

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования  
«ПЕРМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Ю. А. Килин, В. Н. Катаев

**ОСНОВЫ ПЛАНИРОВАНИЯ И ОРГАНИЗАЦИИ  
ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ РАБОТ**

*Допущено методическим советом  
Пермского государственного национального  
исследовательского университета в качестве  
учебного пособия для студентов, обучающихся  
по направлению подготовки бакалавров  
«Геология»*



Пермь 2022

УДК 556.3(075.8)

ББК 26.36я73

К392

**Килин Ю. А.**

К392 Основы планирования и организации гидрогеологических работ : учебное пособие / Ю. А. Килин, В. Н. Катаев ; Пермский государственный национальный исследовательский университет. – Пермь, 2022. – 236 с.

ISBN 978-5-7944-3900-7

В учебном пособии рассматриваются теоретические и практические вопросы, возникающие при проведении гидрогеологических работ. Представленные варианты заданий направлены на формирование навыков расчетов по различным объектам.

Издание подготовлено в целях успешного освоения студентами дисциплины «Основы планирования и организации гидрогеологических работ» и предназначено для обучающихся по направлению подготовки 05.03.01 «Геология» по программе бакалавриата (профиль «Гидрогеология и инженерная геология»).

УДК 556.3(075.8)

ББК 26.36я73

*Печатается по решению ученого совета геологического факультета  
Пермского государственного национального исследовательского университета*

*Рецензенты:* технический совет ООО «Георесурс-Пермь» (рец. – главный специалист **П. П. Ведерников**);

начальник отдела нефтегазоносности Волго-Урала АО «КамНИИКИГС», канд. геол.-минерал. наук  
**Н. Е. Соснин**

*Фото на лицевой стороне обложки: бурение скважины, р. Вильва (автор Ю. А. Килин)*

*Фото на оборотной стороне обложки: Камень Ветлан, р. Вишера (автор Е. Ю. Килина)*

ISBN 978-5-7944-3900-7

© ПГНИУ, 2022

© Килин Ю. А., Катаев В. Н., 2022

## Оглавление

Предисловие.....	5
Введение .....	7
Раздел I. Основы управления геологическими (гидрогеологическими) работами в РФ .....	15
Глава 1. Общие положения .....	15
Глава 2. Основы закона « О недрах» .....	17
Глава 3. Лицензирование.....	24
Глава 4. Пользование недрами на основе соглашения о разделе продукции .....	35
Раздел II. Основы планирования и маркетинговая деятельность геологоразведочного предприятия.....	43
Глава 1. Формирование портфеля заказов .....	43
Глава 2. Планирование на предприятии.....	48
Глава 3. Бизнес-план предприятия .....	53
Раздел III. Проектирование гидрогеологических работ по геологическому изучению недр .....	56
Глава 1. Состав проектной документации .....	56
Глава 2. Обоснование методик для проведения работ.....	64
Глава 3. Составление смет.....	68
Раздел IV. Планирование гидрогеологических работ по этапам и стадиям.....	71
Глава 1. Последовательность выполнения работ .....	71
Глава 2. Этапы, стадии, категории прогнозных ресурсов, эксплуатационных запасов и стадии проектных работ .....	76
Глава 3. Группы месторождений питьевых, технических и минеральных подземных вод по сложности геологического строения и гидрогеологических условий.....	79
Раздел V. Проектирование водозаборов подземных вод .....	85
Глава 1. Типы водозаборов подземных вод .....	85
Глава 2. Проектирование водозаборов подземных вод и схемы водоснабжения.....	90
Глава 3. Надежность систем водозаборов подземных вод .....	95
Раздел VI. Организация гидрогеологических работ.....	98
Глава 1. Планирование гидрогеологических съемок масштабов 1:200 000 и 1:50 000 .....	98
Глава 2. Гидрогеологические исследования на минеральные, промышленные и термальные воды .....	108
Глава 3. Гидрогеологические исследования при инженерно-геологических работах .....	116
Раздел VII. Бурение гидрогеологических скважин.....	121

Глава 1. Способы бурения гидрогеологических скважин .....	121
Глава 2. Обоснование конструкции гидрогеологических скважин .....	128
Глава 3. Основные задачи и направления организации бурения .....	139
Раздел VIII. Проектирование опытно-фильтрационных работ .....	149
Глава 1. Виды откачек и общие требования .....	149
Глава 2. Опытные нагнетания в скважины .....	158
Глава 3. Опытные наливов в шурфы .....	160
Глава 4. Экспресс-откачки и наливов .....	164
Раздел IX. Организация режимных, балансовых наблюдений и мониторинговых исследований .....	172
Глава 1. Цели и задачи изучения режима и баланса .....	172
Глава 2. Организация изучения естественного режима подземных вод .....	175
Глава 3. Особенности изучения нарушенного режима подземных вод .....	179
Глава 4. Организация мониторинга подземных вод на водозаборах .....	183
Раздел X. Государственная геологическая экспертиза проектов геологического изучения недр, подсчета запасов и технических проектов водозаборов подземных вод .....	187
Глава 1. Экспертиза проектов геологического изучения недр .....	187
Глава 2. Геологическая экспертиза запасов подземных вод .....	193
Глава 3. Экспертиза технических проектов водозаборов подземных вод .....	195
Глава 4. Правила подготовки, согласования и утверждения технических проектов эксплуатации месторождений подземных вод, консервации и ликвидации буровых скважин и горных выработок .....	200
Раздел XI. Практические задания .....	204
Задача № 1. Расчет требуемого количества скважин на водозаборе и расчетное понижение воды .....	204
Задача № 2. Обоснование видов бурения и конструкций водозаборных скважин .....	206
Задача № 3. Расчет конструкций фильтров .....	211
Задача № 4. Подбор насосного оборудования .....	217
Задача № 5. Определение требуемых величин подачи и напора насосного оборудования, глубины погружения насоса .....	220
Задача № 6. Расчет гидрогеологических параметров для куста совершенных скважин .....	224
Список литературы .....	227

## Предисловие

Учебное пособие включает курсы лекций для студентов-гидрогеологов и инженеров-геологов, читаемых на кафедре динамической геологии и гидрогеологии геологического факультета магистрам и бакалаврам в последнее десятилетие. Отсутствие учебника по дисциплинам «Основы планирования и организации гидрогеологических работ (бакалавриат)» вызвало необходимость подготовки данного издания. В последние годы изменились порядок и правила выполнения гидрогеологических работ, нормативная базовая литература; наряду со старыми инструкциями действуют новые. Внедряются новые передовые подходы к выполнению работ, что требует их изучения.

Весь материал учебного пособия сгруппирован по одиннадцати разделам. В первом разделе рассматриваются: общие положения планирования гидрогеологических работ; основы закона «О недрах», лицензирование, пользование недрами на основе соглашения о разделе продукции. Во втором разделе даются основы планирования и маркетинговая деятельность предприятия. Третий раздел посвящен проектированию гидрогеологических работ по геологическому изучению недр. В четвертом разделе обсуждаются вопросы планирования гидрогеологических работ по этапам и стадиям.

Пятый раздел рассматривает проектирование водозаборов подземных вод. Шестой раздел включает в себя вопросы, связанные организацией и проведением гидрогеологических съемок, исследованием на минеральные, промышленные, термальные воды и гидрогеологическими работами при инженерных изысканиях. Седьмой раздел посвящен бурению гидрогеологических скважин. В восьмом разделе рассматриваются виды проведения опытно-фильтрационных работ. В девятом разделе обсуждается организация режимных, балансовых наблюдений и мониторинга за подземными водами. Десятый раздел посвящен экспертизе геологического изучения недр, запасов подземных вод, правилам подготовки, согласования и утверждения технических проектов. Одиннадцатый раздел содержит практические задания.

В теоретической части учебного пособия даны основные понятия и требования к гидрогеологическим работам в РФ по

проектированию, планированию, а также порядку и последовательности выполнения работ. В разделах организация работ рассматриваются основные положения, возникающие при гидрогеологических съемках, бурении гидрогеологических скважин, их конструкциях, опытно-фильтрационных работах, мониторинге.

В практической части помещены задания по основным требуемым расчетным характеристикам водозаборных скважин. Учебное пособие будет полезно не только студентам, но и инженерному персоналу предприятий, занимающемуся гидрогеологическими работами.

## Введение

Основы планирования и организации гидрогеологических работ – это комплекс, включающий в себя правила и порядок проведения работ, планирования, проектирования, организации исследований для различных народнохозяйственных задач и объектов.

Основой планирования гидрогеологических работ являются положения Закона о недрах, положения о лицензировании, приказ Министерства природных ресурсов РФ по проектированию, временное положение о последовательности выполнения гидрогеологических работ по этапам и стадиям и другие нормативные документы. Организация гидрогеологических работ предусматривает следующие работы: проведение гидрогеологических съемок и картирование различных масштабов, бурение скважин с обоснованием конструкций, проведение опытно-фильтрационных работ, организация режимных и мониторинговых наблюдений, организация гидрогеологических изысканий по строительным объектам. Конечным результатом гидрогеологических работ является утверждение запасов подземных вод в ТКЗ, ГКЗ, прохождение экспертиз геологической и строительной.

Большое разнообразие гидрогеологических работ требует специализации организаций по видам работ. Одни организации занимаются бурением гидрогеологических скважин, другие – их проектированием, гидрогеологическими съемками, бурением специальных скважин по осушению территорий, шахт, разрезов. Большое внимание гидрогеологии уделяется при строительстве объектов различного назначения (подземных паркингов, гидротехнических сооружений, тоннелей и т.д.). Специализация предприятий влияет и на планирование гидрогеологических работ, что обуславливает необходимость наличия у предприятий достаточного количества необходимой техники, специалистов, специализированного оборудования, наличия сертифицированных лабораторий.

По оценкам ООН 1,1 млрд чел. на Земле не имеют достаточного доступа к чистой питьевой воде, 2,6 млрд – для средств гигиены. Прогнозируется, что к 2025 г. два чел. из трех будут испытывать нехватку воды.

По данным государственного мониторинга состояния недр (ГМСН) прогнозные ресурсы подземных вод на территории России составляют 869055 тыс. м<sup>3</sup>/сут (317 км<sup>3</sup>/год). Обеспеченность прогнозными ресурсами подземных вод составляет 6 м<sup>3</sup>/сут на чел. Россия обладает более 20% мировых запасов пресных вод. На сегодняшний день наибольшее количество подземных вод добывается и используется в Центральном, Приволжском и Сибирском федеральных округах, наименьшее – в Дальневосточном. Ряд субъектов России испытывают дефицит воды. На 1 января 2015 г. – разведано 15054 месторождения (участка) подземных вод. Запасы подземных вод пригодных для хозяйственно-питьевого водоснабжения, орошения земель, обводнения пастбищ составили – 85826 тыс. м<sup>3</sup>/сут.

Правовое управление добычей подземных вод в РФ имеет двойное регулирование. Согласно законодательству России подземные воды относятся к ресурсам недр. Закон «О недрах» от 21 февраля 1992 г. регулирует отношения, возникающие в области геологического изучения, использования и охраны недр, использования отходов добычи полезных ископаемых и связанных с ней перерабатывающих производств, специфических минеральных ресурсов (рапы, лиманов, озер, торфа, сапропеля и др.), подземных вод, включая попутные воды (воды, извлеченные из недр вместе с углеродным сырьем), а также вод, используемых пользователями недр для собственных производственных и технологических нужд. С другой стороны, в соответствии с Водным кодексом (ВК) России (от 3 июня 2006 № 74-ФЗ) на подземные воды распространяются нормы водного законодательства.

Водный кодекс не дает понятия «подземные воды», а относит их к водным ресурсам посредством установления критериев места их нахождения и возможности их использования. К подземным водным объектам относятся: бассейны, водоносные горизонты, а естественные выходы подземных вод на суше и под водой – к поверхностным водным объектам, что является некорректным утверждением. Если выход подземных вод отнесен к природным лечебным ресурсам, согласно ФЗ от 23 февраля 1995 г. № 26–ФЗ «О природных лечебных ресурсах, лечебно-оздоровительных местностях и курортах», то они используются для лечения, профилактики заболеваний, организации отдыха.



Современная система лицензирования водозаборов является основным механизмом управления и регулирования в России. В соответствии с законом «О недрах» геологическое изучение и добыча подземных вод осуществляются на основании предоставленного права пользования участком недр, которое оформляется государственным разрешением в виде лицензии.

Использование подземных вод для водоснабжения включает в себя разработку методики и технологии проведения геологоразведочных работ, их производство, оценку запасов и проектирование эксплуатации. Перечень документов для получения права пользования недрами:

- инструкция по применению «Положения о порядке лицензирования пользования недрами» к участкам недр, предоставляемым для добычи подземных вод, а также других полезных ископаемых, отнесенных к категории лечебных (утв. Роскомнедрами 14.04.1994 г.);

- порядок предоставления в пользование участков недр местного значения на территории Пермского края. Закон № 114 – ПК;

- порядок рассмотрения заявок на получение права пользования недрами для геологического изучения недр (за исключением недр на участках федерального значения) (утв. приказом МПР РФ от 15.03.2005 г. № 61, зарег. в Минюсте РФ 26 апреля 2005 г. № 6559);

- административный регламент Роснедр по исполнению государственных функций по осуществлению выдачи, оформления и регистрации лицензий на пользование недрами, внесения изменений и дополнений в лицензии на пользование участками недр, а также переоформления лицензий и принятия, в том числе по представлению Федеральной службы по надзору в сфере природопользования и иных уполномоченных органов, решений о досрочном прекращении, приостановлении и ограничении права пользования участками недр (утв. приказом МПР РФ от 29.09.2009 г. № 315, зарег. в Минюсте РФ 25.12.2009 г. № 15837);

- положение о порядке лицензирования пользования недрами (утв. Постановлением Верховного Совета РФ от 15.07.1992 г. №3314-1);

– порядок рассмотрения заявок на получение права пользования недрами для целей добычи подземных вод, используемых для питьевого водоснабжения населения или технологического обеспечения водой объектов промышленности» (утв. приказом МПР РФ от 29.11.2004 г. № 710, зарег. в Минюсте РФ 17.12.2004 г. № 6197).

Поскольку пользователь недр не имеющий специального гидрогеологического образования не может составить требующуюся документацию, он вынужден самостоятельно искать подрядчика (специалиста либо организацию), готового выполнить все регламентные работы. Стоимость «условного пакета» для получения разрешения (лицензии) на добычу подземных вод на сегодняшний день составляет от 600 тыс. руб. до 1,5 млн руб. и более в зависимости от условий эксплуатации месторождения и рыночных цен на проведение всех видов работ. Помимо высокой стоимости подготовительного этапа к получению лицензии на недропользование, существенным отрицательным фактором является длительный период выполнения работ в целях геологического изучения недр, который устанавливается в соответствии с условиями лицензионного соглашения от 2 до 5 лет.

Недостатками системы лицензирования в РФ являются жесткая регламентация административных процедур при одновременной нечеткости формулировок и соответственной неоднозначности их трактовок, а также избыточность требований к проведению работ и представлению их результатов, не учитывающая разнообразие рассматриваемых объектов и решаемых задач.

Зарубежный опыт лицензирования существенно отличается от РФ. Современная Германия – одна из наиболее развитых стран мира. Методология в сфере геологического изучения и добычи подземных вод в стране является одной из передовых в Европе. Особую роль в области добычи подземных вод играют рациональный подход к управлению подземными водными ресурсами и экологический менеджмент. Доля использования подземных вод в Германии достигает 75 % потребления для хозяйственных целей и промышленного водоснабжения. основополагающими приоритетными для немецких специалистов являются, в первую очередь, рациональность, во-вторых, безопасность, в-

третьих, контроль. Особую роль в управлении добычей подземных вод играют сугубо государственные организации – Департамент водных ресурсов, водные ведомства. Например, Водный департамент Саксонии отвечает за выдачу и отмену лицензий для разных типов водозаборов, проведение мониторинга, а также оценку запасов. Сам процесс получения лицензии на добычу подземных вод в Водном департаменте Саксонии четко регламентирован. Для физических лиц эта процедура проста и достаточно прозрачна. Список документов для получения лицензии на малый водозабор состоит из следующих пунктов:

- заявление с указанием планируемого объема водопользования;
- план участка;
- конструкция водозабора.

После получения от заказчика данных документов Водный департамент рассматривает заявку и самостоятельно выполняет отчет о влиянии нового водозабора, а также проводит оценку запасов на участке. Если негативного влияния водозабора на водоносный горизонт и соседние скважины не выявлено, Водный департамент выдает заказчику лицензию.

Основными законами в США по подземным водам, принятыми в разные годы, являются:

- 1948 г. – Федеральный закон о контроле за загрязнением воды с поправками 1972 г.;
- 1974 г. – Федеральный закон о безопасной питьевой воде (поправки 1986, 1996 гг.) включил защиту устья водозаборных скважин от загрязнения;
- 15 ноября 2021 г. – Двухпартийный закон об инфраструктуре выделил 50 млрд долл на улучшение инфраструктуры питьевой воды, сточных вод и ливневых вод.

Отдельные штаты имеют инструкции, регламентирующие строительство, эксплуатацию и ликвидацию водозаборных скважин, которые постоянно актуализируются и доводятся до недропользователей – руководство по водозаборным скважинам Мичигана или стандарт водозаборных скважин Калифорнии.

Частные владельцы информируются краткими руководствами, разъясняющими ценность подземных вод, и методиками

их рационального использования и бережной эксплуатации. В 2013 г. Колорадо стал первым штатом, принявшим правила отбора проб и мониторинга подземных вод. Комиссия по сохранению нефти и газа штата Колорадо регламентирует отбор проб в радиусе 0,8 км от проектируемой нефтяной скважины в течение 12 месяцев до начала бурения (до 4 базовых проб); в период бурения – от 6 до 12 месяцев; после бурения – от 5 до 6 лет после последнего отбора проб в местах первоначального отбора. Защите подлежат слабоминерализованные воды, которые потенциально могут быть очищены и использоваться в качестве питьевой воды в будущем. Ограничивается использование пластовых вод во время бурения поверхностной части нефтяной скважины для защиты подземных вод. В 2014 г. в Калифорнии был принят Закон об устойчивом управлении подземными водами. В 2013–2016 гг. утверждено более 100 нормативных актов, связанных с подземными водами и влияющих на разведку и добычу нефти и газа.

В Китайской народной республике с 01.12.2021 г. вступило в силу «Положение об управлении подземными водами»:

- вводятся система целевой ответственности и система анализа и оценки для управления и охраны подземных вод;

- усиливается просвещение по вопросам сохранения и защиты подземных вод;

- устанавливаются контрольные показатели общего объема добычи каждой провинции, автономном районе или муниципалитете;

- уровень и общий объем добываемых подземных вод контролируются;

- подразделения и отдельные лица, осуществляющие забор подземных вод, должны установить средства онлайн учета забора подземных вод;

- штраф за отсутствие приборов учета или их неисправность составляет 100000–500000 юаней (до 6 млн руб.), как и штраф за неликвидированную скважину;

- создается система резервов подземных вод, за исключением особо засушливых лет и чрезвычайных ситуаций, подземные воды, которые не могут быть легко восполнены, не должны

эксплуатироваться. После того, как аварийный резервный источник подземных вод закончил свое аварийное использование, он должен немедленно прекратить забор воды;

– выделяется национальная зона перерасхода подземных вод, зона запрета добычи и ограничения добычи подземных вод.

Китай снизил ежегодное использование подземных вод с 113 млрд м<sup>3</sup> в 2012 г. до 89,2 млрд м<sup>3</sup> в 2020 г. В среднем в Китае ежегодно чрезмерно эксплуатируется 15,8 млрд м<sup>3</sup> воды, и эта проблема наблюдается в большинстве регионов. В 2020 г. в Китае насчитывалось 10 242 станции мониторинга неглубокого залегания подземных вод. Из них 43,6% имеют воду V класса, наихудшего качества в пятиуровневой системе качества воды

Многие страны отмечают необходимость более тщательного управления подземными водами, которому ранее уделялось недостаточное внимание, усиливают научные исследования, актуализируют нормативно-правовую базу и наращивают финансирование проектов, связанных с управлением подземными водами. Для сохранения стратегических ресурсов подземных вод Китай вводит зоны ограничения добычи подземных вод и переходит на полный контроль за уровнем и отбором подземных вод, создаются национальные резервы подземных вод.

В США, Китае и Австралии активно ведется просветительская деятельность с целью повышения осознания значимости подземных вод среди населения и водопользователей, уделяется большое внимание мониторингу подземных вод во время строительства объектов нефтяной инфраструктуры

В ряде нормативных документов акцентируется внимание на необходимости повышения качества проектирования, строительства и ликвидации водозаборных скважин. Плохо построенные скважины могут привести к загрязнению подземных вод до такой степени, что они станут непригодными для использования или потребуют дорогостоящей очистки. В США действуют программа по защите устьев водозаборных скважин от загрязнения

Актуальность исследований по охране и защите подземных вод, в том числе и на нефтяных месторождениях, будет возрастать в связи с увеличением зависимости мирового населения от подземных вод

Государственная система управления добычей и потреблением подземных вод в РФ для различных целей экономики требует определенной реформы. В первую очередь, воду как особое полезное ископаемое необходимо рассматривать как общенародную государственную собственность. Добычу подземной воды, распределение фондов по регионам, целевому назначению необходимо производить под контролем государственных специализированных организаций и налоговых органов, но при условии реструктуризации основополагающих законов (законы РФ «О недрах», Водного кодекса).

# **Раздел I. Основы управления геологическими (гидрогеологическими) работами в РФ**

## **Глава 1. Общие положения**

Минерально-сырьевые ресурсы России – одно из главных богатств. Их ценность составляет 25,6 трл долл., что превосходит ценность остальных природных ресурсов. Именно благодаря этому сформировалась минерально-сырьевая ориентация экономики страны в сложный период ее перехода на рыночные условия хозяйствования.

Рыночные преобразования в стране коснулись геологоразведочных и горнодобывающих производств самым непосредственным образом. Это проявляется в конкуренции формирования новых хозяйственных отношений, изменении процедур управления геологоразведочными работами на всех уровнях, включая их планирование, организацию и оценку эффективности.

В этих условиях государственное управление и государственное регулирование геологического изучения недр приобретает особо важную роль.

В 1992–1994 гг. геологические предприятия ранее единой геологической службы в результате процессов реформирования и приватизации были разделены на три сектора: государственный (ФГУПы), геологические экспедиции в составе добывающих компаний («Норильский никель», «Алмазы России-Саха (Якутия)», «Лукойл» и др.), а также сервисные геологоразведочные предприятия.

К задачам государственной геологической службы были отнесены работы первой стадии: региональное геологическое изучение недр с целью получения комплексной геологической информации, составляющей фундаментальную основу системного геологического изучения территории страны и прогнозирования полезных ископаемых в недрах. Работы по воспроизводству МСБ, включающие поиски, оценку и разведку месторождений, были возложены на недропользователей. Министерство природных ресурсов (МПР), одновременно являясь и органом

управления государственной геологической службой, государственным фондом недр, непосредственно организывает региональные общегеологические работы, систематизирует геологическую информацию, отвечает за состояние минерально-сырьевой базы, ее использование и нормативно-правовую базу всех видов недропользования, включая геологоразведку.

*Геологическая служба России включает в себя:*

1. Федеральную государственную геологическую службу в составе Министерства природных ресурсов (в том числе Федеральное Агентство по недропользованию) и его территориальных управлений (департаментов), государственные геологические предприятия (ФГУП и ГУП).

2. Геологические службы горнодобывающих компаний (недропользователей).

3. Частные (сервисные) предприятия, проводящие геологическое изучение недр.

Государственный федеральный орган, осуществляющий регулирование и управление использованием недр, – Министерство природных ресурсов.

*Функции МПР и его региональных департаментов:*

1. Определение стратегии использования, темпов воспроизводства и качественного улучшения МСБ путем разработки и реализации федеральных программ.

2. Разработка законодательства РФ о недрах, стандартов, норм, правил пользования недрами

3. Решение федеральных задач в области геологического картирования территорий, изучения глубинного строения Земли, шельфа и дна Мирового океана, выполнения научно-исследовательских работ и др.

4. Управление государственным фондом недр путем проведения конкурсов и аукционов на право пользования недрами (система лицензирования), осуществление государственного учета, экспертизы и контроля работ по геологическому изучению.



## Глава 2. Основы закона «О недрах»

С принятием в 1992 г. закона РФ «О недрах» и «Положения о порядке лицензирования пользования недрами», затем федеральных законов «О шельфе», «О соглашениях о разделе продукции» (ФЗ «О СРП»), «О драгоценных металлах и драгоценных камнях», а в исполнение их и других нормативно-правовых актов, а также Федеральной программы развития МСБ на период 1994–2000 гг. в России стала формироваться система государственного регулирования использования и воспроизводства сырьевой базы, приближенная к рыночным условиям и в то же время сохраняющая элементы прямого государственного регулирования. Законы регулируют отношения, возникающие в процессе геологического изучения, использования и охраны недр РФ. Недра – часть земной коры, расположенной ниже почвенного слоя и дна водоемов, простирающейся до глубин, доступных для геологического изучения и освоения. Собственником недр является государство. Участки недр не могут быть предметом купли, продажи, дарения, наследования, вклада, залога или отчуждаться в иной форме. Недра предоставляются в пользование. Добытые из недр полезные ископаемые по условиям лицензии могут находиться в федеральной государственной собственности, собственности субъектов РФ или частной собственности. Государственный фонд недр составляют используемые участки, представляющие собой геометризованные блоки недр, и неиспользуемые части недр в пределах территории РФ. В целях обеспечения обороны страны и безопасности государства отдельные участки недр относятся к участкам недр федерального значения. К таким участкам относятся участки недр, содержащие крупные месторождения урана, алмазов, некоторых редких и цветных металлов, крупные месторождения нефти, газа, золота, участки континентального шельфа.

### *Виды пользования недрами*

- региональное геологическое изучение, включающее геолого-геофизические, научно-исследовательские работы, геологическую съемку, мониторинг состояния недр и др.,
- геологическое изучение, включающее поиски и оценку месторождений;

- разведка и добыча полезных ископаемых;
- строительство и эксплуатация подземных сооружений, не связанных с добычей;
- образование геологических заповедников, заказников;
- сбор минералогических, палеонтологических и других коллекций.

Недра могут предоставляться в пользование одновременно для геологического изучения, разведки и добычи. Для добычи полезных ископаемых, строительства и эксплуатации подземных сооружений, не связанных с добычей, участок недр предоставляется пользователю в виде горного отвода – геометризованного блока недр. Участку недр, предоставляемому в соответствии с лицензией для геологического изучения, придается статус геологического отвода. В границах геологического отвода могут одновременно проводить работы несколько пользователей недр.

Пользование недрами предусматривает равнодоступность, конкурентность, платность, необходимость получения лицензии, полное и комплексное использование недр. Пользователями недр могут быть субъекты предпринимательской деятельности, в том числе иностранные граждане, юридические лица. Участки недр предоставляются в пользование специальным разрешением в виде лицензии после проведения конкурса или аукциона. Срок пользования участками недр, предоставляемыми для геологического изучения, – до 5 лет и до 10 лет при проведении работ на континентальном шельфе РФ, для добычи полезных ископаемых – на срок отработки месторождения (обоснованный в ТЭО). Лицензия – это документ, удостоверяющий право ее владельца на пользование участком недр. В лицензии содержатся сведения о целевом назначении работ, сроках работ, границах участка, платежах за пользование, объеме добычи сырья и др. Лицензия предоставляется совместным решением Управления природных ресурсов области (края) и органа исполнительной власти субъекта РФ. Система платежей при пользовании недрами включает в себя: разовые платежи за пользование недрами, регулярные платежи за пользование недрами, плату за геологическую информацию о недрах, сбор за участие в конкурсе (аукционе), сбор за выдачу лицензий. Окончательные размеры разовых платежей за пользование недрами устанавливаются по результатам конкурса или аукциона. Регулярные

платежи за пользование недрами взимаются за предоставление прав на поиск, оценку и разведку полезных ископаемых. Регулярные платежи не взимаются за право пользования недрами для регионального геологического изучения, разведку в границах горного отвода, предоставленного пользователю для добычи полезного ископаемого. Ставка регулярного платежа за пользование недрами устанавливается за один квадратный километр площади участка недр в год и зависит от вида полезного ископаемого, экономико-географических условий, размера участка, степени геологической изученности и риска.

