

КАЗАНСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Р. Х. МУСИН

**ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА И
ОБЪЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА К НЕЙ**

Учебно-методическое пособие

**КАЗАНЬ
2020**

УДК 556.3
ББК 26.35

Рекомендовано к изданию
Учебно-методическим центром ИГиНГТ КФУ
(протокол № 8 от 28 мая 2020 г.)

Рецензент:

кандидат геолого-минералогических наук, доцент **Муравьев Ф. А.**

Мусин Р.Х.

Гидрогеологическая карта и объяснительная записка к ней: учебно-методическое пособие /Р. Х. Мусин. – Казань: Изд-во Казан. ун-та, 2020. – 38 с.

Учебно-методическое пособие предназначено для студентов специальности (профиля подготовки) “Гидрогеология и инженерная геология”. В работе рассматриваются современные требования к содержанию и принципам составления гидрогеологической карты общего назначения и объяснительной записки к ней. Пособие позволит студентам самостоятельно ориентироваться в вопросах картографирования и описания гидрогеологических условий конкретных площадей при прохождении учебной специализированной гидрогеологической практики, составлении квалификационных работ. Учебно-методическое пособие также может быть полезным для студентов-бакалавров и магистрантов и других специальностей.

УДК
ББК

© Мусин Р.Х., 2020

© Издательство Казанского университета, 2020

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
Глава 1. ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА	4
1.1. Общие положения и понятия о гидрогеологических картах.....	4
1.2. Содержание карты.....	6
1.2.1. Гидрогеологические подразделения.....	7
1.2.2. Гидрогеодинамические показатели.....	16
1.2.3. Водопункты.....	17
1.2.4. Гидрогеохимические и гидрогеотермические показатели.....	18
1.2.5. Запасы подземных вод.....	19
1.2.6. Природные объекты и процессы, влияющие на гидрогеологические условия.....	20
1.2.7. Техногенные объекты и сооружения, воздействующие на подземную гидросферу.....	21
1.2.8. Изменения гидрогеологических условий под воздействием техногенных факторов.....	21
1.2.9. Изменения элементов окружающей среды под влиянием нарушений гидрогеологических условий.....	21
Глава 2. ГРАФИЧЕСКИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ К ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКОЙ КАРТЕ	22
2.1. Гидрогеологические разрезы.....	22
2.2. Гидрогеологическая колонка.....	23
2.3. Схема взаимоотношений и водоносности четвертичных отложений.....	23
2.4. Примеры условных обозначений гидрогеологических элементов, отражаемых на карте и разрезах.....	25
Глава 3. ОБЪЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА	32
3.1. Содержание записки.....	32
3.2. Каталог водопунктов.....	35
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	37
ЛИТЕРАТУРА	38

ВВЕДЕНИЕ

Наиболее наглядной формой отображения гидрогеологических условий любых территорий является гидрогеологическая карта. Поэтому гидрогеологические карты являются либо целью, либо одним из основных средств (рабочих инструментов) проведения большей части гидрогеологических исследований.

Гидрогеологическое картографирование прошло длительный путь развития от элементарной фиксации отдельных проявлений подземных вод (ПВ) до современных карт, нагрузка которых включает обширный и постоянно расширяющийся спектр различных элементов, явлений и процессов.

Основная цель этой работы – ознакомление студентов и магистрантов Института геологии и нефтегазовых технологий с современными требованиями к содержанию гидрогеологических карт и сопровождающих их приложений, оказание помощи студентам гидрогеологической специальности при прохождении учебной специализированной практики и подготовке квалификационных работ.

Учебно-методическое пособие составлено на основе действующих нормативных документов [2, 4, 8, 10].

Глава 1. ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА

1.1. Общие положения и понятия о гидрогеологических картах

Гидрогеологическая карта является картографической моделью, отражающей строение, закономерности формирования и развития верхней части подземной гидросферы. Карты составляются на основе результатов гидрогеологосъемочных работ. В отдельных случаях их построение возможно и без проведения специальных исследований (при наличии соответствующей гидрогеологической информации и геологической основы).

Гидрогеологические карты различаются по следующим признакам [3, 9 и др.]:

- целевому назначению и содержанию;
- полноте отражения картируемых элементов;
- масштабу;
- способу графического оформления;
- степени обоснованности фактическим материалом.

По первому признаку различают карты общие и специальные. На общих отражаются все основные гидрогеологические элементы, и они должны полно характеризовать гидрогеологические условия территории. Специальные карты составляются для решения узких задач – водоснабже-

ние района, осушение или орошение земельного массива, гидрохимические поиски полезных ископаемых и др.

В зависимости от полноты отражения изучаемых явлений карты подразделяются на общие и частные. Так частными среди карт общего назначения являются гидрогеохимические, гидродинамические и др. карты.

По масштабу выделяются карты – обзорные (масштаб 1 : 1 000 000 и мельче), мелкомасштабные (1 : 500 000 – 1 : 1 000 000), среднемасштабные (1 : 100 000 – 1 : 200 000), крупномасштабные (1 : 25 000 – 1 : 50 000), детальные (1 : 25 000 и крупнее). Первые три типа карт с различной детальностью отражают гидрогеологические условия территорий. Крупномасштабные же карты наиболее полно характеризуют гидрогеологические условия небольших площадей, с планируемым или существующим хозяйственным освоением. А детальные карты необходимы при проектировании конкретных инженерных сооружений (плотин, шахт, карьеров и др.) или решении таких задач, как мелиорация земель, выбор участка водозабора и т.д.

По способу графического оформления выделяются совмещенные и расчлененные карты. На первых показывается несколько гидрогеологических подразделений, тогда как на расчлененных – одно.

По обоснованности фактическим материалом различают кондиционные и некондиционные карты. Требования к гидрогеологическим картам соответствующего масштаба (кондиции) приведены в специальных инструкциях, требованиях, руководствах [10 и др.].

Единой методики составления гидрогеологических карт не существует. Это связано с их различным целевым назначением, чрезвычайно разнообразными гидрогеологическими условиями территории нашей страны, а также с различиями в масштабе и глубине гидрогеологических исследований. В данной работе рассматриваются современные требования к составлению гидрогеологических карт общего назначения применительно к масштабу 1:200000. В подавляющем большинстве случаев нижеприводимые данные можно использовать и при построении более крупномасштабных карт.

Общая гидрогеологическая карта масштаба 1:200000 должна отображать основные сведения о гидрогеологических структурах, данные по режиму уровней и химическому составу ПВ, их ресурсному потенциалу, информацию о техногенных изменениях подземной гидросферы [10]. Карта является основой для решения следующих задач:

- выбора площадей постановки поисковых работ на ПВ хозяйственно-питьевого назначения;
- оценки перспектив поисков минеральных, термальных и промышленных вод;

- гидрогеологического обоснования предпроектных разработок хозяйственного освоения территории;
- предварительной оценки гидрогеолого-мелиоративных и эколого-гидрогеологических условий;
- обоснования гидрогеохимических поисков полезных ископаемых;
- составления различных обзорных гидрогеологических карт;
- планирования более детальных гидрогеологических работ.

Гидрогеологическая карта сопровождается легендой, гидрогеологическими разрезами, гидрогеологической колонкой, схемой взаимоотношений и водоносности четвертичных отложений, объяснительной запиской и каталогом (реестром) водопунктов.

1.2. Содержание карты

На картах общего назначения, для наиболее полного отображения гидрогеологических условий изучаемой территории, должны быть показаны [10]:

- гидрогеологические подразделения;
- гидрогеодинамические показатели;
- водопункты;
- гидрогеохимические показатели;
- гидрогеотермические показатели;
- запасы ПВ;
- природные объекты и процессы, определяющие формирование естественных гидрогеологических условий;
- техногенные объекты и сооружения, воздействующие на подземную гидросферу;
- изменения гидрогеологических условий под воздействием техногенных факторов;
- изменения окружающей среды под влиянием нарушений гидрогеологических условий.

Данные по всем вышеперечисленным пунктам или некоторым из них (при отсутствии соответствующей информации) должны быть отражены, в таком же порядке, в легенде к карте. Для районов со сложными гидрогеологическими условиями фиксация этих характеристик на одном листе карты сделает ее практически нечитаемой. Поэтому целесообразен показ части данных в виде самостоятельных карт, масштаб которых может соответствовать масштабу основной карты или быть мельче. В последнем случае такие карты (схемы) можно поместить в объяснительную записку. Подобными частными гидрогеологическими картами могут быть – гидрогеохимическая карта, карты гидроизогипс, гидроизопьез, водопроводимости и т.д.

1.2.1. Гидрогеологические подразделения

Под гидрогеологическим подразделением понимается геологическое тело (его часть или совокупность), обособленное по гидрогеологическим признакам и занимающее определенное положение в геологическом пространстве [8]. Выделение гидрогеологических подразделений представляет суть гидрогеологической стратификации. Элементы (таксоны) гидрогеологической стратификации являются основными объектами изучения и картографирования закономерностей распространения, условий формирования ПВ и изменчивости гидрогеологических показателей во времени и пространстве. Критерии выделения гидрогеологических подразделений, их объем и наименование подвергались неоднократной корректировке.

В настоящее время параллельно существуют две схемы общей гидрогеологической стратификации. Более ранняя схема была введена в 1980-х годах. Более поздняя – в 1999 г.

Введение новой схемы было обусловлено необходимостью унификации формулировок и содержания основных понятий, стандартизации характеристик процессов, явлений, закономерностей, что, в свою очередь, предопределилось компьютеризацией геологии. Ее использование рекомендуется при проведении региональных работ. Современная общая гидрогеологическая стратификация базируется на гидрогеодинамических показателях. Критериями выделения гидрогеологических подразделений являются (рис.):

- характер проницаемости горных пород, обуславливающий наличие или отсутствие в гидрогеологическом подразделении ПВ (здесь и далее под ПВ понимаются гравитационные капельно-жидкие ПВ);

- характер гидравлической связи между смежными подразделениями, содержащими ПВ;

- гидрогеодинамические особенности;

- постоянство или периодичность пребывания ПВ в составе гидрогеологического подразделения.

