пластичные, текучие, а суглинки и глины - на твердые, полутвердые, тугопластичные, мягкопластичные, текучепластичные и текучие (табл.15).

После определения классификационных характеристик песчаных и пылевато-глинистых грунтов дается заключение по каждому слою геологического разреза. Например, I слой - песок мелкий, средней плотности, маловлажный; II слой - суглинок тугопластичный.

Нормативные значения деформационных и прочностных характеристик песчаных грунтов (соответственно модуль деформации, угол внутреннего трения и удельное сцепление) принимают по табл. 16 и 17.

Для пылевато-глинистых грунтов нормативные значения угла внутреннего трения и удельного сцепления принимают по табл.18, а нормативное значение модуля деформации - по табл.19.

Для назначения предварительных размеров подошвы фундаментов определяют расчетное сопротивление на основание R_0 , которое принимается в зависимости от физических характеристик грунта. Для песчаных грунтов R_0 определяется в зависимости от наименования грунта и его плотности (табл.20), для пылевато-глинистых (непресадоч-

ных) грунтов R_0 устанавливается по виду грунта, его коэффициенту пористости и консолидации (по интерполяции), табл.21.

Данные физико-механических характеристик и показателей грунтов, слагающих строительную площадку, приводятся в сводной таблице и на их основе определяется полное наименование грунтов и дается оценка возможности и целесообразности их использования в качестве несущего слоя основания.

Сводная таблица физико-механических характеристик грунтов

№	№	Наименование грунта	Мощность слоя, м	ρ ,	ρ_s ,	ρ_d ,	ω	ω_L	ω_P	J_p	J_L	e	S_r	C_n	ϕ_n	R_0	E
				T/M^3	T/M^3	T/M^3											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	

5. ПОСТРОЕНИЕ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКОГО РАЗРЕЗА

Инженерно-геологический разрез в курсовой работе строится по одному из диагональных направлений карты гидроизогипс и представляет собой изображенное на бумаге вертикальное сечение верхней части земной коры с указанием последовательности залегания и мощности грунтов разного литологического состава, уровней подземных вод, мест взятия проб и проведения испытаний.

Разрезы составляются слева направо, с юга на север; разрезы через долины рек составляются так, чтобы левый берег был на разрезе слева, правый - справа.

Горизонтальный масштаб разреза должен быть соответствующим масштабу инженерно-геологической карты или топографическому плану (допускается применять смежные масштабы), вертикальный - должен отличаться от горизонтального не более чем в 10 раз (в учебных целях можно применить вертикальные масштабы 1:100, 1:200).

С левой стороны разрез ограничивается шкалой вертикального масштаба, причем она строится так, чтобы охватить максимальную отметку устья скважины (наиболее высокое место на разрезе) и минимальную отметку забоя. За величину основания шкалы принимается 10 мм, шкала в абсолютных отметках с ценой деления в 1 м градуируется и подписывается целыми числами. Основание вертикальной шкалы опирается на горизонтальные графы, в которых указываются номера выработок, абсолютных отметок поверхности земли (устья) и расстояния между ними.

Отступив от шкалы вертикального масштаба 20-30 мм вправо, вычерчивают створ первой скважины - две вертикальные линии с расстоянием между ними 2 мм. Створ ограничивается сверху абсолютной отметкой устья, снизу - абсолютной отметкой забоя. Зная расстояния между скважинами, вправо от первой скважины откладывают соответствующие расстояния и строят створы всех остальных скважин. Используя данные бурения, проводят границы между слоями грунтов. Литологические границы и границы предварительно выделенных инженерно-геологических элементов наносятся тонкими линиями толщиной 0,3 мм, стратиграфические границы - линиями толщиной 0,5 мм (сплошной или штриховкой). На пересечении границ с каждой выработкой слева от выработки проставляется глубина от устья выработки, справа - абсолютная отметка слоя.

Положение уровня подземных вод показывается штрих-пунктирной линией толщиной 0,5 мм. На каждой скважине, вскрывшей воду, слева от нее должна быть показана абсолютная отметка установившегося уровня подземных вод и дата замера; для напорных вод указывается глубина появления.

Отметки поверхностных вод на разрезах, пересекающих водотоки и водоёмы, указываются с датой их замера.

Между линиями, обозначающими створ скважины, соответствующими условными обозначениями показывают консистенцию глинистых и степень влажности песчаных грунтов.

Места отбора образцов грунта и проб воды из скважин изображаются на соответствующих глубинах справа от выработки.

Литологический состав грунтов показывается штриховыми знаками (крапом). Густота штриховки (крапа) зависит от размера чертежа, площади распространения грунтов на чертеже, состава грунтов. Каждый слой грунта раскрашивается в соответствующий цвет. На фоне обозначения литологического состава редкими наложенными знаками дополнительно наносятся наиболее характерные особенности грунтов (гумусированность, иловатость, глинистость и т.д.).

Возраст и генезис грунтов следует обозначать в соответствии с принятой стратиграфической схемой, таб.22.

Номера инженерно-геологических элементов заключаются в окружность, а стратиграфические индексы в рамки.

Условные обозначения к разрезам помещаются на листе разреза (внизу или справа) или на отдельном листе.

6. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В этом разделе по результатам ранее выполненной работы приводится обобщённая гидрогеологическая и инженерно-геологическая характеристика участка. Приводится краткое обоснование необходимости проведения мелиоративных мероприятий, указывается площадь, где эти мероприятия должны проводиться, и её доля в процентах к общей площади участка. Указывается характер, питание подземных вод, режим их движения и связь с межпастовыми водами. Дается вывод по качеству воды для хозяйственно-питьевых нужд, водопоя скота, орошения сельскохозяйственных культур, также по её агрессивности по отношению к бетону. Указывается вид и дебит водозаборной скважины, а также количество скважин, необходимое для водоснабжения.

Приводится краткая характеристика геологического строения участка, возраст и генезис грунтов, их строительные свойства, указываются возможные геологические процессы, влияющие на условия строительства.

ЛИТЕРАТУРА

1. Стандарт университета: Оформление материалов курсовых и дипломных проектов (работ), отчетов по практике. Общие требования и правила оформления. СТ БГТУ-01-2002, Брест, 2002.
2. Ананьев В.П., Передельский Л.В. Инженерная геология и гидрогеология: Учебник для вузов. – М.: Высшая школа, 1980. – 271 с., ил.
3. Белый Л.Д. Инженерная геология: Учебник для строит. спец. вузов. – М.: Высшая школа, 1985. – 231 с., ил.
4. Кац Д.М. Основы геологии и гидрогеология: – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Колос, 1981. – 351 с. ил.
5. СанПиН 10-124 РБ 99. «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем водоснабжения. Контроль качества».