Платежи за право пользования недрами определяются (Постановлением Правительства России от 18 сентября 2020 г. № 1496; настоящий документ отменен с 1 января 2021 г.) «Положением о порядке и условиях взимания платежей за право на пользование недрами, акваторией и участками морского дна», утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 28 октября 1992 г. № 828. Установлены следующие предельные уровни регулярных платежей за право на добычу минерального сырья, в том числе подземных вод, в процентах от стоимости добытых подземных вод: подземные пресные воды – 2–8%, термальные (теплоэнергетические) воды, рассолы, горно-химическое сырье (промышленные воды) – 1–5%.

### *Собственность на недра*

Недра в границах территории Российской Федерации, включая подземное пространство и содержащиеся в недрах полезные ископаемые, энергетические и иные ресурсы, являются государственной собственностью. Вопросы владения, пользования и распоряжения недрами находятся в совместном ведении Российской Федерации и субъектов Российской Федерации.

Участки недр не могут быть предметом купли, продажи, дарения, наследования, вклада, залога или отчуждаться в иной форме. Права пользования недрами могут отчуждаться или переходить от одного лица к другому в той мере, в какой их оборот допускается федеральными законами.

Добытые из недр полезные ископаемые и иные ресурсы по условиям лицензии могут находиться в федеральной государственной собственности, собственности субъектов Российской Федерации, муниципальной, частной и в иных формах собственности.

### *Государственный фонд недр*

Государственный фонд недр составляют используемые участки, представляющие собой геометризованные блоки недр, и неиспользуемые части недр в пределах территории Российской Федерации и ее континентального шельфа.

Владение, пользование и распоряжение государственным фондом недр в пределах территории Российской Федерации в интересах народов, проживающих на соответствующих территориях, и всех народов Российской Федерации осуществляются совместно Российской Федерацией и субъектами Российской Федерации.

### *Участки недр федерального значения*

В целях обеспечения обороны страны и безопасности государства отдельные участки недр относятся к участкам недр федерального значения.

Перечень участков недр федерального значения официально публикуется федеральным органом управления государственным фондом недр в порядке, установленном Правительством Российской Федерации, в официальном издании Российской Федерации.

К участкам недр федерального значения относятся участки недр:

1) содержащие месторождения и проявления урана, алмазов, особо чистого кварцевого сырья, редких земель иттриевой группы, никеля, кобальта, тантала, ниобия, бериллия, лития, металлов платиновой группы;

2) расположенные на территории субъекта Российской Федерации или территориях субъектов Российской Федерации и содержащие на основании сведений государственного баланса запасов полезных ископаемых начиная с 1 января 2006 года:

– извлекаемые запасы нефти от 70 млн т;

- запасы газа от 50 млрд м<sup>3</sup>;
- запасы коренного золота от 50 т;
- запасы меди от 500 тыс. т;

3) внутренних морских вод, территориального моря, континентального шельфа Российской Федерации;

4) при пользовании которыми необходимо использование земельных участков из состава земель обороны, безопасности.

### *Федеральный фонд резервных участков недр*

В целях обеспечения в перспективе потребностей Российской Федерации в стратегических и дефицитных видах полезных ископаемых из не предоставленных в пользование участков недр формируется федеральный фонд резервных участков недр.

### *Управление и финансирование работ*

Продолжающаяся структурная перестройка экономики страны предопределила поиск новых подходов к организационному построению геологического изучения недр, в частности геологической службы России.

Государственный сектор решает вопросы регионального изучения недр, поиска и оценки месторождений полезных ископаемых, создания плановой и информационной базы для конкретных недропользователей.

Одной из важнейших задач государственного сектора является учет работ, связанных с изучением и использованием недрами.

В соответствии с установленным порядком подлежат государственному учету и включению в государственный реестр:

- все работы по геологическому изучению недр;
- участки недр, предоставленные для добычи полезных ископаемых;
- лицензии на пользование недрами.

Федеральным органам управления государственным фондом недр является Министерство природных ресурсов Российской Федерации.

Рыночный сектор занимается геологоразведочными работами на конкретных объектах в соответствии с имеющимися лицензиями.

В соответствии с существующим законодательством Министерство природных ресурсов России решает следующие задачи:

1) проведение государственной политики в сфере изучения, воспроизводства, использования и охраны недр и координации деятельности в этой сфере федеральных органов исполнительной власти;

2) проведение государственной экспертизы запасов полезных ископаемых, геологической и экономической информации о предоставляемых в пользование участках недр, проектно-сметной документации на проведение работ по геологическому изучению недр;

3) составление и ведение государственного баланса запасов полезных ископаемых, государственного кадастра месторождений и проявлений полезных ископаемых;

4) организационное обеспечение государственной системы лицензирования пользования недрами;

5) подготовка предложений о порядке и условиях взимания платежей за пользование недрами и об установлении их предельных уровней, а также по отчислениям на воспроизводство минерально-сырьевой базы и их ежегодному распределению между бюджетами разных уровней;

6) обеспечение и проведение в пределах своей компетенции государственного контроля за геологическим изучением, региональным использованием и охраной недр;

7) осуществление в пределах своей компетенции международного сотрудничества в области изучения, воспроизводства, использования и охраны природных ресурсов;

8) ведение наблюдения за состоянием недр;

9) контроль за целевым использованием государственных ресурсов, направляемых на геологическое изучение недр;

Эти работы МПР России выполняет непосредственно через свои территориальные органы, а также через геологические службы субъектов Федерации. Последние создаются и функционируют на основе соглашений между Правительством Российской Федерации и администрациями субъектов Федерации о разграничении предметов ведения и полномочий в сфере владения, пользования и распоряжения минерально-сырьевыми ресурсами.

## *Финансирование работ*

Финансирование всех работ, связанных с изучением недр Российской Федерации, континентального шельфа и Мирового океана для федеральных нужд, в том числе с геологическим картированием территории страны, поиском и оценкой месторождений полезных ископаемых в соответствии с государственными программами, сбором и хранением информации о недрах, выполняется за счет средств федерального бюджета предприятий системы Министерства природных ресурсов.

В геологии высока доля работ для федеральных нужд и соответственно значителен удельный вес государственных предприятий, на основе которых могут быть созданы казенные геологические учреждения. Государственные предприятия заняты главным образом осуществлением региональных и других работ по геологическому изучению недр. Поиски и разведку месторождений по заказам горнодобывающих комбинатов и компаний проводят в основном акционерные геологические предприятия. Некоторые из них наряду с разведкой месторождений ведут их промышленную разработку. Частные фирмы в геологии – редкое исключение.

Финансирование с переходом на рыночные отношения перетерпели значительные изменения. Из федерального бюджета финансируются работы для федеральных нужд, к которым относятся региональные геологические работы по изучению территории и континентального шельфа РФ, дна мирового океана, поиски и оценка месторождений в соответствии с государственными программами, геологические исследования для нужд обороны, фундаментальные и общественные научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы.

За счет средств государственного бюджета финансируется 15–20% общего объема геологоразведочных работ. Остальные работы (в основном разведка месторождений) оплачивается горнодобывающими предприятиями за счет отчислений на воспроизводство минерально-сырьевой базы.

За счет региональных бюджетов автономных образований, краев и областей, в состав которых поступает часть платежей за право пользования недрами, финансируются в основном поисковые и разведочные работы, включенные в региональные (территориальные) геологические программы.

## Глава 3. Лицензирование

### *Лицензия на пользование недрами*

Предоставление недр в пользование оформляется специальным государственным разрешением в виде лицензии, включающей установленной формы бланк с Государственным гербом Российской Федерации, а также текстовые, графические и иные приложения, являющиеся неотъемлемой составной частью лицензии и определяющие основные условия пользования недрами.

Предоставление участка (участков) недр в пользование на условиях соглашения о разделе продукции оформляется лицензией на пользование недрами. Лицензия удостоверяет право пользования указанным участком (участками) недр на условиях соглашения, определяющего все необходимые условия пользования недрами в соответствии с Федеральным законом «О соглашениях о разделе продукции» и законодательством Российской Федерации о недрах.

Лицензия является документом, удостоверяющим право ее владельца на пользование участком недр в определенных границах в соответствии с указанной в ней целью в течение установленного срока при соблюдении владельцем заранее оговоренных условий. Между уполномоченными на то органами государственной власти и пользователем недр может быть заключен договор, устанавливающий условия пользования таким участком, а также обязательства сторон по выполнению указанного договора.

Лицензия удостоверяет право проведения работ по геологическому изучению недр, разработки месторождений полезных ископаемых, использования отходов горнодобывающего и связанных с ним перерабатывающих производств, использования недр в целях, не связанных с добычей полезных ископаемых, образования особо охраняемых геологических объектов, сбора минералогических, палеонтологических и других геологических коллекционных материалов.

Допускается предоставление лицензий на несколько видов пользования недрами.

Предоставление лицензии на пользование недрами осуществляется при наличии согласия собственника земельного



участка, землепользователя или землевладельца на предоставление соответствующего земельного участка для проведения работ, связанных с геологическим изучением и иным использованием недр. Предоставление земельного участка для проведения работ, связанных с геологическим изучением и иным использованием недр, осуществляется в порядке, установленном законодательством Российской Федерации, после утверждения проекта проведения указанных работ.

### *Содержание лицензии на пользование недрами*

Лицензия и ее неотъемлемые составные части должны содержать:

1) данные о пользователе недр, получившем лицензию, и органах, предоставивших лицензию, а также основание предоставления лицензии;

2) данные о целевом назначении работ, связанных с использованием недрами;

3) указание пространственных границ участка недр, предоставляемого в пользование;

4) указание границ земельного участка или акватории, выделенных для ведения работ, связанных с использованием недрами;

5) сроки действия лицензии и сроки начала работ (подготовки технического проекта, выхода на проектную мощность, представления геологической информации на государственную экспертизу);

6) условия, связанные с платежами, взимаемыми при пользовании недрами, земельными участками, акваториями;

7) согласованный уровень добычи минерального сырья, право собственности на добытое минеральное сырье;

8) соглашение о праве собственности на геологическую информацию, получаемую в процессе пользования недрами;

9) условия выполнения установленных законодательством, стандартами (нормами, правилами) требований по охране недр и окружающей природной среды, безопасному ведению работ;

10) порядок и сроки подготовки проектов ликвидации или консервации горных выработок и рекультивации земель

## *Лицензирование на территории регионов*

Лицензия не нужна, если Вы являетесь физическим лицом или осуществляете водозабор из простой скважины или, например, из поверхностных источников. Под простой скважиной имеются в виду частные колодцы, скважины с малым дебитом, каптажи для небольших родников.

Главное требование – чтобы водозабор не осуществлялся для производственных нужд, а только для частных: приусадебные хозяйства, малые фермы, мелкие садоводства.

Местные подразделения Роскомнедра совместно с органами субъектов РФ могут устанавливать предельные величины забора воды, размеры участков недропользования и пр., создавая этим дополнительные возможности исключить лицензию на воду из затратной части предприятия.

С 2015 г. *не требуется* не только проводить оценку запасов подземных вод для участков с добычей менее 100 м<sup>3</sup>/сутки, но и согласовывать *проект разработки месторождений* (№459-ФЗ от 29.12.2014) и проводить *оценку запасов подземных вод*.

После внесения изменений в Федеральный закон «О недрах» 29 декабря 2014 г., участки недр, содержащие подземные воды, объем добычи которых составляет не более 500 м<sup>3</sup> в сутки, были отнесены к участкам местного значения.

На территории Пермского края порядок предоставления в пользование участков недр местного значения регламентируется законом №114-ПК.

К участкам недр местного значения относятся:

– участки недр, содержащие подземные воды, которые используются для целей питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения или технического водоснабжения, объем добычи которых составляет не более 500 м<sup>3</sup>/сут, а также для целей питьевого водоснабжения или технического водоснабжения садоводческих некоммерческих товариществ и (или) огороднических некоммерческих товариществ.

Участки недр местного значения предоставляются в пользование для:

– геологического изучения, включающего поиск и оценку месторождений общераспространенных полезных ископаемых;

- разведки и добычи общераспространенных полезных ископаемых;
- геологического изучения, разведки и добычи общераспространенных полезных ископаемых;
- строительства и эксплуатации подземных сооружений, не связанных с добычей полезных ископаемых;
- геологического изучения в целях поисков и оценки подземных вод;
- разведки и добычи подземных вод

Участки недр местного значения для разведки и добычи полезных ископаемых предоставляются в пользование только после проведения государственной экспертизы их запасов, за исключением предоставления участков недр местного значения для разведки и добычи подземных вод, которые используются для целей питьевого водоснабжения или технического водоснабжения, объем добычи которых составляет не более 100 м<sup>3</sup>/сут. Если водоотбор скважины составляет менее 100 м<sup>3</sup> в сутки, то лицензия на геологоразведку **не нужна**. Необходимо при этом выполнить проект водозаборной скважины, оформленный в соответствии со схемой (рис. 1.3.1).

<p>Бурение скважин (при необходимости), обследование участка работ</p>	<p>Разработка отчета по ОЗПВ; Экспертиза отчета по ОЗПВ:</p>	<p>Получение Протокола Государственной комиссии по запасам</p>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Экспертиза проводится в соответствии с объемом добычи подземных вод и по территориальному признаку;</li> <li>• до 500 куб.м/сутки Министерство или Департамент экологии и природопользования субъекта РФ;</li> <li>• Свыше 500 куб. м/сутки это ФБУ "Государственная комиссия по запасам подземных ископаемых".</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Срок проведения экспертизы составляет около <b>920</b> календарных дней.</li> <li>• <b>Добыча полезных ископаемых:</b></li> <li>• Допускается только после оценки и утверждения их запасов (ст. 29 закона "О недрах")</li> <li>• По утвержденному проекту. (ст. 23.2 закона "О недрах").</li> </ul>

Рис. 1.3.1. Проведение работ по оценке запасов подземных вод (ОЗПВ)

Право пользования недрами возникает с даты государственной регистрации лицензии на пользование участком недр.

Срок пользования участком недр для добычи подземных вод составляет до 25 лет.

Итак по-прежнему обязательно должны пользователи скважин объемом менее 100 м<sup>3</sup>/сутки после 2015 г. – проводить мониторинг.

*Мониторинг подземных вод включает в себя:*

- режимные наблюдения – на каждой скважине устанавливаются измерительные приборы (пьезотрубки, расходомеры, краны для проб) и производится отбор проб;

- регулярные исследования воды на химию, радиологию и бактерицидный состав в соответствии с СанПиН 2.1.4.1074-01 “Питьевая вода..”;

- ведение журналов режимных наблюдений – рекомендации по их ведению содержатся в Методических рекомендациях по организации и ведению мониторинга подземных вод на мелких групповых водозаборах и одиночных эксплуатационных скважинах (МПР РФ, 2000 г.);

- сбор результатов режимных наблюдений в единый отчет и сдача его в региональное Бассейновое управление. Получение положительного заключения Санэпиднадзора о допустимости использования подземных вод для хозяйственно-питьевого водоснабжения и для проекта ЗСО.

В соответствии с законом «О недрах» для садоводческих некоммерческих товариществ существует упрощенная система получения лицензии на добычу подземных вод (рис. 1.3.2).

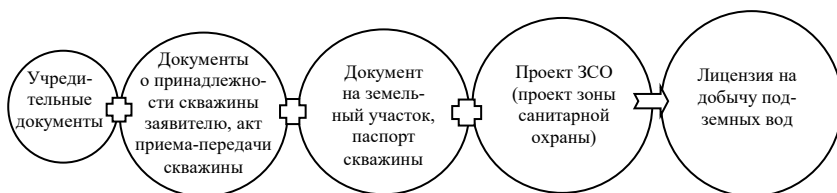


Рис. 1.3.2. Упрощение процедуры получения лицензии, для выполнения работ на подземные воды для СНТ и ОНТ

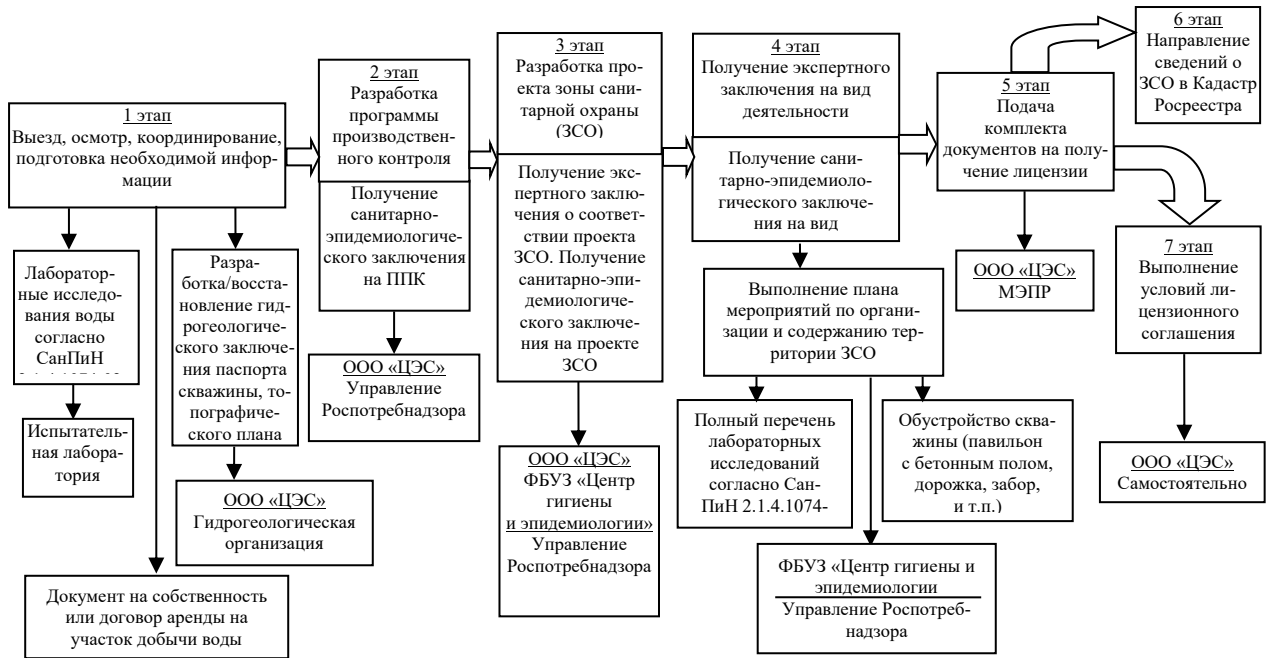


Рис. 1.3.3. Порядок оформления лицензии на право пользования недрами (пресными подземными водами) производительностью до 100 м<sup>3</sup> в сутки на существующую водозаборную скважину

*В соответствии с Постановлением Верховного Совета Российской Федерации от 15 июля 1992 г. 3314/1 получение лицензий не требуется.*

Получения лицензии не требуется на право ведения: региональных геолого-геофизических работ, геологической съемки, инженерно-геологических изысканий, научно-исследовательских, палеонтологических и других работ, направленных на общее изучение недр, геологических работ по прогнозированию землетрясений и исследованию вулканической деятельности, контролю за режимом подземных вод, а также иных работ, проводимых без существенного нарушения целостности недр. Разрешение на проведение указанных работ выдают Геолком России или его территориальное подразделение, а условия их проведения согласовываются исполнителями этих работ с органами местного самоуправления.

Республики в составе Российской Федерации, края, области, автономные образования могут устанавливать иной, чем предусмотренный настоящим Положением, порядок предоставления недр в пользование для разработки месторождений общераспространенных полезных ископаемых.

Перечень общераспространенных полезных ископаемых применительно к отдельным регионам определяет Геолком России совместно с республиками в составе Российской Федерации, краями, областями, автономными образованиями.

Порядок предоставления лицензий на право сбора минералогических, палеонтологических и других геологических коллекционных материалов устанавливается положениями, действующими в отдельных регионах Российской Федерации. Указанные положения утверждаются совместными решениями Геолкома России и республик в составе Российской Федерации, краев, областей, автономных образований.

На участках недр с добычей подземных вод более 500 м<sup>3</sup>/сут., согласно ФЗ «О недрах», обязательно проведение геологоразведочных работ, поэтому лицензию на добычу можно получить только при условии наличия заключения государственной экспертизы запасов (рис. 1.3.4). При отсутствии данного заключения выдается либо лицензия на геологоразведочные работы, либо совмещенная лицензия на геологоразведку и добычу

(в случае, когда лицензия оформляется на уже существующий водозабор). Однако совмещенная лицензия не дает право на добычу подземных вод до момента окончания геологоразведочных работ.

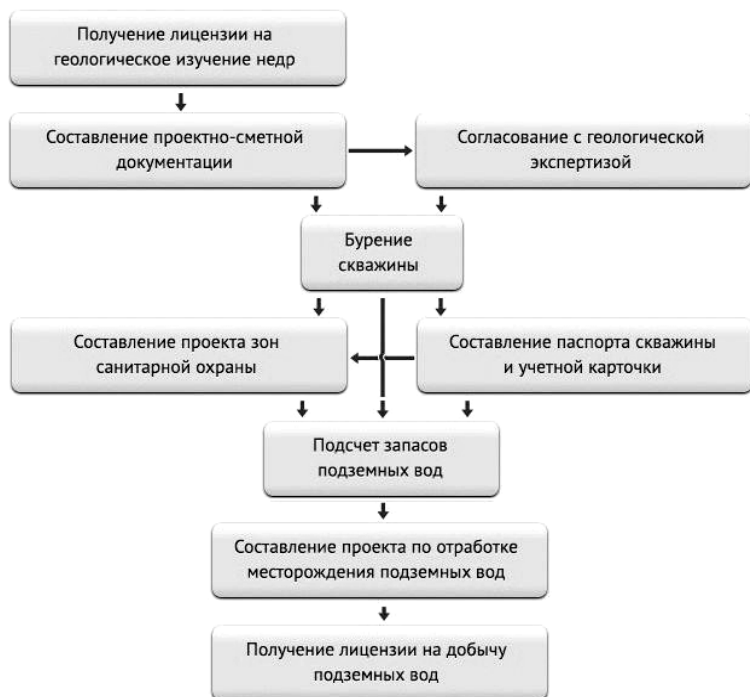


Рис. 1.3.4. Схема получения лицензии на добычу подземных вод с производительностью более 500 м<sup>3</sup>/сут

*Перечень документов для лицензии на геологическое изучение недр (скважины от 100 м<sup>3</sup>/сут):*

- 1) копия устава, учредительных документов,
- 2) для АО – выписка из реестра акционеров,
- 3) ЕГРЮЛ и документ, подтверждающий факт внесения в ЕГРЮЛ,
- 4) копия свидетельства о постановке на налоговый учет с ИНН,

5) ФИО, должность руководителей полностью и представителей при получении лицензии. Для индивидуального предпринимателя (ИП) также место жительства, паспортные данные, копия свидетельства о регистрации,

6) документы, подтверждающие платежеспособность заявителя для проведения геологических работ (копия бухгалтерского баланса за год, договоры займа, справка об отсутствии задолженности из налоговой, гарантии банка),

7) данные о технико-технологическом обеспечении заявителя и привлекаемых подрядчиков: копии лицензий на проведение работ, связанных с изысканиями недр; копии договоров с подрядчиками; данные о спецоборудовании и квалифицированных работников,

8) копии документов на земельный участок, подтверждающих согласие собственника на проведение планируемых работ по изучению недр,

9) разрешения на проведение инженерных изысканий,

10) установленные географические координаты участка недр,

11) границы земельного участка/акватории, выделенного для работ, связанных с использованием участка недр (п. 4 ст. 12 закона РФ «О недрах»),

12) карта масштаба 1: 25 000-100 000 с нанесением участка недр,

13) гидрогеологическое заключение о том, что скважина по производительности удовлетворяет нуждам заявителя.

*Перечень документов для лицензии на право пользования участком недр в целях добычи подземных вод*

1. Все требования должны быть выполнены из пп. 1–7 при подаче на геологическое изучение недр.

2. Если ранее выдавались лицензии – сведения о благонадежности заявителя в плане выполнения условий пользования недрами.

3. Целевое назначение скважины.

4. Технический проект водоснабжения объекта кап. строительства для обоснования объемов потребления.



5. Договор на сброс сточных вод, образовавшихся из скважины (п.8 ст. 23 закона РФ «О недрах»).

6. Паспорт или учетная карточка на скважину, в т.ч. табличные данные по сантехническому состоянию артезианской скважины.

7. Справка о регистрации скважины в ФГУ ТФИ.

8. Характеристика по работе водозаборного сооружения за год.

9. Подтверждение наличия или возможности организовать зону санитарной охраны I пояса (ст. 18, 42, 51 закона «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения»).

10. Санэпид заключение Роспотребнадзора для ЗСО о соответствии СанПин 2.1.4.1110-02 «Зоны санитарной охраны...».

11. Документ, подтверждающий качество подземных вод и режим эксплуатации скважины (ст. 18, 42, 51 закона «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения»).

12. Санэпид заключение Роспотребнадзора по качеству питьевой воды о соответствии СанПин 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода...» в т.ч. протокол санэкспертизы хозяйственной деятельности; анализы проб воды.

13. Сведения о наличии наблюдательной сети скважин, ее характеристика, сведения о методах наблюдений за подземными водами.

14. Предоставить подтверждение: наличия счетчика, наличия графика отбора проб воды, способа замера уровня воды в скважине.

15. Данные мониторинга по современному состоянию подземных вод (уровень, дебит скважины, результаты по химии и бактериологии).

### *Срок действия лицензий*

В зависимости от вида работ, на который выдаётся лицензия, устанавливаются определённые сроки её действия:

1. На геологическое изучение – срок 5 лет. При анализе участков морских вод и континентального шельфа – на 10 лет.

2. На добычу полезных ископаемых – срок действия лицензии определяется технико-экономическими обоснованиями

разработки оговоренного участка недр, с учётом рационального использования и охраны недр.

3. Для добычи подземных вод (скважина) – срок действия лицензии до 25 лет (зависит от водоносных горизонтов, качества грунтов).

4. При проведении работ по добыче ископаемых, на основании краткосрочного права на пользование, лицензия выдаётся на срок до 1 года.

5. При совмещении изучения, геологического анализа и последующей добычи полезных ископаемых – срок действия лицензии до 25 лет.

6. Лицензия на строительство подземных сооружений и конструкций и их эксплуатации не имеет ограничений по времени.

#### *Ответственность за отсутствие лицензии на недропользование*

Штраф от 800 000 – 1000 000 р. и обязательство получить лицензию, либо ликвидировать скважину (пункт 7.3, № 380-ФЗ от 25.12.2009).

При грубых нарушениях условий эксплуатации артезианской скважины действующая лицензия на недропользование и недра может быть прекращена.

Требования КоАП РФ от 30.12.2001 №195-ФЗ

Пользование недрами *без лицензии* влечет штраф:

- 300–500 тыс. р. – для юрлиц,
- 20–40 тыс. р. – для должностных лиц,
- 3–5 тыс. р. – для физлиц.

Пользование недрами *с нарушениями условий лицензии* на недра влечет штраф:

- 800–1000 тыс. р. – для юрлиц,
- 30–50 тыс. р. – для должностных лиц,
- 3–5 тыс. р. – для физлиц.

## **Глава 4. Пользование недрами на основе соглашения о разделе продукции**

Законодательство России о недрах основывается на Конституции Российской Федерации. Отношения, возникающие в области геологического изучения, охраны недр, добычи полезных ископаемых и использования отходов их добычи, регулируются законом Российской Федерации «О недрах». Закон содержит правовые и экономические основы комплексного рационального использования и охраны недр, обеспечивает защиту интересов государства и граждан Российской Федерации, а также прав пользователей недр.

Другие законы и иные нормативные правовые акты субъектов Российской Федерации не могут противоречить настоящему закону. Специфические отношения, связанные с геологическим изучением и добычей отдельных видов минерального сырья, могут регулироваться другими федеральными законами с соблюдением принципов и положений, установленных настоящим законом. Особенности отношений недропользования на условиях раздела продукции устанавливаются Федеральным законом «Соглашение о разделе продукции» (ФЗ № 309 от 6 декабря 1995 г.).

Соглашение может быть заключено с победителем аукциона, проводимого в порядке, установленном законодательством Российской Федерации. Победителем аукциона является участник аукциона, предложивший наиболее высокую цену за право заключения соглашения

Участок недр предоставляется в пользование инвестору в соответствии с условиями соглашения. При этом лицензия на пользование участком недр, которая удостоверяет право пользования участком недр, указанным в соглашении, выдается инвестору в порядке, установленном законодательством Российской Федерации о недрах, в течение 30 дней с даты подписания соглашения. Указанная лицензия выдается на срок действия соглашения и подлежит продлению или переоформлению либо утрачивает силу в соответствии с условиями соглашения.