Указанные критерии предопределяют выделение следующих основных гидрогеологических подразделений [4, 8]:

- зона аэрации;

- безводный проницаемый горизонт;

- водоносный горизонт, водоносная зона;

- относительно водоносный горизонт;

- относительно водоупорный горизонт;

- водоупорный горизонт;

- водоносный комплекс;

- водоносный этаж.

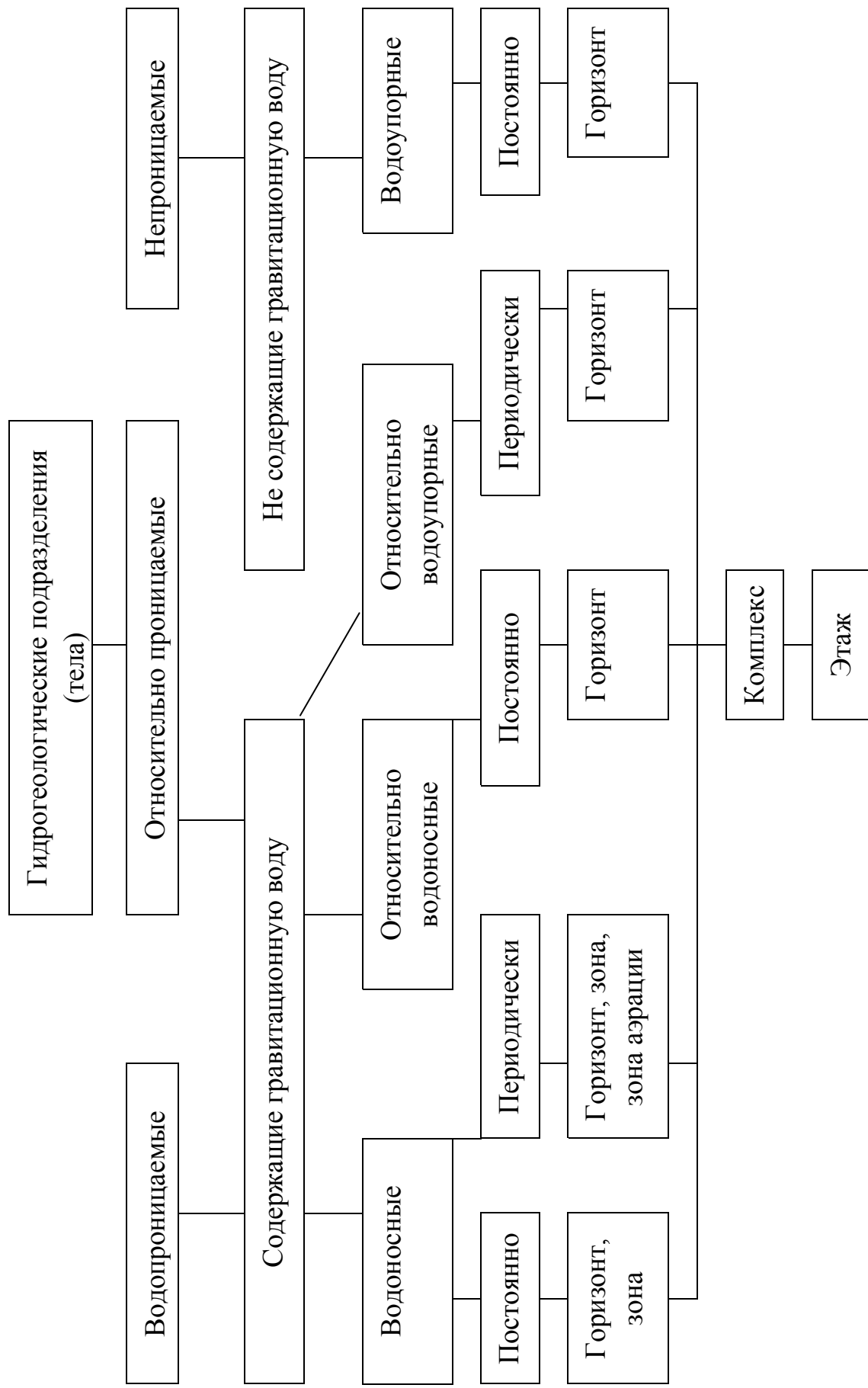


Рис. Принципиальная блок-схема гидрогеологической стратификации [8]

Этот таксономический ряд гидрогеологических подразделений является универсальным для территории России.

Зона аэрации – проницаемое безводное гидрогеологическое тело, расположенное между уровнем ПВ и дневной поверхностью и характеризующееся периодическим вертикальным восходяще-нисходящим водообменом.

Безводный проницаемый горизонт – сдренированный горизонт.

Водоносный горизонт – проницаемое гидрогеологическое тело, постоянно содержащее ПВ и отличающееся гидродинамическими особенностями, обусловленными характером питания, транзита и разгрузки ПВ.

Водоносная зона – гидрогеологическое тело, постоянно содержащее ПВ в зоне экзогенной и (или) эндогенной трещиноватости.

Относительно водоносный горизонт – слабопроницаемое гидрогеологическое тело, постоянно содержащее ПВ и характеризующееся наличием вертикальной и горизонтальной фильтрации.

Относительно водоупорный горизонт – слабопроницаемое гидрогеологическое тело, постоянно содержащее ПВ и характеризующееся преимущественно вертикальной фильтрацией, обусловленной градиентом напора между выше- и нижезалегающими водоносными горизонтами.

Водоупорный горизонт – водонепроницаемое гидрогеологическое тело.

Водоносный комплекс – гидрогеологическое тело, состоящее из нескольких водоносных горизонтов и (или) зон, и разделяющих их относительно водоупорных горизонтов. Гидрогеологические подразделения объединяются в водоносные комплексы по общности гидродинамического режима, условий питания, движения и разгрузки ПВ. Водоносные комплексы разделяются региональным водоупорным или относительно водоупорным горизонтом.

Водоносный этаж – система водоносных горизонтов и комплексов, характеризующаяся общими условиями водообмена и формирования ПВ. Водоносные этажи разделяются мощными водоупорными горизонтами, через которые взаимосвязь между соседними водоносными горизонтами и комплексами может осуществляться в геологическом масштабе времени.

Для отражения гидрогеологических тел, имеющих местное ограниченное распространение, рекомендуется выделение подгоризонтов. Подгоризонт – гидрогеологическое тело, имеющее местное распространение, выделяемое в разрезе водоносного горизонта. По гидрогеологическим особенностям выделяются следующие типы подгоризонтов – водоносные, относительно водоносные, относительно водоупорные и водоупорные.

Полное наименование гидрогеологического подразделения включает и его стратиграфическое положение – водоносный нижнепалеозойский

этаж, водоносный нижнекаменноугольный комплекс, водоносный (водоупорный) турнейский горизонт и т.д. Объекты гидрогеологической стратификации на картах обозначаются геологическим индексом водовмещающих или водоупорных пород. При производстве региональных гидрогеологических, инженерно-геологических и геоэкологических работ, проведении обобщающих сводок и обзоров, обмене информацией между различными территориальными центрами, передаче данных на федеральный уровень и др. наименование и индексацию гидрогеологических подразделений необходимо проводить только по общей (международной) стратиграфической шкале, в которой самым нижним иерархическим уровнем является ярус. Данный подход, исключающий наименование гидрогеологических подразделений по местным стратиграфическим схемам, позволяет увязать объекты ПВ по всей территории России. При этом они будут понятны гидрогеологам, проводящим исследования в разных регионах страны. С целью унификации индексации гидрогеологических подразделений необходимо перед геологическим символом ставить цифровой индекс, отражающий гидрогеологический тип подразделения (табл. 1.1). Это связано с тем, что разновозрастные подразделения могут представлять собой водоносный горизонт, водоносную зону, водоупорный горизонт и т.д.

Таблица 1.1

Типы гидрогеологических подразделений

Индекс типа	Наименование типа
1	Зона аэрации
2	Безводный проницаемый горизонт
3	Водоносный горизонт
4	Водоносный подгоризонт
5	Относительно водоносный подгоризонт
6	Относительно водоупорный подгоризонт
7	Водоупорный подгоризонт
8	Водоносная зона
9	Относительно водоносный горизонт
10	Относительно водоупорный горизонт
11	Водоупорный горизонт
12	Водоносный комплекс
13	Водоносный этаж

Учитывая эти данные, вышеперечисленные гидрогеологические подразделения должны индексироваться следующим образом: водоносный нижнепалеозойский этаж – 13PZ₁, водоносный нижнекаменноугольный

комплекс – $12C_1$, водоносный турнейский горизонт – $3C_{1t}$, водоупорный турнейский горизонт – $11C_{1t}$.

В хорошо изученных регионах платформенных областей в разрезах отдельных ярусов возможно выделение нескольких водоносных (относительно водоносных) и водоупорных (относительно водоупорных) горизонтов (подгоризонтов). В таком случае при проведении региональных исследований перед названием яруса отмечается (сверху вниз) порядковый номер (первый, второй и т.д.), а в конце индекса гидрогеологического подразделения указывается соответствующая цифра. При этом водоносные и водоупорные таксоны нумеруются отдельно. Например: первый водоносный турнейский подгоризонт – $4C_{1t1}$, первый водоупорный турнейский подгоризонт – $7C_{1t1}$, второй водоносный турнейский подгоризонт – $4C_{1t2}$, второй водоупорный турнейский подгоризонт – $7C_{1t2}$. Зона аэрации указывается для соответствующего водоносного подразделения (например: водоносный уржумский горизонт – $3P_{2ur}$, зона аэрации водоносного уржумского горизонта – $1P_{2ur}$).