П Р И Л О Ж Е Н И Е

Результаты замеров уровней грунтовой воды в скважинах

Таблица 1

№№ скважин	Абс. отметка по- верхности Земли	Глубина залега- ния воды от по- верхности Земли	Абс. отметка по- верхности Земли	Глубина залега- ния воды от по- верхности Земли	Абс. отметка по- верхности Земли	Глубина залега- ния воды от по- верхности Земли	Абс. отметка по- верхности Земли	Глубина залега- ния воды от по- верхности Земли	Абс. отметка по- верхности Земли	Глубина залега- ния воды от по- верхности Земли	Абс. отметка по- верхности Земли	Глубина залега- ния воды от по- верхности Земли
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	Вариант 1		Вариант 2		Вариант 3		Вариант 4		Вариант 5		Вариант 6	
1	431.0	11.3	312.4	0.0	524.7	8.7	635.7	0.0	236.4	5.5	335.0	1.1
2	429.0	8.9	320.1	5.1	523.7	9.7	636.1	2.2	235.0	6.1	334.1	0.7
3	421.0	0.0	323.0	7.2	523.6	11.6	636.3	4.2	234.2	7.1	331.1	0.9
4	430.0	6.9	326.2	9.3	523.5	13.0	636.2	5.3	229.0	3.8	333.0	3.4
5	431.0	7.6	327.0	8.5	520.9	11.3	636.3	5.7	222.5	0.0	334.7	8.7
6	433.0	13.0	319.0	4.1	522.9	3.4	635.2	0.7	236.2	5.2	333.0	1.5
7	431.5	9.2	314.8	0.0	520.4	3.4	634.1	0.0	232.5	1.9	331.7	0.5
8	429.0	4.9	320.1	2.8	520.4	6.4	633.6	2.5	228.8	0.8	329.9	0.3
9	425.0	0.0	323.0	4.5	521.4	9.0	632.5	1.8	224.9	0.0	330.5	3.5
10	429.0	1.7	326.3	7.3	518.9	8.9	635.1	6.1	230.0	4.9	333.7	9.7
11	433.7	11.6	324.3	7.2	523.1	0.9	635.8	3.7	236.4	4.4	328.1	0.0
12	430.5	6.5	318.7	0.7	519.7	0.1	632.7	0.2	234.2	2.5	329.0	0.5
13	427.0	0.1	318.9	0.0	517.0	0.1	628.8	0.0	228.9	0.0	327.1	0.2
14	429.6	0.5	322.7	0.2	519.0	4.8	628.7	0.8	230.2	3.2	330.6	6.5
15	428.2	0.0	325.8	3.7	510.9	0.0	634.2	7.1	233.0	7.0	333.8	11.8
16	433.8	9.8	325.1	6.0	524.0	0.7	636.4	7.3	236.0	2.0	329.9	1.8
17	430.5	4.5	322.4	1.8	521.7	0.4	633.2	4.5	234.0	0.0	325.1	0.0
18	429.8	0.2	324.3	2.7	518.9	0.4	630.2	3.0	232.8	0.4	329.1	4.9

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
19	431.8	0.5	324.2	0.0	515.0	0.0	624.8	0.0	233.0	4.6	331.5	9.0
20	433.0	1.4	325.0	0.7	520.0	6.8	629.1	3.9	236.0	9.2	333.5	13.1
21	434.4	8.9	326.4	5.6	525.0	1.2	637.0	9.0	235.8	0.0	329.8	4.8
22	433.1	3.4	326.1	5.3	522.9	0.9	636.1	9.3	235.1	0.6	326.0	3.6
23	433.2	1.0	326.5	4.7	518.1	0.0	633.2	7.2	235.8	3.9	322.0	0.0
24	433.9	0.8	326.1	2.0	519.1	1.6	630.2	5.1	236.4	7.3	329.0	9.0
25	435.0	1.1	325.3	0.0	521.5	7.5	622.4	0.0	237.0	9.0	333.0	13.5
	Вариант 7		Вариант 8		Вариант 9		Вариант 10		Вариант 11		Вариант 12	
1	227.0	9.1	462.5	8.5	136.8	7.8	121.5	7.5	521.1	11.4	526.0	12.3
2	226.1	7.3	461.9	6.4	135.0	4.2	119.2	1.6	519.0	9.0	524.0	9.9
3	225.8	3.7	461.0	3.8	134.4	2.4	118.1	0.0	511.0	0.0	516.0	0.0
4	225.1	0.7	460.3	0.0	134.5	1.1	123.1	1.6	520.0	7.0	525.0	7.9
5	226.5	0.0	461.7	1.0	135.0	0.0	125.2	1.2	521.6	7.6	526.1	8.6
6	226.0	9.3	460.9	6.7	135.8	6.8	120.0	6.9	523.6	13.1	528.6	14.0
7	223.1	4.7	459.1	3.1	134.5	4.2	115.1	0.0	521.5	9.1	526.5	10.2
8	222.7	0.3	458.5	0.0	132.8	1.0	119.2	0.6	519.0	4.8	524.0	5.9
9	224.1	0.0	459.6	0.6	132.5	0.0	121.7	0.5	515.0	0.0	520.0	0.0
10	226.0	1.9	461.3	2.5	134.6	1.6	124.0	0.7	519.0	1.7	524.0	2.7
11	223.2	7.5	457.8	3.5	135.4	6.9	111.0	0.0	523.7	11.7	528.7	12.6
12	220.3	3.0	456.2	0.0	134.0	4.0	117.1	4.9	520.5	6.5	525.5	7.5
13	218.8	0.0	457.8	0.3	131.0	0.0	118.2	0.0	517.0	0.7	522.0	1.1
14	224.3	2.7	459.7	1.9	133.0	1.5	119.8	0.3	519.6	0.5	524.6	1.5
15	226.4	4.5	460.8	3.2	134.5	4.5	123.2	1.0	518.2	0.0	523.2	0.0
16	220.0	4.9	453.8	0.0	134.0	5.7	119.0	8.9	523.8	9.8	528.8	10.8
17	215.0	0.0	456.7	1.2	129.3	0.0	123.1	9.1	520.5	3.5	525.5	5.5
18	218.9	0.8	457.6	1.3	134.0	4.0	120.4	6.4	519.8	0.2	524.8	1.2
19	222.6	2.0	459.8	3.2	135.0	5.5	120.5	3.6	521.8	0.5	526.8	1.5
20	226.2	5.3	460.3	3.8	136.3	7.3	123.1	3.4	523.0	1.5	528.0	2.4

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
21	212.6	0.0	454.5	2.3	128.0	0.0	121.0	11.3	524.8	8.8	529.4	9.9
22	219.0	3.9	455.5	2.5	134.3	6.0	123.5	13.0	523.0	3.5	528.1	4.4
23	224.3	7.3	457.4	2.6	135.4	7.4	123.8	11.6	523.2	1.0	528.2	2.0
24	225.2	6.1	459.0	3.5	136.8	8.3	123.6	9.7	524.0	0.7	528.9	1.8
25	226.6	5.7	460.0	4.3	138.6	10.8	124.7	8.6	525.0	1.2	530.0	2.1
	Вариант 13		Вариант 14		Вариант 15		Вариант 16 У		Вариант 17		Вариант 18	
1	408.4	0.0	421.7	9.9	530.7	0.0	331.4	6.5	330.0	2.1	327.0	10.1
2	416.1	7.4	420.7	10.9	531.1	3.0	330.0	7.1	329.1	1.7	326.1	8.3
3	419.0	9.5	420.6	12.8	531.3	5.2	329.2	8.1	326.1	1.9	325.8	4.7
4	422.2	11.6	420.5	15.2	531.2	6.3	324.0	4.8	328.0	4.4	325.1	1.7
5	423.0	2.8	417.9	12.5	531.3	6.7	317.5	0.0	329.7	9.7	326.5	0.0
6	415.0	6.4	419.9	4.6	530.2	1.7	331.2	6.2	328.0	2.5	326.0	10.3
7	410.8	0.0	417.4	4.6	529.1	0.0	327.5	2.9	326.1	1.5	323.1	5.7
8	416.1	5.1	417.4	7.6	528.6	3.5	323.8	1.8	324.9	1.3	322.0	1.3
9	419.0	6.8	418.4	10.2	527.5	2.8	319.9	0.0	325.5	4.5	324.1	0.0
10	422.3	9.6	415.9	10.1	530.1	7.1	325.0	5.9	328.7	10.7	326.0	2.9
11	420.3	9.5	420.1	2.1	530.8	4.7	331.4	5.4	323.1	0.0	323.2	8.5
12	414.7	3.0	416.7	1.3	527.7	1.2	329.2	3.5	324.0	1.5	320.3	4.0
13	414.9	0.0	414.0	1.3	523.8	0.0	323.9	0.0	322.1	1.2	318.8	0.0
14	418.7	2.5	416.0	6.0	523.7	1.8	325.2	4.2	325.6	7.5	324.3	2.7
15	421.8	7.0	407.9	0.0	529.2	8.1	328.0	8.0	328.8	12.8	326.4	5.5
16	421.1	8.3	421.0	1.9	531.4	8.3	331.0	3.0	324.3	2.8	320.0	5.9
17	418.4	4.1	418.7	1.6	528.2	5.5	329.0	0.0	320.1	0.0	315.0	0.0
18	420.3	5.0	415.9	1.6	525.2	4.0	327.8	1.4	324.1	5.9	318.9	1.8
19	420.2	0.0	412.0	0.0	519.8	0.0	328.0	5.6	326.5	10.0	322.6	3.0
20	421.0	3.0	417.0	8.0	524.1	4.9	331.0	10.2	328.5	14.1	326.2	6.3
21	422.0	7.9	422.0	2.4	532.0	10.0	330.8	0.0	324.8	5.8	312.6	0.0
22	422.1	7.6	419.0	2.1	531.1	10.3	330.1	1.6	317.0	0.0	319.0	4.9
23	422.5	7.0	415.1	0.0	528.0	8.2	330.8	4.9	321.0	4.6	324.3	8.3