Работы по соглашению выполняются при соблюдении требований законодательства Российской Федерации, а также при

соблюдении утвержденных в установленном порядке стандартов (норм, правил) по безопасному ведению работ, охране недр, окружающей среды и здоровья населения. При этом соглашением предусматриваются обязательства инвестора к привлечению работников граждан Российской Федерации, число которых должно составлять не менее чем 80% состава всех привлеченных работников. Иностраные рабочие и специалисты привлекаются только на начальных этапах работ по соглашению или при отсутствии рабочих и специалистов – граждан Российской Федерации соответствующих квалификаций. Приобретение необходимых для геологического изучения, добычи, транспортировки и переработки полезных ископаемых технологического оборудования, технических средств и материалов российского происхождения составляет в объеме не менее 70% общей стоимости приобретенных средств (в том числе по договорам аренды, лизинга и по иным основаниям) в каждом календарном году. Для выполнения работ по соглашению оборудования, технических средств и материалов, затраты на приобретение и использование которых возмещаются инвестору компенсационной продукцией.

*Инвестор обязан:*

– осуществлять меры, направленные на предотвращение вредного влияния указанных работ на окружающую среду, а также ликвидировать последствия такого влияния;

– страховать ответственность по возмещению ущерба в случае аварий, повлекших за собой вредное влияние на окружающую среду;

– ликвидировать все сооружения, установки и иное имущество по завершении работ по соглашению, а также по очистке от загрязнения территории, на которой проводились работы по соглашению;

– предусматривать что не менее 70% технологического оборудования в стоимостном выражении для добычи полезных ископаемых, их транспортировки и переработки (если это предусматривается соглашением), приобретаемого и (или) используемого инвестором для выполнения работ по соглашению, должно быть российского происхождения;

– по завершении определенных этапов поисков и разведки месторождений минерального сырья возвращать участки территории, переданной ему в пользование в соответствии с условиями соглашения;

– геологическую и технико-экономическую информацию по объектам, на которых проводятся работы по соглашению и намечается добыча полезных ископаемых, должен представить на государственную экспертизу в порядке и объеме в соответствии с законодательством Российской Федерации.

### *Право собственности инвестора на произведенную продукцию*

1. Часть произведенной продукции, являющаяся по условиям соглашения долей инвестора, принадлежит на праве собственности инвестору.

2. Реализация государственной доли произведенной продукции осуществляется в соответствии с федеральными законами.

Распределение стоимостного эквивалента произведенной продукции, а также иных доходов, получаемых государством в результате раздела продукции между Российской Федерацией и субъектом Российской Федерации, на территории которого расположен предоставляемый в пользование участок недр, осуществляется в порядке, установленном федеральными законами. Доходы от реализации соглашения, полученные с участков недр внутренних морских вод, территориального моря, континентального шельфа Российской Федерации, подлежат зачислению в федеральный бюджет.

Имущество, вновь созданное или приобретенное инвестором и используемое им для выполнения работ по соглашению, является собственностью инвестора, если иное не предусмотрено соглашением. Право собственности на указанное имущество может перейти от инвестора к государству со дня, когда стоимость указанного имущества полностью возмещена, или со дня прекращения соглашения, или с иного согласованного сторонами дня на условиях и в порядке, которые предусмотрены соглашением.

При этом в течение срока действия соглашения инвестору предоставляется исключительное право на пользование таким имуществом на безвозмездной основе для проведения работ по соглашению, и инвестор несет бремя содержания находящегося в его пользовании имущества и риск его случайной гибели или случайного повреждения.

3. Вся первичная геологическая, геофизическая, геохимическая и иная информация, данные по ее интерпретации и производные данные, а также образцы горных пород, в том числе керн, пластовые жидкости, полученные инвестором в результате выполнения работ по соглашению, принадлежат на праве собственности государству. При соблюдении условий конфиденциальности, предусмотренных соглашением, инвестор имеет право свободно и безвозмездно пользоваться указанными информацией, данными и образцами в целях выполнения работ по соглашению. Порядок пользования указанными информацией, данными и образцами, а также порядок их вывоза за пределы Российской Федерации определяются соглашением в соответствии с законодательством Российской Федерации.

#### *Транспортировка, хранение и переработка минерального сырья*

1. Инвестор имеет право свободного доступа на договорной основе к объектам трубопроводного транспорта, а также на свободное использование на договорной основе объектов трубопроводного и иных видов транспорта, объектов по хранению и переработке минерального сырья без каких-либо дискриминационных условий.

2. Инвестор в рамках выполнения работ по соглашению имеет право на сооружение объектов по хранению, переработке и транспортировке минерального сырья, право собственности на которые определяется соглашением с учетом положений статьи 11 настоящего Федерального закона.

## *Налоги и платежи при выполнении соглашения*

1. При выполнении соглашения применяется особый порядок исчисления и уплаты налогов и сборов, установленный Налоговым кодексом Российской Федерации и другими законодательными актами Российской Федерации о налогах и сборах.

2. При выполнении соглашения инвестор уплачивает разовые платежи за пользование недрами при наступлении событий, определенных в соглашении и лицензии (бонусы), плату за геологическую информацию о недрах, ежегодные платежи за договорную акваторию и участки морского дна, уплачиваемые в порядке, установленном соглашением в соответствии с законодательством Российской Федерации на дату подписания соглашения, сбор за участие в конкурсе (аукционе), сбор за выдачу лицензии, регулярные платежи за пользование недрами, компенсацию расходов государства на поиски и разведку полезных ископаемых, компенсацию ущерба, причиняемого в результате выполнения работ по соглашению с коренным малочисленным народом Российской Федерации в местах их традиционного проживания и хозяйственной деятельности. Суммы указанных платежей, а также сроки их уплаты определяются условиями соглашения.

Регулярный платеж за пользование недрами взимается за площадь лицензионного участка, предоставленного недропользователю, за вычетом площади возвращенной части лицензионного участка. Платежи за право пользования недрами устанавливаются в строгом соответствии с этапами и стадиями геологического процесса и взимаются (таблица):

- по ставкам, установленным за проведение работ по разведке месторождений, – за площадь участка недр, на которой запасы соответствующего полезного ископаемого (за исключением площади горного отвода и (или) горных отводов) установлены и учтены Государственным балансом запасов;

- по ставкам, установленным за проведение работ по поиску и оценке месторождений полезных ископаемых, – за площадь, из которой исключаются территории открытых месторождений.

## Ставки регулярных платежей за пользование недрами

Недра	Ставка, руб/км <sup>2</sup>	
	мини- мальная	макси- мальная
1. За пользование недрами в целях поиска и оценки месторождений полезных ископаемых		
Углеводородное сырье	120	360
Углеводородное сырье на континентальном шельфе Российской Федерации и в исключительной экономической зоне Российской Федерации, а также за пределами Российской Федерации на территориях, находящихся под юрисдикцией Российской Федерации	50	150
Драгоценные металлы	90	270
Металлические полезные ископаемые	50	150
Россыпные месторождения полезных ископаемых всех видов	45	135
Неметаллические полезные ископаемые, уголь, горючие сланцы и торф	27	90
Прочие твердые полезные ископаемые	20	50
Подземные воды	30	90
2. За пользование недрами в целях разведки полезных ископаемых		
Углеводородное сырье	5 000	20 000
Углеводородное сырье на континентальном шельфе Российской Федерации и в исключительной экономической зоне Российской Федерации, а также за пределами Российской Федерации на территориях, находящихся под юрисдикцией Российской Федерации	4 000	16 000
Драгоценные металлы	3 000	18 000
Металлические полезные ископаемые	1 900	10 500
Россыпные месторождения полезных ископаемых всех видов	1 500	12 000
Неметаллические полезные ископаемые	1 500	7 500
Прочие твердые полезные ископаемые	1 000	10 000
Подземные воды	800	1 650

3. Размеры регулярных платежей за пользование недрами, условия и порядок их взимания при выполнении соглашений о разделе продукции устанавливаются соглашениями о разделе продукции в пределах, установленных настоящей статьей.



При выполнении соглашений о разделе продукции, заключенных до вступления в силу Федерального закона «О соглашениях о разделе продукции», применяются условия исчисления и уплаты регулярных платежей, установленные указанными соглашениями.

При выполнении соглашений о разделе продукции, заключенных после вступления в силу Федерального закона «О соглашениях о разделе продукции» и до вступления в силу настоящей статьи, уплата регулярных платежей за пользование недрами, условия и порядок их взимания устанавливаются указанными соглашениями в соответствии с законодательством Российской Федерации, действовавшим на дату подписания каждого такого соглашения.

4. Регулярные платежи за пользование недрами уплачиваются пользователями недр ежеквартально не позднее последнего числа месяца, следующего за истекшим кварталом, равными долями в размере одной четвертой от суммы платежа, рассчитанного за год.

Порядок и условия взимания регулярных платежей за пользование недрами с пользователей недр, осуществляющих поиск и разведку месторождений на континентальном шельфе Российской Федерации и в исключительной экономической зоне Российской Федерации, а также за пределами Российской Федерации на территориях, находящихся под юрисдикцией Российской Федерации, устанавливаются Правительством Российской Федерации, а суммы указанных платежей направляются в федеральный бюджет.

5. Регулярные платежи за пользование недрами взимаются в денежной форме и зачисляются в федеральные, региональные и местные бюджеты в соответствии с бюджетным законодательством Российской Федерации.

6. Пользователи недр ежеквартально не позднее последнего числа месяца, следующего за истекшим кварталом, представляют в территориальные органы Федеральной налоговой службы и уполномоченного Правительством Российской Федерации федерального органа исполнительной власти в области природных ресурсов по местонахождению участков недр расчеты регулярных платежей за пользование недрами по формам,

утверждаемым Министерством финансов Российской Федерации по согласованию с Министерством природных ресурсов Российской Федерации.

Список литературы к разделу I: 80, 81, 82, 83, 84, 97, 102, 104, 115 (указаны номера общего списка литературы, помещенного в конце учебного пособия).

*Контрольные вопросы и задания*

1. Назовите основные функции МПР РФ.
2. Кому принадлежат недра в РФ?
3. Какие участки недр относятся к Федеральному фонду недр и участкам федерального значения?
4. Кто финансирует геологоразведочные работы в РФ?
5. На какие виды работ выдаются лицензии?
6. Какой срок действия лицензий на геологические изучение недр, поиск и оценку запасов?
7. Назовите срок действия лицензий на эксплуатацию.
8. На какой объем добычи подземных вод лицензии выдаются без экспертизы запасов?
9. Для каких видов работ получение лицензии не требуется?
10. Что относят к участкам недр местного значения?
11. Для каких целей предоставляются недра?
12. Назовите основные положения закона о разделе продукции.
13. Перечислите права собственности инвестора на произведенную продукцию.

## **Раздел II. Основы планирования и маркетинговая деятельность геологоразведочного предприятия**

### **Глава 1. Формирование портфеля заказов**

Стратегия деятельности геологоразведочного предприятия заключается в определении перспектив его развития и разрабатывается исходя из его предназначения в геологической отрасли и экономике страны в целом.

Такой подход позволяет, во-первых, выделить стратегические зоны хозяйствования, доступные предприятию для проведения геологических работ, во-вторых, появляется возможность сформулировать приоритетные направления в сфере геологических работ и услуг, на которых должны быть сконцентрированы внимание и ресурсы. Область приоритетов должна быть ограниченной и отражать те виды работ, по которым прогнозируется наивысший спрос.

Основными методами определения перспектив развития геологоразведочного предприятия служат маркетинг и стратегическое планирование.

Геологоразведочные предприятия проводят маркетинговые исследования в двух направлениях (рис. 2.1.1):

- 1) по работам для государственных нужд;
- 2) по работам, выполняемым в порядке самостоятельной хозяйственной деятельности.

В первом случае оценивается возможность будущего участия предприятия в реализации федеральной геологической программы, выясняется состав и объемы предстоящих работ, место, порядок и условия проведения конкурсов.

Размещение государственных заказов на конкурсной основе предполагает особый характер службы маркетинга в области перспектив на получение таких заказов. Главное здесь – широкая информированность о намечаемых к разработке и разрабатываемых геологических программах и заблаговременное выяснение возможности участия в их выполнении. При этом объектом

внимания и изучения должны быть не только масштабы возможного заказа, но и его распределение во времени. Не менее важно знать экономические условия, наличие потенциальных конкурентов. На этой основе необходимо проработать и определить условия, на которых предприятие может принять участие в конкурсе, предлагая заказчику взаимовыгодный контракт.

Предприятию следует поддерживать систематические контакты с территориальными геологическими комитетами и региональными геологическими центрами (управлениями), а по возможности и непосредственно с отраслевыми управлениями и отделами Министерства через своих специальных представителей, наделенных соответствующими полномочиями.

Во втором случае успехи в самостоятельной хозяйственной деятельности во многом определяются знанием потребительского спроса на геологические, производственные услуги и умело организованной рекламой. Службам главного геолога и главного инженера следует постоянно готовить и размещать информацию о тех работах и исследованиях, которые может предложить предприятие заказчикам, с тем чтобы обеспечить устойчивый спрос на геологические и производственные услуги.

Полезными могут быть мероприятия по проведению анкетирования специалистов добывающих и других предприятий, пользующихся услугами геологических организаций, на основе которого можно сформулировать три группы работ по степени перспективности спроса на них: 1) работы, на которые, по оценке специалистов, спрос будет возрастать; 2) работы, на которые спрос не будет снижаться, оставаясь на устойчивом уровне; 3) работы, на которые ожидается падение спроса.

Полученные сведения могут способствовать определению приоритетных направлений в работе предприятия, налаживанию системы договоров с заказчиками, выработке политики НТП, подбору техники и кадров.

Маркетинговое исследование, помимо сбора информации, предполагает ее систематизацию и анализ. При этом решаются две основные задачи: оценка конъюнктуры рынка (уровня и но-

менклатуры спроса на геологические услуги) и выявление потенциальных потребителей геологических услуг (определение конкретных предприятий-заказчиков, номенклатуры и объемов геологических работ, а также возможных цен по их производству).

Процесс маркетингового исследования состоит из следующих четырех этапов: определения целей исследования; разработки плана исследований; реализации плана исследований; интерпретации полученных результатов и доведения их до руководства.

В качестве целей исследования выступают в основном изучение геологического рынка и выявление заказчиков на геологические работы.

Разработка плана исследования включает следующие операции:

1) определение потребностей предприятия в необходимой информации о состоянии рынка геологических услуг;

2) выбор методов и средств сбора информации. Различают первичную и вторичную информации: первичная – данные, собранные путем наблюдений, обследований, анкетного опроса, интервью (личного и по телефону); вторичная – данные, собранные ранее из внешних и внутренних источников для целей, отличных от целей данных маркетинговых исследований, например из правительственных изданий, биржевых бюллетеней, статистических сборников, периодической печати, внутрифирменных отчетов, и в частности отчетов, предоставляемых недропользователями в территориальные геологические комитеты;

3) определение финансовых затрат на проведение исследований, очередности их проведения, ответственных за то или иное направление исследований.

Первым и наиболее важным результатом маркетинговой деятельности является прогноз спроса на геологические работы (услуги), представляемый в следующей форме (табл. 2.1.1).

Таблица 2.1.1

Прогноз спроса на геологические работы

Зона наибольшего спроса на геологические услуги (область, район, город)	Номенклатура геологических услуг, пользующихся спросом	Потенциальные заказчики	Ориентировочный годовой объем работ, услуг	
			в натуральном выражении	в истинном исчислении
—	—	—	—	—

Получив прогноз спроса на геологические работы, приступают к составлению плановых расчетов вариантов стратегического направления деятельности предприятия.

В целом по геологоразведочной организации портфель заказов будет формироваться по направлениям, показанным на рис. 2.1.1.



Рис. 2.1.1. Формирование портфеля заказов

I и II уровни заказа представляют собой соответственно геологоразведочные работы или работы по основной деятельности предприятия. Работы III уровня могут быть, но могут и не

быть. Все зависит от условий того региона, где расположено геологическое предприятие. Эти работы являются дополнением к основному профилю деятельности. В ряде организаций при удачных условиях подобные работы могут приносить предприятию ощутимый доход. Например, геологическое предприятие может организовывать экскурсии, походы по интересным геологическим объектам для любителей природы, предоставлять учебный материал, оказывать услуги частным лицам в ремонте транспортных средств, строительной и сельскохозяйственной техники и т.п. Это возможно, если потребитель такого рода услуг находится в непосредственной близости. Но часто рядом с геологическим предприятием большого числа потребителей подобных услуг нет.

Наиболее интересными областями деятельности для геологического предприятия являются работы I уровня. Это связано с тем, что такие работы являются крупными и долгосрочными, имеют более надежное финансовое обеспечение, а в целом ряде случаев могут иметь и более благоприятное финансовое окружение. При проведении работ по госзаказу предприятие может получить аванс, льготный кредит, налоговые льготы. Для получения госзаказа от геологического предприятия требуется предварительная работа по подготовке к конкурсу. Такая работа включает в себя определение возможной стоимости будущих работ, обоснование минимальной (критической) цены госзаказа, подготовку обоснования, отражающего возможность предприятия выполнить госзаказ. Обоснование включает в себя описание состояния производственной базы геологического предприятия, наличие кадров, опыт работы по данному направлению. Подача материалов на конкурс для получения госзаказа очень близка к разработке бизнес-плана.

После формирования портфеля заказов предприятие составляет пообъектный план работ с выделением работ на текущий год (табл. 2.1.2).

Таблица 2.1.2

Прогнозируемый объем (портфель) заказов  
на геологоразведочные работы на 01.01.2023 г.  
по \_\_\_\_\_ геологическому предприятию млн руб.

№ п/п	Объекты геологического задания	Заказчик	Срок исполнения	Стоимость работ – всего	Выполнено на начало 2022 г.	План на 2023 г.	Переходящие работы на 2024 г.
1	Геологическая съемка м-ба 1:50000	МПР РФ	1.03.2022-1.06.2023	125,0	90,0	35,0	–
2	Поисково-оценочные работы на Верхнем Перевале	МПР РФ	1.01.2022-1.09.2023	580,0	–	220,0	360,0
3	Разведка Южного фланга м-я «Звездное»	ГОК «Звездный»	1.01.2022-31.12.2023	400,0	–	400,0	–
4	Инженерно-геологические работы на трассе строительства ж/д	Правительство Саха-Якутия	1.06.2022-1.03.2023	320,0	–	100,0	220,0
<b>5</b>	<b>Всего</b>			<b>1425,0</b>	<b>90,0</b>	<b>755,0</b>	<b>580,0</b>

## Глава 2. Планирование на предприятии

Основой портфеля заказов для геологического предприятия являются работы для государственных нужд, территориальные заказы и работы для добывающих предприятий. Эти работы в портфеле заказов достигают 50–90%.

Кроме того, геологическое предприятие может выполнять работы и услуги для других геологических организаций (договорные работы), передавать часть своих работ для выполнения



другим организациям (подрядные работы). Таким образом, плановый размер поступления финансовых средств для производственной деятельности может отличаться от того объема и состава работ, который отражен в пообъектном плане (табл. 2.2.1). Планирование всех ресурсов производства ведется только для работ, выполняемых хозяйственным способом.

Таблица 2.2.1

Сводный план выполнения геологических работ  
на \_\_\_\_\_ год, млн руб.

№ п.п.	Показатель	Метод расчета	Всего за 200_г.	В т.ч. по кварталам			
				I	II	III	IV
1	Сметная стоимость работ, предусмотренных пообъектным планом		5000	00	200	900	100
	в т.ч. компенсируемые		400	00	0	0	00
2	Подрядные работы		680	00	80	00	0
	в т.ч. компенсируемые		80	–	0	–	0
3	Договорные работы		1800	00	00	00	00
4	Сметная стоимость работ, выполняемых хозяйственным способом		6120	100	420	200	320
	в т.ч. компенсируемые		320	00	0	0	0

Кроме собственно геологоразведочных работ геологическое предприятие может выполнять различные виды работ и услуг для юридических и физических лиц.

Основная задача геологического предприятия, цель его будущей деятельности – вписаться в рынок и добиться максимальной экономической выгоды на этом рынке.

Выполнение заключенных контрактов по исполнению геологических заданий несколько отличается от взаимоотношений производителя и потребителя при выпуске продукции, особенно массового спроса. Выполнение каждого геологического задания всегда индивидуально как по времени, так и по величине затрат. Так, время, необходимое для бурения 1 м для колонкового буре-

ния, может составлять от 0,01 станко-смены до 2,5 ст.-см. Соответственно и потребность в оборудовании, кадрах, расходе топлива, буровых коронок будет совершенно различной.

Планирование геологоразведочных работ по геологическому заданию проводится для каждого года, в том числе годовой период детализируется по более коротким временным периодам. Основой для разработки календарных планов, отдельных видов геологоразведочных работ являются проектная документация, формы с шифром ПР, либо специальные расчеты, если для данного вида работ отсутствует нормативная база.

При разработке планов финансовых потоков основой являются смета и дополняющие ее расчеты, формы с шифром СМ. Строго говоря, в геологоразведке проект и смета сами по себе уже являются планом. Проектно-сметная документация по геологическому заданию представляет собой перспективный план по выполнению работ как в натуральных, так и стоимостных показателях.

Сложность планирования на геологическом предприятии заключается в том, что оно выполняет работы не по одному, а по многим геологическим заданиям. Каждое геологическое задание имеет свой период технологического цикла, свой срок начала и окончания работ.

Увязка всех работ, предусмотренных на планируемый период, в единый производственный процесс, многовариантность возможных решений этой задачи являются основой планирования на предприятии. Для стабильной, последовательной работы коллектива предприятия одной из важнейших задач является разработка такого календарного плана выполнения работ, который бы позволил выполнить все работы по каждому геологическому заданию и в то же время был оптимальным для геологического предприятия в целом.

Время проведения буровых работ в течение года можно предусматривать в плане по разным временным периодам. Если все работы концентрировать в летний период, то потребуются более чем в 2 раза больше оборудования, соответственно и буровых бригад в «пиковые» периоды. В зимне-осенний период станки будут простаивать, а люди окажутся без работы. По второму вари-

анту равномерное распределение объемов работ позволяет закрепить кадры, обеспечить их работой, а также ставить станки на ремонт даже при их значительно меньшем наличии.

Расчет количества буровых станков определяется исходя из следующих плановых данных: буровые работы проводятся в 3 смены без перерывов, коэффициент, учитывающий время бурения в календарном времени, составляет 0,78. Количество станко-смен бурения для одного станка в месяц составит

$$3 \text{ смены} \times 30 \text{ дней} \times 0,78 = 70 \text{ ст.} - \text{смен.}$$

Важнейшим разделом плана предприятия является финансовый план, который тесно связан с календарными планами работ. Оплата геологоразведочных работ осуществляется по этапам и оформляется в виде акта. План финансирования по предприятию должен учитывать как доходы, так и предстоящие расходы и платежи предприятия

Чтобы все календарные планы выполнялись в планируемые сроки, чтобы не возникало простоев в работе, срывов в снабжении, проводится более детальное планирование как по времени, так и по кругу плановых показателей и осуществляется постоянный контроль за выполнением текущих планов.

### **Глава 3. Бизнес-план предприятия**

В процессе производства перед предприятием могут возникнуть производственные проблемы, требующие нестандартных, новых подходов в управлении производством. Это могут быть полное техническое переоснащение, новые виды деятельности, создание новых подразделений. В геологическом производстве возможны ситуации, при которых предприятие должно принять решение о целесообразности проведения геологоразведочных работ на перспективном объекте за счет собственных средств.

Прежде чем принимать решение о целесообразности осуществления новых подходов к производству, предприятие разрабатывает бизнес-план.

В некоторых случаях необходимая сумма средств, которую приходится вкладывать для решения производственных задач

предприятия, оказывается слишком значительной, и предприятие самостоятельно не в состоянии решить поставленную задачу.

Для привлечения денежных средств внешних инвесторов разработка бизнес-плана принимает несколько иную направленность. Бизнес-план призван не только показать экономическую привлекательность предлагаемого мероприятия, но и, кроме того, заинтересовать потенциального инвестора принять участие в решении поставленной производственной задачи.

Согласно современной экономической теории бизнес-план выполняет четыре функции.

*Первая функция* связана с возможностью его использования для разработки концепции, стратегии бизнеса и обычно необходима в период создания предприятия.

*Вторая функция* – планирование, дает возможность оценить возможность развития нового направления деятельности, контролировать ход выполнения бизнес-плана.

*Третья функция* позволяет привлекать денежные средства (ссуды и кредиты). Умело, убедительно составленный бизнес-план не только облегчает получение банковского кредита, но и обеспечивает привлечение к реализации плана потенциальных партнеров, которые могут вложить собственный капитал.

*Четвертая функция* бизнес-плана заключается в привлечении новых технологий.

Прежде чем приступить к составлению бизнес-плана, целесообразно предварительно, с учетом данных маркетинговой деятельности, решить (выяснить) следующие три вопроса:

- какие потребительские продукты (услуги) и в каком объеме может выпускать предприятие, используя в основном имеющиеся у него оборудование и технологию;
- какова тенденция развития рынка по этим продуктам (услугам);
- каков ожидаемый доход от реализации этих продуктов (услуг) и какова степень хозяйственного риска.

Первые два вопроса взаимосвязаны и должны решаться одновременно. Дело в том, что предприятие на имеющихся у него оборудовании и рабочих местах может выполнять работы, спрос на которые практически удовлетворяется уже существующими

производителями. Поэтому в данном случае выполнение этих работ может оказаться выгодным лишь при условии, когда издержки по их производству окажутся существенно ниже издержек производителей-конкурентов. Тогда при сохранении существующих договорных цен предприятие может получить прибыль в желательном размере.

Возможен и другой вариант. Геологоразведочные работы, спрос на которые устойчиво растет, могут выполняться на предприятии, но с определенным изменением технологического процесса производства. В этом случае решение принимается на основе сопоставления ожидаемых издержек производства с предполагаемыми ценами. Принятое решение должно отвечать философии маркетинга, которая состоит в том, что производитель должен выпускать такую продукцию, которой заранее обеспечен сбыт, обуславливающий получение намеченного уровня рентабельности и массы прибыли.

Поскольку предпринимательскую деятельность приходится осуществлять в условиях неопределенности ситуации и изменчивости экономической среды, возникает неясность в получении ожидаемого конечного результата, а следовательно, опасность неудачи, т.е. хозяйственный риск. Не следует избегать неизбежного риска, т.е. нужно уметь чувствовать, оценивать его степень и не переходить за допустимые пределы.

Предпринимательский риск характеризуется как опасность потенциально возможной, вероятной потери ресурсов или недополучения доходов по сравнению с вариантом, рассчитанным на рациональное использование ресурсов и успешную реализацию готовой продукции. Можно выделить следующие виды рисков:

**I. Экономический риск.** Этот вид риска включает в себя общий темп инфляции в стране, спрос на продукцию, работы, услуги, изменение цен на внутреннем и мировом рынках на отдельные виды товаров, изменение железнодорожных и других транспортных тарифов, таможенных пошлин, а также изменения в налоговом законодательстве.

**II. Технический риск.** Появление новых видов техники и технологий с лучшими, чем принятые в плане, параметрами. Это может быть большая грузоподъемность, более высокая производительность, значительно больший межремонтный период и т.п.

**III. Природный риск.** К данному виду риска относятся землетрясения, наводнения, штормы, ливневые дожди, экстремальные температуры, наледи и т.п. Все эти природные явления могут привести к нарушению производственного процесса, снижению качества работ, потере имущества. Для геологоразведочных организаций этот вид риска приобретает особое значение. Производство геологоразведочных работ связано с природой, и открытие нового объекта для последующего освоения по любому виду минерального сырья всегда проблематично. Любой заказчик несет риск, когда вкладывает средства в поиски и разведку месторождений. Особенно увеличивается риск на стадии поисково-оценочных работ, разведки месторождения. На стадии эксплуатационной разведки риск сокращается, хотя продолжает всегда присутствовать.

**IV. Экологический риск.** Проблема экологии в последние годы стала одной из наиболее острых. Из года в год увеличиваются платежи за природопользование, в ряде районов вообще может быть запрещена производственная деятельность либо какая-то область этой деятельности.

**V. Политический риск.** Этот вид риска характеризует политическую устойчивость в стране или отдельном регионе, криминальную обстановку, защиту прав инвесторов. Последние две позиции тесно связаны с состоянием и качеством работы правового сектора страны.

Чем выше риск, тем больше любой инвестор хочет получить высокий размер рентабельности экономической эффективности инвестиций для того, чтобы в случае возникновения рискованных ситуаций иметь средства для их покрытия.