Описанная общая схема гидрогеологической стратификации и индексации гидрогеологических подразделений не получила широкого распространения в Поволжском регионе. Если в масштабе страны, крупных гидрогеологических структур ее использование является целесообразным и необходимым, то при изучении локальных площадей (при поисково-разведочных работах на ПВ питьевого качества, гидрогеологической съемке небольших участков и др.) она довольно непрактична. Это в первую очередь касается невозможности достаточно полного отражения реальной гидрогеологической ситуации предлагаемыми гидрогеологическими таксонами и их наименования. Новый принцип наименований исключает возможность использования местных стратиграфических схем, которые в большинстве случаев являются довольно детально разработанными. Например, в составе казанского яруса в пределах Татарстана выделяются 7 толщ (снизу вверх) – байтуганская, камышлинская, красноярская, приказанская, печищинская, верхнеуслонская и морквашинская (первые три толщи относятся к нижнеказанскому подъярису, остальные – к верхнеказанскому). При этом в объеме этого стратона возможно выделение нескольких водоносных (относительно водоносных) и водоупорных (относительно водоупорных) подразделений, которые должны именоваться первым (вторым и т.д.) казанским водоносным (водоупорным) горизонтом (подгоризонтом), что, конечно-же, неудобно.

В связи с вышеизложенным, до сих пор широко используется “старая” (разработанная в 1980-х гг.) схема гидрогеологической стратификации. По ней основными единицами гидрогеологического расчленения геологического разреза являются – водоносные, слабоводоносные, водоупорные, проницаемые неводоносные, водоносные локально и периодически:

горизонты, комплексы, серии, свиты, зоны [2, 10]. В названиях гидрогеологических подразделений должны быть отражены:

- 1) тип и величина проницаемости (водоносности) пород;
- 2) характеристика обводненности гидрогеологических подразделений в пространстве и времени;
- 3) парагенез мерзлых толщ и водоносных объектов с выделением типов гидрогеотермического режима;
- 4) возраст, генетический тип (только для гидрогеологических подразделений четвертичных отложений) или формационная характеристика пород (для дочетвертичных образований).

1. *Тип и величина проницаемости (водоносности) пород.* Основными типами водопроницаемости пород являются – поровый и каверновый (рыхлые и сцементированные осадочные и вулканогенные образования), трещинный (литифицированные осадочные, магматические и метаморфические породы), трещинно-карстовый (преимущественно осадочные образования карбонатного, сульфатного и галоидного состава). В зависимости от типа проницаемости пород гравитационные капельно-жидкие ПВ подразделяются на поровые, каверновые, трещинные и карстовые. Величина проницаемости пород определяется по преобладающему значению коэффициента фильтрации: более 1 м/сут – проницаемые, 10^{-4} –1 м/сут – слабопроницаемые, менее 10^{-4} м/сут – непроницаемые (водоупорные). Проницаемые породы в случае обводнения именуется водоносными, а слабопроницаемые – слабоводоносными. Геологические тела могут характеризоваться изменчивостью как типа, так и величины водопроницаемости. В связи с этим они подразделяются на – однотипные (один тип проницаемости) и разнотипные (два, три типа проницаемости), однородные (представлены породами с одной градацией величин проницаемости) и разнородные (несколько градаций величин проницаемости, например от водопроницаемых до водоупорных). Данная изменчивость и предопределяет выделение горизонтов, комплексов, серий, свит, зон [2].

Горизонт – пластовое однотипное (по типу проницаемости) и однородное (по величине проницаемости) геологическое тело.

Комплекс – пластовое однотипное разнородное геологическое тело.

Свита – слоистое разнотипное разнородное геологическое тело.

Серия – пластовое геологическое тело с трещинно-карстовым типом проницаемости, разнородное по фильтрационным свойствам.

Зона – геологическое тело, характеризующееся трещинной водопроницаемостью, разнородное по фильтрационным свойствам.

В зависимости от преобладающей величины проницаемости эти подразделения могут являться водоупорными, в случае обводнения – водоносными или слабоводоносными, и в случае сдренированности – проницаемыми (слабопроницаемыми) неводоносными.

Горизонты, комплексы, свиты, серии обычно выделяются в регионах развития недислоцированных осадочных, вулканогенно-осадочных образований (платформы, передовые и межгорные прогибы), а зоны – в складчатых районах (горно-складчатые области, щиты, кристаллические и складчатые массивы), где основным типом проницаемости пород является трещинная проницаемость (зоны экзогенной и эндогенной трещиноватости).

2. *Характеристика обводненности гидрогеологических подразделений в пространстве и времени.* В случае пространственной характеристики гидрогеологические подразделения могут быть обводненными, проницаемыми неводоносными или водоупорными как по всей площади своего распространения, так и локально. А по временному фактору возможно выделение постоянно и периодически обводненных подразделений. Эти параметры отражаются в названиях только локально водоносных (слабоводоносных) и периодически обводненных подразделений. Если же гидрогеологическое тело названо водоносным (слабоводоносным), водоупорным, то это означает, что оно водоносно (слабоводоносно), водоупорно постоянно по всей площади распространения.

В зависимости от значений первых трех указанных факторов выделяются следующие гидрогеологические подразделения (табл. 1.2) [2, 10].

Таблица 1.2

Перечень единиц гидрогеологической стратификации

№ п/п	Определение гидрогеологических подразделений	Горизонт	Комплекс	Серия	Свита	Зона
1	2	3	4	5	6	7
1	Водоносный (ая)	+	+	+	+	+
2	Водоносный (ая) таликовый (ая) (криогенно-таликовый (ая), таликово-криогенный (ая), криогенный (ая))	+	+	+	+	+
3	Водоносный (ая) локально слабоводоносный (ая)	-	+	+	+	+
4	Водоносный (ая) локально водоупорный (ая)	-	+	+	+	+
5	Слабоводоносный (ая)	+	+	+	+	+
6	Слабоводоносный (ая) таликовый (ая) (криогенно-таликовый (ая), таликово-криогенный (ая), криогенный (ая))	+	+	+	+	+
7	Слабоводоносный (ая) локально водоносный (ая)	-	+	+	+	+
8	Слабоводоносный (ая) локально водоупорный (ая)	-	+	+	+	+
9	Водоупорный (ая)	+	+	+	+	+
10	Водоупорный (ая) таликовый (ая) (криогенно-таликовый (ая), таликово-криогенный (ая), криогенный (ая))	+	+	+	+	+
11	Водоупорный (ая) локально водоносный (ая)	+	+	+	+	+
12	Водоупорный (ая) локально слабоводоносный (ая)	+	+	+	+	+

Продолжение табл. 1.2

1	2	3	4	5	6	7
13	Проницаемый (ая) неводоносный (ая) (сдренированный (ая))	+	+	+	+	+
14	Проницаемый (ая) неводоносный (ая) (сдренированный (ая)) таликовый (ая) (криог.-таликовый (ая))	+	+	+	+	+
15	Проницаемый (ая) локально водоносный (ая)	+	+	+	+	+
16	Проницаемый (ая) локально водоносный (ая) таликовый (ая) (криогенно-таликовый (ая))	+	+	+	+	+
17	Проницаемый (ая) периодически водоносный (ая)	+	+	+	+	+
18	Проницаемый (ая) периодически водоносный (ая) таликовый (ая) (криогенно-таликовый (ая))	+	+	+	+	+
19	Проницаемый (ая) локально- периодически водоносный (ая)	+	+	+	+	+
20	Слабопроницаемый (ая) неводоносный (ая)	+	+	+	+	+
21	Слабопроницаемый (ая) локально слабоводоносный (ая)	+	+	+	+	+
22	Слабопроницаемый (ая) локально слабоводоносный (ая) таликовый (ая) (криогенно-таликовый (ая))	+	+	+	+	+
23	Слабопроницаемый (ая) периодически слабоводоносный (ая)	+	+	+	+	+
24	Слабопроницаемый (ая) периодически слабоводоносный (ая) таликовый (ая) (криогенно-таликовый (ая))	+	+	+	+	+
25	Слабопроницаемый (ая) локально- периодически слабоводоносный (ая)	+	+	+	+	+

Они являются основными элементами гидрогеологического картирования. В отдельных районах к ним добавляются линейные гидрогеологические структуры зон разломов, которые в зависимости от гидрогеодинамических особенностей подразделяются на – водопоглощающие, водовыводящие, водопродырящие (вдоль которых осуществляется переток ПВ из одного гидрогеологического подразделения в другое), барражи и с неясным гидрогеологическим значением.

Полное наименование гидрогеологических подразделений дополнительно включает возраст и генетический тип или формационную характеристику пород. Рассматриваемый принцип гидрогеологической стратификации позволяет использовать названия подразделений местных стратиграфических схем. Их геологическими индексами обозначаются и соответствующие им гидрогеологические подразделения. При объединении нескольких стратонов в одно гидрогеологическое подразделение ему присваивается название и индекс, имеющие составной характер – от древнего к молодому. Пример наименования и индексации гидрогеологических подразделений, широко представленных в Татарстане: водоносный четвертич-

ный аллювиальный горизонт (комплекс) – аQ, водоносный локально водоупорный плиоценовый терригенный комплекс – N₂, водоносная локально слабоводоносная верхнеказанская карбонатно-терригенная свита – P₂kz₂, водоупорная локально водоносная тастубская карбонатно-сульфатная серия – P₁ts, водоносная стерлитамакско-соликамская сульфатно-карбонатная серия – P₁st-P₂sl, слабоводоносная локально водоносная зона архейско-нижнепротерозойских кристаллических пород (или слабоводоносная локально водоносная архейско-нижнепротерозойская зона трещиноватости кристаллических пород) – AR-PR₁.

Гидрогеологические подразделения “старой” и “новой” схем гидрогеологической стратификации находятся во взаимосвязи, отраженной в таблице 1.3 [4].