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
24	422.1	4.3	416.1	2.8	525.2	6.1	331.4	8.3	324.0	10.0	325.2	7.1
25	421.3	0.0	418.5	8.7	517.4	0.0	332.0	10.0	328.0	14.5	326.6	6.7
	Вариант 19		Вариант 20		Вариант 21		Вариант 22		Вариант 23		Вариант 24	
1	362.5	9.7	236.9	8.6	222.5	8.6	420.1	12.5	326.1	13.6	326.5	9.5
2	361.9	7.6	235.1	5.2	220.2	2.7	418.0	10.1	324.0	11.2	325.2	3.6
3	361.0	5.0	234.5	3.4	219.1	0.0	410.0	0.0	316.0	0.0	323.1	0.0
4	360.3	0.0	234.6	2.1	224.1	2.7	419.0	8.1	325.0	9.2	328.1	3.6
5	361.7	2.2	235.1	0.0	226.2	2.4	420.6	8.7	326.6	9.8	330.2	3.2
6	360.9	7.9	235.9	7.8	221.0	8.0	422.6	14.2	328.6	15.3	325.0	8.9
7	359.1	4.3	234.6	5.2	216.1	0.0	420.5	10.2	326.5	11.3	320.1	0.0
8	358.5	0.0	232.9	2.0	220.5	1.7	418.0	5.9	324.0	7.0	324.2	2.6
9	359.6	1.8	232.6	0.0	222.7	1.6	414.0	0.0	320.0	0.0	326.7	2.5
10	361.3	3.7	234.7	2.6	225.0	1.8	418.0	2.8	324.0	3.9	329.0	2.7
11	357.8	4.7	235.5	7.9	212.0	0.0	422.7	12.8	328.7	13.9	316.0	0.0
12	356.2	0.0	234.1	5.0	218.1	6.0	419.5	7.6	325.5	8.7	322.1	6.9
13	357.8	1.5	231.1	0.0	219.2	0.0	416.0	1.8	322.0	2.9	323.2	0.0
14	359.7	3.1	233.1	2.5	220.8	1.4	418.6	1.6	324.6	2.7	324.8	2.8
15	360.8	4.4	234.6	5.5	224.2	2.1	417.2	0.0	323.2	0.0	328.2	3.0
16	353.8	0.0	234.1	6.7	220.0	10.0	422.8	11.0	328.8	12.0	324.0	10.9
17	356.7	2.4	229.4	0.0	224.1	10.2	419.5	4.6	325.0	5.7	328.1	11.1
18	357.6	2.5	234.1	5.0	221.4	7.5	418.8	1.3	324.8	2.4	325.1	8.4
19	359.8	4.4	235.1	6.5	221.5	4.7	420.8	1.6	326.8	2.7	325.5	5.6
20	360.3	5.0	236.4	8.3	224.1	4.5	422.0	2.6	328.0	3.7	328.1	5.4
21	354.5	3.5	228.1	0.0	222.0	12.4	423.8	9.9	329.6	4.0	328.1	5.4
22	355.5	3.7	234.4	6.0	223.5	14.1	432.0	4.6	328.0	4.7	328.5	15.0
23	357.4	2.6	235.9	8.4	224.8	12.7	422.2	2.1	328.2	3.2	328.8	13.6
24	359.0	4.7	236.9	9.3	224.6	10.8	423.0	1.8	329.0	2.9	328.6	11.7
25	360.0	5.5	238.7	11.8	225.7	9.7	424.0	2.3	330.0	3.4	329.7	10.6

Результаты химических анализов воды

Таблица 2

Вариант	Сухой остаток, мг/л.	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	pH	Свободная CO ₂ , мг/л	Карбонатная жё- сткость, мг-экв/л	Общая жёст- кость, мг-экв/л.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	676	119	168	201	74	73	40	7.6	22.0	3.5	7.4
2	896	124	150	377	145	54	46	6.7	19.8	6.6	7.0
3	510	71	98	202	92	15	32	6.8	15.3	3.5	3.6
4	906	194	204	342	42	25	90	7.3	17.4	6.6	10.1
5	577	171	38	186	123	32	24	7.0	8.2	5.2	5.8
6	688	125	83	276	87	89	24	7.0	10.6	4.8	5.5
7	740	132	177	209	128	76	18	7.1	4.4	3.7	4.6
8	713	125	83	276	168	29	13	6.9	1.1	3.4	4.3
9	924	83	492	87	31	29	163	8.0	7.0	6.2	6.9
10	667	81	41	315	166	15	12	8.2	2.8	2.1	2.8
11	892	331	102	334	250	22	38	7.1	3.7	2.3	4.4
12	982	236	146	273	202	64	27	7.3	1.9	2.5	5.1
13	937	197	196	253	121	101	42	7.9	2.3	3.2	6.8
14	702	329	133	60	84	35	28	7.3	3.0	1.9	3.1
15	691	226	21	215	153	31	33	7.8	5.5	1.5	3.3
16	709	340	152	72	36	52	26	8.4	7.3	1.6	3.7
17	331	9	185	29	18	59	10	6.6	7.2	1.2	3.0
18	923	109	367	166	159	67	17	6.7	4.3	1.6	3.2
19	493	10	27	290	70	33	12	7.7	4.2	1.3	2.8
20	782	99	201	293	82	22	28	7.4	8.4	1.5	2.9
21	712	226	21	197	177	32	15	7.2	6.5	1.3	2.7
22	801	281	147	147	82	56	25	6.8	17.0	1.6	3.0
23	406	32	183	69	22	37	38	6.8	8.0	1.2	3.4
24	312	5	11	208	7	58	8	7.3	3.7	1.1	3.1
К-т пе- ресчёта мг/л в мг-экв/л		0.028	0.021	0.016	0.044	0.05	0.082		0.0454		