Структура бизнес-плана в зависимости от сложности, стоимости и длительности проекта может быть различной по объему, глубине проработки вопросов и значимости отдельных разделов. Однако есть состав вопросов, отражение которых в бизнес-плане всегда является необходимыми.

Список литература к разделу II: 3, 22, 30, 50, 64, 70, 71 (указаны номера общего списка литературы, помещенного в конце учебного пособия).

*Контрольные вопросы*

1. Как формируется портфель заказов?
2. Как проводятся котировки, тендеры, аукционы?
3. Какие особенности планирования на предприятии для выполнения гидрогеологических работ?
4. Что включает текущее планирование на предприятии?
5. Какие функции у бизнес-плана на предприятии?
6. Назовите виды предпринимательских рисков.

## **Раздел III. Проектирование гидрогеологических работ по геологическому изучению недр**

### **Глава 1. Состав проектной документации**

Проектирование гидрогеологических работ должно выполняться в соответствии с приказом № 352 от 14 июня 2016 г. Министерства Природных ресурсов и экологии РФ. Оно выполняется на всех этапах и стадиях гидрогеологических работ. Проект утверждается заказчиком после получения положительного заключения геологической экспертизы, после этого внесение каких либо изменений в проект и организацию работ на объекте возможно только в случае дополнительной экспертизы. Порядок разработки проекта представлен на рис. 3.1.1.

Выделяются следующие типы проектной документации:

а) проектная документация на проведение работ по региональному геологическому изучению недр;

б) проектная документация на проведение работ по геологическому изучению недр, включая поиски и оценку месторождений твердых полезных ископаемых (включая общераспространенные полезные ископаемые), углеводородного сырья, подземных вод;

в) проектная документация на проведение работ по разведке (доразведке) месторождений твердых полезных ископаемых (включая общераспространенные полезные ископаемые), углеводородного сырья, подземных вод;

г) проектная документация на проведение работ по геологическому изучению и оценке пригодности участков недр для строительства и эксплуатации подземных сооружений, не связанных с добычей полезных ископаемых.

В состав проектной документации включаются следующие документы и материалы:

а) техническое (геологическое) задание на выполнение работ по региональному геологическому изучению недр, геологи-



ческому изучению недр, включая поиски и оценку месторождений полезных ископаемых, разведке месторождений полезных ископаемых на объекте (далее – геологическое задание);

б) проект на проведение работ по региональному геологическому изучению недр, геологическому изучению недр, включая поиски и оценку месторождений полезных ископаемых, разведке месторождений полезных ископаемых (далее – проект);

в) укрупненный расчет стоимости работ по проекту (для проектной документации на проведение работ, финансируемых за счет средств федерального бюджета, бюджета субъекта Российской Федерации или бюджета муниципального образования);

г) календарный план выполнения работ по проекту (для проектной документации на проведение работ, финансируемых за счет собственных (в том числе привлеченных) средств пользователей недр, при осуществлении пользования недрами в соответствии с лицензией на пользование недрами).

6. В состав проекта включаются следующие разделы:

а) общие сведения об объекте геологического изучения;

б) общая характеристика геологической изученности объекта;

в) методика проведения геологоразведочных работ;

г) мероприятия по охране окружающей среды;

д) сводный перечень проектируемых работ;

е) ожидаемые результаты работ и требования к получаемой геологической информации о недрах;

ж) список использованных источников.

*Объектом геологического изучения* в зависимости от целевого назначения проектируемых работ по региональному геологическому изучению недр, геологическому изучению недр, включая поиски и оценку месторождений полезных ископаемых, разведке месторождений полезных ископаемых являются участок недр, часть участка недр или несколько смежных участков недр, объединенных единой геологической структурой, в пространственных границах, указанных в геологическом задании, а также различные свойства геологических образований (пород, минералов, полезных ископаемых, подземных вод, газов) и процессы, происходящие (или происходившие) в недрах.

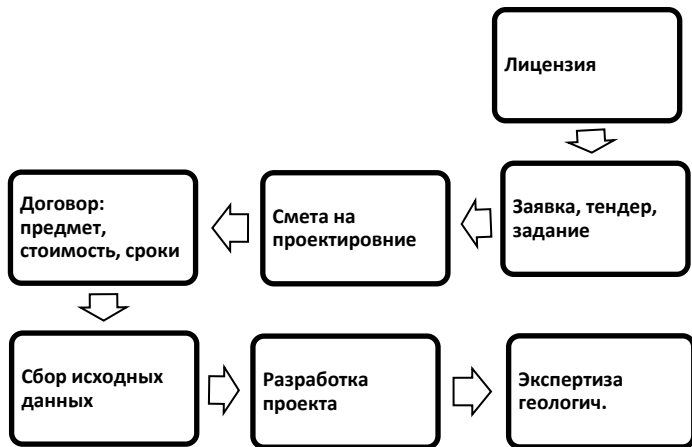


Рис. 3.1.1. Порядок разработки проектной документации на гидрогеологические работы

### *Текущее планирование на предприятии*

Для того чтобы планы предприятия выполнялись, его продукция, работы или услуги находили своего потребителя, а денежные средства поступали в планируемые сроки за производственной деятельностью необходим постоянный контроль. Контроль включает в себя соблюдение плановых сроков выполнения профилирующих видов работ, соблюдение графика сдачи завершенных этапов и геологических заданий в целом, а также анализ обеспечения ресурсами всего производственного процесса.

Текущее планирование взаимосвязано с решением этих задач. На основе годовых, пообъектных и поэтапных планов разрабатываются более детальные планы. Как правило, текущие планы разрабатываются по выполнению профилирующих видов работ основным производственным подразделениям, по важнейшим экономическим показателям. Текущее планирование во времени может быть совершенно разным. Главным условием при выборе формы текущего планирования является выполнение текущим планом контрольных функций. В табл. 3.1.1 приведены примеры текущих планов по одной из партий. При подходе времени, кото-

рое предусмотрено в плане для завершения определенных производственных задач, уже требуется повышенное внимание к выяснению вопроса: «Будут ли эти работы выполнены в срок?» Так, по партии №5 уже за несколько дней может быть ясно, что работы в установленные сроки не будут завершены.

Таблица 3.1.1

План выполнения работ по сдаче этапов геологического задания по партиям на май–июнь 200\_\_ г.

Партия	Сдача этапов геологического задания		Поступление средств за выполненные работы		Выезд на полевые работы	
	План	Фактич.	План	Фактич.	План	Фактич.
№1	5.05	5.05	25.05	25.05	20.05	20.05
№2	8.05	8.05	27.05	27.05	23.05	23.05
№3	18.05	17.05	29.05	29.05	1.06	1.06
№4	10.05	10.05	31.05	31.05	29.05	29.05
№5	16.05	20.05	30.05	10.06	30.05	10.06

Следовательно, экспедиция в предполагаемые сроки (5.06) не получит денежных средств, последнее может сорвать плановый выезд партий на полевые работы. Текущий план позволяет следить за ходом производства, не допускать срывов и своевременно принимать меры по устранению причин, мешающих плановой работе.

По профилирующим видам работ на каждый месяц (иногда и более короткий период времени) разрабатываются текущие планы. Пример такого плана приведен в табл. 2.1.5.

Такого вида текущие планы позволяют контролировать ход процесса производства и своевременно принимать меры для устранения возникающих диспропорций. Как видно из таблицы, в июне план выполнения буровых работ не был выполнен. Причины подобной ситуации могут быть самые разные: авария, отказ оборудования, отставание геофизических работ, природные условия, недостатки в снабжении. Вовремя принятые меры помогли партии наверстать срывы в производстве и завершить год с показателями, принятыми в плане. То же можно видеть и по выполнению плана горных работ. Начало работ не соответствует

плановым заданиям. Корректировка плана позволяет без «штурмовщины» и в срок сделать то, что требуется по геологическому заданию и не сорвать выполнения этапов. На практике у руководства существуют сводные текущие планы по всем геологическим подразделениям. Текущие планы, особенно в тех организациях, где основу производственного процесса составляет один вид работ, разрабатываются на день и даже на смену.

Таблица 3.1.2

План выполнения буровых и горных работ  
по партии № 3 на 200\_\_ г.

Период времени	Буровые работы, м		Горные работы, м <sup>3</sup>	
	План на месяц/ нарастающим итогом	Фактически на месяц/нарастающим итогом	План на месяц/ нарастающим итогом	Фактически на месяц/нарастающим итогом
Январь	–	–	50/50	–
Февраль	100/100	100/100	50/100	50/50
Март	150/250	150/250	50/150	50/100
Апрель	200/450	200/450	50/200	60/160
Май	300/750	300/750	50/250	60/220
Июнь	300/1050	150/850	100/350	130/350
Июль	300/1350	350/1200	–	–
Август	300/1650	350/1550	–	–
Сентябрь	2000/1850	300/1850	–	–
Октябрь	150/2000	150/2000	–	–
Ноябрь	–	–	–	–
Декабрь	–	–	–	–
Всего за год	2000	2000	350	350

Чаще всего такие детальные текущие планы имеются в геологических организациях, ведущих работы по глубокому разведочному бурению на нефть и газ. В промышленности, при массовом производстве и коротком технологическом цикле, текущие планы разрабатываются по минутам. Например, на часовом заводе в цехе сборки на табло имеется плановое количество выпускаемых изделий, которое изменяется каждую минуту в течение времени работы смены, а рядом фиксируется цифра фактического выпуска изделий. Отставание фактических показателей от

типовых уже через одну минуту известно руководству. Руководство может моментально принять меры по выяснению причин невыполнения плана.

Текущие планы могут быть представлены не только в табличной форме, но и в графической форме (рис. 2.1.2). Текущие планы разрабатываются по отдельным подразделениям, видам деятельности, экономическим показателям. Наиболее важными планами являются: план по труду, снабжения, финансирования, сдачи геологоразведочных работ и выполнения геологических заданий, выполнения основных видов работ, выпуска продукции и оказания услуг, выполнения подрядных и договорных работ, ремонта оборудования и др.

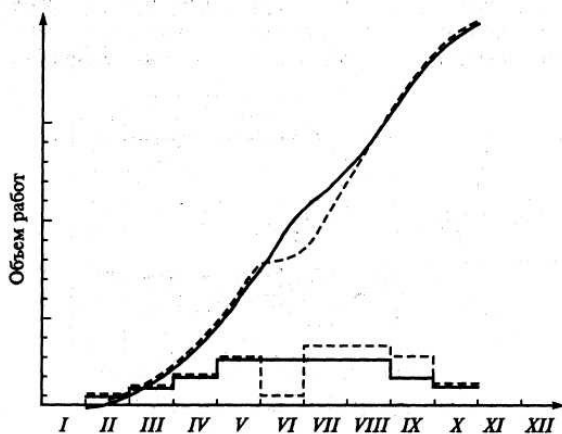


Рис. 3.1.2. Текущий план и фактические показатели выполнения буровых работ

Основой разработки текущих планов являются проект, смета и календарный график выполнения работ по геологическому заданию. Кроме этих основополагающих документов при планировании используются также фактические данные по основным показателям деятельности организации за предшествующий период. Важнейшими из них могут быть: выполнение норм

выработки на основных видах работ, фактический расход электроэнергии и топлива на 1 ст.-см. или 1000 км пробега автотранспорта, сроки поставки материалов, сроки ремонта и т.п.

В табл. 3.1.2 приведен фрагмент плана по труду по одной из геологических партий. Этот план может быть детализирован как по профессиям, уровню квалификации кадров для каждой производственной единицы, что позволит получить сводный план по предприятию. На рис. 3.1.3 представлены возможные варианты планов, которые являются составляющими данного основного плана по труду.



Рис. 3.1.3. Схема детализации плана по труду

Основным требованием ко всем планам является их балансовая увязка. Она представляет собой использование балансового метода и определение излишков и недостатков в отдельных разделах плана. Предположим, что по предприятию имеет место недостаток кадров в количестве 12 чел. среднегодовой численности. Детализация плана позволяет понять, за счет каких причин возникает эта цифра и каких специалистов необходимо привлечь для работы на предприятии.

Детализация планов позволит точно знать, где могут быть задержки в работе, за счет чего могут возникнуть излишние затраты. На предприятии должны приниматься меры для того, чтобы в геолого-съемочной партии не оказалось лишних рабочих, целесообразно им предложить поднять уровень своей квалификации.

Такие же текущие планы, разрабатываемые по различным направлениям экономической и производственной работы, дают возможность предприятию не только разработать пообъектный и поэтапный планы, но и обеспечить их выполнение, ритмичную работу и получить хорошие экономические показатели.

### *Геологическое задание*

Основой выполнения проектирования является «Геологическое задание», оно должно иметь следующее содержание:

а) основание проведения работ (реквизиты лицензии на пользование недрами, государственного задания или государственного контракта, являющихся основанием проведения работ);

б) источник финансирования (за счет средств федерального бюджета, за счет средств бюджета субъекта Российской Федерации или муниципального образования – с указанием их наименования, за счет собственных (в том числе привлеченных) средств пользователей недр);

в) целевое назначение работ в соответствии с государственным контрактом или государственным заданием на выполнение работ по объекту и (или) целевым назначением работ по лицензии на пользование недрами;

г) пространственные границы объекта (с указанием местонахождения объекта на территории Российской Федерации (с указанием субъектов Российской Федерации) или за ее пределами, номенклатурных листов, географических координат угловых точек участков и площадей проведения проектируемых полевых геологоразведочных работ);

д) основные оценочные параметры (с указанием принимаемых для оценки объекта численных значений оценочных параметров, которым он должен соответствовать, и уровня их значимости);

е) основные геологические задачи, последовательность и основные методы их решения (в случае сложности поставленной цели геологическое задание подразделяется на ряд последовательно решаемых конкретных задач или этапов работ, с указанием объемов основных видов проектируемых работ по этапам работ. При этом решение каждой последующей задачи или этапа

работ должно быть поставлено в зависимость от результатов предшествующих работ. В случаях, предусмотренных лицензией на пользование недрами, государственным заданием или государственным контрактом, являющимися основанием проведения геологоразведочных работ, допускается совмещение этапов и стадий геологического изучения недр, при этом геологические задачи и последовательность их решения формулируются с учетом совмещаемых этапов и стадий);

ж) ожидаемые результаты работ (с указанием форм отчетной документации и перечня первичной и интерпретированной геологической информации о недрах по результатам проектируемых геологоразведочных работ);

з) порядок апробации отчетных материалов с указанием организаций, апробирующих результаты геологоразведочных работ (в случае, если апробация отчетных материалов предусмотрена лицензией на пользование недрами, государственным заданием или государственным контрактом);

и) порядок приемки отчетных материалов (с указанием организаций, осуществляющих приемку отчетных материалов);

к) сроки проведения работ (с указанием сроков начала и окончания геологоразведочных работ в целом по объекту);

л) рассылка (тиражирование) отчетных материалов с указанием количества экземпляров отчетных материалов и организаций – получателей отчетных материалов (в случае, если рассылка (тиражирование) отчетных материалов предусмотрена государственным заданием или государственным контрактом).

## **Глава 2. Обоснование методик для проведения работ**

Для обоснования проведения гидрогеологических и связанных с ними работ в проект включаются следующие методики:

а) изучение и сбор материалов предыдущих исследований;

б) рекогносцировочные аэровизуальные и маршрутные обследования;

в) маршрутное и (или) площадное изучение гидрогеологических условий применительно к масштабу 1:200 000–1:50 000



или более крупному масштабу с применением комплекса геофизических, гидрометрических, гидрогеохимических, ландшафтных, геоботанических, дистанционных аэро- и космических методов;

г) площадные и экваториальные геофизические исследования;

д) бурение поисковых, разведочных, разведочно-эксплуатационных, картировочных и наблюдательных скважин;

е) геофизические исследования в скважинах;

ж) отбор проб воды и пород;

з) пробные, опытные (кустовые и одиночные) и опытно-эксплуатационные откачки и нагнетания;

и) опытно-миграционные работы;

к) обследование действующих водозаборов подземных вод, изучение их режима как в пределах выделенных перспективных участков, так и водозаборов, являющихся аналогами для оцениваемых запасов подземных вод;

л) санитарное обследование участков (для питьевых и минеральных вод), в том числе для оценки защищенности подземных вод от загрязнения и влияния антропогенеза на их качество;

м) наблюдение за естественным и нарушенным режимом (мониторинг) подземных и поверхностных вод;

н) топографо-геодезические работы;

о) гидрометрические работы;

п) балансовые исследования на подземные воды;

р) гидрогеохимические работы и специальные исследования (изотопные, ядерно-физические, водно-гелиевые или иные);

с) специальные технологические исследования (для промышленных и термальных вод), а также исследования, связанные с водоподготовкой для питьевых вод;

т) специальные гидрогеоэкологические, ландшафтные и геоботанические исследования с целью оценки возможного влияния отбора подземных вод на окружающую среду;

у) лабораторные работы;

ф) математическое моделирование и компьютерная обработка информации;

х) комплекс камеральных работ, включая методы обработки полученной геологической информации о недрах и методы оценки запасов подземных вод.

На рис. 3.2.1. показаны выделенные перспективные участки проведения гидрогеологических работ по оценке запасов подземных вод на Нижне-Усьвинском месторождении подземных вод для водоснабжения г. Чусовой Пермского края.

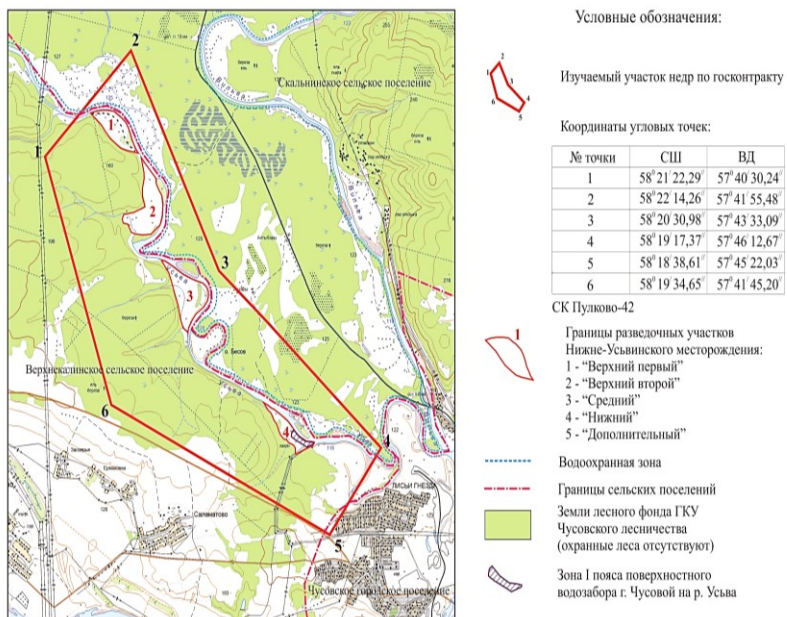


Рис. 3.2.1. Фрагмент с участками разведанных запасов Нижнеустьвинского месторождения подземных вод в г.Чусовой

На каждом выделенном перспективном участке выполняется весь комплекс работ, предусмотренный проектом. Основными видами работ являются кустовые откачки воды из скважин. Разрабатываются принципиальные схемы расположения скважин в опытном кусте, рассчитываются расстояния между наблюдательными скважинами (рис. 3.2.2). При разработке учитываются геологический разрез, направление потока подземных вод, мощ-

ности водоносных горизонтов. При проведении откачек получают достоверную информацию о фильтрационных свойствах грунтов и горных пород, определяют возможную гидравлическую связь водоносных горизонтов, их связь с поверхностными водами, изучают химический, бактериальный, радиационный составы воды. На основании полученных данных выполняют расчет запасов подземных вод по категориям в соответствии с этапом работ.

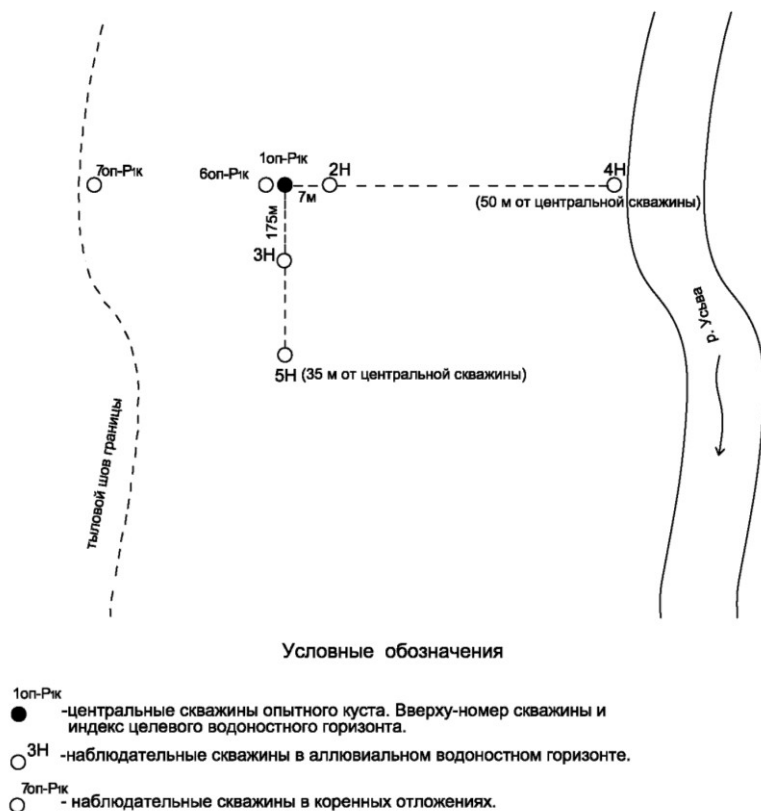


Рис. 3.2.2. Принципиальная схема расположения скважин при кустовой откачке

### Глава 3. Составление смет

Конечным итогом проектирования гидрогеологических работ является этап составления смет. Правильно составленная смета позволяет спланировать выполнение работ в сроки определенные договором и с хорошим качеством. Заниженные сметы не позволяют закупить необходимое оборудование, привлечь и заинтересовать специалистов для выполнения работ. В настоящее время изменился порядок составления смет по государственным и муниципальным контрактам. В соответствии с **приказом** от 14 июня 2016 г. Министерства Природных ресурсов и экологии РФ «о Проектировании геологоразведочных работ» сметы на производство гидрогеологических работ, связанные с государственными и муниципальными контрактами, выполняются по единичным расценкам. По гидрогеологическим работам, где источником финансирования являются частные заказчики, используется сборник цен на инженерно-геологические и экологические изыскания для строительства.

#### *Составление смет на производство гидрогеологических работ, связанных с государственными и муниципальными контрактами*

Укрупненные нормы времени разрабатываются на базе действующих в организации-исполнителе по государственному контракту локальных норм, применяемых для расчета с рабочими или для определения производственных заданий исполнителю по государственному контракту. Для разработки локальных норм могут быть использованы:

- фотохронометражные наблюдения, проводимые в соответствии с положениями по нормированию труда работников;
- опытно-статистические данные о затратах времени на производство нормируемого вида геологоразведочных работ (по круглогодичным работам – за последний календарный год работы, по сезонным работам – за два последних полевых сезона);
- расчетные данные, определяемые исходя из технической характеристики применяемых механизмов и технологии выполнения нормируемого вида работ.

Затраты труда инженерно-технических работников и рабочих рассчитываются исходя из трудоемкости работ, установленных норм времени на их производство и продолжительности рабочего дня. Состав производственного коллектива обосновывается составом работы каждого его члена.

В труднодоступных районах (резко пересеченный рельеф, труднопроходимая тайга, заболоченная лесотундра, арктическая тундра, сыпучие пески) нормы производственного транспорта могут приниматься по фактическим данным.

Единичные расценки по статьям основных расходов составляются по следующей номенклатуре статей:

- затраты труда, человеко-день;
- основная заработная плата;
- дополнительная заработная плата;
- отчисления на социальные нужды;
- материалы, электроэнергия;
- сжатый воздух;
- лесоматериалы;
- амортизация;
- износ;
- услуги;
- транспорт.

*Стоимость буровых и гидрогеологических работ  
при финансировании частными заказчиками*

Смета составляется с использованием Справочника базовых цен на инженерно-геологические и инженерно-экологические изыскания для строительства. М,1999 (стоимость работ приведена к базе 1991 г., полученная сумма умножается на инфляционный коэффициент, устанавливаемый ежеквартально Минстроем РФ).

Справочник базовых цен на инженерно-геологические и инженерно-экологические изыскания для строительства (далее по тексту «Справочник») рекомендуется для определения базовой стоимости инженерно-геологических и инженерно-экологи-

ческих изысканий, изысканий грунтовых строительных материалов и источников водоснабжения на базе подземных вод при формировании цен в договорах (контрактах).

Справочник содержит базовые цены на следующие виды работ:

- рекогносцировочное (маршрутное) обследование и маршрутные наблюдения;
- буровые работы;
- горнопроходческие работы;
- опытно-фильтрационные работы, полевые исследования грунтов и отбор проб;
- лабораторные работы и исследования;
- камеральные работы;
- разные работы и услуги;
- вспомогательные работы.

Цены рассчитаны на основе должностных окладов инженерно-технических работников, тарифных ставок рабочих, стоимости материалов и услуг, норм амортизационных отчислений по основным фондам на 01.01.91, с учетом основных положений по составу затрат, включаемых в себестоимость продукции (работ, услуг) с изменениями и дополнениями, предусмотренными постановлением Правительства Российской Федерации от 01.07.95 за № 661.

Цены рассчитаны в соответствии с составом, объемом и технологией производства полевых и камеральных работ, обеспечивающих создание отчетной документации, удовлетворяющей требованиям ГОСТов и действующих нормативных документов (утвержденных или согласованных Госстроем России), и являются оптимальными для определения стоимости этих работ.

Цены на полевые работы предусмотрены для выполнения этих работ в экспедиционных условиях, т.е. с выплатой работникам командировочных или полевого довольствия.

Цены по камеральной обработке материалов изысканий и производству лабораторных работ предусмотрены для выполнения их в условиях стационара, т.е. без выплаты работникам командировочных или полевого довольствия. Цены рассчитаны для условий производства изысканий в средней полосе европейской

части Российской Федерации (по уровню заработной платы), благоприятного периода года и нормального режима проведения изыскательских работ.

При определении сметной стоимости изысканий, выполняемых в других районах Российской Федерации, а также в неблагоприятный период года, к ценам применяются соответствующие коэффициенты.

Список литературы к разделу III: 87, 96, 99, 109, 110 (указаны номера общего списка литературы, помещенного в конце учебного пособия).

#### *Контрольные вопросы*

1. На основании какого документа выполняется проектирование гидрогеологических работ?
2. Какие документы включаются в состав проектной документации?
3. Назовите основные разделы методической части проекта.
4. Назовите основные разделы технической части проекта.
5. Как составляется сметная часть на федеральные, региональные, муниципальные заказы?
6. На основании каких сборников цен составляются сметы на частные заказы?
7. В какой организации утверждается проект на геологическое изучение недр?

## **Раздел IV. Планирование гидрогеологических работ по этапам и стадиям**

### **Глава 1. Последовательность выполнения работ**

В 1998 г. Министерство природных ресурсов РФ был издан нормативный документ «Временное положение о порядке проведения геологоразведочных работ по этапам и стадиям (подземные воды)». По этому положению выделяются три этапа и пять стадий производства гидрогеологических работ (табл. 4.1.1). Однако в соответствии с законом «О недрах» все гидрогеологические работы должны выполняться в соответствии с лицензиями на региональное изучение недр для оценки прогнозных ресурсов подземных вод, поиск и оценку месторождений, разведку и эксплуатацию или совмещенную лицензию. Закон « О недрах» в данном случае является главным, но объекты изучения, цели работ, основные результаты, изложенные во «Временном положении о порядке проведения геологоразведочных работ по этапам и стадиям (подземные воды)», остаются.

Поисково-разведочные работы на различные типы подземных вод (питьевые и технические, минеральные лечебные и лечебно-столовые, теплоэнергетические, промышленные) проводятся с конечной целью изыскания в необходимом количестве подземных вод требуемого качества, отвечающим условиям эксплуатации. Процесс геологического изучения недр по целевому назначению и конечному геологическому результату подразделяется на 3 этапа

3 этапа и 5 стадий:

Этап I. Региональное изучение недр для оценки прогнозных ресурсов, стадия 1 – региональная оценка.

Этап II. Геологическое изучение недр – поиски и оценка месторождений, стадия 2 – поисковые работы, стадия 3 – оценка месторождений.