Таблица 1.3

Соотношение таксономических единиц разных схем гидрогеологической стратификации

Гидрогеологические стратонны нижнего иерархического уровня новой схемы	Гидрогеологические стратоны старой схемы
Зона аэрации	-проницаемый неводоносный горизонт -слабопроницаемый неводоносный горизонт
Безводный проницаемый горизонт (сдренированный)	-проницаемый неводоносный горизонт -слабопроницаемый неводоносный горизонт
Водоносный горизонт, подгоризонт	- водоносный горизонт, комплекс, свита, серия -слабоводоносный горизонт, комплекс, свита, серия -водоносный локально водоупорный горизонт, комплекс, свита, серия -проницаемый локально водоносный горизонт, комплекс, свита, серия -проницаемый периодически водоносный горизонт, комплекс, свита, серия
Водоносная зона	- водоносная зона
Относительно водоносный горизонт, подгоризонт	-слабопроницаемый локально слабоводоносный горизонт, комплекс, свита, серия -слабопроницаемый периодически слабоводоносный горизонт, комплекс, свита, серия
Относительно водоупорный горизонт, подгоризонт	-водоупорный локально водоносный горизонт, комплекс, свита, серия -водоупорный локально слабоводоносный горизонт, комплекс, свита, серия
Водоупорный горизонт, подгоризонт	-водоупорный горизонт, комплекс, свита, серия

1.2.2. Гидрогеодинамические показатели

Важнейшими гидрогеодинамическими показателями, которые необходимо отражать на карте, являются – фильтрационные свойства пород, особенности динамики ПВ, условия питания и разгрузки ПВ, характеристика подземного стока.

Фильтрационные свойства пород характеризуются фиксацией параметра водопроницаемости ($T=k*m$, м²/сут; где k – коэффициент фильтрации, м/сут, m – эффективная мощность гидрогеологического подразделения, м) первых от поверхности гидростратиграфических уровней. Водопроницаемость же подразделений, расположенных ниже первых от поверхности и являющихся перспективными в отношении их хозяйственного использования, показывается либо на отдельных самостоятельных картах, либо на схемах в тексте объяснительной записки.

Особенности динамики ПВ отражаются:

- гидроизогипсами или гидроизопьезами первых от поверхности водоносных (слабоводоносных) подразделений;
- гидроизопьезами подразделений, расположенных ниже первых от поверхности и перспективных для практического использования.

При невозможности отображения гидроизогипс и гидроизопьез направление потока ПВ отдельных водоносных подразделений показывается стрелками. Кроме этого, необходимо картографировать участки самоизлива ПВ и линии водораздела ПВ (при их несовпадении с водоразделами поверхностных вод).

Для характеристики условий питания показываются:

- участки интенсивной инфильтрации атмосферных осадков (области открытого карста, развитие грубообломочных отложений в разрезе зоны аэрации и др.);
- участки инфильтрации поверхностных вод;
- участки интенсивной конденсации атмосферных осадков.

Условия разгрузки ПВ отражаются показом:

- источников (родников);
- участков разгрузки в поверхностные водоемы;
- участков интенсивного испарения ПВ;
- участков скрытой разгрузки (перетекание из одного подразделения в другое).

Характеристика подземного стока осуществляется приведением:

- величин модулей подземного стока зоны свободного водообмена или родникового стока;
- линейных модулей и величин наледного питания и стока (в условиях сплошного развития многолетнемерзлых пород).

1.2.3. Водопункты

На карте должны быть показаны естественные выходы ПВ и искусственные водопункты. К первым относятся – родники, мочажины, пластовые выходы, гейзеры и газовые сухие струи, очаги субаквальной разгрузки (в т.ч. напорно-фильтрационные талики). Искусственными водопунктами являются – колодцы, скважины, шурфы, штольни, канавы, карьеры, вскрывшие ПВ.

Среди родников необходимо различать одиночные и групповые, нисходящие и восходящие; с водой – холодной и термальной, пресной и минеральной лечебной; а в криолитозоне – над-, меж- и подмерзлотные родники. Родники и пластовые выходы должны характеризоваться следующей информацией – порядковый номер, геологический индекс питающего гидрогеологического подразделения, дебит, анионный состав и минерализация ПВ. Термальные источники дополнительно сопровождаются температурной характеристикой воды, а газифицирующие – составом газа. Для гейзеров отмечаются дебит и высота фонтана, для газовых струй – дебит и состав газа.

Условные знаки скважин, колодцев (шурфов) сопровождаются – номером, геологическим индексом вскрытого гидрогеологического подразделения; величинами дебита, понижения, глубины установившегося уровня и минерализации воды, ее анионным составом и температурой (последнее для выработок с термальными водами). Дополнительно к этому в криолитозоне для скважин, вскрывших подмерзлотные воды, отмечается установленная мощность многолетнемерзлых пород. Водопоглощающие скважины характеризуются – номером, геологическим индексом подразделения-реципиента (коллектора), величиной поглощения, интервалом поглощения и глубиной скважины.

Кроме этого, на карте необходимо отражение:

- пунктов наблюдений за режимом ПВ;
- пунктов использования минеральных лечебных вод (курорты, водолечебницы, заводы розлива воды);
- действующих водозаборных сооружений, условные знаки водозаборов должны сопровождаться: номером, геологическим индексом эксплуатируемого подразделения, индексом типа воды по использованию (питьевая, лечебная, теплоэнергетическая, промышленная и др.), суммарной производительностью, минерализацией воды, информацией о количестве скважин в водозаборе, а в случае отбора термальных вод – и ее температурой; для кяризов и галерей указываются их длина, дебит и минерализация воды.

1.2.4. Гидрогеохимические и гидрогеотермические показатели

Гидрогеохимическими и гидрогеотермическими показателями, отражаемыми на карте, являются – состав (макро-, микрокомпонентный и газовый), минерализация и температура ПВ.

Химический состав (макрокомпонентный) и преобладающая минерализация ПВ показываются по площади развития первых от поверхности гидрогеологических подразделений. Типизацию ПВ по составу проводят по соотношению эквивалентных (молярных) концентраций анионов и катионов [5]. При этом суммы этих концентраций принимают по 100 %. Наименование химического типа воды должно состоять из двух частей, отражающих ее преобладающий анионный и катионный состав. Название дается от меньшего компонента к большему и определяется их содержанием в концентрациях не менее 20 % эквивалентов (гидрокарбонатная кальциевая, сульфатно-хлоридная магниевая-кальциевая-натриевая вода). Возможно выделение отдельных подтипов ПВ по преобладающим анионам и катионам. Очень часто данные по химическому составу ПВ отражаются показом лишь их анионной части. Минерализация (по сухому остатку) отражается в следующих градациях (г/дм³): <0,1; 0,1–0,5; до 0,5; 0,5–1,0; до 1,0; 1,0–1,5; 1–3; 3–5; 5–10; до 10; 10–25; 25–35; 35–50; 50–150; >150. При необходимости эти градации могут детализироваться.

Микрокомпонентный состав ПВ чаще всего показывается на участках с аномальным, превышающим предельно-допустимые концентрации в питьевых водах, содержанием микроэлементов. Это осуществляется путем ограничения аномальных участков замкнутыми контурами, на которые наносятся химические символы элементов. Также должны оконтуриваться площади с аномальными содержаниями (концентрациями) макрокомпонентов (табл. 1.4).

Для гидрогеологических подразделений, не выведенных на поверхность и представляющих практический интерес, необходимо составление отдельных гидрогеохимических карт или схем.

Газовый состав (основные и специфические газы) отражается у знаков водопунктов. Выделяются следующие основные газовые составы – азотный, углекислый, углеводородный, кислородно-азотный, углекисло-азотный, углеводородно-азотный, смешанный (трехкомпонентный – кислород, азот, углекислый) и др. Наименование газа дается от меньшего компонента к большему. При этом учитываются компоненты с содержанием более 10 % от суммы растворенных и спонтанных газов. Специфические газы показываются в случае их повышенных концентраций. Это: сероводород – >10 мг/л, водород – >1 %, радон – >5 нКи/л, гелий – >25 мг/л.

Температура ПВ отмечается на карте цифрами у знаков водопунктов с термальными водами (табл. 1.5) и (или) на разрезах в виде цифр или изо-

терм (при наличии данных). В криолитозоне гидрогеологическая карта сопровождается мерзлотной картой.

Таблица 1.4

Некоторые нормативные показатели и предельно-допустимые концентрации (ПДК) химических элементов в питьевых водах (мг/дм³)

№ п/п	Показатель	СанПиН, ГН [6, 7]	ВОЗ 1994	№ п/п	Показатель	СанПиН, ГН [6, 7]	ВОЗ, 1994
1	Минерализация	1000 (1500)	1000	18	Бор (В, суммарно)	0,5	0,3
2	рН	В пределах 6-9	-	19	Железо (Fe, сум.)	0,3 (1,0)	0,3
3	Жесткость общая (ммоль/л)	7 (10)	-	20	Кадмий (Cd, сум.)	0,001	0,003
4	Щелочность (НСО ₃ ⁻)	-	-	21	Кремний	10,0	-
5	Хлориды (Сl ⁻)	350	250	22	Марганец (Mn, сум.)	0,1	0,5
6	Сульфаты (SO ₄ ²⁻)	500	250	23	Медь (Cu, сум.)	1,0	1,0
7	Кальций (Ca ²⁺)	-	-	24	Молибден (Mo, сум.)	0,25	0,07
8	Магний (Mg ²⁺)	50	-	25	Мышьяк (As, сум.)	0,01	0,01
9	Натрий (Na ⁺)	200	200	26	Никель (Ni, сум.)	0,02	0,02
10	Калий (K ⁺)	-	-	27	Ртуть (Hg, сум.)	0,0005	0,001
11	Нитраты (NO ₃ ⁻)	45	50	28	Свинец (Pb, сум.)	0,01	0,01
12	Нитриты (NO ₂ ⁻)	3,3	3	29	Селен (Se, сум.)	0,01	0,01
13	Аммоний (NH ₄ ⁺ , по азоту)	1,5	1,5	30	Серебро (Ag)	0,05	-
14	Окисляемость перманганатная (мг О/л)	5	5	31	Стронций (Sr ²⁺)	7	-
				32	Сурьма (Sb)	0,005	0,005
15	Алюминий (Al ³⁺)	0,2 (0,5)	0,2	33	Фтор (F)	0,7-1,5	1,5
16	Барий (Ba ²⁺)	0,7	0,7	34	Хром (Cr ³⁺ /Cr ⁶⁺)	0,5/0,05	0,05
17	Бериллий (Be ²⁺)	0,0002	-	35	Цинк (Zn ²⁺)	1,0	3,0

Примечание. Величина, указанная в скобках, может быть установлена главным государственным санитарным врачом по соответствующей территории для конкретной системы водоснабжения.