Данные к построению инженерно-геологического разреза

Таблица 3

Вариант	№№ слоев	Геологический индекс	Глубина до подошвы слоя или до забоя скважины					Глубина отбора образца, м					Дочетвертичная порода
			4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
№ скважин			21	17	13	9	5	21	17	13	9	5	
1	1	hQ _{IV}	-	-	1.8	1.5	-	-	-	-	-	-	Доломит
	2	vQ _{IV}	5.2	1.6	-	-	4.1	4.1	(0.8)	-	-	(1.2)	
	3	aQ _{III}	14.4	9.2	7.2	4.9	11.1	-	-	6.3	(5.7)	-	
	4	fgQ _{II}	24.4	-	16.9	10.7	20.2	(18.6)	-	-	-	16.3	
	5	aQ _I	30.6	-	18.6	-	25.7	-	-	-	-	23.2	
	6	N ₂	33.7	-	-	-	28.6	/32.1/	-	-	-	-	
№ скважин			21	17	13	9	5	21	17	13	9	5	
2	1	hQ _{IV}	-	-	1.7	-	-	-	-	-	-	-	Известняк
	2	vQ _{IV}	4.4	0.9	-	1.9	4.9	2.3	-	-	(1.1)	-	
	3	aQ _{III}	13.4	9.9	3.6	11.8	16.9	(10.5)	-	(2.7)	9.4	-	
	4	aQ _{II}	21.5	17.4	-	15.2	21.3	17.0	-	-	-	-	
	5	fgQ _I	23.4	28.1	-	-	31.8	-	(24.4)	-	-	26.1	
	6	N ₂	-	30.7	-	-	33.3	-	-	-	-	/32.7/	
№ скважин			1	7	13	19	25	1	7	13	19	25	
3	1	hQ _{IV}	-	-	1.1	1.2	-	-	-	-	-	-	Мергель
	2	vQ _{III}	6.1	0.9	-	-	-	3.9	-	-	-	-	
	3	aQ _{III}	13.8	6.1	4.6	2.6	7.8	-	(4.3)	-	-	5.2	
	4	aQ _{II}	19.2	-	13.4	8.2	16.4	-	-	-	4.7	-	
	5	aQ _I	31.7	-	18.4	-	27.3	24.7	-	(15.2)	-	(19.9)	
	6	N ₁	33.8	-	-	-	28.4	/32.9/	-	-	-	/27.7/	
№ скважин			21	17	13	9	5	21	17	13	9	5	
4	1	hQ _{IV}	-	-	2.1	-	-	-	-	-	-	-	Мергель
	2	vQ _{IV}	5.1	1.7	-	1.3	6.2	-	0.9	-	(0.8)	-	
	3	aQ _{IV}	12.2	8.1	3.5	6.9	10.2	-	(6.2)	-	-	8.2	
	4	aQ _{III}	17.9	9.9	9.4	12.9	16.3	-	-	7.2	-	-	
	5	aQ _{II}	27.4	-	12.8	20.1	29.6	22.4	-	-	-	(20.6)	
	6	N ₁	28.8	-	-	-	30.7	(28.0)	-	-	-	/30.2/	

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
№ скважин		1	7	13	19	25	1	7	13	19	25		
5	1	hQ _{IV}	-	-	1.6	-	-	-	-	-	-	-	-
	2	vQ _{III}	7.7	2.7	-	0.8	3.3	3.2	-	-	-	(2.0)	-
	3	aQ _{II}	10.3	9.1	3.4	6.6	12.4	-	4.7	-	(2.9)	-	-
	4	aQ _{II}	19.5	-	11.2	-	19.3	-	-	8.3	-	-	-
	5	aQ _{II}	28.7	-	16.3	-	29.4	(23.4)	-	-	-	-	23.8
	6	N ₂	30.4	-	-	-	31.5	/30.4/	-	-	-	-	/30.6/
№ скважин		21	17	13	9	5	21	17	13	9	5		
6	1	hQ _{IV}	-	1.3	2.1	-	-	-	-	-	-	-	-
	2	vQ _{IV}	-	-	-	2.1	7.2	-	-	-	-	-	4.5
	3	aQ _{III}	8.9	3.5	6.7	11.1	14.1	(2.4)	-	4.0	-	-	-
	4	aQ _{II}	15.0	11.8	8.4	18.3	21.6	-	(8.1)	-	-	-	17.4
	5	aQ _I	27.6	16.5	-	25.5	29.1	(20.2)	-	-	-	21.5	-
	6	N ₂	28.9	-	-	26.9	32.9	/28.8/	-	-	-	-	/32.1/
№ скважин		1	7	13	19	25	1	7	13	19	25		
7	1	hQ _{IV}	-	-	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-
	2	vQ _{III}	6.9	1.2	-	-	-	3.6	-	-	-	-	-
	3	aQ _{III}	12.6	8.1	3.3	7.5	10.6	-	(4.2)	7.5	(5.1)	4.6	-
	4	aQ _{II}	17.3	18.2	13.4	11.2	19.8	14.7	-	-	-	-	-
	5	aQ _{II}	28.0	-	16.2	-	29.4	-	-	-	-	-	24.7
	6	P ₃	29.9	-	-	-	30.9	/28.5/	-	-	-	-	/30.2/
№ скважин		25	19	13	7	1	25	19	13	7	1		
8	1	hQ _{IV}	-	-	1.7	-	-	-	-	-	-	-	-
	2	vQ _{IV}	9.2	4.8	2.5	3.8	3.1	-	2.3	-	-	(1.6)	-
	3	aQ _{III}	13.1	7.9	9.1	10.6	12.5	11.2	-	-	(7.7)	9.3	-
	4	aQ _{II}	17.2	-	14.9	15.1	19.7	-	-	11.7	-	-	-
	5	aQ _I	28.8	-	17.8	-	25.1	(23.1)	-	16.2	-	-	-
	6	P ₁	31.5	-	-	-	27.5	/30.2/	-	-	-	-	/26.4/
№ скважин		1	7	13	19	25	1	7	13	19	25		
9	1	hQ _{IV}	-	-	1.8	-	-	-	-	-	-	-	-
	2	vQ _{IV}	2.1	0.6	-	3.2	7.7	(1.5)	-	-	-	-	4.1
	3	aQ _{III}	11.9	10.3	7.2	10.0	13.4	-	6.2	(3.9)	-	-	11.7
	4	fgQ _I	18.4	13.4	15.6	20.1	22.5	15.8	-	(11.0)	-	-	-
	5	aQ _I	27.6	-	19.2	26.3	31.2	-	-	-	-	22.0	(27.2)
	6	N ₁	30.4	-	-	-	33.0	/28.8	-	-	-	-	-