Этап III. Разведка и освоение месторождений, стадия 4 – разведка месторождений, стадия 5 – эксплуатационная разведка.



Общее представление о стадиях и этапах дано в табл. 4.1.1.

На этапе I осуществляется анализ условий и региональных закономерностей формирования ресурсов различных типов подземных вод и проводится их региональная оценка. Геологические исследования II и III этапов направлены на выявление, изучение и геолого-экономическую оценку месторождений подземных вод с целью их промышленного освоения и воспроизводства минерально-сырьевой базы.

Целевая направленность работ этапа 1 (стадии 1) отличает их от регионального геологического изучения недр и от гидрогеологических съемок масштабов 1:200000 и 1:50000. Целью съемок являются относительно равномерное площадное изучение геолого-гидрогеологических условий территории (включая и оценку возможностей использования подземных вод) и их отдельных специфических особенностей и составление кондиционных и (или) специальных гидрогеологических карт. Съемки имеют значительно более широкий круг задач по сравнению с поисками, оценкой и разведкой месторождений. В результате проведения съемок могут быть решены задачи по региональной оценке прогнозных ресурсов подземных вод и поисково-оценочных работ.

Результатом геологоразведочных работ на каждой стадии являются оценка прогнозных ресурсов и (или) эксплуатационных запасов подземных вод определенной категории в соответствии с «Классификацией эксплуатационных запасов и прогнозных ресурсов подземных вод» и получение исходных данных для разработки предпроектных и проектных документов по использованию подземных вод.

Результаты работ каждой стадии являются основанием для лицензирования дальнейшего пользования недрами, а также используются в качестве исходных данных стадий проектирования.

Таблица 4.1.1

**Подразделение геологоразведочных работ  
на подземные воды на этапы и стадии**

Этап, стадия	Объекты изучения	Цель работы	Основной результат
1	2	3	4
<p>Этап I Региональное изучение недр для оценки прогнозных ресурсов подземных вод</p> <p>Стадия 1 Региональная оценка прогнозных ресурсов подземных вод</p>	<p>Гидрогеологические бассейны и массивы, гидрогеологические районы, речные бассейны и водоохозяйственные участки, территории субъектов Российской Федерации, отдельных административных, природно-географических и экономических районов</p>	<p>Выяснение условий распространения и региональных закономерностей формирования ресурсов различных типов подземных вод и их оценка применительно к выделенным водоносным горизонтам (комплексам), оцениваемым бассейнам, территориям, районам и площадям</p>	<p>Обоснованная оценка условий формирования и величины прогнозных ресурсов подземных вод по категориям Р; оценка перспектив использования подземных вод; составление мелкомасштабных карт прогнозных ресурсов; оценка обеспеченности прогнозными ресурсами подземных вод населения и различных субъектов водопотребления и хозяйственной деятельности; гидрогеологическое обоснование схем комплексного использования и охраны водных ресурсов; подготовка объектов</p>
<p>Этап II Поиски и оценка месторождений</p> <p>Стадия 2 Поисковые работы</p>	<p>Перспективные площади и водоносные горизонты, выделенные в результате региональных гидрогеологических работ (в т.ч. по тематическим и съемочным работам и региональной оценке эксплуатационных ресурсов) с прогнозными ресурсами по категории Р</p>	<p>Обоснование в пределах опоискованной площади наличия (или отсутствия) месторождений подземных вод, предварительная оценка выявленных эксплуатационных запасов опоискованных месторождений</p>	<p>Оценка перспектив исследованной площади с выделением месторождений, перспективных для постановки дальнейших оценочных работ. Оценка эксплуатационных запасов по категориям С2. Исходные данные для разработки схем комплексного использования и охраны подземных вод</p>
<p>Стадия 3 Оценка месторождений</p>	<p>Выявленные на стадии «Поиски» или при региональных гидрогеологических исследованиях месторождения подземных вод</p>	<p>Установление основных особенностей формирования эксплуатационных запасов подземных вод, принципиальная оценка возможного влияния водоотбора на окружающую среду.</p>	<p>Оконтуривание месторождения, выделение участков и водоносных горизонтов, перспективных для строительства водозаборов. Оценка эксплуатационных запасов категории С1. Принципиальная оценка влияния водоотбора на окружающую среду</p>

Окончание таблицы 4.1.1

1	2	3	4
		Предварительная оценка эксплуатационных запасов подземных вод, геолого-экономическая оценка месторождения при решении вопросов, связанных с целесообразностью его освоения.	Исходные данные для разработки ТЭО инвестиций в создание водозабора и сопряженных объектов, в отдельных случаях – ТЭО строительства водозабора
Этап III Разведка и освоение месторождений  Стадия 4 Разведка месторождения	Месторождения, выявленные и оцененные на этапе «Поиски и оценка месторождения», и их отдельные участки. Месторождения, эксплуатируемые на неутвержденных эксплуатационных запасах	Гидрогеологическое и экологическое обоснование строительства нового или расширение существующего водозабора с выявлением эксплуатационных запасов в количестве, обеспечивающем работу водозабора в течение заданного срока эксплуатации. Доведение изученности эксплуатационных запасов до категории В (или А на месторождениях, эксплуатируемых на неутвержденных запасах)	Детализация условий формирования эксплуатационных запасов подземных вод, их качества и основных гидрогеологических параметров до степени, позволяющей обосновать рациональную схему водозабора и соответствие их качества требованиям. Оценка эксплуатационных запасов подземных вод по категории В. Исходные данные для составления ТЭО и проекта строительства водозабора и оценки воздействия планируемого водоотбора на окружающую среду
Стадия 5 Эксплуатационная разведка	Эксплуатируемые месторождения подземных вод с утвержденными эксплуатационными запасами	Выяснение соответствия режима эксплуатации прогнозным расчетам, получение исходных данных для переоценки эксплуатационных запасов (при необходимости), обоснование рационального режима эксплуатации, оценка влияния водоотбора на окружающую среду и получение данных для разработки мероприятий по компенсации его негативного влияния	Оперативное регулирование режима эксплуатации, переоценка эксплуатационных запасов подземных вод, выделение эксплуатационных запасов категории А, обоснование мероприятий по компенсации негативного влияния водоотбора на окружающую среду. Исходные данные для составления проекта реконструкции водозабора

## **Глава 2. Этапы, стадии, категории прогнозных ресурсов, эксплуатационных запасов и стадии проектных работ**

Соотношение этапов и стадий геологоразведочных работ на подземные воды с категориями прогнозных ресурсов и эксплуатационных запасов подземных вод и стадиями проектирования приведено в табл. 4.1.2.

При совмещении оценочных и разведочных работ, а также при проведении всех геологоразведочных работ в одну стадию работы обычно выполняются по совмещенной лицензии на поиски, оценку, разведку и добычу подземных вод, в которой устанавливается срок представления эксплуатационных запасов на Государственную экспертизу. После проведения экспертизы совмещенная лицензия может быть уточнена в части условий пользования недрами и платежей при пользовании недрами.

Гидрогеологические работы планируются с целью выявления источников пресных подземных вод для водоснабжения городов, промышленных и сельскохозяйственных объектов, орошения и обводнения земель и пастбищ для животноводства. Изучается режим подземных вод, проводится прогнозирование, составляются гидрогеологические карты для поисков и разведки минеральных и термальных вод, а также для осуществляется контроль за охраной подземных вод от истощения и загрязнения.

*Под эксплуатационными запасами* подземных вод понимается их количество, которое может быть получено на месторождении (участке) с помощью геолого-технических обоснованных водозаборных сооружений при заданном режиме и условиях эксплуатации, а также качестве воды, удовлетворяющем требованиям ее целевого назначения в течение расчетного срока водопотребления с учетом природоохранных требований.

*Под прогнозными ресурсами* понимается количество подземных вод определенного качества и целевого назначения, которое может быть получено в пределах гидрогеологического региона, бассейнов рек или административного района и отражает потенциальные возможности использования вод.

Эксплуатационные запасы подсчитываются и учитываются раздельно по каждому типу подземных вод (питьевые, технические, лечебные минеральные, теплоэнергетические, включая пароводяные смеси, промышленные) и направлениям их возможного промышленного использования по данным проведенных на месторождениях гидрогеологических поисково-оценочных и разведочных работ или по опыту эксплуатации действующих водозаборных сооружений на выявленных, осваиваемых либо уже освоенных месторождениях.

Эксплуатационные запасы состоят из естественных запасов в зоне влияния данной эксплуатационной системы и дополнительно привлекаемых искусственных запасов

По степени изученности условий формирования количества и качества подземных вод, условий эксплуатации и подготовленности месторождений для их дальнейшего геологического изучения или освоения эксплуатационные запасы и прогнозные ресурсы подземных вод подразделяются на категории:

- оцененные – категории А;
- разведанные – категории В;
- предварительно оцененные – категории С<sub>1</sub>;
- выявленные – категории С<sub>2</sub>.

Прогнозные ресурсы подземных вод по степени обеспеченности относятся к категории Р.

Эксплуатационные запасы и прогнозные ресурсы подземных вод оцениваются и учитываются в *кубических метрах в сутки* (м<sup>3</sup>/сут), пароводяной смеси – в *тоннах в сутки*. В промышленных водах определяется также количество основных и попутных компонентов (в тоннах), которое может быть получено на месторождении за расчетный срок его разработки без учета потерь при переработке вод. По месторождениям теплоэнергетических вод и парагидротерм, кроме эксплуатационных запасов, оценивается также теплоэнергетическая мощность месторождения (*в гигаджоулях в год, мегаваттах, тоннах условного топлива*).

В табл. 4.2.1 дано соотношение между стадиями геологоразведочных работ на подземные воды, видами недропользования, лицензируемыми по их результатам, категориями прогнозных ресурсов и эксплуатационных запасов и стадиями проектно-

изыскательских работ. На стадии региональной оценки прогнозных ресурсов подземных вод категория прогнозных ресурсов соответствует категории Р, вид пользования недрами в соответствии с лицензией – геологическое изучение недр, стадия разработки проектных материалов – обоснование схем комплексного использования и охраны водных ресурсов.

Таблица 4.2.1

Соотношение между стадиями геологоразведочных работ на подземные воды, видами недропользования, лицензируемыми по их результатам, категориями прогнозных ресурсов и эксплуатационных запасов и стадиями проектно-изыскательских работ

Стадия поисково-разведочных работ	Степень изученности прогнозных ресурсов и эксплуатационных запасов подземных вод перед началом работ	Категория прогнозных ресурсов и эксплуатационных запасов, оцененных по результатам проведенных работ	Вид пользования недрами, лицензируемый по результатам проведенных работ	Стадия разработки предпроектных и проектных документов
Региональная оценка прогнозных ресурсов подземных вод	Прогнозные ресурсы не оценены или требуется их переоценка	Р	Геологическое изучение недр	Гидрогеологическое обоснование схем комплексного использования и охраны водных ресурсов
Поисковые работы	Прогнозные ресурсы категории Р	С <sub>2</sub>	Геологическое изучение (оценка месторождения) или добыча подземных вод, включая разведку месторождения.	Схемы комплексного использования и охраны подземных вод
Оценка месторождения	Эксплуатационные запасы категории С <sub>2</sub>	С <sub>1</sub>	Добыча подземных вод, включая разведку месторождения	ТЭО инвестиций, в отдельных случаях – ТЭО строительства водозабора
Разведка месторождения	Эксплуатационные запасы категории С <sub>1</sub>	В	Добыча подземных вод	ТЭО и проект строительства водозабора
Эксплуатационная разведка	Эксплуатационные запасы категории В (В и С <sub>1</sub> )	А	Добыча подземных вод	Проект реконструкции и расширения водозабора

### **Глава 3. Группы месторождений питьевых, технических и минеральных подземных вод по сложности геологического строения и гидрогеологических условий**

Участки недр и месторождения (части месторождений) питьевых, технических и минеральных подземных вод подразделяются на группы по сложности геологического строения и гидрогеологических условий. При выделении групп участков недр и месторождений (частей месторождений) по степени сложности необходимо учитывать также горно-геологические, экологические, физико-географические, водохозяйственные и другие условия и факторы.

Степень сложности перечисленных условий и факторов определяет методику проведения геологоразведочных работ, достоверность подсчета запасов и оценки источников их формирования.

В соответствии с Классификацией месторождения (части месторождений) и участки недр в зависимости от сложности геологического строения и гидрогеологических условий, а также экологических, водохозяйственных и горно-геологических и других условий подразделяются на 4 группы.

Для отнесения участка недр или месторождения (части месторождения) к соответствующей группе используются следующие основные критерии:

- характер залегания и строения эксплуатационных водоносных горизонтов, а также перекрывающих и подстилающих их водоносных и слабопроницаемых пластов;
- изменчивость мощностей и фильтрационных свойств водовмещающих пород;
- сложность гидрогеохимической обстановки;
- сложность экологической и водохозяйственной обстановки и горно-геологических условий;
- возможность надежной оценки основных источников формирования запасов подземных вод и их качества по результатам геологоразведочных работ, а также прогнозирования их изменений в процессе эксплуатации водозаборных сооружений;

– надежность прогнозирования последствий отбора подземных вод на окружающую среду и состояние недр.

*К 1-й группе* относятся месторождения (части месторождений) или участки недр с простыми геологическим строением, гидрогеологическими, водохозяйственными, экологическими, горно-геологическими и другими условиями. Характерными особенностями месторождений (частей месторождений) или участков недр 1-й группы являются спокойное и ненарушенное залегание и устойчивая мощность водоносных горизонтов и изолирующих слабопроницаемых пластов, однородные фильтрационные свойства водовмещающих пород, выдержанные в плане и разрезе гидрогеохимические (газогидрохимические) и температурные закономерности.

Месторождения (части месторождений) и участки недр 1-й группы обычно приурочены к артезианским бассейнам платформенных структур, реже к предгорным и межгорным артезианским бассейнам предгорных прогибов и межгорных впадин, а также к водоносным горизонтам (комплексам) речных долин, предгорных конусов выноса и др.

Источники формирования запасов для месторождений (частей месторождений) или участков недр могут быть изучены и количественно оценены по данным геологического изучения и разведки участков недр. Может быть выполнен обоснованный прогноз возможного влияния проектируемого отбора подземных вод на окружающую среду и состояние недр.

Для геологического изучения и разведки участков недр могут применяться стандартные методы и технологии проведения геологоразведочных работ на подземные воды.

В пределах участков недр и месторождений (частей месторождений) 1-й группы по результатам геологического изучения и разведки могут быть выделены запасы категорий В, С<sub>1</sub> и С<sub>2</sub> на ранее разведанных месторождениях (частях месторождений) с действующими водозаборными сооружениями, кроме того, – и запасы категории А при оценке и переоценке их запасов.

*Ко 2-й группе* относятся месторождения (части месторождений) и участки недр, характеризующиеся сложными геологическим строением, гидрогеологическими, физико-географиче-



скими, экологическими, водохозяйственными, горно-геологическими условиями. Для таких месторождений (частей месторождений) и участков недр характерны нарушенное залегание, неустойчивая (изменчивая) мощность водоносных горизонтов, осложненное внутреннее строение эксплуатационных водоносных горизонтов (а также изолирующих водоупорных пластов), неоднородность фильтрационных свойств водовмещающих пород в плане и разрезе, невыдержанные гидрогеохимические и геотемпературные закономерности и неоднозначность прогнозов по возможному изменению количества и качества воды при эксплуатации водозаборных сооружений.

Месторождения и участки недр 2-й группы наиболее часто приурочены к предгорным и межгорным артезианским бассейнам, но могут встречаться и в артезианских бассейнах платформенных структур при приуроченности водоносных горизонтов к трещиноватым и трещинно-карстовым породам, в речных долинах, а в отдельных случаях – и в пределах гидрогеологических массивов и гидрогеологических складчатых областей и др.

Источники формирования запасов по данным геологического изучения и разведки количественно могут быть оценены лишь частично и с различной степенью достоверности.

Для геологического изучения и разведки участков недр в основном используются стандартные методы. Как правило, в ряде случаев необходимо применение более сложных технологий, включающих комплекс наземных геофизических исследований, бурение опережающих пилотных стволов скважин с отбором керна, проведение продолжительных кустовых откачек и др.

В пределах участков недр 2-й группы по результатам геологического изучения могут быть выделены запасы категорий  $C_1$  и  $C_2$ , а по результатам разведки – и категории В. В пределах участков недр и ранее разведанных месторождений (частей месторождений) в используемых участках недр с действующими водозаборными сооружениями также могут быть выделены – и запасы категории А при оценке и переоценке их запасов.

В пределах ранее разведанных месторождений (частей месторождений) в неиспользуемых частях недр при переоценке их запасов могут быть выделены запасы категорий В,  $C_1$  и  $C_2$ .

К 3-й группе относятся месторождения и участки недр с очень сложными геологическим строением, гидрогеологическими, физико-географическими, экологическими, водохозяйственными и горно-геологическими условиями.

Месторождения (части месторождений) и участки недр этой группы характеризуются значительной нарушенностью залегания, резкой изменчивой мощностью и сложным внутренним строением водоносных горизонтов (комплексов) и водоносных зон трещиноватости. Для месторождений (частей месторождений) и участков недр характерны ограниченные размеры и резкая изменчивость фильтрационных свойств водовмещающих пород и сложные гидрогеохимические и геотемпературные условия и, как следствие, неопределенность прогнозов по возможному изменению количества и качества подземных вод в процессе эксплуатации водозаборных сооружений.

Месторождения (части месторождений) и участки недр 3-й группы приурочены к гидрогеологическим массивам, гидрогеологическим складчатым областям, а также межгорным артезианским бассейнам и связаны с водоносными зонами трещиноватости различного генезиса или закарстованными и ограниченными по площади массивами карбонатных пород в различных гидрогеологических структурах.

Источники формирования запасов по данным геологического изучения и разведки могут быть оценены приближенно. Для количественных прогнозов изменений расходов и уровней следует использовать анализ имеющихся гидрогеологических и воднобалансовых закономерностей и аналогии с эксплуатируемыми месторождениями с близкими геолого-гидрогеологическими условиями.

Для геологического изучения и разведки участков недр используются сложные методы и технологии, включающие различные методы наземных геофизических исследований, поинтервальное опробование водоносных горизонтов (комплексов) и водоносных зон трещиноватости пород, продолжительные кустовые опытные и опытно-эксплуатационные откачки и др.

В пределах участков недр 3-й группы по результатам геологического изучения следует рекомендовать выделение запасов

категории  $C_2$ , а разведки – категории  $C_1$ . В пределах ранее разведанных месторождений при переоценке их запасов в отдельных случаях целесообразно выделение запасов категории В.

К 4-й группе относятся месторождения (части месторождений) минеральных вод (или участки недр), характеризующиеся исключительно сложными геологическим строением, гидрогеологическими, газогидрохимическими и горно-геологическими условиями. Основной особенностью месторождений (частей месторождений) и участков недр этой группы является резкая изменчивость распространения водоносных зон трещиноватости в породах различного генезиса в плане и разрезе и сложность их выявления геофизическими и другими методами.

Месторождения и участки недр 4-й группы приурочены обычно к зонам глубинной разгрузки флюидов в зонах тектонических разломов. Типичными представителями месторождений 4-й группы являются так называемые месторождения «гидроинжекционного типа» в гидрогеологических складчатых областях или примыкающих частях артезианских бассейнов.

Получение исходных данных с целью количественных или полуколичественных прогнозов дебитов, уровней, состава и температуры подземных вод возможны по данным длительных опытных или опытно-эксплуатационных откачек (выпусков), а также опытно-промышленной эксплуатации. По данным стандартных методов геологического изучения и разведки участков недр источники формирования запасов не могут быть оценены достоверно.

В пределах участков недр 4-й группы по данным геологического изучения и (или) разведки выделяются категории  $C_2$ , а по данным опытно-промышленной эксплуатации – категории  $C_1$

Инженерно-геологические работы предусматриваются в перспективных и текущих планах с целью изучения инженерно-геологических условий отдельных районов в масштабах 1:500 000 – 1:50 000 для обоснования размещения и проектирования промышленных, гражданских, сельскохозяйственных и водохозяйственных строительных комплексов, а также для исследования и прогнозирования оползневых, обвальных, селевых, карстовых и других экзогенных геологических процессов и явлений для обоснования разработки защитных мероприятий.

Гидрогеологические работы на пресные подземные воды, а также на минеральные и термальные воды планируются по стадиям геологоразведочного процесса, установленным для твердых полезных ископаемых. Комплекс гидрогеологических исследований, применяемый для решения тех или иных практических задач, определяется в проекте на производство геологоразведочных работ в зависимости от сложности природных условий, требуемого количества воды, степени изученности района в геологическом и гидрогеологическом отношении, климата и других физико-географических условий, типа подземных вод. Поисковые и разведочные работы на подземные воды планируются при обязательном наличии заявок потребителей или технических заданий, разработанных проектными организациями в установленном порядке.

Список литературы к разделу IV: 4, 86, 88, 89, 90, 92, 93, 96 (указаны номера общего списка литературы, помещенного в конце учебного пособия).

#### *Контрольные вопросы*

1. Назовите этапы и стадии гидрогеологических работ.
2. Дайте краткую характеристику каждой стадии
3. Дать соотношение между стадиями ГГР и этапами проектных работ.
4. Какие категории по сложности геологических и гидрогеологических условий месторождений ПВ Вы знаете?
5. Назовите категории эксплуатационных запасов и прогнозных ресурсов подземных вод.
6. Дайте характеристику соотношения между стадиями геологоразведочных работ на подземные воды, категориями прогнозных ресурсов и эксплуатационных запасов и стадиями проектно-изыскательских работ.

## Раздел V. Проектирование водозаборов подземных вод

### Глава 1. Типы водозаборов подземных вод

Водозаборы подземных вод состоят как из отдельных сооружений (каптажных) для получения подземных вод, так и из их системы (водозаборов); одно каптажное сооружение также можно назвать водозабором. Для отбора подземных вод из водоносного пласта применяются: скважины; шахтные колодцы; горизонтальные линейные открытые или закрытые дрены, галереи, штольни (горизонтальные водозаборы); горизонтальные скважины – лучи (лучевые водозаборы); комбинированные водозаборы (горизонтальные дрены, галереи, штольни, шахтные колодцы с вертикальными скважинами, проходимыми со дна этих сооружений в расчете на самоизлив воды из напорного водоносного горизонта); каптаж источников (родников).

*Каптажные сооружения* для приема воды из восходящих и нисходящих источников (ключей, родников). В зависимости от условий выхода на поверхность земли из водоносного горизонта каптажи могут иметь различную конструкцию: в виде дренажных труб со сборным колодцем и камерой, одной каптажной камеры, а иногда в виде шахты с отводной трубой. Такие сооружения в настоящее время встречаются сравнительно редко. Самое важное – расположить каптажные сооружения до выхода на поверхность земли, чтобы предупредить загрязнение подземных вод.

*Горизонтальные водозаборы в виде дренажных труб и галерей*, применяемые для захвата грунтовых вод, укладывают в вырытые каналы и располагают на глубине обычно не более 5–8 м. Из горизонтальных водозаборов вода поступает в сборный колодец (камеру) (рис. 5.1.1).

*Горизонтальные лучевые водозаборы* пробуривают из центральной шахты-камеры и чаще применяют для захвата грунтовых вод, а в последнее время – и для захвата напорных вод. Сооружаются они сравнительно редко, как правило, на глубине до 10–30 м и более.

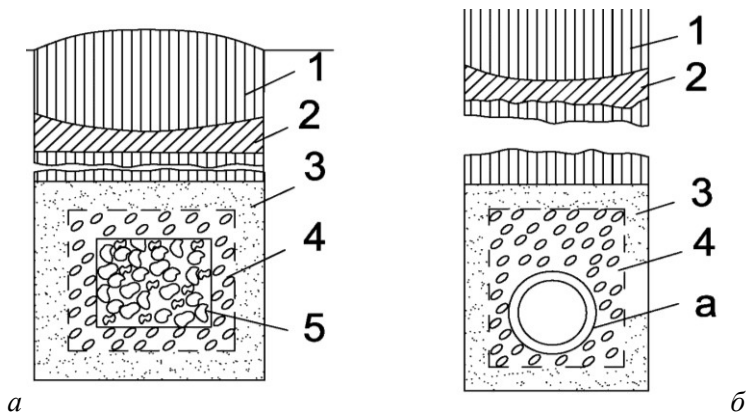


Рис. 5.1.1. Траншейные водозаборы:

- а* – каменно-щебенистый; *б* – трубчатый; 1 – обратная засыпка траншей местным грунтом; 2 – глиняный замок; 3 – крупнозернистый песок; 4 – гравий; 5 – камень; б – дренажная труба

*Горизонтальные водозаборы в виде штолен и кяризов* (на глубинах до 20 м и более). Последние представляют собой древний способ каптажа подземных вод. В СССР они применялись в Закавказье и на юге Туркмении, за рубежом – в Иране. В настоящее время кяризы не сооружают, но ранее выполненные эксплуатируются и ремонтируются.

*Шахтные колодцы* используют чаще при небольших объемах потребления и глубине залегания подземных вод до 20–30 м (рис. 5.1.2). Для захвата подземных вод сооружают скважины различных конструкций: одиночные для небольших потребностей, несколько или даже множество скважин, которые объединяют в систему водозаборов суммарной производительностью до нескольких сотен и даже тысяч кубометров в секунду. Водозаборы из скважин применяют при захвате как грунтовых, так и артезианских подземных вод. Скважины или водозаборы из скважин применяют при глубине подошвы водоносного слоя более 8–10 м.

Для особых условий, например в районах многолетней мерзлоты, сейсмически активных, приморских и других специфических условий, сооружают водозаборы особой конструкции.

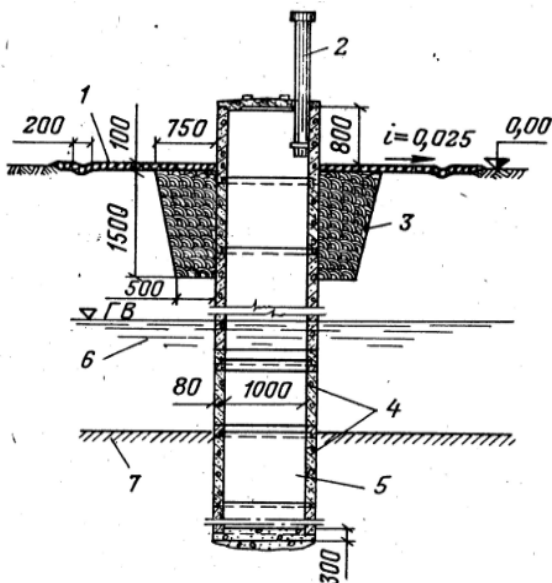


Рис. 5.1.2. Шахтный колодец: 1 – отстойка; 2 – вентиляционная труба; 3 – глиняный замок; 4 – железобетонные кольца ( в зоне приема воды с вставками из пористого бетона); 5 – отстойник; 6 – водоносный горизонт; 7 – водоупор

Наиболее распространенным типом водозахватных устройств являются *скважины*. Их применяют в самых разнообразных гидрогеологических условиях для добычи подземных вод из водоносных пластов мощностью больше 5–6 м, залегающих на глубинах от 10 до 1000 м и более. Скважины устраивают путем бурения. В большинстве горных пород стенки скважин приходится укреплять обсадными трубами, образующими трубчатый колодец. В пределах водоносного пласта для возможности приема воды из грунта колодец оборудуют специальными фильтрами (кроме колодцев в трещиноватых скальных породах).

Трубчатые колодцы применяют обычно при сравнительно глубоком залегании (более 10 м) и значительной мощности водоносных пластов (не менее 5 м). В связи с этим их характерной

особенностью являются относительно малый диаметр, облегчающий прохождение большой толщи пород, и относительно большая длина водосборной части.

Они могут использоваться для приема как безнапорных (рис. 5.1.3, а и б), так и напорных (рис. 5.1.3, в и г) подземных вод.