1.2.5. Запасы подземных вод

На карте должны отражаться:

– Контуры месторождений ПВ с утвержденными запасами. В контурах указываются: индекс типа воды по целевому назначению, индекс разведанного (эксплуатируемого) водоносного подразделения, категория и величина эксплуатационных запасов, и существующий водоотбор для эксплуатируемых месторождений.

– Площади где производилась разведка ПВ в период составления карты и площади, перспективные для постановки поисково-разведочных работ на воду. В контурах этих площадей указывается тип воды по назна-

чению, возраст разведваемого и (или) перспективного водоносного подразделения.

– Участки, перспективные для искусственного пополнения запасов ПВ.

Таблица 1.5

Классификация подземных вод по температуре [5]

Температура, °С					Наименование воды
Менее 0					Переохлажденная
Свыше	0	до	4	включит.	Очень холодная
-//-	4	-//-	20	-//-	Холодная
-//-	20	-//-	37	-//-	Теплая
-//-	37	-//-	50	-//-	Очень теплая
-//-	50	-//-	75	-//-	Горячая
-//-	75	-//-	100	-//-	Очень горячая
-//-	100	-//-	200	-//-	Слабо перегретая
-//-	200	-//-	374	-//-	Весьма перегретая

Примечание. Воды с температурой от 20 до 100⁰ С называются термальными, для высокоминерализованных вод с температурой менее 0⁰ С допускается наименование “криопеги”.

1.2.6. Природные объекты и процессы, влияющие на гидрогеологические условия

Важнейшее значение имеют три группы объектов и процессов – геологические, геокриологические и гидрологические, которые необходимо, по возможности, картографировать.

Геологические объекты и процессы – вулканы (действующие, потухшие, грязевые), соляные купола, такыры и солончаки, участки развития карста, просядок, оползней и др.; каменные россыпи, дюны и барханы; границы оледений (с указанием их возраста).

Геокриологические объекты и процессы – наледи (с характеристикой площади, среднемноголетнего объема льда, величины наледного питания и стока), термокарст, солифлюкция, гидролакколиты, многолетние бугры пучения, подземные льды, некартируемые в масштабе карты талики и мощности сезонно-талого и сезонно-мерзлого слоя.

Гидрологические объекты – пересыхающие или промерзающие участки рек, полыньи, болота (с установлением генезиса), минерализация и состав преобладающих солей озер (в аридной зоне), гидрометрические посты.

1.2.7. Техногенные объекты и сооружения, воздействующие на подземную гидросферу

На карте подлежат отображению:

- гидротехнические и мелиоративные сооружения (каналы, водохранилища, накопители стоков, пруды-охладители и др.) с информацией об их пропускной способности или объеме;
- контуры промышленных и энергетических объектов (в первую очередь химической, нефтеперерабатывающей промышленности, ГЭС, АЭС и др.), свалки отходов, участки сброса промышленно-коммунальных стоков;
- горнопромышленные объекты (карьеры, шахты, нефтяные скважины или контуры разрабатываемых нефтяных месторождений, магистральные нефте- и газопроводы, водоводы);
- сельскохозяйственные объекты (орошаемые и осушаемые земли, крупные животноводческие и птицеводческие комплексы, участки складирования удобрений).

1.2.8. Изменение гидрогеологических условий под воздействием техногенных факторов

Изменению прежде всего подвергаются гидрогеодинамические, гидрогеохимические и гидрогеотермические условия. На карте в первую очередь должны быть показаны:

- границы депрессионных воронок и подпора уровней ПВ (изменение гидрогеодинамических условий);
- контуры участков где произошло загрязнение ПВ и его виды: химическое, радиоактивное, биологическое с указанием загрязняющих веществ (изменение гидрогеохимических условий);
- контуры участков где произошло повышение или понижение температуры пород и ПВ, границы площадей с измененными свойствами пород в результате их промерзания или оттаивания (изменение гидрогеотермических условий).

1.2.9. Изменение элементов окружающей среды под влиянием нарушений гидрогеологических условий

Картографированию подлежат:

- изменения режима поверхностных вод (уменьшение или увеличение поверхностного стока, загрязнение, нарушения взаимодействия поверхностных и подземных вод);
- подтопление, иссушение, засоление земель;

– изменения окружающей среды в виде фиксации смены (исчезновения) растительности на участках развития депрессий ПВ.

Контрольные вопросы к главе 1

- 1. Основное предназначение и содержание гидрогеологических карт.*
- 2. Основные принципы выделения гидрогеологических подразделений.*
- 3. Какие гидрогеодинамические и гидрогеохимические показатели отражаются на гидрогеологических картах?*
- 4. Какая информация отражается у знаков водопунктов?*

Глава 2. ГРАФИЧЕСКИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ К ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКОЙ КАРТЕ

2.1. Гидрогеологические разрезы

Гидрогеологическая карта сопровождается гидрогеологическими разрезами. Для наиболее полного отражения гидрогеологических условий необходимо не менее двух разрезов. Выбор их направлений обуславливается спецификой гидрогеологических структур картографируемого района. Разрезы строятся на всю глубину картографирования. Их линии проводятся через опорные водопункты (скважины), при этом возможны отклонения от прямой линии на величину не более 30 градусов. Горизонтальный масштаб разрезов соответствует масштабу карты, а вертикальный увеличивается для равнинных областей в 20-200 раз (обычно до 1:2000), для горных – 5-40 раз (в основном 1:10000). При значительной глубине разреза возможны разрывы однородных глубокозалегающих гидрогеологических подразделений. При площадном распространении четвертичных отложений, характеризующихся значительными мощностями, целесообразно составление отдельных разрезов для четвертичных и дочетвертичных образований. Данные по скважинам, глубина которых резко превышает регионально изученную часть разреза (опорные, нефте-газоразведочные и др. скважины), допускается использовать лишь в его верхней части. Полный же разрез этих скважин можно отразить на рисунках в объяснительной записке.

Разрезы должны увязываться с гидрогеологической картой по всей отражаемой информации (раскраска, индексация и др.). На первых не закрашивается лишь зона аэрации. Кроме общих требований к геологическим разрезам, на гидрогеологических разрезах должны отражаться:

- гидрогеологические подразделения;
- литолого-петрографический состав пород;
- линии свободного и напорного уровней ПВ;

- гидрогеохимические показатели (макро-, микрокомпонентный и газовый составы, минерализация, границы гидрогеохимических зон);
- гидрогеодинамические показатели (водопроницаемость водоносных подразделений);
- гидрогеотермические показатели (гидроизотермы, талики);
- водопункты (гидрогеологические скважины, колодцы, родники; в скважинах отмечаются опробованные интервалы, которые характеризуются составом, минерализацией и температурой воды, величинами дебита, понижения и напора, абсолютными отметками пьезометрического уровня; условные знаки колодцев сопровождаются фиксацией абсолютной отметки уровня ПВ, их химического состава, минерализации и температуры, дебита; для родников достаточно отражения химического состава и минерализации воды);
- скважины негидрогеологические и (или) безводные.

2.2. Гидрогеологическая колонка

Колонка необходима для характеристики всех изученных гидрогеологических подразделений и их корреляции с геологическими подразделениями. Спектр информации, которая должна отражаться в гидрогеологической колонке, приведен в таблице 2.1. Ее левая часть полностью соответствует стратиграфической колонке. Графически отображаются максимальные мощности отложений согласно стратиграфической колонке, вариации же гидрогеологических параметров приводятся цифрами. В случае резкого различия отдельных частей разреза по мощности допускается их показ в разных масштабах, что должно быть отражено в примечании под колонкой. При изображении мощных и однородных гидрогеологических подразделений возможны разрывы, показываемые двойной волнистой линией с интервалом в 2 мм.

2.3. Схема взаимоотношений и водоносности четвертичных отложений

Схема составляется при изучении площадей, характеризующихся широким распространением различных по генезису четвертичных отложений. Ее построение производится в произвольном горизонтальном и вертикальном масштабах. Условные обозначения должны соответствовать принятым обозначениям для гидрогеологической карты и разрезов. На схему наносятся геологические границы и индексы стратиграфических подразделений. Закраска соответствует гидрогеологическим подразделениям. Схема сопровождается таблицей, в которой приводится полная характеристика четвертичных гидрогеологических подразделений (табл. 2.2).

Таблица 2.1

Гидрогеологическая колонка дочетвертичных отложений

Стратиграфические подразделения							Колонка	Гидрогеологические подразделения				
Система	Отдел	Ярус	Подъярус	Горизонт (серия, свита)	Индекс	Мощность, м		Индекс	Наименование и литолого-петрографическая характеристика	Мощность, м	Положение кровли	
											Глубина от поверхн. земли, м	Абсолютная отметка, м
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13

Положение уровня воды		Высота напора, м	Дебит родников; удел. дебит скваж., л/с	Коэффициент фильтрации, м/сут	Водопроницаемость, м ² /сут	Уровнепроводность, м ² /сут	Пьезопроводность, м ² /сут	Минерализация воды, г/дм ³	Преобладающий тип воды	Практическое значение
Глубина от по-верхн. земли, м	Абсолютная от-метка, м									
14	15	16	17	18	19	20	21	22		

Примечание. В графах 11-20 в виде дроби приводятся цифровые значения соответствующих параметров, при этом в числителе – пределы колебаний (“от – до”), в знаменателе – преобладающее значение; в графе 8 – дается закрашка в соответствии с картой.