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
№ скважин			25	19	13	7	1	25	19	13	7	1	
10	1	hQ _{IV}	-	0.9	2.6	-	-	-	-	-	-	-	
	2	vQ _{IV}	-	-	-	1.3	7.6	-	-	-	-	3.2	
	3	aQ _{II}	14.1	5.5	9.0	12.7	18.3	6.2	-	(5.3)	7.3	-	
	4	fgQ _I	18.7	14.3	19.3	21.1	26.3	-	(10.6)	-	-	20.9	
	5	aQ _I	26.8	18.4	23.8	22.3	35.0	(22.9)	-	-	-	29.2	
	6	P ₃	29.1	-	-	-	35.5	/27.8/	-	-	-	-	-
№ скважин			21	17	13	9	5	21	17	13	9	5	
11	1	hQ _{IV}	-	-	1.8	2.1	-	-	-	-	-	-	
	2	vQ _{IV}	8.1	2.2	-	-	2.9	4.7	-	-	-	(1.9)	
	3	aQ _{III}	17.7	12.1	8.0	5.9	13.8	-	-	(4.6)	-	10.7	
	4	lgQ _{II}	22.9	19.2	10.7	14.9	19.4	-	16	-	(9.5)	-	
	5	aQ _I	32.6	20.3	-	16.3	27.7	(28.4)	-	-	-	23.7	
	6	P ₂	33.7	-	-	-	29.4	/33.2/	-	-	-	-	/28.7/
№ скважин			21	17	13	9	5	21	17	13	9	5	
12	1	hQ _{IV}	-	-	-	1.8	-	-	-	-	-	-	
	2	vQ _{III}	8.8	3.0	-	-	-	5.3	-	-	-	-	
	3	aQ _{II}	15.2	9.3	5.1	3.2	10.2	11.8	-	(3.2)	-	4.6	
	4	fgQ _I	24.6	19.4	8.2	13.6	20.5	-	14.3	-	(7.9)	-	
	5	aQ _I	31.9	21.8	-	22.2	25.8	-	-	-	(17.8)	22.7	
	6	J	33.5	-	-	23.7	-	/32.5/	-	-	-	/22.8/	-
№ скважин			21	17	13	9	5	21	17	13	9	5	
13	1	hQ _{IV}	-	-	1.8	-	-	-	-	-	-	-	
	2	vQ _{IV}	3.7	0.9	-	2.3	5.0	2.1	-	-	(1.2)	-	
	3	aQ _{III}	11.9	10.1	7.4	9.9	13.9	-	6.3	(3.4)	-	8.9	
	4	lgQ _{II}	19.6	16.9	9.3	19.6	24.8	(16.5)	-	8.4	-	-	
	5	aQ _I	28.1	18.4	-	23.7	30.0	25.3	-	-	(21.5)	-	
	6	K	29.4	-	-	-	31.7	-	-	-	-	-	/31.1/
№ скважин			1	7	13	19	25	1	7	13	19	25	
14	1	hQ _{IV}	-	-	-	1.3	-	-	-	-	-	-	
	2	vQ _{II}	6.6	1.4	-	-	1.6	4.2	(0.8)	-	-	-	
	3	aQ _{II}	12.2	8.5	5.6	3.0	7.7	-	-	(3.0)	-	5.6	
	4	fgQ _I	19.7	16.4	6.9	9.1	17.3	16.1	-	-	(5.8)	-	
	5	aQ _I	28.3	21.3	-	11.3	26.3	-	18.2	-	-	(20.7)	
	6	N _I	30.7	-	-	-	27.5	/29.5/	-	-	-	-	/26.8/

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
№ скважин			5	9	13	17	21	5	9	13	17	21	
15	1	hQ _{IV}	-	-	2.0	-	-	-	-	-	-	-	Известняк
	2	vQ _{III}	9.3	5.0	-	3.5	6.3	5.7	(2.2)	-	-	(3.3)	
	3	aQ _{II}	14.1	10.1	6.3	6.9	15.1	-	7.7	-	(5.0)	-	
	4	fgQ _I	22.4	14.5	10.8	-	19.0	-	-	(9.0)	-	16.9	
	5	aQ _I	29.1	-	13.5	-	31.0	(25.0)	-	-	-	24.7	
	6	N ₂	30.5	-	-	-	31.1	/29.8/	-	-	-	-	
№ скважин			1	7	13	19	25	1	7	13	19	25	
16	1	hQ _{IV}	-	-	1.7	-	-	-	-	-	-	-	Мергель
	2	vQ _{IV}	-	-	-	1.4	6.1	-	-	-	-	3.3	
	3	aQ _{III}	10.9	7.1	3.5	6.6	11.6	8.4	(2.2)	-	(3.6)	-	
	4	fgQ _{II}	19.4	9.6	9.1	-	20.3	(14.8)	-	6.4	-	-	
	5	aQ _{II}	29.7	-	12.2	-	30.9	25.2	-	-	-	23.6	
	6	N ₁	31.1	-	-	-	31.8	/30.5/	-	-	-	/31.5/	
№ скважин			21	17	13	9	5	21	17	13	9	5	
17	1	hQ _{IV}	-	1.3	-	-	-	-	-	-	-	-	Доломит
	2	aQ _{IV}	-	-	0.4	3.8	5.8	-	-	-	-	3.0	
	3	aQ _{III}	10.9	5.5	6.8	8.7	14.6	(7.5)	-	-	6.1	-	
	4	fgQ _{II}	17.2	11.1	14.9	10.4	21.4	13.3	-	(11.4)	-	17.7	
	5	aQ _I	28.2	17.9	16.2	-	30.8	-	(14.5)	-	-	26.9	
	6	N ₂	29.4	-	-	-	34.0	/28.7/	-	-	-	/32.3/	
№ скважин			1	7	13	19	25	1	7	13	19	25	
18	1	hQ _{IV}	-	-	1.7	-	-	-	-	-	-	-	Гранит
	2	aQ _{III}	4.8	1.9	-	0.5	2.1	2.9	-	-	-	(1.0)	
	3	aQ _{III}	11.7	8.1	2.9	5.5	9.4	-	4.4	-	(3.8)	(5.6)	
	4	fgQ _{II}	17.2	16.5	11.7	6.9	13.1	-	-	(7.2)	-	11.2	
	5	aQ _I	28.4	18.5	16.3	-	30.5	(22.6)	-	-	-	23.2	
	6	P ₁	31.1	-	-	-	31.5	/29.7/	-	-	-	-	
№ скважин			1	7	13	19	25	1	7	13	19	25	
19	1	hQ _{IV}	-	-	1.1	-	-	-	-	-	-	-	Доломит
	2	vQ _{III}	3.8	3.3	4.5	6.2	6.0	(2.0)	-	2.7	-	(2.5)	
	3	aQ _{III}	9.4	8.2	9.5	13.3	16.5	-	(6.0)	-	9.6	-	
	4	fgQ _I	25.0	9.8	19.6	16.4	20.2	-	-	(15.3)	-	18.2	
	5	aQ _I	34.3	-	23.8	-	34.4	28.9	-	-	-	(28.8)	
	6	N ₂	36.4	-	-	-	35.6	/35.4/	-	-	-	-	

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
№ скважин			1	7	13	19	25	1	7	13	19	25	Известняк
20	1	hQ _{IV}	-	-	1.0	-	-	-	-	-	-	-	
	2	vQ _{IV}	4.5	2.2	-	0.9	3.4	-	(1.1)	-	-	2.1	
	3	aQ _{III}	16.1	13.4	9.3	11.8	137	12.7	-	(5.1)	(4.8)	-	
	4	fgQ _{II}	18.6	17.6	14.0	21.9	25.7	-	15.6	-	16.2	-	
	5	aQ _I	33.9	23.9	-	24.1	33.2	26.8	-	-	-	28.3	
	6	N ₂	35.0	-	-	-	35.3	-	-	-	-	/34.3/	
№ скважин			1	7	13	19	25	1	7	13	19	25	Мергель
21	1	hQ _{IV}	-	1.2	2.7	-	-	-	-	-	-	-	
	2	vQ _{III}	-	-	-	2.7	8.6	-	-	-	(1.5)	4.7	
	3	aQ _{II}	10.2	5.5	8.1	9.7	16.3	7.2	(3.7)	-	6.5	-	
	4	lgQ _{II}	18.4	12.9	18.2	17.4	26.2	-	-	(12.4)	-	21.3	
	5	aQ _I	30.0	15.3	24.9	-	32.2	23.8	-	(21.6)	-	-	
	6	N ₂	31.5	-	26.7	-	34.4	-	-	/25.7	-	/33.1/	
№ скважин			21	17	13	9	5	21	17	13	9	5	Доломит
22	1	hQ _{IV}	-	-	-	1.7	-	-	-	-	-	-	
	2	vQ _{IV}	4.5	2.2	0.4	-	6.1	3.8	-	-	-	(3.8)	
	3	aQ _{III}	12.0	9.7	7.7	6.5	11.5	-	6.0	-	(4.0)	-	
	4	fgQ _{II}	20.0	18.1	15.6	11.4	20.2	-	14.0	(10.5)	-	14.7	
	5	aQ _{II}	29.8	20.1	19.1	-	29.7	26.3	-	-	-	(24.8)	
	6	N ₁	31.6	-	-	-	30.4	/30.8/	-	-	-	-	
№ скважин			21	17	13	9	5	21	17	13	9	5	Гранит
23	1	hQ _{IV}	-	-	-	2.0	-	-	-	-	-	-	
	2	vQ _{IV}	4.9	0.9	-	-	5.2	(3.1)	-	-	-	3.2	
	3	aQ _{III}	14.3	9.9	7.1	4.8	10.3	10.5	(3.4)	-	(3.0)	-	
	4	fgQ _{II}	19.9	16.5	15.6	10.8	19.4	-	12.8	-	(8.0)	-	
	5	aQ _I	33.0	23.3	23.3	-	27.4	-	-	(19.5)	-	23.5	
	6	P ₃	34.0	-	24.7	-	30.5	-	-	-	-	/29.0/	
№ скважин			25	19	13	7	1	25	19	13	7	1	Мергель
24	1	hQ _{IV}	-	1.1	2.5	-	-	-	-	-	-	-	
	2	vQ _{III}	2.9	-	-	1.0	4.8	-	-	-	-	3.2	
	3	aQ _{II}	10.7	2.4	5.7	7.3	9.4	6.0	-	-	(3.8)	-	
	4	fgQ _I	16.3	10.1	15.3	18.3	22.0	-	6.8	(9.9)	-	15.0	
	5	aQ _I	25.5	12.3	22.1	21.4	33.0	(21.2)	-	18.4	-	28.7	
	6	N ₂	30.0	-	-	-	34.0	/27.7/	-	-	-	-	