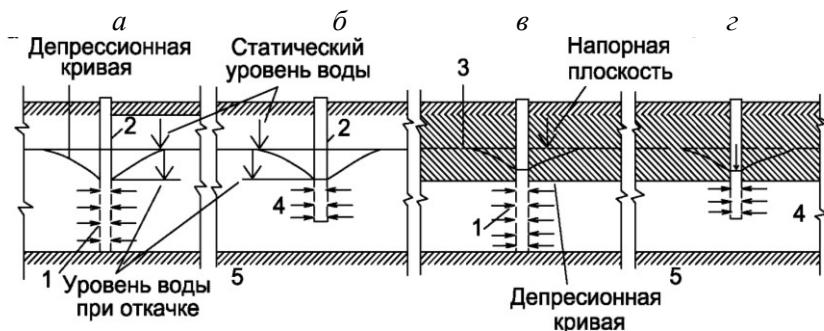


Рис. 5.1.3. Трубчатые колодцы: 1 – водоприемная часть (фильтр);  
2 – трубчатый колодец; 3 – водонепроницаемый пласт;  
4 – водоносный пласт; 5 – водоупор

И в том, и в другом случае они могут быть доведены до подстилающего водоупорного пласта – «совершенные колодцы» или заканчиваться в толще водоносного пласта – «несовершенные колодцы». Конструкция трубчатого колодца зависит от глубины залегания подземных вод, характера проходимых горных пород и способа бурения (рис. 5.1.4)

Если питание водозаборов происходит из фильтрационных потоков, которые образуются за счет инфильтрации воды в пористую породу из поверхностных источников, то такие водозаборы называют *инфильтрационными*. В большинстве случаев эти водозаборы обеспечивают получение питьевой воды без дополнительной очистки (за исключением обеззараживания), не подвергаются воздействию наносов и шуги, обеспечивают надежный забор воды на реках с неравномерным и даже периодически прекращающимся поверхностным стоком, не требуют рыбозащитных устройств, обеспечивают практически постоянную температуру и качество получаемой воды.



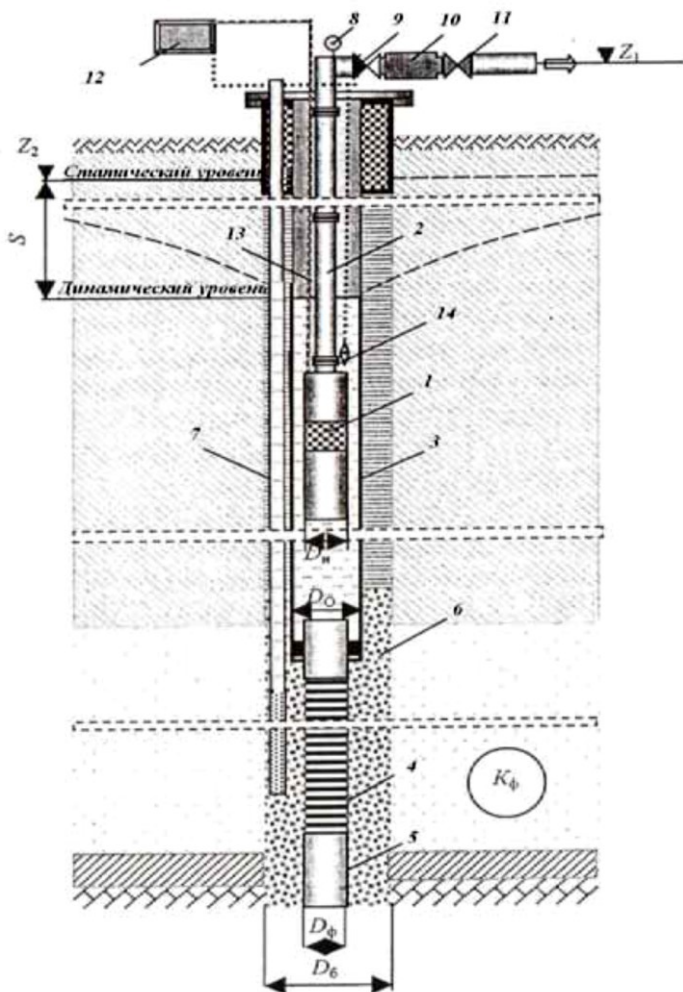


Рис. 5.1.4. Водоподъемное оборудование водозаборной скважины:  
 1 – погружной насос; 2 – водоподъемная труба; 3 – обсадная труба;  
 4 – фильтр; 5 – отстойник; 6 – гравийная обсыпка; 7 – пьезометр;  
 8 – манометр; 9 – обратный клапан; 10 – водомер; 11 – задвижка;  
 12 – станция управления; 13 – электрический кабель;  
 14 – датчик уровня

## **Глава 2. Проектирование водозаборов подземных вод и схемы водоснабжения**

Основанными документами, регламентирующими разработку проектной документации на водозаборы подземных вод, являются: Приказ Минприроды РФ № 463 от 27.10.2010 г. и Постановление Правительства № 118 от 03.03.2010 г. Кроме того, необходимость ее формирования и согласования продиктована содержанием закона «О недрах» № 2395-1 от 21.02.1992 г.

При отсутствии разработанного и утвержденного документа эксплуатация водозаборной скважины является незаконной, следствием чего может стать получение значительного штрафа со стороны контролирующих организаций.

Проект необходим в следующих случаях:

- при разработке недр,
- вводе скважины в эксплуатацию,
- непосредственной ее эксплуатации,
- а также при ликвидации.

Разработке рассматриваемого документа предшествуют такие этапы, как:

- оценка запасов вод, содержащихся в скважине;
- получение лицензии на пользование недрами;
- разработка, экспертиза и согласование проекта ЗСО.

Проектирование водозаборов подземных вод является частью проектирования водопроводных или других систем, т. е. комплекса всех сооружений водоснабжения, орошения, систем охлаждения и т. д. При этом следует учитывать указания СНиП 2.04.02-84. Хозяйственно-питьевое водоснабжение пользуется приоритетом перед другими потребителями подземных вод. Это определяется обычно высоким качеством пресных подземных вод и их лучшей защищенностью от загрязнения. Водозаборы подземных вод следует проектировать в качестве источника с учетом комплексного использования водных ресурсов, разработанного в составе генеральных планов района. Потребляемый расход подземной воды в проектах водоснабжения, орошения и др. определяется по рас-

чету потребности, а также с учетом анализа природных, технических, экономических и санитарных условий возможных источников и с учетом изменения этих условий.

*Подземные воды как источник водоснабжения могут быть приняты для проектирования:*

*а) хозяйственно-питьевого водоснабжения в случаях:*

– запасы подземных вод удовлетворяют потребность в воде, а при недостаточных запасах возможно их увеличение до расчетной потребности путем искусственного пополнения;

– качество воды удовлетворяет ГОСТ 2874-82;

– качество воды при его отклонении от указанных государственных стандартов может быть доведено до требуемой кондиции способами обработки, предусмотренными СНиП 2.04.02-84;

– вода с отклонением от государственных стандартов по отдельным ингредиентам своего химического состава по разрешению органов здравоохранения может быть подана водопотребителям;

– имеется возможность создать зону санитарной охраны водозабора в соответствии с Положением;

– использование подземных вод для водоснабжения в каждом конкретном случае наиболее экономично по сравнению с использованием других источников (рек, каналов, озер, водохранилищ), в том числе и по сравнению с возможной подачей воды от уже существующей в районе системы водоснабжения;

– независимо от технико-экономических соображений использование подземных вод задано специальными условиями водоснабжения;

*б) производственного водоснабжения или орошения сельскохозяйственных угодий в случаях:*

– использование подземных вод для этих целей разрешено в соответствии с законодательством;

– качество воды соответствует требованиям технологии данного производства и обеспечивает надлежащие санитарно-гигиенические условия работы.

– для отбора подземных вод из водоносного пласта применяются:

– скважины; шахтные колодцы; горизонтальные линейные открытые или закрытые дрены, галереи, штольни (горизонтальные водозаборы);

– горизонтальные скважины-лучи (лучевые водозаборы);

– комбинированные водозаборы (горизонтальные дрены, галереи, штольни, шахтные колодцы с вертикальными скважинами, проходимыми со дна этих сооружений в расчете на самоизлив воды из напорного водоносного горизонта);

– каптаж источников (родников).

Подземные воды извлекают из недр специальными устройствами-водозаборами разных типов с учетом условий залегания подземных вод, их формирования и обеспечения потребного расхода в течение расчетного срока. Расход должен удовлетворять потребителя не только с учетом изменения условий и потребности по годам, но и по месяцам, дням и часам водопотребления. При этом изменение расхода, особенно в течение суток, можно регулировать путем как изменения производительности водозаборов, так и включения регулирующих емкостей в систему сооружений водопровода (рис. 5.2.1, 5.2.2).

Водозаборы в системе орошения обычно работают с неравномерной производительностью вследствие изменения потребности в воде в течение года, месяцев, дней и даже часов.

При использовании для хозяйственно-питьевого водоснабжения артезианских вод, хорошо защищенных от загрязнения, возможно рассредоточенное распределение водозаборов даже на территории города, что удешевляет распределительную сеть.

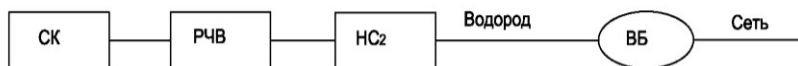


Рис. 5.2.1. Схема расположения сооружений на водозаборе без водоподготовки: СК – водозаборная скважина (или другие водозаборные сооружения), РЧВ – резервуар чистой воды, НС<sub>2</sub> – насосная станция, ВБ – водонапорная башня

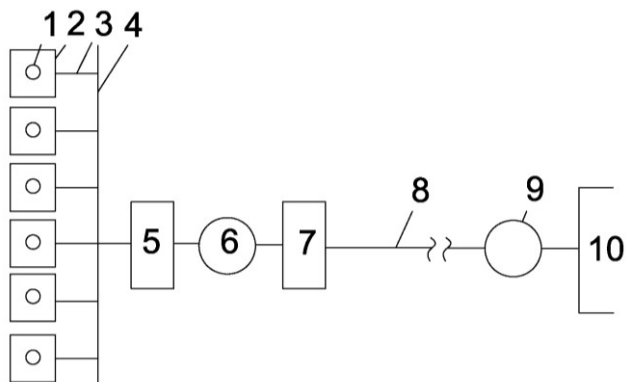


Рис. 5.2.2. Схема расположения сооружений на водозаборе подземных вод с учетом водоподготовки: 1 – скважины; 2 – насосные станции 1-го подъема; 3, 4 – трубопроводы; 5 – сооружения очистки и подготовки воды; 6 – резервуары чистой воды; 7 – насосная станция 2-го подъема; 8 – магистральный водовод; 9 – регулирующая емкость для расхода и напора воды (башня); 10 – водопотребитель

### *Стадии проектирования*

Проектирование водозаборов подземных вод нового строительства, расширение, реконструкция проводятся на основании утвержденных технико-экономических обоснований (ТЭО) или технико-экономических расчетов (ТЭР) в одну или две стадии:

- в одну стадию – рабочий проект со сводным сметным расчетом стоимости – для предприятий, зданий и сооружений, строительство которых будет осуществляться по типовым и повторно применяемым проектам, а также для технически несложных объектов;

- в две стадии – проект со сводным сметным расчетом стоимости и рабочая документация со сметами – для других объектов строительства, в том числе крупных и сложных.

Разработке проектной документации должны предшествовать работы, выполняемые по геологическому изучению недр (рис. 5.2.3). Должны быть представлены следующие материалы:

- лицензия на геологическое изучение недр;

- оценка запасов вод, содержащихся в скважине, положительное заключение геологической экспертизы;
- проект зон ЗСО с экспертизой и согласованиями;
- лицензия на добычу подземных вод.

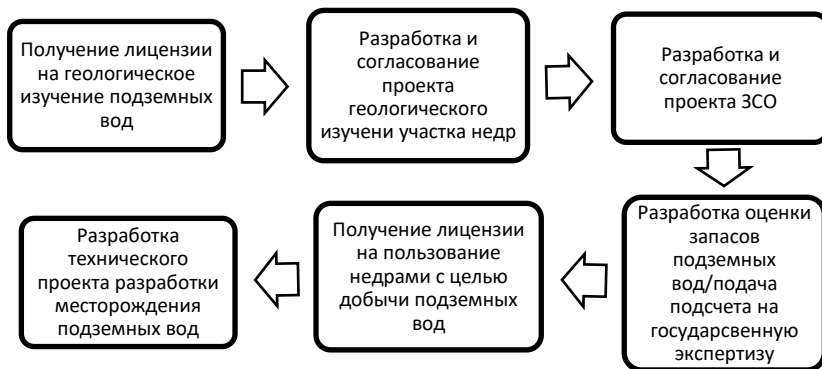


Рис. 5.2.3. Этапы подготовки документации для разработки проекта водозабора подземных вод

Лицензия может быть выдана одновременно на геологическое изучение недр и добычу подземных вод; при этом должна соблюдаться последовательность выполнения работ. Технический проект на добычу подземных вод разрабатывается на основании выполнения всех запланированных работ после утверждения запасов на месторождение подземных вод.

На рис. 5.2.4 приведены последовательность выполнения работ по проектированию, бурению водозаборных скважин и сдача их в эксплуатацию



Рис. 5.2.4. Схема организации работ по бурению и регистрации водозаборной скважины после получения положительного заключения экспертизы

### Глава 3. Надежность систем водозаборов подземных вод

Нормативы, на основе которых осуществляют проектирование водозаборов подземных вод, включают в себя как обязательные пособия (основы законодательств, стандарты, СП), так и инструкции и рекомендации.

Надежность работы систем водозаборов с их оборудованием определяется достоверностью оценки эксплуатационных запасов подземных вод, надежностью расчетов.

При оценке надежности работы водозаборов существенное значение имеют конструкция самих водозаборов, а также надежность насосов, водоводов и др. Конструкция водозаборов должна учитывать изменение производительности во времени, в том числе по заиливанию и регенерации фильтров скважин. Необходимо также обеспечить нормальную работу погружных электронасосов в скважинах с учетом изменения динамических уровней и износа самих электронасосов, особенно в бесфильтровых скважинах из водоносных песков. Важно также учитывать изменение санитарных условий и возможность загрязнения подземных вод. Все это следует проверять при изучении режима эксплуатации

подземных вод, во время наблюдений за охраной подземных вод от загрязнения и контроля работы оборудования.

Для оценки надежности водозаборов из подземных вод расчетную обеспеченность можно принимать по табл. 5.3.1.

При среднемесячных расходах должна проверяться необходимая регулирующая емкость водоносного горизонта для обеспечения подачи воды при минимальных внутримесячных расходах и соответствующих минимальных уровнях в скважинах.

Оценку надежности водозаборов, состоящих из системы скважин, можно принять при наличии резервных скважин и квалифицированном обслуживании (качественный ремонт и своевременная замена неисправного оборудования). При этом количество резервных скважин должно быть не менее указанного в табл. 5.3.2.

Таблица 5.3.1

Обеспеченность минимальных среднемесячных расходов воды, их допустимое снижение и длительность допустимого перерыва для разных категорий водозаборов

Характеристика водопотребителя	Категория водозаборов	Процент обеспеченности	Допустимое снижение подачи (%) среднемесячного расчетного расхода, длительность снижения расхода, допустимый перерыв
Город с населением более 50 000 чел. Крупные и важные предприятия.	I	97	Не более 30
Города и населенные пункты до 500 чел. Средние предприятия, групповые сельскохозяйственные водопроводы	II	95	То же Не более 10 сут Перерыв не более 6 ч
Города и населенные пункты до 500 чел. Местные предприятия Системы сельскохозяйственного обводнения (пастбища) отдельных пунктов. Орошение	III	90	Не более 30 Не более 15 сут Перерыв не более 24 ч



Таблица 5.3.2

Число резервных скважин в зависимости от категории водозабора и количестве рабочих скважин

Количество рабочих скважин	Количество резервных скважин при категориях водозабора		
	I	II	III
1 – 4	1	1	1
5 – 12	2	1	–
13 и более	3 и более (до 20% от количества работающих)	2 и более (до 10% от количества работающих)	–

Надежность других водозаборов следует принимать с учетом сложности гидрогеологических, технических, санитарных и прочих условий, а также результатов детального изучения.

Список литературы к разделу V: 54, 55, 57, 101, 108, 112 (указаны номера общего списка литературы, помещенного в конце учебного пособия).

*Контрольные вопросы*

1. Назовите типы водозаборов подземных вод?
2. Что представляет из себя водозабор подземных вод?
3. Какова схема организации работ по бурению водозаборных скважин после экспертизы.
4. Какие работы должны быть выполнены перед проектированием водозабора?
5. Назовите стадии проектирования водозаборов?
6. Какие категории водозаборов Вы знаете?
7. Назовите число резервных скважин на водозаборах в зависимости от категории.

## **Раздел VI. Организация гидрогеологических работ**

### **Глава 1. Планирование гидрогеологических съемок масштабов 1:200 000 и 1:50 000**

Гидрогеологическая съемка – комплекс полевых исследований научно-производственного характера, выполняемых на значительных территориях, и картирование общих гидрогеологических условий: гидрогеологического разреза, закономерностей распределения и распространения водоносных толщ и различного типа подземных вод; их качества и ресурсов, тесно связанных с геологическим строением, тектоникой, палеографией, геоморфологией, гидрогеологическими, климатическими и другими факторами, существенно влияющими на формирование подземных вод, а также изучение состояния существующего водоснабжения и возможностей его развития за счет подземных вод. В задачу гидрогеологической съемки входят: выяснение влияния, оказываемого подземными водами на физико-геологические явления и формы рельефа, на горные породы и заключенные в них полезные ископаемые; определение влияния на подземные воды различных искусственных факторов (рудничных выработок, крупных водозаборов, оросительных и осушительных систем, крупных водохранилищ).

Задачи гидрогеологической съемки устанавливаются в зависимости от ее масштаба и назначения, полностью формулируются в проекте на производство геологоразведочных работ.

Проект гидрогеологических съемочных работ обычно состоит из четырех частей (общей, методической, производственной и сметы). В общей части по имеющимся для района материалам дается краткая характеристика физико-географических, геологических и гидрогеологических условий района. Методическая часть посвящена обоснованию объемов работ, методов исследования, выбору оборудования. В производственной части указывается расчет затрат времени на все виды работ, выбор транспорта, расчет штата партии. Заканчивается проект сметой. Проект проходит геологическую экспертизу и после утверждения является документом, обязательным для исполнения.

В настоящее время среднемасштабной гидрогеологической съемкой покрыта только 31% территории РФ. В основном это центральные и южные районы европейской части России, в меньшей степени – южные районы Сибири. Карты, составленные по результатам съемок, как правило, устарели и не содержат информации о техногенных изменениях гидрогеологических условий. Что касается ЭГИК, то геологические организации приступили к их выполнению в отдельных регионах с напряженной экологической обстановкой лишь в последние 2–3 года.

В результате гидрогеологической съемки, обработки фондовых и литературных источников составляются гидрогеологические карты. Наличие карт и разрезов вместе с другими материалами дает возможность решать многие народнохозяйственные задачи, целенаправленно и эффективно проводить геологоразведочные работы, составлять планы мероприятий, предусматривающих использование подземных вод или борьбу с их вредным влиянием.

Гидрогеологическая съемка производится или на готовой геологической основе, или одновременно с геологической съемкой или съемкой четвертичных отложений. В последнем случае она комплексная. Комплекс исследований и работ при проведении гидрогеологической съемки направлен в проекте на производство геологоразведочных работ. Организация работ при гидрогеологической съемке отображена на рис. 6.1.1.

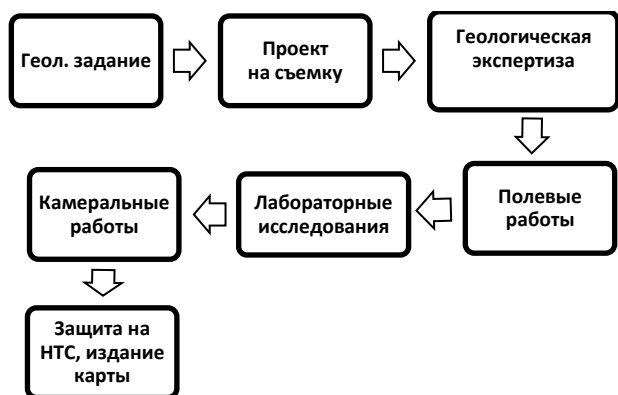


Рис. 6.1.1. Порядок проведения гидрогеологической съемки

### *Полевой период*

В процессе проведения гидрогеологической съемки и обработки материалов:

1 – выясняются распространение и условия залегания подземных вод;

2 – выясняются условия питания, циркуляции, разгрузки подземных вод, особенности их режима и формирования;

3 – изучаются водообильность водоносных горизонтов, комплексов и зон, качество подземных вод;

4 – выясняется возможность использования подземных вод для удовлетворения нужд народного хозяйства;

5 – изучается существующее водоснабжение населенных пунктов, промышленных районов и сельскохозяйственных объектов;

6 – устанавливается степень обводненности месторождений полезных ископаемых и изучаются условия борьбы с подземными водами при промышленной разработке месторождений полезных ископаемых.

Густота сети маршрутов и выбор их направления при гидрогеологической съемке определяются степенью расчлененности рельефа, сложностью геологического строения и гидрогеологических условий; обнаженностью и проходимостью местности.

Расположение точек наблюдений подземных вод на местности и выбор направления гидрогеологических маршрутов обуславливаются принятым методом гидрогеологической съемки (метод пересечений водоразделов, маршруты по речным долинам, балкам и оврагам, прослеживание по простиранию водосодержащих пород, съемка путем искусственного вскрытия подземных вод и др.). Принимаемое размещение точек наблюдений и направление маршрутов должны обеспечивать наиболее полное освещение гидрогеологических условий картируемой площади. При гидрогеологической съемке масштаба 1: 200 000 границы между водоносными горизонтами, комплексами или обводненными зонами могут считаться обоснованными лишь в том случае, если они подтверждаются имеющейся кондиционной геологической картой. В случае производства гидрогеологиче-

ской съемки с дешифрованием аэрофотоснимков в районах хорошей дешифрируемости точность нанесения гидрогеологических границ должна соответствовать точности их проведения на аэрофотоснимках.

При съемке из характерных водопунктов отбираются пробы воды на стандартный и полный химический анализ.

При съемке масштаба 1:200 000 рекомендуется отобрать одну пробу воды на 5 км<sup>2</sup> в горных районах и на 10 км<sup>2</sup> в равнинных районах. Для масштабов 1:100 000 количество удваивается.

Гидрогеологическая съемка сопровождается бурением скважин (в отдельных случаях проходкой шурфов и канав) и опытно-фильтрационными работами для изучения водоносности пород, их литологического состава, глубины залегания подземных вод, наличия напора и его величины, химического состава подземных вод, производительности водопунктов и оценки ориентировочных запасов подземных вод, а также работами по изучению режима подземных вод. Расположение буровых скважин при съемке производится с таким расчетом, чтобы ими были охарактеризованы основные водоносные горизонты в различных геолого-структурных и геоморфологических элементах.

Первые от поверхности водоносные горизонты должны быть охарактеризованы количеством точек наблюдений от 0,008–0,18 до 0,16–0,36 на 1 км<sup>2</sup>, в зависимости от сложности гидрогеологических условий и масштаба съемки.

Для характеристики более глубоких водоносных горизонтов буровые скважины проходятся из расчета 1–2 на каждый геоструктурный элемент в пределах планшета, но не менее 3 на 1 планшет.

Глубина скважин для освещения водоносности пород определяется, как правило, глубиной залегания водоносного горизонта, имеющего практическое значение для данного района. В отдельных случаях на площадях съемки могут буриться более глубокие структурно-гидрогеологические скважины. При проведении гидрогеологическая съемка масштабов 1:200 000–1:100 000 сопровождается геофизическими работами, позволяющими в более короткие сроки получить представление о гидрогеологических условиях района работ.

По результатам проведенной гидрогеологической (геолого-гидрогеологической) съемки составляются полевой и окончательный отчеты. *Полевой отчет* составляется в поле и сдается вышестоящей организации в установленном порядке не позднее чем через 10 дней после возвращения партии с полевых работ, *окончательный* – по окончании работ на каждой стадии. Окончательный отчет с протоколом научно-технического совета (НТС) геологического управления, треста, крупной экспедиции представляется ВГФ и ТГФ. Окончательный отчет составляется в результате камеральной обработки материалов по всей заснятой территории (листу карты или по району в целом). В этом отчете обобщаются результаты всех полевых и камеральных работ, делаются основные выводы по результатам работ, а также намечаются задачи дальнейшего более детального изучения исследованной территории, если в этом имеется народнохозяйственная необходимость.

В плане, учитывая особую важность гидрогеологической съемки для целей мелиорации земель и хозяйственно-питьевого и технического водоснабжения, по разделу «Гидрогеологические и инженерно-геологические работы» выделяется гидрогеологическая съемка масштабов 1:50 000–1:200 000.

*Гидрогеологическая съемка масштаба 1:200 000* предусматривается в перспективных и текущих планах с целью изучения подземных вод и составления Государственной гидрогеологической карты как основы для решения вопросов хозяйственно-питьевого и технического водоснабжения, орошения сельскохозяйственных угодий, изучения степени обводненности месторождений полезных ископаемых и других задач. Гидрогеологическая съемка в масштабе 1:200 000 планируется и выполняется в районах, охваченных гидрогеологическим картированием мелких масштабов (1:1 000 000–1:500 000), а также в местностях, где гидрогеологическое картирование ранее не проводилось. Задачей гидрогеологической съемки масштаба 1:200 000 является изучение общих гидрогеологических условий, но с более дробным расчленением гидрогеологического разреза на водоносные толщи – комплексы и горизонты, по объему соответствующие стратиграфическому ярусу или его части, с выяснением качества

подземных вод, подразделением их на типы по составу и минерализации, и относительной водообильности всех выделенных водоносных горизонтов. Кроме того, при съемке изучаются режим подземных вод, физико-геологические явления, связанные с их деятельностью, формы рельефа и другие факторы, необходимые для понимания гидрогеологических условий территории.

Должны учитываться региональные особенности гидрогеологических условий.

В криолитозоне должны быть изучены распространение, мощности и характер прерывистости толщи многолетнемерзлых пород (ММП), типы таликов, их мощность и условия распространения, характер проницаемости пород в таликах, особенности литологического строения и промерзания сезонно-талого слоя (СТС), минерализация и химический состав вод (СТС), мощность слоя годовых колебаний температур.

Для получения данных о направленности изменений мерзлотно-гидрогеологической условий под влиянием техногенных и природных факторов на специальных участках наряду с метеорологическими работами проводятся наблюдения за температурой грунтов на глубинах 0,2; 0,4; 0,6; 0,8; 1,2; 1,6; 2,4; 3,2 м. Кроме того, температурные режимные наблюдения осуществляются в скважинах, пройденных в пределах слоя годовых колебаний температур (20–25 м) и таликах в скважинах глубиной до 100 м.

Направленность гидрогеологических работ зависит от ландшафтно-климатической зональности, геолого-гидрогеологических условий, масштабов и интенсивности хозяйственной деятельности.

В криолитозоне съемочные работы в основном направлены на выявление хозяйственно-питьевых вод таликов, межмерзлотных и подмерзлотных вод.

При отсутствии доброкачественных подземных вод в целях решения проблем водоснабжения более детальному изучению подлежат воды сезонно-талого слоя, а также поверхностные воды. Зона картографирования ограничивается подошвой первого от поверхности перспективного водоносного подразделения или (в случае развития высокоминерализованных вод) – глубиной залегания вод с минерализацией до 10 г/л. Мощность зоны

картографирования варьирует преимущественно от 150 до 400 м (за полярным кругом – до 500 м).

В зоне избыточного и оптимального увлажнения равнинно-платформенных регионов приоритетно решаются задачи сельского и городского водоснабжения, при необходимости – гидрогеологического обоснования проведения водных мелиораций. Зона картографирования ограничивается подошвой перспективного для водоснабжения гидрогеологического подразделения и в среднем составляет 150–300 м, но при глубоком залегании указанного подразделения может превышать 300 м.

В зоне недостаточного увлажнения на платформенных равнинах съемочные работы должны быть направлены в первую очередь на выявление источников водоснабжения, выбор участков для искусственного пополнения запасов подземных вод, оценку гидрогеолого-мелиоративных условий территории. В районах с прямой гидрогеохимической зональностью и отсутствием региональных водоупоров зона картографирования должна ограничиваться распространением вод с минерализацией до 15 г/л (в среднем 200–400 м), а зона изучения – кровлей рассолов с минерализацией 35 г/л.

В горно-складчатых регионах основные задачи гидрогеологической съемки заключаются в выявлении естественных ресурсов пресных подземных вод, определении перспективных участков для поисков минеральных и термальных вод, рудных месторождений гидрогеохимическим методом. Зона картографирования, как правило, ограничивается глубиной развития активной экзогенной трещиноватости, не превышающей 150–200 м. Зона изучения может достигать 300–500 м в освоенных районах, где имеются перспективы выявления минеральных и термальных вод.

В регионах интенсивной хозяйственной деятельности особое внимание уделяется решению эколого-гидрогеологических вопросов, выявлению загрязнения подземных вод, изменению их уровненного режима и т.д.