Таблица 2.2

Схема взаимоотношений и водоносности четвертичных отложений

Страт. подразд.		Гидрогеологические подразделения					Положение ур. воды	
Геологический индекс	Мощность, м	Индекс	Наименование, литологическая характеристика	Мощность, м	Полож. кровли		Глубина от поверхности земли, м	Абсолютная отметка, м
					Глубина от по-верх. земли, м	Абсолютная отметка, м		
1	2	3	4	5	6	7	8	9

Высота напора, м	Удельн. дебит водопунктов, л/с	Коэффициент фильтрации, м/сут	Дебит родников л/с	Минерализация, г/дм ³	Преобладающий тип воды	Практическое значение
10	11	12	13	14	15	16

Примечание. На схеме отражаются все изученные стратиграфические подразделения, остальные обозначения – см. табл. 2.1.

2.4. Примеры условных обозначений гидрогеологических элементов, отражаемых на карте и разрезах

Ниже рассматриваются обозначения лишь основных гидрогеологических элементов, отражаемых на большей части карт общего назначения. За основу взяты условные обозначения действующей сводной легенды Средне-Волжской серии листов государственной гидрогеологической карты России масштаба 1 : 200 000 [2].

1) Гидрогеологические подразделения

На карте показываются подразделения, залегающие – первыми от поверхности, выше первых от поверхности, ниже первых от поверхности. Подразделения, залегающие первыми от поверхности, отражаются сплошной или штриховой закраской по площади, залегающие выше или ниже первых от поверхности – контурами. Цвет закраски и контуров соответствует цветовому обозначению стратиграфических подразделений, входящих в состав гидрогеологических подразделений. В легенде (условных обозначениях) к карте после знака гидрогеологического подразделения отмечается его наименование и перечисляются литолого-петрографические типы водовмещающих пород, начиная с преобладающего.

Гидрогеологические подразделения		
Первые от поверхности	Залегающие выше первых от поверхности	Залегающие ниже первых от поверхности

2) Гидрогеодинамические показатели

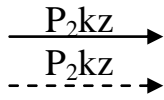
а) Водопроницаемость гидрогеологических подразделений.

Водопроницаемость обычно отражается в следующих градациях ($\text{м}^2/\text{сут}$): до 25, 25–50, 50–100, 100–200, 200–500, 500–1000, 1000–2000, 2000–5000, >5000. Эти градации можно показывать различной штриховкой (в этом случае необходимо проведение границ участков с различной водопроницаемостью) или изолиниями. Последнее предпочтительнее, т.к. облегчает чтение карты. Цвет штриховки, границ, изолиний и значений последних – серый (возможно его изменение).

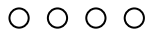
б) Динамика и условия питания ПВ.

Гидроизогипсы	Гидроизопьезы	установленные

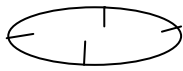
100	100	предполагаемые
-----	-----	----------------



Основное направление движения ПВ
 Направление снижения напоров
 (индекс – возраст гидрогеологического подразделения)

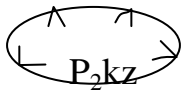


Водораздел ПВ



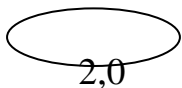
Участки интенсивной инфильтрации и инфилюации
 атмосферных осадков

Цвет вышеуказанных контуров, стрелок, индексов, цифр – фиолетовый.
 Если на карте (и разрезах) показываются гидроизопъезы нескольких гидрогеологических подразделений, то их можно наносить разными цветами.



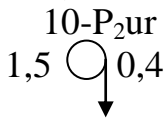
Участки самоизлива ПВ. Цвет контура и индекса
 соответствует окраске гидрогеолог. подразделения.

в) Характеристика подземного стока.



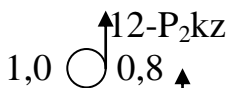
Изолинии модуля подземного стока (л/с*км²).
 Цвет линий и цифр – синий.

3) Водопункты



Родник нисходящий

Вверху – номер на карте и индекс гидрогеологического подразделения, слева – дебит (л/с), справа – минерализация воды (г/дм³) (размеры знаков (кружков) – 3 мм в диаметре).



Родник восходящий



Родник минеральный



Пластовый выход



Мочажина



Групповой родник. Вверху - номер и индекс гидрогеологического подразделения, слева – суммарный дебит (л/с), справа – максимальная минерализация (г/дм³).

$$5-P_2kz$$

$$\frac{1,0}{2,0} \square \frac{3,0}{0,6}$$

$$25-P_2kz$$

$$\frac{2,0}{1,5} \bigcirc \frac{10,6}{0,7}$$

$$14 (2)$$

$$\frac{1,1}{2,1} \bigcirc \frac{1,6}{0,3} \quad \frac{2,1}{3,2} \bigcirc \frac{9,2}{0,8}$$

$$38-D_2$$

$$\frac{3,0}{240} \bigcirc \frac{200-230,0}{15,0}$$

Ra

$$16-N_2$$

● 43,0

Колодец или шурф. Вверху – номер на карте и индекс гидрогеологического подразделения; слева: в числителе – дебит (л/с), в знаменателе – понижение (м); справа: в числителе – глубина до воды (м), в знаменателе – минерализация воды (г/дм³) (размеры сторон квадрата – 3 мм). При отсутствии данных по дебиту и понижению левое поле не заполняется.

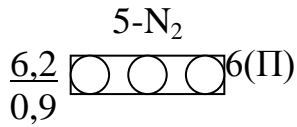
Скважина. Вверху – номер и индекс опробованного гидрогеологического подразделения; слева: в числителе – дебит (л/с), в знаменателе – понижение (м); справа: в числителе – глубина установившегося уровня воды (м), в знаменателе – минерализация воды (г/дм³), (размеры знака – 3 мм в диаметре). У скважин, вскрывших минеральные воды, цвет знака оранжевый. Скважина в которой опробовано отдельно два или несколько гидрогеологических подразделений или интервалов. Местоположение скважины обозначается маленьким черным кружком, над которым – номер скважины на карте, в скобках – количество опробованных интервалов. Остальные обозначения те же, что и для скважин, в которых опробовано одно подразделение.

Скважина водопоглощающая. Вверху – номер на карте и индекс г/г подразделения, используемого для сброса воды; слева: в числителе – расход воды (л/с), в знаменателе – глубина скважины (м); справа: в числителе – интервал поглощения (м), в знаменателе – минерализация закачиваемой воды (г/дм³); внизу – символ специфического компонента закачиваемых вод. Цвет обводки знака и символа: в случае закачки техногенных вод – красный, в остальных случаях – черный.

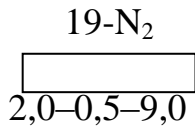
Скважина безводная. Вверху – номер на карте и индекс стратиграфического подразделения в забое, справа – глубина скважины (м).

Примечания. Водопункты, вскрывшие ПВ первого от поверхности гидрогеологического подразделения, указываются без его индекса. Это не распространяется на водопункты, расположенные вблизи границ различных подразделений. Уровень воды, установившийся выше поверхности земли, обозначается цифрами со знаком плюс (+). Поле знака водопункта закрашивается в соответствии с анионным составом воды в водопункте. Знаки, индексы, цифры обозначаются черным цветом, за исключением оговоренных случаев.

Водозаборные сооружения



Группа водозаборных скважин. Вверху – номер на карте и индекс г/г подразделения; слева: в числителе – суммарный дебит ($10^3 \text{ м}^3/\text{сут}$), в знаменателе – минерализация воды ($\text{г}/\text{дм}^3$); справа: количество скважин в водозаборе, в скобках – индекс типа воды по ее использованию (П-питьевая, Л-лечебная, Пр-промышленная, Б-коммунально-бытовая, Ор-орошение, Т-теплоэнергетическая), длина стороны знака прямоугольника – 10 мм.



Водосборная галерея или лучевой колодец. Вверху – номер на карте и индекс г/г подразделения; внизу – дебит (л/с), минерализация воды ($\text{г}/\text{дм}^3$), длина галереи (колодца).










Цвет знаков, индексов и цифр водозаборных сооружений – черный.

4) Гидрогеохимические показатели

Минерализация, химический и газовый состав ПВ

а) Химический тип воды в водопунктах

Поле знаков водопунктов закрашивается в соответствии с анионным составом воды. При этом вода в зависимости от %-эквивалентного (%-мольного) содержания основных анионов (HCO_3^- , SO_4^{2-} , Cl^- , NO_3^-) может быть одно-, двух-, трех- и четырехкомпонентной (редкие случаи развития карбонатных и кремнекислых вод не рассматриваются). Каждый компонент характеризуется своей цветовой окраской: HCO_3^- - голубой, SO_4^{2-} - желтый, Cl^- - красный, NO_3^- - зеленый. При преобладании в составе воды одного компонента (все остальные в концентрациях <20 %-экв.) поле знака водопункта закрашивается одним цветом. В случае двухкомпонентного состава поле знака вертикальной чертой делится на две части, при этом правая половина закрашивается цветом преобладающего компонента. При трехкомпонентном составе воды возможны следующие варианты: 20 %-экв. барьер превышают содержания HCO_3^- , SO_4^{2-} , Cl^- , в этом случае вода именуется смешанной по составу и поле знака водопункта закрашивается в сиреневый цвет; одним из трех компонентов является NO_3^- , тогда наименование хим. типа воды составляется как двухкомпонентное с добавлением окончания “нитратосодержащая” (например – сульфатно-гидрокарбонатная нитратосодержащая), а поле знака водопункта делится на три части с соответствующей закраской. При четырехкомпонентном составе воды ее хим. тип определяется как смешанный нитросодержащий, а поле знака водопункта делится на две части и закрашивается в зеленый (левая половина) и сиреневый цвета. При отсутствии сведений о составе воды поле знака – не закрашивается.

			Однокомпонентный, смешанный составы воды или сведения о составе отсутствуют.
			Двухкомпонентный, смешанный нитросодержащий составы воды.
			Трехкомпонентный состав воды, при этом один из компонентов – NO_3^- .

б) Состав (макрокомпонентный) ПВ по площади развития первых от поверхности водоносных подразделений.