Примечание: В графах "Глубина отбора образцов" обозначены:
 без скобок – образцы ненарушенной структуры;
 в круглых скобках () – образцы нарушенной структуры;
 в косых скобках / / - секционные (валовые) пробы.

Состав и физические характеристики грунтов

Таблица 4

Вариант	№№ слоя	Гранулометрический состав, %					Плотность грунта, ρ , г/см ³	Плотность частиц, ρ_s , г/см ³	Естественная влажность, W , %	Пределы пластичности, %	
		> 2 мм	2-0.5 мм	0.5-0.25 мм	0.25-0.1 мм	< 0.1 мм				W_p	W_L
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	2						2.03	2.68	10	6	11
	3	20	38	29	9	4	2.01	2.67	24		
	4						1.81	2.72	13	16	35
	5	12	18	31	24	15	2.09	2.66	18		
2	2	6	17	26	35	16	1.75	2.67	15		
	3	1	21	38	30	10	2.07	2.67	21		
	4						1.92	2.70	3	5	18
	5	23	35	26	9	7	2.10	2.67	19		
3	2						1.64	2.69	13	10	14
	3	5	16	21	38	20	2.01	2.67	24		
	4						1.94	2.73	3	9	28
	5	15	23	28	22	12	2.08	2.66	19		
4	2	4	18	26	31	21	1.96	2.66	7		
	3	17	41	31	10	1	2.02	2.66	23		
	4						1.81	2.72	10	11	25
	5	37	25	20	12	6	2.10	2.66	19		
5	2						1.71	2.69	11	9	14
	3	4	11	26	45	14	2.05	2.67	22		
	4						1.89	2.72	4	7	30
	5	24	37	19	16	4	2.03	2.66	23		
6	2						2.08	2.68	10	8	13
	3	3	15	30	38	14	2.00	2.66	24		
	4						1.93	2.72	3	5	19
	5	13	26	31	27	3	2.06	2.66	20		
7	2						1.91	2.68	7	6	19
	3	14	39	27	13	7	2.05	2.66	21		
	4						1.81	2.74	9	14	35
	5	32	26	24	12	6	2.07	2.66	20		
8	2						1.79	2.69	10	7	12
	3		12	26	34	28	2.01	2.67	24		
	4						2.08	2.72	7	9	22
	5	16	49	23	9	3	1.98	2.67	25		

Продолжение таблицы 4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
9	2						1.67	2.69	12	9	14
	3	2	11	18	29	40	1.99	2.68	26		
	4						1.82	2.73	16.5	14	33
	5	14	48	19	11	8	2.08	2.67	21		
10	2						1.72	2.69	15	12	17
	3	1	9	28	30	32	2.03	2.67	24		
	4						1.99	2.70	7	10	21
	5	9	32	23	18	18	2.01	2.67	23		
11	2						1.71	2.69	8	7	11
	3	3	16	21	34	26	1.97	2.68	28		
	4						1.84	2.74	4	11	29
	5	41	23	18	9	9	2.06	2.67	21		
12	2		12	17	30	41	2.02	2.67	10		
	3	46	23	18	9	4	2.00	2.66	26		
	4						1.91	2.70	6	9	23
	5	18	38	24	13	7	2.02	2.66	24		
13	2	2	16	27	39	16	1.73	2.67	10		
	3	32	25	23	12	8	2.06	2.67	22		
	4						1.81	2.72	9.5	12	34
	5	11	27	29	25	8	2.05	2.66	21		
14	2	2	10	18	25	45	1.78	2.68	16		
	3	2	23	36	18	21	2.00	2.66	24		
	4						1.88	2.71	4	7	18
	5	46	23	19	10	5	2.02	2.67	23		
15	2	1	11	24	29	35	1.87	2.68	8		
	3	37	29	21	10	3	2.04	2.67	23		
	4						1.83	2.73	4	8	29
	5	21	37	18	16	8	2.09	2.67	20		
16	2						1.83	2.68	9	7	11
	3	1	18	25	41	15	2.02	2.66	23		
	4						1.76	2.71	7	9	23
	5	29	24	16	18	13	2.04	2.67	22		
17	2	1	17	30	42	10	1.85	2.67	11		
	3	9	17	40	19	15	2.03	2.66	23		
	4						1.82	2.74	13	12	30
	5	17	41	18	17	7	2.00	2.66	24		
18	2	1	18	19	29	33	1.90	2.67	7		
	3	15	42	31	8	4	1.99	2.67	25		
	4						1.96	2.70	9	11	20
	5	7	30	22	25	16	2.00	2.67	24		
19	2	4	16	28	33	19	1.92	2.66	12		
	3	5	18	31	28	18	1.99	2.66	25		
	4						1.82	2.74	6.5	10	37
	5	46	18	17	11	8	2.10	2.66	20		

Продолжение таблицы 4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
20	2	5	20	24	38	13	1.93	2.66	9		
	3	41	19	15	14	11	2.00	2.66	24		
	4						1.88	2.71	11	12	25
	5	8	27	21	29	15	2.00	2.67	25		
21	2						2.09	2.68	8	8	14
	3	2	19	26	32	21	2.03	2.66	22		
	4						1.83	2.73	7	11	31
	5	39	26	21	13	1	2.00	2.67	24		
22	2		14	24	32	30	2.67	1.85	11		
	3	13	14	41	23	9	2.05	2.67	22		
	4						1.73	2.72	8	10	26
	5	15	43	21	13	8	1.99	2.67	24		
23	2		15	25	30	30	1.82	2.68	12		
	3	22	35	23	17	3	2.03	2.66	22		
	4						1.98	2.72	16.5	15	36
	5	10	23	19	36	12	1.99	2.67	2.6		
24	2						1.82	2.68	12	9	15
	3	4	15	23	23	35	1.94	2.68	29		
	4						1.89	2.71	8	11	24
	5	20	32	28	18	2	2.04	2.66	22		

Классификация природных вод по массовой концентрации сухого остатка

Таблица 5

Группы вод	Массовая концентрация сухого остатка, мг/л.
1	2
Сверхпресные	<200
Пресные	200-1000
Слабосоленоватые	1000-3000
Сильносоленоватые	3000-10000
Солёные	10000-35000
Рассоды	>35000

Классификация подземных вод по жёсткости

Таблица 6

Группы вод	Общая жёсткость, мг-экв/л.
1	2
Очень мягкие	<1.5
Мягкие	1.5-3.0
Умеренно жёсткие	3.0-6.0
Жёсткие	6.0-9.0
Очень жёсткие	>9.0