Проведение гидрогеологической съемки масштаба 1:200 000 в комплексе с эколого-геологическими исследованиями и картографированием (ЭГИК). Она допускается в районах, заснятых ин-



женерно-геологической съемкой масштаба 1:200 000 или в районах, располагающих материалами инженерных изысканий строительных организаций, обеспечивающих составление камеральным путем инженерно-геологической карты масштаба 1:200 000. В районах, не заснятых инженерно-геологической съемкой масштаба 1:200 000, в процессе проведения гидрогеологической съемки с ЭГИК выполняются дополнительные инженерно-геологические работы с отбором образцов из скважин и других горных выработок, предусмотренные в данных требованиях.

Выделяются следующие виды комплексной гидрогеологической съемки масштаба 1:200 000 с ЭГИК:

– полистная, которая проводится в границах одного листа масштаба 1:200 000 международной разграфки;

– групповая, выполняемая на площади нескольких листов масштаба 1:200 000 одновременно; ее наиболее рационально проводить с учетом границ бассейнов стока подземных вод IV или V порядка (области или подобласти – по схеме гидрогеологического районирования, разработанной ВСЕГИНГЕО).

#### *Определение сложности проведения гидрогеологической съемки*

Сложность решения задач ГГ зависит от положения района в ландшафтно-климатической зоне, геолого-структурных и геоморфологических особенностей гидрогеологических условий, техногенных факторов и определяется следующими показателями:

– интенсивностью проявления новейшей тектоники, особенно разрывной;

– расчлененностью рельефа;

– количеством изучающих гидрогеологических водоносных подразделений (подлежащих картографированию, опытно-фильтрационному и гидрогеохимическому опробованию) по площади;

– количеством стратиграфо-генетических комплексов четвертичных пород, слагающих зону аэрации (по которым необходимо получить информацию о параметрах влагопереноса и засоленности);

- глубиной картографирования и изучения гидрогеологического разреза;
- характером техногенного воздействия на геологическую среду.

Сложность картографирования и изучения рассматриваемых факторов определяет необходимый и достаточный комплекс методов исследований, объем буровых, опытных и других работ и, в конечном счете, информативность и стоимость ГГ.

Категория сложности по каждому показателю оценивается отдельно по трехбалльной системе (простая, средняя, сложная), а сложность проведения съемки в целом определяется по среднему баллу. Количество баллов по показателям изменяется от 1 до 6.

Исходным документом для проектирования работ является геологическое задание, которое независимо от источников финансирования утверждается заказчиком. Проект работ проходит геологическую экспертизу и утверждается заказчиком.

Работы считаются завершенными после рассмотрения отчета заказчиком и сдачи в территориальные фонды.

*Гидрогеологическая съемка масштаба 1:50 000* планируется с целью решения специальных гидрогеологических и инженерно-геологических задач, связанных с промышленной, строительной, сельскохозяйственной и другой деятельностью предприятий (организаций). К таким важнейшим задачам могут быть отнесены: выбор участка водозабора для хозяйственно-питьевого или технического водоснабжения; изучение минеральных (лечебных) подземных вод как базы для нового курортного строительства или его расширения; изучение гидрогеологических и инженерно-геологических условий определенных территорий в связи с проектированием и строительством водохранилищ и каналов, мелиорацией земель, обводнением пастбищ, освоением месторождений полезных ископаемых, строительством дорог и др.

Гидрогеологическая съемка масштаба 1:50 000 предусматривается в плане, как правило, в районах, ранее покрытых гидрогеологической или комплексной геолого-гидрогеологической съемкой более мелкого масштаба, в результате которой выяснены общие гидрогеологические условия. Задачи гидрогеологи-

ческой съемки масштаба 1:50 000 в зависимости от величины объектов исследования и их народнохозяйственного значения могут носить различный характер. В задачу общей региональной гидрогеологической съемки масштаба 1:50 000 входит изучение следующих основных вопросов, которые обосновываются в проекте на производство геологоразведочных работ:

- закономерности распределения в разделе и в плане различных типов подземных вод, их коллекторов, а также водоупорных пород;

- последовательности глубины и условий залегания, а также распространения водоносных и водоупорных пластов и крупных линз, их диалогического состава, характера распределения, величины скважности и водопроницаемости;

- условий питания и разгрузки различных водоносных горизонтов, подгоризонтов, пластов и линз, их взаимосвязи, напора и связи с поверхностными водами;

- химического и газового состава и температуры подземных вод различных горизонтов, подгоризонтов и пластов, а также глубины залегания и режима грунтовых вод;

- радиоактивности подземных вод и горных пород;

- условий обводнения выявленных месторождений полезных ископаемых и заболачивания местности;

- условий использования подземных вод для водоснабжения, орошения и других народнохозяйственных целей;

- влияния подземных вод на горные породы, полезные ископаемые; физико-географических явлений и форм рельефа;

- влияния на подземные воды различных искусственных факторов;

- гидрогеологических аномалий и ореолов рассеяния некоторых компонентов с целью обнаружения полезных ископаемых по гидрогеологическим признакам;

- инженерно-геологических условий месторождения (участка).

## Глава 2. Гидрогеологические исследования на минеральные, промышленные и термальные воды

Минерализованные (соленые) подземные воды широко используются для производственно-технического или после опреснения и водоподготовки для хозяйственно-питьевого водоснабжения. Кроме этого, они применяются в бальнеологии, химической промышленности и теплоэнергетике.

### *Минеральные (лечебные) воды*

К минеральным (лечебным) водам относят природные воды, оказывающие на организм человека лечебное действие, обусловленное повышенным содержанием полезных, биологически активных компонентов ионно-солевого или газового состава, либо общим ионно-солевым составом воды. Минеральные воды весьма разнообразны по генезису, минерализации (от пресных до высококонцентрированных рассолов), химическому составу (микрокомпонентам, газам, ионному составу), температуре (от холодных до высокотермальных), но основным и общим их показателем является свойство оказывать на организм человека лечебное воздействие. Для отнесения природных вод к категории минеральных используются нормы, установленные Центральным институтом курортологии и физиотерапии, определяющие нижние пределы содержания отдельных компонентов вод (в мг/дм<sup>3</sup>): минерализация – 2000, углекислота свободная – 500, сероводород общий – 10, железо – 20, мышьяк элементарный – 0,7, бром – 25, иод – 5, литий – 5, кремневая, кислота – 50, борная кислота – 50, фтор – 2, стронций – 10, барий – 5, радий –  $10^{-8}$ , радон (в единицах Махе;  $1 \text{ Махе} \approx 13,5 \cdot 10^3 \text{ м}^3 \cdot \text{с}^{-1} = 13,5 \text{ л}^1 \cdot \text{с}^{-1}$ ) – 14. Предельно допустимые концентрации (ПДК) некоторых компонентов, установленные для минеральных вод (в мг/л): аммоний  $(\text{NH}_4)^+$  – 2,0, нитриты  $(\text{NO}_2)^-$  – 2,0, нитраты  $(\text{NO}_3)^-$  – 50,0, ванадий – 0,4, мышьяк – 3,0, ртуть – 0,02, свинец – 0,3, селен – 0,05, фтор – 8, хром – 0,5, фенолы – 0,001, радий –  $5 \cdot 10^{-7}$ , уран – 0,5. Количество колоний микроорганизмов в 1 мл воды не должно превышать 100, коли-индекс – 3. Воды с минерализацией 2–

8 г/дм<sup>3</sup> применяют в качестве лечебно-столовых, с минерализацией 10 – 140г/дм<sup>3</sup> – как купальные.

Минеральные воды России представлены всеми основными их типами: углекислыми, сероводородными, углекисло-сероводородными, радоновыми, йодными, бромными, железистыми, мышьяковистыми, кислыми, слабоминерализованными, термальными, а также неспецифическими и рассольными минеральными водами.

По В.В. Иванову и Г.А. Невраеву, в зависимости от состава фармакологически активных компонентов и газов 8 основных бальнеологических групп с подгруппами по газовому составу: 1 – углекислые; 2 – сульфидные (CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub> или CO<sub>2</sub>); 3 – железистые, мышьяковистые (N<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>); 4 – бромные, йодобромные и йодные (N<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>); 5 – с повышенным содержанием органических веществ (N<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>); 6 – радоновые (N<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>); 7 – кремнистые термальные (CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>); 8 – без специфических компонентов и свойств – лечебные мин. воды, бальнеологическое действие которых определяется составом макрокомпонентов и величиной минерализации.

Они широко распространены в пределах артезианских бассейнов различного порядка, трещинных водонапорных систем, тектонических зон и нарушений, массивов магматических и метаморфических пород. Месторождения минеральных вод классифицируются по различным признакам (по типу минеральных вод, по условиям их формирования и другим показателям).

Выделяются 6 типов месторождений минеральных вод: 1 – пластовые месторождения платформенных артезианских бассейнов; 2 – пластовые месторождения предгорных и межгорных артезианских бассейнов и артезианских склонов; 3 – месторождения артезианских бассейнов и склонов, связанные с зонами разгрузки глубинных минеральных вод в вышележащие напорные водоносные горизонты («гидроинжекционный» тип); 4 – месторождения трещинно-жильных водонапорных систем; 5 – месторождения, приуроченные к зонам разгрузки напорных потоков в бассейне грунтовых вод («гидроинжекционный» тип); 6 – месторождения грунтовых минеральных вод.

Месторождения первых двух типов характеризуются относительно простыми гидрогеологическими и гидрогеохимическими условиями, значительными избыточными напорами и естественными запасами. Выделение перспективных для разведки площадей возможно на основе анализа региональных гидрогеологических материалов, рекомендуется разведка бурением и опробованием одиночных скважин (редко кустов). Оценка эксплуатационных запасов целесообразна гидродинамическим и гидравлическим (при значительной тектонической нарушенности пород и газонасыщенности вод) методами. Более сложными гидрогеологическими и гидрогеохимическими условиями отличаются месторождения остальных типов и особенно третьего, пятого и шестого. Для них свойственны ограниченные площади развития минеральных вод (типа куполов), изменчивость границ, запасов и химического состава во времени и при откачках, ограниченность эксплуатационных запасов. Для выделения участков под разведку помимо всестороннего анализа региональных материалов требуются проведение поисковых геофизических, термометрических и других видов исследований, бурение поисковых скважин по разведочным створам и проведение специальных площадных съемочных работ. В силу значительной неустойчивости химического состава и зависимости эксплуатационных запасов от геолого-тектонических и геотермических условий поступления минеральной составляющей и формирования купола минеральных вод оценка их запасов проводится преимущественно гидравлическим методом с применением моделирования.

### *Промышленные воды*

*Промышленными подземными водами* называют воды, содержащие в растворе полезные компоненты или их соединения (поваренная соль, иод, бром, бор, литий, калий, стронций, барий, вольфрам и др.) в концентрациях, представляющих промышленный интерес. Подземные промышленные воды содержат физиологически активные компоненты, обладают повышенной температурой (вплоть до высокотермальных) и минерализацией (обычно соленые воды и рассолы). Они имеют различный генезис

(седиментационные, инфильтрационные и другие воды), характеризуются широким региональным распространением. Критерием для отнесения минерализованных природных вод к категории промышленных используются некоторые условные кондиционные показатели, определяющие минимальные концентрации полезных микрокомпонентов и предельно допустимые вредных компонентов, осложняющих технологию промышленного освоения подземных минерализованных вод. Такие показатели установлены лишь для некоторых типов промышленных вод: йодных (йода не менее 18 мг/л), бромных (брома не менее 250 мг/л), иодобромных (иода не менее 10, брома не менее 200 мг/л), иодоборных (иода не менее 10, бора не менее 500 мг/л). Содержание в воде нафтеновых кислот не должно превышать 600 мг/л, нефти – 40 мг/л, галоидопоглощение должно быть не выше 80 мг/л, щелочность воды – не более 10–90 молей/л. Извлекаются промышленно ценные компоненты: бор, литий, стронций, калий, магний, цезий, рубидий, германий и др.

*Промышленные подземные воды как сырьевая база имеют ряд преимуществ:*

- 1) характеризуются большими запасами и содержанием нескольких полезных компонентов;
- 2) одновременно могут использоваться и для лечения, и для теплоснабжения;
- 3) по запасам редких металлов превосходят твердое рудное сырье;
- 4) добыча промышленных вод из скважин или в процессе самоизлива значительно дешевле горных работ и одновременно является средством транспортировки их на поверхность.

Выделяются два основных типа месторождений промышленных вод:

- 1) месторождения, расположенные в крупных и средних артезианских бассейнах платформенных областей, краевых и предгорных прогибов, характеризующиеся относительно спокойным региональным распространением выдержанных продуктивных горизонтов;
- 2) месторождения, приуроченные к водонапорным системам горно-складчатых областей, характеризующиеся наличием

сложнодислоцированных структур с тектоническими нарушениями разрывного характера, разделяющими продуктивные водоносные горизонты одноименных стратиграфических комплексов.

Для месторождений промышленных вод при подготовке их к промышленному освоению необходимо выявить: 1) размеры месторождения; 2) его положение в пределах водонапорной системы; 3) глубину залегания и мощность промышленной водоносной зоны; 4) гидрогеологические и гидродинамические особенности и др.

Несмотря на разнообразие условий залегания и распространения промышленных вод, для их месторождений характерны следующие общие черты, определяющие особенности их поисков и разведки: 1) расположение продуктивных горизонтов в глубоких частях артезианских бассейнов (глубина их залегания достигает 2000–3000 м и более); 2) широкое распространение продуктивных отложений, их относительная выдержанность и высокая водообильность; 3) значительные размеры месторождений и их эксплуатационных запасов; 4) проявление упруговодонапорного режима при эксплуатации; 5) наличие нескольких продуктивных горизонтов в разрезе месторождений; 6) ограниченность участков, в пределах которых рациональна эксплуатация месторождения, и др.

Наиболее целесообразными методами оценки эксплуатационных запасов являются гидродинамический, моделирование и реже гидравлические. Для месторождений промышленных вод крупных артезианских бассейнов платформенных областей и средних артезианских бассейнов краевых и предгорных прогибов, характеризующихся широким региональным распространением продуктивных горизонтов и сравнительно простыми гидрогеологическими условиями, наиболее целесообразно применение гидродинамических методов. Правомерность схематизации отдельных элементов гидрогеологических условий может быть обоснована результатами моделирования, опытными данными и т. д. При значительной степени изученности месторождения возможна оценка эксплуатационных запасов методами моделирования.



Для месторождений промышленных вод геосинклинальных областей, характеризующихся невыдержанностью продуктивных горизонтов и сложными гидрогеологическими условиями (неоднородность, наличие контуров питания, выклинивания, смещений и т. д.), целесообразно комплексное применение гидродинамических и гидравлических методов оценки эксплуатационных запасов. При значительной степени изученности возможно применение гидродинамических методов и моделирования, а на отдельных месторождениях в качестве самостоятельного метода оценки эксплуатационных запасов может быть рекомендован метод моделирования.

Оценка эксплуатационных запасов промышленных вод и проектирование их разработки возможны на основе учета и соответствующего прогноза условий работы эксплуатационных и нагнетательных скважин, характера и темпов продвижения закачиваемых в продуктивные пласты некондиционных вод, оценки масштабов разубоживания промышленных вод, обоснования наиболее рациональной схемы размещения водозаборных и нагнетательных скважин.

### *Термальные воды*

Термальными считаются воды с температурой выше 20–37°C.

Теплоэнергетическими называются воды с температурой более 85°C, они представляют собой нетрадиционный, самовосполняемый и экологически чистый источник энергии. Они используются для выработки электроэнергии (100–180°C), теплофикации и горячего водоснабжения жилых и промышленных комплексов (70–100°C), в теплично-парниковом хозяйстве, животноводстве, в технологических процессах (обработка шерсти, сушильни), в рыборазведении, для оттаивания многолетнемерзлых пород, в бальнеологических целях (менее 70°C).

В зависимости от геотермических и геолого-гидрогеологических условий, а также геохимической обстановки формирования термальные воды могут содержать повышенные concentra-

ции ценных в промышленном отношении элементов и их соединений и обладать активным физиологическим воздействием на организм человека. Целесообразно комплексное использование термальных вод для бальнеологии, промышленного извлечения полезных компонентов, теплофикации и теплоэнергетики. Термальные воды широко распространены на территории России. Залегают они обычно на значительных глубинах в пределах платформенных и горно-складчатых областей, а также в областях молодого и современного вулканизма. Во многих районах термальные воды являются одновременно и минеральными (т. е. имеют бальнеологическую ценность), а нередко и промышленными.

Разведка и оценка эксплуатационных запасов термальных вод приурочена к месторождениям:

- 1 – артезианских бассейнов платформенного типа;
- 2 – месторождениям артезианских бассейнов предгорных прогибов и межгорных впадин;
- 3 – месторождениям трещинных систем изверженных и метаморфических пород;
- 4 – месторождениям трещинных систем вулканических и вулканогенно-осадочных пород.

Месторождения термальных вод первых двух типов аналогичны соответствующим типам месторождений промышленных вод. Для оценки эксплуатационных запасов термальных вод таких месторождений наиболее эффективен гидродинамический метод.

Месторождения трещинных систем изверженных и метаморфических пород горно-складчатых систем характеризуются выходами термальных вод по участкам тектонических нарушений. На стадии поисков целесообразна крупномасштабная структурно-гидрогеологическая и термометрическая съемки. В скважинах необходимо проведение комплекса термометрических и геофизических исследований и их зонального гидрогеологического опробования. На стадии разведки закладываются длительные опытно-эксплуатационные откачки (выпуски). Эксплуатационные запасы оценивают гидравлическим методом.

Месторождения трещинных систем районов современного и недавнего вулканизма отличаются небольшой глубиной

залегания, высокой температурой и высокой минерализацией термальных вод, трещиноватостью коллекторов, проявлением парагидротерм. На стадии поисков эффективны аэрофото-съемка, поверхностная термометрическая съемка, гидрогеологическая съемка, геофизические исследования. Месторождения и участки оконтуривают с помощью геотермических карт и профилей. Разведочные скважины размещают вдоль установленных тектонических нарушений, к которым приурочены очаги разгрузки парагидротерм.

Эксплуатационные запасы оценивают гидравлическим методом. Для парагидротерм необходимо прогнозировать характеризующие их компоненты (температуру, расход пара и его давление, уровень воды).

Минеральные, промышленные и термальные воды широко распространены на территории России. В отличие от пресных подземных вод они вскрываются, как правило, в более глубоких структурных горизонтах, имеют повышенную минерализацию, специфический микрокомпонентный и газовый состав, характеризуются незначительной зависимостью своего режима от климатических факторов, нередко сложными гидрогеохимическими особенностями, проявлениями упругого режима при эксплуатации и другими отличительными чертами, определяющими специфику их гидрогеологических исследований. Минеральные, промышленные и термальные подземные воды значительной минерализации имеют широкое региональное распространение в пределах глубоких частей артезианских бассейнов платформ, предгорных прогибов и горно-складчатых областей.

Участки месторождений, в пределах которых экономически целесообразно использование подземных вод для целей бальнеологии, промышленности или теплоэнергетики, называют эксплуатационными. Они выявляются и изучаются в процессе специальных поисково-разведочных работ, которые ведутся в полном соответствии с общими принципами гидрогеологических исследований.

### **Глава 3. Гидрогеологические исследования при инженерно-геологических работах**

Гидрогеологические и инженерно-геологические исследования направлены на решение многообразных задач:

– гидрогеологические и инженерно-геологические съемки территории;

– изучение гидрогеологических и инженерно-геологических условий будущей эксплуатации месторождений;

– изучение инженерно-геологических и гидрогеологических условий для строительства промышленных и гражданских объектов.

Организационно региональные гидрогеологические исследования, гидрогеологические съемки и другие работы, включенные в государственный заказ и финансируемые из федерального бюджета, выполняются государственными геологическими предприятиями (ФГУП). Для проведения инженерно-геологических исследований, как правило, выполняемых по договорам с горнодобывающими, строительными и другими организациями, создаются специальные инженерно-геологические отряды в составе частных организаций инженерно-изыскательского профиля.

Организация специальных инженерно-геологических съемок существенно не отличается от организации полевых и камеральных работ при геологических и гидрогеологических съемках соответствующего масштаба. Традиционный набор работ дополняется отбором гидрогеохимических проб воды и газов из поверхностных водоемов, родников, колодцев, скважин и горных выработок. Проводится необходимый объем опытных работ, ведутся гидрогеологические наблюдения в картировочных скважинах. В результате составляются гидрогеологические, геоморфологические карты, карты химизма подземных вод и другие специальные карты распространения карстовых, просадочных и оползневых явлений.

Гидрогеологические исследования в составе инженерно-геологических изысканий выполняют для обоснования проектных решений, требующих учета влияния подземных вод. В задачи гидрогеологических исследований входят:

- определение условий залегания, питания и разгрузки подземных вод, взаимосвязи поверхностных и подземных вод;
- определение гидрогеологических параметров и характеристик;
- определение физических свойств, химического состава и агрессивности подземных вод;
- оценка изменения гидрогеологических условий в период строительства и эксплуатации сооружений.

При инженерно-геологических изысканиях для решения задач по водопонижению бурятся гидрогеологические скважины, в которых проводятся опытные наблюдения за гидродинамикой подземных вод. Основные виды детальных исследований водоносных горизонтов – пробные, опытные откачки, кроме того, применяют нагнетания и наливы воды в скважины и шурфы, опытные выпуски воды из самоизливающихся скважин. В организационном плане откачки включают три последовательных этапа работ: подготовку опыта (монтаж аппаратуры, приборов, насосов, устройство водоотводов, опробование установок); проведение опыта (испытание с регистрацией наблюдения) и ликвидацию (демонтаж аппаратуры, приборов, насосов, труб). Опытные работы выполняются специализированной или буровой бригадой.

При пробных откачках предварительно оцениваются качество воды и фильтрационные свойства горизонта. Опытные откачки служат для наблюдений за изменением параметров изучаемой водоносной структуры. Опытные откачки подразделяются на одиночные и кустовые. Куст включает центральную скважину, из которой производится откачка и наблюдательные скважины, фиксирующие изменения параметров водоносного горизонта.

Схема откачки зависит от геолого-гидрогеологических условий изучаемого участка. Она включает данные о конструкциях и расположении скважин, местах установки фильтров, набора оборудования для откачки (насосы, эрлифты, фильтры, трубы и т. п.). Откачки имеют довольно большую продолжительность. Так, в зависимости от характера пород водоносного горизонта и их коэффициента фильтрации, продолжительность пробной откачки колеблется от 1–2 суток в скальных породах на одно

понижение уровня, до 5–7 суток в песках, а опытной групповой – от 7 (скальные породы, галечник) до 20 суток (мелкозернистые пески). Процесс откачки должен быть непрерывным. Это обуславливает повышенную надежность основного технологического (насоса, компрессора), вспомогательного и энергетического оборудования и требует наличия резервных агрегатов на месте работ в состоянии полной готовности.

Для изучения режима подземных вод проводятся стационарные гидрогеологические наблюдения, заключающиеся в систематическом изучении гидрогеологических условий района и влияния на них природных факторов, что позволяет обеспечивать рациональные режимы эксплуатации и охраны подземных вод. Сами режимные наблюдения проводятся техником-наблюдателем при обширной сети точек наблюдения (буровых скважин, колодцев). Состав и продолжительность наблюдений определяются проектом и обычно включают замер уровня воды в скважине, определение температуры воды, отбор проб для химического и бактериологического анализов. Полевые записи режимных гидрогеологических наблюдений ведутся в специальных журналах. По результатам работ наблюдателем составляются графики колебания уровней и температуры воды в скважинах, дебита источников и др.

Для обоснования возможностей строительства различных объектов проводятся инженерно-геологические исследования. Основанием для начала инженерно-геологических работ служит техническое задание, которое выдает заказчик. В задании содержатся краткие сведения о проектируемом объекте, границах участка строительства, данные о назначении зданий и сооружений, видах и величинах нагрузки на фундаменты, составе и сроках предоставления материалов изысканий. На базе технического задания разрабатываются проект (программа) и смета изысканий. Инженерно-геологические исследования для обоснования возможности проектирования гидротехнических сооружений, объектов дорожного, промышленного и гражданского строительства выполняются по стадиям:

- 1) технико-экономическое обоснование;
- 2) технический проект;
- 3) рабочий проект.

На первой стадии ведут поиск участков строительства на основе изучения и анализа литературных и фондовых материалов по району работ. На стадии технического проекта обосновывается выбор участка строительства по результатам небольшого объема проходки геологоразведочных выработок (скважин, шурфов), исследования физико-механических свойств грунтов, выполнения опытных работ. На стадии рабочего проекта на выбранном участке выполняется полный комплекс инженерно-геологических исследований в контурах будущих сооружений, включающий: изучение геологического разреза грунтов, лежащих в основании будущих сооружений, определение физико-механических и фильтрационных свойств грунтов, анализ водного и температурного режимов среды, окружающей фундаменты сооружений. В комплекс важнейших работ при детальном инженерно-геологическом изыскании входят проходка скважин и шурфов, геофизические работы, определение свойств грунтов полевыми и лабораторными методами. В процессе проходки скважин и горных выработок инженер-геолог ведет документацию, исследование, описание и выделение главных инженерно-геологических элементов участка работ, отбор образцов и проб, построение разреза, колонок, геологического плана участка.

Большое значение при определении физико-механических свойств грунтов имеет проведение полевых опытных работ с испытываемыми грунтами в их естественном залегании для определения прочностных свойств (определение сопротивления грунтов сжатию и сдвигу, метод вращательного среза и т. д.).

К опытным инженерно-геологическим работам относятся также динамические и статические зондирования грунтов. Статическое зондирование грунтов предполагает подготовку рабочей площадки, установку анкерных свай, монтаж и приведение установки в рабочее положение, вдавливание зонда в грунт, замер и запись результатов испытания, извлечение зонда, демонтаж анкерного устройства, перевод установки в транспортное положение. В зависимости от категории грунтов время работы бригады на одной точке составляет 1–2 ч. В состав бригады входят техник-геолог и 2 рабочих. Динамическое зондирование предполагает использование ударных нагрузок. Состав бригады примерно тот же, что и при статическом зондировании. При зондировании

грунтов 2–3-й категории на глубину 10 м затраты времени бригады на одной точке составляют ориентировочно 3 ч.

Для составления сметы на все виды инженерно-геологических работ применяют Справочник базовых цен на инженерно-геологические и инженерно-экологические изыскания для строительства.

Список литературы к разделу VI: 1, 15, 31, 34, 37, 39, 45, 49, 64, 78, 82, 86, 113, 116 (указаны номера общего списка литературы, помещенного в конце учебного пособия).

### *Контрольные вопросы*

1. Дать определение гидрогеологической съемки.
2. Назовите цели и задачи гидрогеологической съемки.
3. Какие виды работ проводятся при съемке?
4. Назовите особенности проведения гидрогеологических съемок в различных регионах.
5. Дать определение минеральным, термальным и промышленным водам.
6. Назовите задачи гидрогеологических исследований при инженерно-геологических изысканиях.
7. Перечислите виды гидрогеологических работ.
8. Назовите особенности выполняемых работ при различных стадиях проектирования.



## Раздел VII. Бурение гидрогеологических скважин

### Глава 1. Способы бурения гидрогеологических скважин

Бурение гидрогеологических скважин – наиболее распространенный вид работ. Термин «гидрогеологические скважины» обобщает несколько групп скважин по их назначению: картировочные, опорные, поисковые, разведочные, эксплуатационные, наблюдательные, нагнетательные, специальные (вертикальный дренаж воды, создание водонепроницаемого экрана и т.д.).

Бурение гидрогеологических скважин позволяет получить самую разнообразную информацию. Получаемый при бурении керн дает возможность решать следующие задачи: определить геологический разрез, выяснить мощность отдельных пластов, установить вещественный состав, минералого-петрографические, физико-механические свойства (в т. ч. крепость, пористость, трещиноватость, плотность, водно-физические свойства и т. д.).

При бурении гидрогеологических скважин возможно установить статический и динамический уровни подземных вод, провести откачки, наливов воды, замеры температуры, отбор проб воды и газа в целом по пробуренному стволу или отдельному интервалу.

*Гидрогеологические скважины* проходятся, главным образом, для производства откачек с целью изучения фильтрационных свойств грунтов. Гидрогеологические скважины одновременно могут быть и разведочными. Основное отличие их от последних – сравнительно большой диаметр бурения, обусловленный необходимостью установки в скважину водоподъемных средств.