Приводится крапом (точки, кружки, галки и пр.) коричневого цвета, при этом можно учитывать как полный (анионно-катионный), так и лишь анионный составы воды. Виды крапа разрабатываются самостоятельно или заимствуются из [2]. При составлении самостоятельных гидрогеохимических карт (схем) первых от поверхности или перспективных для практического использования водоносных подразделений можно использовать краповые обозначения химических типов воды или их цветовую раскраску. Последнее предпочтительнее, т.к. придает картам большую наглядность. Участки первых от поверхности подразделений с содержаниями компонентов, превышающими соответствующие ПДК для питьевых вод (табл. 1.4), на гидрогеологической карте показываются контурами с отражением символов этих компонентов (см. ниже).

в) Газовый состав ПВ.

Отражается под знаком водопунктов. При этом основной газовый состав принято показывать цифрой, а специфические газы – символом.

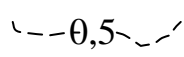
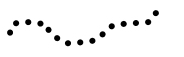
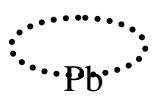
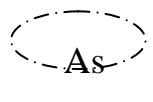

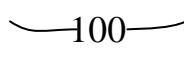
Цифровые обозначения основного состава газов, растворенных в ПВ

1 – кислородно-азотный	6 – углекисло-углеводородный
2 – углекисло-азотный	7 – углеводородный
3 – углеводородно-азотный	8 – углекислый
4 – азотный	9 – смешанный (трехкомпонентный)
5 – азотно-углеводородный	

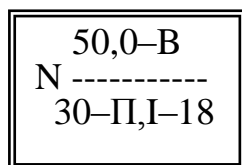
 3- H_2S Специфические компоненты газового состава – сероводород (H_2S), водород (H_2), радон (Rn), гелий (He). Эти газы показываются в случае их повышенных концентраций, которые (как и правило наименования газовых составов) приведены выше (пункт 1.2.4).

г) Минерализация ПВ и прочие гидрогеохимические обозначения.

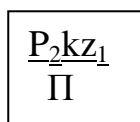
Минерализация ПВ на карте может отражаться несколькими способами – крапом, штриховкой, изолиниями – в вышеотмеченных градациях (см. пункт 1.2.4). Лучшим способом является проведение изолиний.

-  Изолинии минерализации ПВ, г/дм³
-  Границы участков различных по химическому составу ПВ
-  Границы участков, перспективных для поисков рудных полезных ископаемых по результатам гидрогеохимических исследований
-  Границы участков первых от поверхности гидрогеологических подразделений с содержаниями в воде компонентов в концентрациях, превышающих ПДК для питьевых вод (см. табл. 1.4)
-  Изолинии глубин залегания (м) кровли рассолов (минерализация более 50 г/дм³)
- Примечание. Цвет линий, цифр, индексов минерализации и др. гидрогеохимических данных – коричневый. **При нанесении изолиний верхняя часть их цифровых обозначений должна быть ориентирована в сторону увеличения значений соответствующего параметра.**
-  Изолинии глубин залегания (м) подошвы пресных вод (цвет линий и цифр – оранжевый)

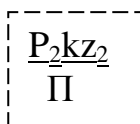
5) Запасы ПВ

 50,0–В
N -----
30–П, I–18

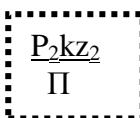
Участок с утвержденными эксплуатационными запасами ПВ. Слева у дроби – индекс возраста эксплуатируемого водоносного подразделения; в числителе дроби – запасы в 10³ м³/сут и категория экспл. запасов, в знаменателе – величина водоотбора в 10³ м³/сут, индекс типа воды по ее использованию и дата определения величины водоотбора. Размеры прямоугольника – 20*10 мм.

 $\frac{P_2kz_1}{П}$

Разведваемый участок (на период составления карты). В числителе – индекс возраста водоносного подразделения, в знаменателе – индекс типа воды по целевому назначению. Размеры прямоугольника – 10*10 мм.

 $\frac{P_2kz_2}{П}$

Участок (площадь), перспективный для постановки поисково-разведочных работ на ПВ. В числителе – индекс возраста перспективного водоносного подразделения, в знаменателе – индекс типа воды по целевому назначению. Размеры прямоугольника – 10*10 мм.

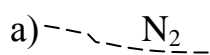
 $\frac{P_2kz_2}{П}$

Участок, перспективный для искусственного пополнения ПВ. Обозначения аналогичны вышеотмеченным.

Примечание. Границы, цифры и индексы показываются черным цветом. Участки разведываемые, перспективные для поисков и пополнения ПВ можно наносить немасштабными знаками (квадрат со стороной 10 мм) или картографировать в масштабе карты.

б) Условные обозначения к гидрогеологическим разрезам (некоторые дополнительные знаки)

а) ————— Уровень ПВ со свободной поверхностью: а – установленный, б – предполагаемый (цвет – фиолетовый).

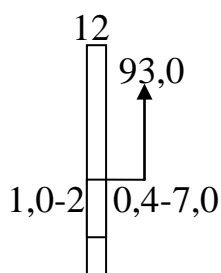
а)  Пьезометрический уровень ПВ: а – установленный, б – предполагаемый, над линией – индекс г/г подразделения (цвет – фиолетовый).

а) —10— Изолинии минерализации, являющиеся границами гидрогеохимических зон: а – установленные, б – предполагаемые (цвет – оранжевый).

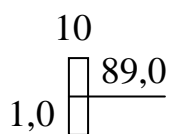
а) —20— Гидроизотермы: а – установленные, б – предполагаемые, цифра – температура ПВ ($^{\circ}\text{C}$). Цвет – красный.



Участки интенсивной инфильтрации поверхностных вод (знак помещается выше рельефа, его цвет – фиолетовый)



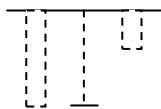
Скважина гидрогеологическая. Над знаком – номер на карте. Опробованный интервал выделяется поперечными черточками. Слева от него: первая цифра – дебит (л/с), вторая – понижение (м); справа: минерализация воды (г/дм^3) и ее температура (вторая цифра, в $^{\circ}\text{C}$). Опробованный интервал закрашивается в соответствии с хим. типом воды. Стрелка отражает напор ПВ опробованного интервала. Цифра над стрелкой – абсолютная отметка пьезометрического уровня воды (м).



Колодец. Над знаком – номер на карте. Слева – минерализация воды (г/дм^3), справа – абс. отметка уровня воды (м). Столб воды закрашив. в соответствии с хим. типом воды.



Скважина опорная геологическая. Над знаком – номер на карте.



Скважины, колодец, спроектированные на линию разреза.

Примечание. Разрезы должны быть увязаны с картой как по содержанию, так и способу отражения информации (условным обозначениям). На разрезах не закрашивается зона аэрации и приводится литолого-петрографический состав пород. Условные обозначения последнего не приводятся, ввиду их довольно значительного объема. Эти данные можно заимствовать из учебных пособий по геологическому картированию, либо составить самостоятельно.

7) Замечания к составлению отдельных условных обозначений и легенды к карте в целом.

Для повышения наглядности карты вышеприведенные условные обозначения отдельных элементов гидрогеологических условий можно видоизменять. Это касается, в первую очередь, цветовой окраски знаков, контуров, изолиний и подписей к ним. Легенда карты обычно составляется на отдельном листе. В ней должны быть отражены все условные обозначения к карте и разрезам. При этом они объединяются в группы согласно подглаве 1.2 (гидрогеологические подразделения, гидрогеодинамические показатели, водопункты и т.д.). После характеристики условных обозначений к карте, отражаются знаки, использованные при построении разрезов (в т.ч. обозначения литолого-петрографического состава пород).

Контрольные вопросы к главе 2

- 1. Какие дополнительные графические элементы должны сопровождать гидрогеологическую карту?*
- 2. Каковы основные принципы составления гидрогеологических разрезов?*
- 3. Какая информация отражается в гидрогеологической колонке?*

Глава 3. ОБЪЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

3.1. Содержание записки

Гидрогеологическая карта сопровождается описанием гидрогеологических условий района картографирования, которое и представляет “Объяснительную записку”.

Объяснительная записка должна включать следующие разделы:

- введение;
- геологическое строение;
- мерзлотные условия;

- геоморфология;
- подземные воды (или гидрогеологические условия);
- заключение.

Во введении отмечаются – цель и задачи исследования, административное положение района, его географические координаты; приводится краткая характеристика промышленности, сельского хозяйства, распределения населения; дается физико-географическое описание района, отражаются сведения о геологической и гидрогеологической изученности, и методике работ. При написании курсовых и дипломных работ необходимо составление самостоятельных разделов (глав) – “Физико-географические условия” (где с необходимой полнотой для выявления отдельных условий формирования подземных вод приводится характеристика орографических, климатических, почвенно-растительных особенностей района картографирования); “Геолого-гидрогеологическая изученность” (в хронологическом порядке отражаются результаты основных предшествующих исследований, для хорошо изученных районов в этом разделе целесообразно выделение 4-х подразделов – “Геологическая изученность”, “Гидрогеологическая изученность”, “Инженерно-геологическая изученность”, “Геофизическая изученность”); “Методика работ” (приводятся сведения о методике работ, использованных технических средствах, в т.ч. компьютерных программных продуктах).

Раздел “Геологическое строение” включает подразделы “Стратиграфия”, “Магматизм”, “Тектоника”, “История геологического развития”. Он должен содержать сведения, необходимые для гидрогеологического расчленения разреза – характеристику состава пород, их структурно-текстурных особенностей, трещиноватости (экзогенной и эндогенной), соотношения в пространстве водопроницаемых и водоупорных пород и т.п.

Раздел “Мерзлотные условия” составляется при изучении районов развития многолетнемерзлых пород. Необходимо отражение сведений о характере распространения многолетнемерзлых пород по площади и в разрезе, их мощности и температуре, соотношении мерзлых пород и водоносных объектов, закономерностях проявления таликов и их генезисе.