Классификация подземных вод по водородному показателю

Таблица 7

Группы вод	Величина водородного показателя, pH
1	2
Кислые	pH < 7
Нейтральные	pH = 7
Щелочные	pH > 7
Высокощелочные	pH = 10.3

Нормативы обобщенных показателей и наиболее распространенных химических веществ в питьевой воде

Таблица 8

Наименование показателя	Единица-измерения	Нормативы (предельно допуст. концентрации (ПДК), не более	Показатель вредности	Класс опасности
1	2	3	4	5
Обобщенные показатели				
Водородный показатель	Единицы pH	В пределах 6-9		
Общая минерализация (сухой остаток)	мг/дм ³	1000(1500) ₂		
Общая жёсткость	ммоль/дм ³	7,0(10) ₂		
Окисляемость перманганатная	мг/дм ³	0,1		
Поверхностно-активные вещества (ПАВ) анионоактивные	мг/дм ³	0,5		
Фенольный индекс	мг/дм ³	0,25		
Неорганические вещества				
Алюминий (Al ³⁺)	мг/дм ³	0,5	с.-т.	2
Барий (Ba ²⁺)	мг/дм ³	0,1	с.-т.	2
Бериллий (Be ²⁺)	мг/дм ³	0,0002	с.-т.	1
Бор (суммарно)	мг/дм ³	0,5	с.-т.	2
Железо (Fe, суммарно)	мг/дм ³	0,3(1,0) ₂	орг.	3
Кадмий (Cd, суммарно)	мг/дм ³	0,001	с.-т.	2
Марганец (Mn, суммарно)	мг/дм ³	0,1 (0,5) ₂	орг.	3
Медь (Cu, суммарно)	мг/дм ³	1,0	орг.	
Молибден (Mo, суммарно)	мг/дм ³	0,25	с.-т.	3
Мышьяк (As, суммарно)	мг/дм ³	0,05	с.-т.	2
Никель (Ni, суммарно)	мг/дм ³	0,1	с.-т.	3
Нитраты (по NO ₃ ⁻)	мг/дм ³	45	орг.	3
Ртуть (Hg, суммарно)	мг/дм ³	0,0005	с.-т.	1

Продолжение таблицы 8

1	2	3	4	5
Свинец (Pb, суммарно)	мг/дм ³	0,03	с.-т.	2
Селен (Se, суммарно)	мг/дм ³	0,01	с.-т.	2
Стронций (Sr ²⁺)	мг/дм ³	7,0	с.-т.	2
Сульфаты (SO ₄ ²⁻)	мг/дм ³	500	орг.	4
Фториды (F ⁻)	мг/дм ³	1,5	с.-т.	2
Хлориды (Cl ⁻)	мг/дм ³	350	орг.	4
Хром (Cr ⁶⁺)	мг/дм ³	0,05	с.-т.	3
Цианиды (CN ⁻)	мг/дм ³	0,035	с.-т.	2
Цинк (Zn ²⁺)	мг/дм ³	5,0	орг.	3
Органические вещества				
У-ГХЦГ (линдан)	мг/дм ³	0,002 ₃	с.-т.	1
ДДГ (сумма изомеров)	мг/дм ³	0,002 ₃	с.-т.	2
2,4-Д	мг/дм ³	0,03 ₃	с.-т.	2

Примечание:

1. Лимитирующий признак вредности вещества, по которому установлен норматив: «с.-т.» - санитарно-токсикологический, «орг.» - органолептический.

2. Величина, указанная в скобках, может быть установлена по постановлению главного государственного санитарного врача соответствующей территории для конкретной системы водоснабжения на основании оценки санитарно-эпидемиологической обстановки в населенном пункте и применяемой технологии водоподготовки.

**Норма качества воды для водопоя животных
(СНиП П-31-74)**

Таблица 9

Видовые и возрастные группы	Массовая концентрация сухого остатка	Предельное содержание		Общая жесткость, мг-экв/л
		хлоридов, мг/л	сульфатов, мг/л	
1	2	3	4	5
Крупный рогатый скот:				
- взрослые животные	2400	600	800	18
- телята и ремонтный молодняк	1800	400	600	14
Свиньи:				
- взрослые животные	1200	400	600	14
- поросята и ремонтный молодняк	1000	350	500	12
Лошади:				
- взрослые животные	1000	400	500	15
- жеребята и ремонтный молодняк	1000	350	500	12
Овцы:				
- взрослые животные	5000	2000	2400	45
- ягнята и ремонтный молодняк	3000	1500	1700	30

Агрессивность подземных вод по отношению к бетону

Таблица 10

Вид агрессивности	Компоненты-носители агрессивности и их размерность	Неагрессивная вода	Агрессивная вода по отношению к бетону	
			обычному в благоприятных условиях	стойкому в неблагоприятных условиях
1	2	3	4	5
Общекислотная	pH	>7	<7	<5
Выщелачивающая	HCO ₃ ³⁻ , мг-экв/л	≥1.5	<1.5	<0.4
Углекислотная	CO ₂ , мг/л	≤3.0	>3.0	>8.3
Сульфатная	SO ₄ ²⁻ , мг/л	≤250	>250	>400
Магnezиальная	Mg ²⁺ , мг/л	≤100		

Классификация песчаных грунтов по гранулометрическому составу

Таблица 11

Грунт	Размер частиц, мм	Масса частиц, % от массы воздушно-капельного грунта
1	2	3
Гравелистый	>2	>25
Крупный	>0.5	>50
Средней крупности	>0.25	>50
Мелкий	>0.1	≥75
Пылеватый	>0,1	<75

Примечание: Наименование грунта принимается по первому удовлетворяющему показателю в порядке их расположения в таблице.

Подразделение пылевато-глинистых грунтов по числу пластичности

Таблица 12

Грунт	Число пластичности, %
1	2
Супесь	1 ≤ J _p ≤ 7
Суглинок	7 < J _p ≤ 17
Глина	J _p > 17

Подразделение песчаных грунтов по плотности сложения

Таблица 13

Песок	Значение коэффициента пористости		
	плотные	средней плотности	рыхлые
1	2	3	4
Гравелистый, крупный и средней крупности	e < 0.55	0.55 ≤ e ≤ 0.7	e > 0.7
Мелкий	e < 0.6	0.6 ≤ e ≤ 0.75	e > 0.75
Пылеватый	e < 0.6	0.6 ≤ e ≤ 0.8	e > 0.8

Подразделение грунтов по степени влажности (грунты песчаные)

Таблица 14

Грунт	Степень влажности
1	2
Маловлажный	$0 < S_r \leq 0.5$
Влажный	$0.5 < S_r \leq 0.8$
Насыщенный водой	$0.8 < S_r \leq 1.0$

Подразделение пылевато-глинистых грунтов по показателю текучести

Таблица 15

Грунт	Показатель текучести
1	2
Супесь:	
твёрдая	$J_L < 0$
пластичная	$0 \leq J_L \leq 1.0$
текучая	$J_L > 1.0$
Суглинок и глина:	
твёрдые	$J_L < 0$
полутвёрдые	$0 \leq J_L \leq 0.25$
тугопластичные	$0.25 < J_L \leq 0.5$
мягкопластичные	$0.5 < J_L \leq 0.75$
текучепластичные	$0.75 < J_L \leq 1.0$
текучие	$J_L > 1.0$

Нормативные значения модулей деформации песчаных грунтов

Таблица 16

Песок	Значения E_0 , МПа при коэффициенте пористости			
	0.45	0.55	0.65	0.75
1	2	3	4	5
Гравелистый, крупный и средней крупности	50	40	30	-
Мелкий	48	38	28	18
Пылеватый	39	28	18	11