В разделе “Геоморфология” приводится характеристика генетических типов рельефа, денудационных уровней и террасовых поверхностей, погребенных долин. Рассматриваются основные факторы формирования рельефа (в том числе техногенного), его связь с неотектоникой. Отражаются характер и степень проявления экзогенных геологических процессов, особенно связанных с деятельностью подземных вод.

Раздел “Подземные воды” является основным. Необходимая для отражения информация распределяется по следующим подразделам – “Гидрогеологические подразделения”, “Основные гидрогеологические закономерности” и “Народно-хозяйственное значение подземных вод”.

“Гидрогеологические подразделения” содержат общую схему гидрогеологического расчленения разреза и последовательное описание всех выделенных подразделений от более молодых к более древним. Характеристика каждого гидрогеологического подразделения должна включать следующий комплекс сведений:

- особенности распространения по площади и в разрезе;
- литолого-петрографический состав водовмещающих и неводоносных пород, их мощность и фациальные изменения;
- водно-физические свойства пород (гранулометрический состав, пористость и трещиноватость, коэффициенты фильтрации и водопроницаемости, уровне- и пьезопроводности, водоотдачи) и их изменения по площади и в разрезе;
- гидрогеодинамические данные (глубина залегания ПВ, абсолютные отметки их уровня, направление движения ПВ, их напорная характеристика, дебиты и удельные дебиты водопунктов, характер гидравлической взаимосвязи между гидрогеологическими подразделениями и с поверхностными водами);
- гидрогеохимические данные (минерализация, химический (макро- и микрокомпонентный), газовый и микробиологический составы ПВ) и особенности их поведения в пространстве;
- гидрогеотермические данные;
- условия питания, транзита и разгрузки ПВ;
- характер использования ПВ;
- экологическое состояние ПВ с характеристикой степени их защищенности от загрязнения “сверху” и “снизу”.

В подразделе “Основные гидрогеологические закономерности” необходимо отразить закономерности распространения и формирования ПВ в естественных и нарушенных условиях. Это общие условия питания, движения и разгрузки ПВ, гидрогеодинамическая и гидрогеохимическая зональность, режимные наблюдения за изменениями уровней, состава, температуры и минерализации ПВ. На основе этих закономерностей проводится общее гидрогеологическое районирование с выделением и характеристикой разнопорядковых гидрогеологических регионов (провинций, областей, районов, площадей (подрайонов)).

В подразделе “Народно-хозяйственное значение подземных вод” приводятся сведения:

- об использовании ПВ для различных целей (хозяйственно-питьевых, коммунально-бытовых, лечебных, теплоэнергетических, промышленных);
- о существующем водоотборе;
- о естественных ресурсах ПВ, особенно гидрогеологических подразделений, перспективных для водоснабжения и орошения;

- о районировании по условиям водоснабжения, гидрогеолого-мелиоративным условиям, распределению минеральных вод, по поискам полезных ископаемых гидрогеохимическим методом;
- рекомендации по поискам разноцелевых ПВ;
- о влиянии на ПВ действующих и проектируемых промышленных и сельскохозяйственных объектов;
- о возможности негативного влияния ПВ на геологическую среду и сооружения при различных видах освоения территории.

В заключении констатируются основные теоретические и практические выводы по результатам проведенных исследований, даются рекомендации по рациональному использованию и охране подземной гидросферы, обосновываются дальнейшие гидрогеологические работы.

Объяснительная записка сопровождается вспомогательными рисунками, таблицами и каталогом (реестром) водопунктов. Кроме того, в ней приводятся мелкомасштабные схематические карты с информацией, не отраженной на основной гидрогеологической карте. Такими картами (схемами) могут являться: схемы гидрогеологического районирования, карта техногенной нагрузки, схема распределения модулей подземного стока; для перспективных гидрогеологических подразделений – гидрогеохимическая карта, карты водопроницаемости, гидроизопьез и др.

3.2. Каталог (реестр) водопунктов

Каталог водопунктов оформляется в виде табличных приложений в конце объяснительной записки. Он включает все изученные в районе картографирования водопункты. Все типы водопроявлений (колодцы, родники, скважины, галереи) нумеруются отдельно. Водопункты, изученные в гидрогеохимическом отношении, кроме общих сведений (табл. 3.1, 3.2, 3.3) характеризуются и химическим составом ПВ (табл. 3.4).

Таблица 3.1

Пример каталога (реестра) колодцев

Номер колодца	Местоположение колодца, абсолютная отметка устья (м)	Краткая литологическая характеристика и геологический индекс водовмещающих пород	Глубина до воды (м)	Абсолютная отметка уровня (м)	Столб воды (м)	Сведения об оборудовании колодца	Сведения об использовании и режиме	Формула ионного состава воды	Ссылка на литературу и другие сведения
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Таблица 3.2

Пример каталога (реестра) родников

Номер родника	Местоположение родника, абсолютная отметка выхода воды (м)	Краткая литологическая характеристика и геологический индекс водовмещающих пород	Тип родника	Расход (л/с)	Тип каптажа	Сведения об использовании и режиме	Формула ионного состава воды	Ссылка на литературу и другие сведения
1	2	3	4	5	6	7	8	8

Таблица 3.3

Пример каталога (реестра) скважин

Номер скважины	Местоположение, год бурения	Глубина скважины, м	Абсолютная отметка устья, м	Индекс г/г подразделения	Глубина залегания г/г подразд., м	Краткая характеристика водовмещающих пород	Интервал залегания водовмещающих пород, м	Мощность водовмещающих пород, м
		3	4	5	7			
1	2	3	4	5	6	6	7	7

Глубина установленного уровня воды, м	Абсолютная отметка уровня, м	Величина напора, м	Дебит, л/с	Понижение, м	Удельный дебит, л/с	Сведения о фильтре		Коэффициент фильтрации, м/сут	Водопроницаемость, м ² /сут	Формула химического состава	Примечание (автор, год, организация)
						Диаметр фильтра, мм	Интервал установки рабочей части, м				
8	9	9	10	10	10	11	11	12	12	13	14

Таблица 3.4

Химический состав ПВ

Номер водопункта	Индекс г/г подразделения	Дата отбора	Условия отбора	Температура воды, °С	Температура воздуха, °С	Жесткость, ммоль/дм ³		Водородный показатель (рН)	Сухой остаток, мг/дм ³
		Дата анализа				Общая	Карбонатная		Минерализация, мг/дм ³
1	2	3	4	5	5	6	7	8	9

Макрокомпоненты (мг/дм ³ , ммоль/дм ³ , %-моль)									SiO ₂ , мг/дм ³ Окис- ляе- мость, мг О/ дм ³	Микрокомпонен- ты, мг/дм ³	Примечание
$\frac{\text{HCO}_3^-}{\text{CO}_3^{2-}}$	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	$\frac{\text{NO}_3^-}{\text{NO}_2^-}$	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺ +K ⁺	$\frac{\text{Fe}^{2+}}{\text{Fe}^{3+}}$	NH ₄ ⁺			
10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	

Контрольные вопросы к главе 3

1. Какие обязательные элементы должны быть отражены в объяснительной записке к гидрогеологической карте?
2. Из каких подразделов (подглав) обычно состоит раздел (глава) “Подземные воды”?
3. Какая информация отражается в каталоге водопунктов (родников, скважин)?

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Гидрогеологическая карта общего назначения является сложной, насыщенной разнообразной информацией, пространственно-временной картографической моделью верхней части подземной гидросферы. Основная часть отражаемой на карте информации представляет собой результат полевых работ с использованием разнообразных методов исследований. Поэтому при их проведении необходимо всегда стремиться к получению максимально возможного спектра фактического материала, обработка которого может привести к созданию не только статических, но и динамических, с прогностическими возможностями, моделей подземной гидросферы.

Необходимо повториться, что в большинстве случаев невозможно сохранить наглядность карты при вынесении на нее всей требуемой современными нормативными документами информации. В связи с этим, в первую очередь картографируются – гидрогеологические подразделения, их гидрогеодинамические и гидрогеохимические характеристики, и водопункты. Другие данные приводятся на отдельных (самостоятельных) картах или схемах. Типы специальных гидрогеологических карт и общие принципы их составления приведены в учебных пособиях по “Общей гидрогеологии”, а также в [3, 9].

Примеры гидрогеологических карт и условных обозначений (легенды) к ним можно посмотреть в широко доступном учебном пособии [1],

где карты выделены в отдельное Приложение, размещенное в самом конце книги.

ЛИТЕРАТУРА

1. Геология Приказанского района. Путеводитель по полигонам учебных геологических практик / Научн. ред. А.И. Шевелёв. – Казань: ЗАО “Новое знание”, 2007. – 208 с.

2. Государственная гидрогеологическая карта России масштаба 1:200000. Средневожская серия. Сводная легенда / Под ред. Р. К. Шахновой. – Дзержинск, 1993.

3. Климентов П. П., Кононов В. М. Методика гидрогеологических исследований. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 1989. – 448 с.

4. Методическое письмо по подготовке схем гидрогеологической стратификации. – М.: Министерство природных ресурсов РФ, 1999. – 17 с.

5. Отраслевой стандарт. Воды подземные. Классификация по химическому составу и температуре. – М.: ВСЕГИНГЕО, 1986. – 12 с.

6. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества: Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы: СанПиН 2.1.4.1074-01. – М.: Минздрав России, 2002. – 62 с.

7. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования: Гигиенические нормативы. ГН 2.1.5.1315-03. – М.: Минздрав России, 2003. – 154 с.

8. Принципы гидрогеологической стратификации и районирования территории России. – М.: Министерство природных ресурсов РФ, 1998. – 21 с.

9. Справочное руководство гидрогеолога. – 3-е изд., перераб. и доп. / Под ред. В. М. Максимова: В 2 т. – Л.: Недра, 1979. – Т. 2 – 295 с.

10. Требования к составлению государственной гидрогеологической карты масштаба 1:200 000 / Сост. Л. А. Островский, В. Н. Островский, Р. К. Шахнова. – М.: ВСЕГИНГЕО, 1995. – 30 с.