Нормативные значения удельных сцеплений C_n , кПа и углов внутреннего трения φ_n , град., песчаных грунтов

Таблица 17

Песок	Характеристика	Значения C_n и φ_n при коэффициенте пористости e			
		0.45	0.55	0.65	0.75
1	2	3	4	5	6
Гравелистый, крупный	C_n	2	1	0	-
	φ_n	43	40	38	-
Средней крупности	C_n	3	2	1	-
	φ_n	40	38	35	-
Мелкий	C_n	6	4	2	0
	φ_n	38	36	32	28
Пылеватый	C_n	8	6	4	2
	φ_n	36	34	30	26

Нормативные значения удельных сцеплений c_n , кПа и углов внутреннего трения φ_n , град., пылевато-глинистых грунтов четвертичных отложений

Таблица 18

Грунт	Показатель текучести	Характеристика	Значения C_n и φ_n при коэффициенте пористости e							
			0.45	0.55	0.65	0.75	0.85	0.95	1.05	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Супесь	$0 < J_L \leq 0.25$	C_n	21	17	15	13	-	-	-	-
		φ_n	30	29	27	24	-	-	-	-
	$0.25 < J_L \leq 0.75$	C_n	19	15	13	11	-	-	-	-
		φ_n	28	26	24	21	-	-	-	-
Суглинок	$0 \leq J_L \leq 0.25$	C_n	47	37	31	25	22	19	-	
		φ_n	26	25	24	23	22	20	-	
	$0.25 < J_L \leq 0.5$	C_n	39	34	28	23	18	15	-	
		φ_n	24	23	22	21	19	17	-	
	$0.5 < J_L \leq 0.75$	C_n	-	-	25	20	16	14	12	
		φ_n	-	-	19	18	16	14	12	
Глина	$0 \leq J_L \leq 0.25$	C_n	-	81	68	54	47	41	36	
		φ_n	-	21	20	19	18	16	14	
	$0.25 < J_L \leq 0.5$	C_n	-	-	57	50	43	37	32	
		φ_n	-	-	18	17	16	14	11	
	$0.25 < J_L \leq 0.5$	C_n	-	-	57	50	43	37	32	
		φ_n	-	-	16	14	12	10	7	

Нормативные значения модулей деформации E_0 пылевато-глинистых грунтов

Таблица 19

Возраст и происхождение грунтов	Грунт	Показатель текучести	Значения E_0 , МПа										
			при коэффициенте пористости e										
1	2	3	0.35	0.45	0.55	0.65	0.75	0.85	0.95	1.05	1.2	1.4	1.6
			4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Четвертичные отложения: аллювиальные, делювиальные, озерно-аллювиальные	Супесь	$0 \leq J_L \leq 0.75$	-	32	24	16	10	7	-	-	-	-	-
		$0 \leq J_L \leq 0.25$	-	34	27	22	17	14	11	-	-	-	-
	Суглинок	$0.25 < J_L \leq 0.5$	-	32	25	19	14	11	8	-	-	-	-
		$0.5 < J_L \leq 0.75$	-	-	-	17	12	8	6	5	-	-	-
	Глина	$0 \leq J_L \leq 0.25$	-	-	26	24	21	18	15	12	-	-	-
		$0.25 < J_L \leq 0.5$	-	-	-	21	18	15	12	9	-	-	-
		$0.5 < J_L \leq 0.75$	-	-	-	-	15	12	9	7	-	-	-
Флювиогляциальные	Супесь	$0 \leq J_L \leq 0.75$	-	33	24	17	11	7	-	-	-	-	-
		$0 \leq J_L \leq 0.25$	-	40	33	27	21	-	-	-	-	-	-
	Суглинок	$0.25 < J_L \leq 0.5$	-	35	28	22	21	-	-	-	-	-	-
		$0.5 < J_L \leq 0.75$	-	-	-	17	13	10	7	-	-	-	-
Моренные	Супесь и суглинок	$J_L \leq 0.5$	75	55	45	-	-	-	-	-	-	-	-
Юрские отложения оксфордского яруса	Глина	$0.25 \leq J_L \leq 0$	-	-	-	-	-	-	27	25	22	-	-
		$0 < J_L \leq 0.25$	-	-	-	-	-	-	24	22	19	15	-
		$0.25 < J_L \leq 0.5$	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16	12

Примечание: Значение E_0 не распространяется на лессовые грунты

Расчётное сопротивление R_0 для крупнообломочных и песчаных грунтов

Таблица 20

Пески	R_0 , кПа	
	плотные	средней плотности
1	2	3
Гравелистые, крупные	600	500
Средней крупности	500	400
Мелкие:		
- маловлажные	400	300
- влажные и насыщенные водой	300	200
Пылеватые:		
- маловлажные	300	250
- влажные	200	150
- насыщенные водой	150	100

Расчётное сопротивление R_0 для пылевато-глинистых грунтов

Таблица 21

Пылевато-глинистые грунты	R_0 , кПа	
	$J_L=0$	$J_L=1$
1	2	3
Супеси с коэффициентом пористости		
0.5	300	300
0.7	250	200
Суглинки с коэффициентом пористости		
0.5	300	250
0.7	250	180
0.8	200	100
Глины с коэффициентом пористости		
0.5	600	400
0.6	500	300
0.8	300	200
1.0	250	100

Примечание: при промежуточных значениях e и J_L значения определяются интерполяцией.

Генетические индексы и цвета к карте четвертичных отложений

Таблица 22

Наименование основных и смешанных типов четвертичных отложений	Индекс	Тон
1	2	3
Элювиальные	e	Фиолетовый
Делювиальные	d	Ярко-оранжевый
Аллювиальные	a	Зелёный
Ледниковые	g	Коричневый
Флювиогляциальные	f	Тускло-зелёный
Озёрные	l	Синевато-голубой
Пролювиальные	p	Оливковый
Солифлюкционные	s	Красновато-фиолетовый
Морские	m	Голубой
Золотые	v	Светло-жёлтый
Химические	ch	Серовато-фиолетовый
Элювиально-делювиальные	ed	Оранжевый
Делювиально-солифлюкционные	ds	Розовый
Аллювиально-делювиальные	ad	Жёлтый
Аллювиально-озёрные	al	Голубовато-зелёный
Аллювиально-морские	am	Синевато-зелёный
Аллювиально-пролювиальные	ap	Светло-желтовато-зелёный
Пролювиально-делювиальные	pd	Палевый
Озёрно-ледниковые	lg	Серовато-зелёный
Ледниково-морские	gm	Синий
Озёрно-болотные	lb	Серовато-голубой
Биогенные	b	Не окрашивается
Биогенно-болотные	h	Фиолетово-красный
Вулканические	β	Тёмно-зелёный
Искусственные (техногенные)	t	Зеленовато-жёлтый
Коллювиальные	c	Кармин
Делювиально-коллювиальные	dc	Розовато-оранжевый

Учебное издание

Составители: Дедок Владимир Николаевич
Куриль Нина Григорьевна

Методические указания

к выполнению курсовой работы по инженерной геологии и гидрогеологии для студентов специальностей
74 05 01 «Мелиорация и водное хозяйство» и
70 04 03 «Водоснабжение, водоотведение и охрана водных ресурсов»
для дневной и заочной форм обучения

Ответственный за выпуск Дедок В.Н.

Редактор Строкач Т.В.

Компьютерная вёрстка Боровикова Е.А.

Корректор Никитчик Е.В.

Подписано к печати 18.03.2005 г. Формат 60x84 1/16. Бумага писчая. Усл. п. л. 2.1.
Уч.-изд. л. 2.25. Заказ № 341. Тираж 150 экз. Отпечатано на ризографе учреждения образования «Брестский государственный технический университет».
224017, г. Брест, ул. Московская, 267.