Если при бурении данных скважин задача детальной геологической документации не ставится, проходка может осуществляться без отбора керна.

### *Выбор способа бурения гидрогеологических скважин*

При сооружении гидрогеологических скважин применяются способы бурения: *вращательный* с прямой и обратной промывкой водой, с продувкой воздухом, *ударно-канатный*, *колонковый*, *реактивно-турбинный*, *шнековый*. Наиболее часто при гидрогеологических исследованиях скважины проходятся роторным (вращательным) и ударно-канатным способами. Выбор их зависит от состава пород в разрезе, количества типа водоносных горизонтов, назначения и вида скважины, глубины и диаметров бурения, изученности участка и других факторов.

### *Вращательное бурение*

Вращательное бурение по характеристике заглубления подразделяется на бурение сплошным и кольцевыми забоем. Бурение кольцевым забоем носит название колонкового.

Вращательное бурение сплошным забоем называется роторным. Этот способ широко используется для бурения скважин на воду.

По методу поступления промывочного раствора, направлению циркуляции его в пространстве скважины при бурении, а также по направлению выноса из скважины материала грунтов роторное бурение делится на два вида: роторное с прямой и обратной промывкой.

### *Роторное бурение гидрогеологических скважин*

При роторном бурении с прямым водотоком промывочный раствор из емкости (отстойника) подается насосом по штангам и бурильным трубам на забой скважины, откуда он вместе с частицами разбуренной породы по пространству между стенками скважины и боковой поверхностью бурильных труб поднимается на устье скважины и затем по лотку вновь поступает в отстойник.

В качестве раствора для промывки при данном виде бурения используют глинистые растворы или растворы клеящих веществ различного удельного веса (в зависимости от удельного веса разбуриваемых пород), благодаря чему не требуется крепление стенок скважины в пределах значительных (до сотни метров)

интервалов. Это является большим преимуществом роторного бурения с прямой промывкой в отличие от ударно-канатного. Однако вследствие глинизации водоносных пород, как правило, снижается производительность скважины.

При бурении с обратной промывкой промывочный раствор из отстойника сам движется в буровую скважину – в пространство между ее стенками и боковой поверхностью бурильной колонны труб и движется к забою скважины. С забоя промывочная жидкость вместе с частицами разбуренной породы через отверстия в долоте с помощью насоса, установленного на поверхности земли у скважины, или с помощью эрлифта засасывается в бурильную колонну труб и по шлангам сбрасывается в отстойник.

При бурении с обратной промывкой используют чистую воду для промывки ствола скважины. Бурение этим способом можно вести в пределах больших интервалов без обсадки, как и при роторном способе с прямой промывкой. Стенки скважин при этом удерживаются от обрушения постоянным избыточным давлением столба воды в скважине, равным не менее 0,3 атм над естественным статическим уровнем воды в скважине.

Бурение с обратной промывкой имеет ряд преимуществ по сравнению с ударным и роторным с прямой промывкой. Большая скорость бурения, малый расход обсадных труб, возможность проходки скважин больших диаметров с обсыпкой фильтров песчано-гравийным материалом слоями большей толщины, чем в скважинах ударно-канатного бурения, исключение – глинизации водоносных пород. Роторное бурение наиболее эффективно применяется на территориях с хорошо изученным геолого-гидрогеологическим строением для организации буровых скважин на напорные водоносные горизонты. Для бурения скважин при роторном способе применяются станки УРБ-2А2, УРБ-5, УРБ-2,5А, УРБ-3А2 российского производства.

### *Реактивно-турбинный способ бурения*

Этот вращательный способ с прямым поступлением раствора относится к реактивно-турбинному, при котором долото приводится в движение промывочной жидкостью. При этом спо-

собе к бурильной колонне присоединяют два спаренных турбобура. Возникающий при вращении турбобуров реактивный момент не гасится в неподвижно закрепленном роторе, как это имеет место в обычных турбобурах, а совершает полезную работу – вращает всю систему спаренных турбобуров. Этим обеспечивается равномерное разрушение пород по всему пространству забоя скважины.

### *Шнековое бурение*

Преимуществами такого способа являются скорость бурения, когда по несвязным грунтам можно делать длинные буровые рейсы. Основным недостатком является закупорка порового пространства водоносного горизонта и, как следствие, уменьшение дебитов скважины. Для бурения скважин шнековым способом применяются буровые станки УРБ 2А2, УГБ 50, УГБ 1ВС, УБШМ 1-13.

В комплект инструмента для шнекового бурения входят долота и шнеки. При шнековом бурении применяют двух- или трехперые ступенчатые долота, а также долота типа РХ. При проходке скважин кольцевым забоем используют специальные магазинные шнеки или шнеково-колонковые буры. Шнековое поточное бурение следует вести спиральными долотами, диаметр которых равен диаметрам применяемых шнеков. В случае проходки плотных грунтов и грунтов с включениями гальки вместо спиральных применяют трехперые массивные долота. Скорость вращения снаряда при поточном бурении устанавливают в пределах 250–300 об/мин. Вращающуюся шнековую колонну погружают в грунт под действием собственного веса и веса вращателя, при этом величина подачи должна обеспечивать равномерное и непрерывное углубление, так как быстрое погружение шнековой колонны может вызвать переполнение шнеков грунтом, прекращение выноса последнего на поверхность и заклинивание снаряда в скважине.

При рейсовом бурении используют комбинированную колонну, нижняя часть которой состоит из шнеков с долотом, а верхняя – из бурильных труб. Длина колонны шнеков при этом должна в 2,5 раза превышать длину рейса. Величину рейсового

углубления устанавливают от 0,8 до 1 м, скорость вращения шнековой колонны – 100–300 об/мин, осевую нагрузку – до 50 кГ. При рейсовом бурении слабых грунтов свободное погружение шнековой колонны происходит при скорости вращения 75–100 об/мин и при освобожденном канате лебедки. При бурении грунтов, прилипающих к шнековому буру, с целью его свободного извлечения из скважины и последующей установки на забой, между первым шнеком и шнековой колонной устанавливают расширитель.

Последний представляет собой трубу с продольным вырезом и диаметром, равным диаметру шнеков. В верхней части трубы к кромке продольного выреза прикреплен нож из твердой стали, выступающий на 7 мм за контур трубы. При бурении нож срезает грунт со стенки скважины и заполняет внутреннюю часть расширителя, тем самым расширяя скважину на 14 мм, что позволяет легко извлекать колонну шнеков из скважины и устанавливать ее на забой. При винтовом бурении скорость ввинчивания шнековой колонны в грунт должна составлять 75–100 об/мин. По мере погружения колонны в грунт ее наращивают дополнительными шнеками. Каждый раз после погружения колонны на 0,3–0,4 м бурение прекращают и приподнимают колонну на 2–3 см. Если колонна поднимается, то можно продолжать бурение (погружение). Если же колонна не поднимается (бывает, когда она слишком глубоко завинчена в грунт), ее вывинчивают сначала вручную, а затем поднимают лебедкой. В случае проходки крупнообломочных грунтов бурение проводится с использованием одного или двух звеньев утяжеленных шнеков с ребордами из толстой листовой стали. В качестве породоразрушающего инструмента применяют спирально-ступенчатое долото, представляющее собой суживающийся утяжеленный шнек с резцами на реборде, расположенными под углом 90° друг к другу. Низ лезвия долота представляет собой лопасти типа РХ. Бурение ведется со скоростью вращения инструмента до 300–350 об/мин. Бурение кольцевым забоем осуществляется переносными мотобурами с использованием пробоотборников к механическому буру МП-1. Пробоотборник позволяет отбирать керн диаметром 30 мм. Длину рейса устанавливают в пределах 15–20 см.

Глубокие скважины проходятся самоходными станками УГ 50А и др. При этом применяют магазинные шнеки, которые позволяют получать образцы грунта с малонарушенной структурой. Величину рейса устанавливают от 0,4 до 2 м. Проходка скважин глубиной до 10 м шнековым способом в мерзлых грунтах может производиться с использованием шнеково-колонковых буров, разработанных к установке ПВБСм-15 (рис. 7.1.1). Бур позволяет отбирать керн из вертикальных, наклонных и горизонтальных скважин глубиной до 12 м. Диаметр выбуриваемых скважин 75 мм, диаметр отбираемого керна 44 мм.

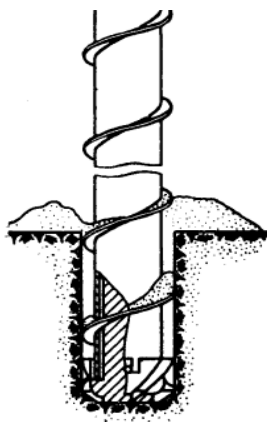


Рис. 7.1.1. Шнековый бур для отбора мерзлого грунта

### *Ударно-канатное бурение*

Ударно-канатное бурение применяется при бурении скважин в неустойчивых породах с опережающей обсадкой. Разрушение горных пород происходит с помощью ударных штанг с долотами, а затем подъем разрушенной породы – с помощью забивных стаканов. В слабых обводненных грунтах (пески, суглинки, гравийные грунты) вместо долот и стаканов применяются желонки.

Для бурения скважин ударно-канатным способом применяются станки УКС–22М, УКС–30, БУКС–ЛГТ, УГБ50М. Недостатком ударного бурения являются, низкая скорость бурения, небольшая глубина проходки, большой расход обсадных труб,

уменьшение удельной водоотдачи горных пород призабойной части скважины вследствие уплотнения.

В табл. 7.1.1 приведены условия применения видов бурения в зависимости от геологических и гидрогеологических условий.

Таблица 7.1.1

Условия применения видов бурения

№ п/п	Вид бурения	Типы грунтовых условий, глубина бурения
11	Ударно-канатный	В рыхлых и скальных породах при глубине забоя скважин до 140м
2 22	Роторный с прямой промывкой	В несвязных, песчанистых, текучих, мягкопластичных и скальных грунтах при глубине скважин до 500м и более. Существует возможность разглинизации скважин, а в безнапорных водоносных горизонтах скальных пород использование для промывки чистой воды
53	Комбинированный (ударно-канатный и роторный)	В сложных гидрогеологических условиях при глубине скважин свыше 150 м. Ударно-канатный – до глубины 150 м в безнапорных или слабонапорных водоносных горизонтах, при частом чередовании водоносных и непроницаемых слоев; роторный – в безводных (водоупорных породах)
4 44	Роторный с обратной промывкой	В рыхлых породах при глубине скважин 400-500 м, в России обычно проходят скважины этим способом до глубины 200 м. Обеспечивается возможность бурения скважин на всю глубину диаметром 1000 мм и более
5 55	Реактивно-турбинный	В рыхлых, текучих, тугопластичных грунтах и скальных породах при глубине скважин более 200 м и диаметре свыше 1000 мм
66	Колонковый	В скальных породах при диаметре скважин до 200 мм
7 77	Шнековый	Рекомендуется преимущественно при бурении в несвязных грунтах (пески, гравийно-галечниковый грунт), диаметр бурения до 200 мм, глубина забоя скважины бурения менее 200 м

## Глава 2. Обоснование конструкции гидрогеологических скважин

Конструкции гидрогеологических скважин определяются целевым назначением бурения, глубиной, способом проходки, конечным и начальным диаметрами, способам изоляции водоносных горизонтов, геологическим разрезом.

Общие требования ко всем категориям скважин: 1) бурение их с минимальными затратами труда, времени и средств; 2) качественное и эффективное выполнение гидрогеологических наблюдений, опробования; 3) возможность размещения измерительных приборов опробования, водоподъемников и др.; 4) защита водоносных горизонтов от загрязнения, возможность проведения ремонтных работ, извлечения труб.

Конструкции гидрогеологических скважин разнообразны. Они определяются целевым назначением бурения, глубиной и способом проходки, конечным и начальными диаметрами, способами изоляции и опробования, особенностями водоносных горизонтов. Основными элементами конструкции гидрогеологических скважин являются: кондуктор (направляющая труба); техническая и эксплуатационная колонны; сальник, цементный стакан, фильтр с отстойником и над фильтровой частью (рис. 7.2.1, 7.2.2).

К параметрам *конструкции скважин* относятся: длина, диаметр, колонны обсадных труб, фильтра, интервалы цементации. Количество и длина обсадных колонн зависят от глубины скважины, геологического разреза и способа бурения. Глубина скважины выбирается в зависимости от глубины залегания водоносного горизонта и мощности его вскрытия (водоносные горизонты мощностью до 20 м вскрываются полностью). Вскрытая мощность водоносного горизонта и конечный диаметр скважины должны обеспечивать проектный дебит, установку фильтра и проведение необходимых исследований.

Эксплуатационный диаметр скважины, предназначенный для размещения водоподъемника, должен быть на 50–100 мм больше диаметра водоподъемника. Если диаметр фильтра меньше диаметра эксплуатационной или технической колонны, возникает необходимость в установке сальника или переходника. При создании конструкции скважины необходимо учитывать,



что при вращательном способе бурения обсадные трубы устанавливаются в скважине после бурения определенного интервала и выход колонны одного диаметра может быть очень значительным (до нескольких сот метров).

При ударном способе бурение ведется с одновременной обсадкой скважины, и выход колонны одного диаметра может быть 30–40 м, реже – 70 м с установкой башмака труб в глинистых толщах. Наиболее часто встречаемые конструкции скважин при роторном способе бурения приведены на рис. 7.2.1, *а, б, в, г, д, е*.

*Роторный способ бурения позволяет:*

*а* – надежно изолировать неиспользуемые водоносные горизонты;

*б* – монтировать водоподъемник выше эксплуатационной колонны, которая устанавливается впопай на сальнике с подбашмачной цементацией;

*в* – выполнить изоляцию верхней части скважины и установку насоса в колонне с переходником на меньший диаметр;

*г* – изолировать два интервала с установкой одной эксплуатационной колонны;

*д* – наиболее простая и экономически выгодная конструкция с использованием одной эксплуатационной колонны; она широко применяется в практике;

*е* – сходна с предыдущей, но фильтр устанавливается на эксплуатационной колонне с применением специальной манжеты для цементации колонны выше водоносного горизонта.

Наиболее часто встречаемые конструкции скважин при ударно-канатном способе бурения (рис. 7.2.2, *а, б, в, г, д, е*):

*а* – скважина закреплена одной колонной в верхней части, остальная часть – в скальных породах без обсадки;

*б* – при небольшой глубине скважины фильтр установлен на колонне труб;

*в* – верхняя часть скважины закреплена колонной труб с цементацией, остальная часть – в скальных породах без обсадки;

*г* – двухколонная конструкция предусматривает изоляцию вышележащих горизонтов;

*д* – конструкция сходна с предыдущей, но предусматривает установку фильтра в водоносном горизонте;

*e* – конструкция предусматривает установку фильтра с гравийной обсыпкой и надежную изоляцию двух водоносных горизонтов.

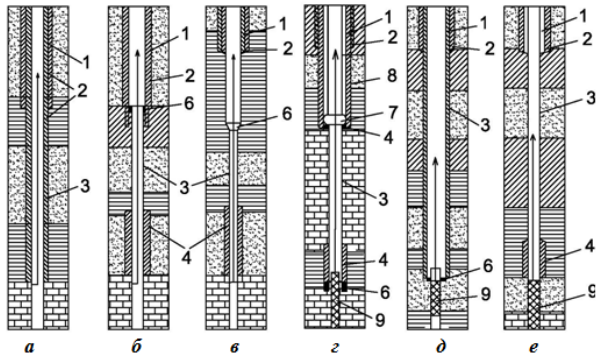


Рис. 7.2.1. *a, б, в, г, д, e*. Схема конструкций скважин при роторном бурении: 1 – кондуктор, 2 – затрубная цементация, 3 – эксплуатационная колонна, 4 – подбашмачная цементация, 5 – переходник, 6 – сальник, 7 – муфта с левой резьбой, 8 – техническая колонна, 9 – фильтровая колонна. Стрелкой показана высота подъема подземных вод

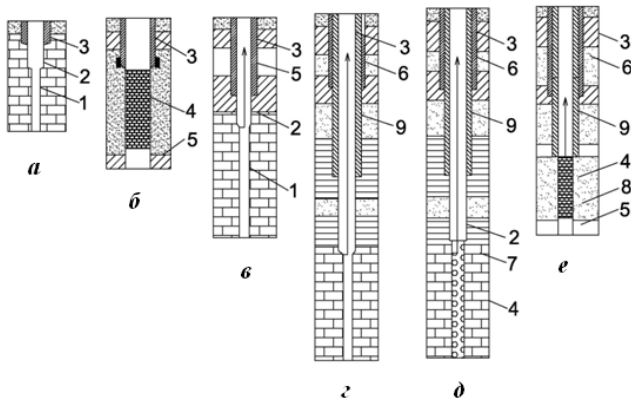


Рис. 7.2.2. *a, б, в, г, д, e*. Схема конструкций скважин при ударно-канатном бурении: 1 – водоподъемная часть, 2 – эксплуатационная колонна, 3 – кондуктор, 4 – фильтрационная колонна, 5 – отстойник, 6 – межтрубная цементация, 7 – сальник, 8 – гравийная обсыпка, 9 – техническая колонна

Для обоснования диаметра эксплуатационной колонны в скважине необходимо правильно выбирать водоподъемники с учетом их диаметра, глубины установки и производительности (выбор обсадных труб, долот). Для закрепления стенок скважин, изоляции водоносных горизонтов, изготовления каркасов фильтров применяются бесшовные трубы (табл.7.2.1).

При ударно-канатном способе бурения зазор между предыдущей и последующей колоннами обсадных труб должен быть 10–50 мм (с учетом диаметра муфты), при роторном бурении величина зазора между стенками скважины и муфтой обсадной трубы должна быть 25–50 мм, а между долотом и наружным диаметром обсадной колонны – не менее 100 мм. Так, для спуска колонны диаметром 219 мм скважина должна быть пробурена долотом диаметром 295–346 мм. Для лучшего использования обсадных труб муфты этих труб должны быть обточены. При бурении в рыхлых неустойчивых породах ударным способом целесообразно пользоваться безмуфтовыми обсадными трубами.

С учетом способа бурения, состава пород и диаметров обсадных труб выбирают долота для бурения отдельных интервалов скважины.

Таблица 7.2.1

Диаметры обсадных труб

Диаметры, мм		Муфты, наружный диаметр, мм	Диаметры, мм		Муфты, наружный диаметр, мм
Наруж- ный	Внутрен- ний		Наружный	Внутренний	
114	102–98	133	273	259–249	299
127	115–109	146	299	282–274	324
140	127–117	159	324	305–299	351
146	133–124	166	340	321–315	365
168	155–144	188	(351)	333–327	376
178	163–153	198	(377)	359–353	402
194	179–169	216	407	388–382	432
219	205–195	245	508	486	533
245	230–220	270	–	–	–

При бурении гидрогеологических скважин сплошным забоем роторным способом применяются долота различных типов и размеров: трехшарошечные, двухлопастные, трехлопастные, а

при бурении с отбором керна – колонковые долота. В зависимости от крепости пород применяют различные типы шарошечных долот: М (мягкие и вязкие породы), МС (мягкие с пропластками пород средней твердости), С (породы средней твердости), СТ (средней твердости с пропластками твердых пород), Т (твердые и крепкие), ТК (крепкие и очень крепкие породы), ОК (очень крепкие породы).

Диаметры долот: 93, 97, 112, 118, 132, 135, 140, 145, 151, 161, 190, 214, 243, 269, 295, 320, 346, 370, 394, 445, 490. Двухлопастные, трехлопастные долота (Д2Л и Д3Л) предназначены для бурения в породах мягкой и средней твердости и имеют те же диаметры, кроме диаметров 97, 151, и 445 мм. Колонковые долота В-ДК имеют диаметры 118, 145, 190, 214, 243, 269, 295, 346 мм.

При ударном способе бурения применяются долота плоские (пластичные, глинистые породы), двутавровые (плотные сухие глины, галечник), округляющие (сланцы, известняки, песчаники), крестовые (твердые трещиноватые и валунно-галечниковые породы) с диаметрами 148, 198, 248, 298, 345, 395, 445, 595, 695 мм.

Для очистки скважин при ударном способе от разбуренной породы и при проходке в песках применяются желонки с одностворчатым клапаном диаметрами 120, 173, 225, 285 мм, желонки с плоским двустворчатым клапаном диаметрами 335, 390, 435, 530 мм. Для извлечения разжиженного шлама, воды из скважины применяются желонки с полусферическим клапаном диаметрами 130, 172, 224, 280 м.

При вращательном бурении скважин может производиться цементация затрубного пространства отдельных колонн обсадных труб до устья или в определенных интервалах для изоляции основного горизонта от других. Цементирование скважин ведется при помощи двух пробок, с одной пробкой, через заливочные трубки, а также способом манжетного цементирования. В процессе проектирования конструкции для бурения скважин должен составляться геолого-технический наряд – основной документ на проходку скважин. В зависимости от способа бурения, особенностей конструкции, типа скважины формы геолого-технических нарядов отличаются друг от друга, но по содержанию

(для одного вида бурения) они сходны. Геолого-технический наряд при вращательном способе бурения делится на две части: геологическую и техническую (рис. 7.2.3).

Геологическая часть						Техническая часть													
Глубина, м	Геологический возраст			Литологический разрез	Категория породы	Описание пород	Выход керна, %	Средний уровень, м	Гидрогеологические исследования	Конструкция скважины	Диаметр тип и марка бурового инструмента	Способ посадки осадочных колонн	Режим бурения						
	Глубина залегания	Мощность слоев, м	Мощность слоев, м										Осевая нагрузка, кгс	Частота оборотов, об/мин	Вид и расход промывочной жидкости	Метод восстановления забойного выхода керна	Талая осадка. Скорость таяния льда, м/с	Меры по ликвидации возможных осложнений	Методы предотвращения осадочных труб
2					II	Суглинок коричневатый, серовато-коричневый плотный пластичный однородный	70,8			95,8	Коронка твердосплавная 132мм Расширение скважины долотом 295,3 мм	Свободная посадка лебедной стани	200	120	Бурение "всухоу" с обратными клапанами	Бурение укороченными рейсами	0,4-0,7 м/с	Обсадка трубами	Все трубы остаются в скважине. Фильтр-дырчатый.
4	4,0	4,0	III		Гравийно-гальчковые коричневатые-серые водонасыщенные с небольшим количеством мелких валунов остроконечного известняка, заполнитель-песчано-глинистый, галечный и гравий кварцевый, известняковый и известнякового состава	IV													
16	16,0	12,0			V	Песчаник серый, темно-серый мелкозернистый полимиктовый кристаллический слабоцементный на карбонатном цементе	Не менее 80%			16	Бурение с опережающей обсадкой. Расширение скважины долотом 171,4 мм	Свободная посадка лебедной стани	900	200	Бурение "всухоу" с обратными клапанами	Бурение укороченными рейсами	0,4-0,7 м/с	Обсадка трубами	Все трубы остаются в скважине. Фильтр-дырчатый.
20	28,0	12,0	VI		Конгломерат темно-серый на глинисто-карбонатном цементе (слабый) трещиноватый	VI													
30	36,0	8,0			VI	Конгломерат темно-серый на глинисто-карбонатном цементе (слабый) трещиноватый	VI	34	34	34	Бурение с опережающей обсадкой. Расширение скважины долотом 171,4 мм	Свободная посадка лебедной стани	900	200	Бурение "всухоу" с обратными клапанами	Бурение укороченными рейсами	0,4-0,7 м/с	Обсадка трубами	Все трубы остаются в скважине. Фильтр-дырчатый.

Рис. 7.2.3. Геолого-технический наряд

### Выбор буровой установки

Основными факторами, определяющими выбор буровой установки, являются: целевое назначение и глубина бурения, конечный диаметр скважины, характер и свойства проходимых

грунтов, природные условия (рельеф, климат). Выбираемая буровая установка должна: быть в достаточной степени эффективной технически и экономически, обладать хорошей транспортабельностью (в случае больших габаритов и веса – возможностью разборки на отдельные транспортабельные блоки, а в случае самоходности – высокой проходимостью, маневренностью, достаточной скоростью передвижения), обеспечивать возможность производства бурения несколькими способами, укомплектовываться надежным в работе и удобным в обращении буровым и вспомогательным инструментом, обеспечивать простоту производства ремонта, возможность обслуживания минимальным числом рабочих с незначительными затратами труда, удобство, простоту и безопасность работы. Параметры выбранных буровых установок должны соответствовать максимальной глубине и диаметру скважин. Буровые станки необходимо использовать только по их прямому назначению.

#### *Требования к фильтрам водозаборных скважин*

Фильтром называется нижний участок водозаборной, водопонижительной или разведочно-гидрогеологической буровой скважины, закреплённый в пределах водоносного горизонта водопроницаемым устройством. Фильтры ставятся в рыхлых, главным образом, песчаных породах. Задача фильтра – пропускать воду из водоносного горизонта внутрь скважины при откачке и предохранять её водоприёмную часть от завалов в результате оплывания и обрушения пород.

В водоносных горизонтах, сложенных гравелистыми породами, а так же крупно- и среднезернистыми песками, при условии устойчивого химического состава воды, чаще всего устанавливаются дырчатые, щелистые и сетчатые фильтры с тонкими стенками (рис. 7.2.4). **Дырчатый фильтр** представляет собой перфорированную стальную, асбоцементную или из других материалов трубу с проволочной обвивкой или без неё. Устанавливается в скважинах, эксплуатирующих гравелистые и крупнозернистые пески. Может служить каркасом для других фильтров. **Щелистый фильтр** так же прост по устройству, как и дырчатый, но, по сравнению с ним, обладает некоторыми преимуществами. Если в

дырчатом фильтре зёрна гравия или песка, накладываясь на отверстия, могут полностью его закупорить, то при щелистых фильтрах это исключается. **Сетчатый фильтр** состоит из перфорированной трубы, обтянутой латунной сеткой различного плетения (рис. 7.2.5).

Фильтры блочного типа из пористого бетона, гравия на цементной связке могут применяться для отбора небольших количеств воды при создании в пласте двухслойной обсыпки. При агрессивных водах фильтры надлежит принимать из нержавеющей стали, пластмассы или других материалов, стойких к коррозии и обладающих необходимой прочностью.

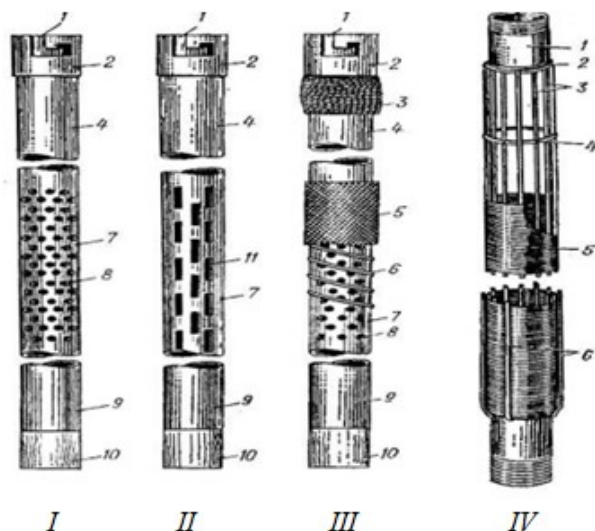


Рис. 7.2.4. Фильтры используемые для гидрогеологических скважин: I – дырчатого, II – щелистого, III – сетчатого; 1 – вырез для спускового ключа, 2 – муфта, 3 – сальниковая набивка, 4 – надфильтровая труба, 5 – фильтровая сетка, 6 – проволока, 7 – рабочая часть, 8 – круглые отверстия, 9 – отстойник IV – каркасно-стержневого; 1 – соединительные патрубki, 2 – приварка стержней, 3 – металлические стержни, 4 – опорное кольцо, 5 – проволочная обмотка, 6 – предохранительные планки

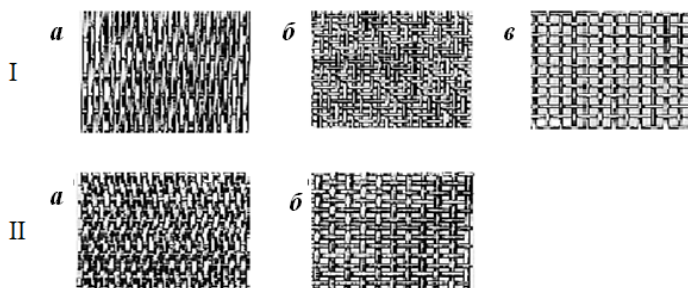


Рис. 7.2.5. Металлические сетки для фильтров:

I – латунные, *a* – галунного, *б* – киперного, *в* – квадратного плетения;  
 II – из нержавеющей стали, *a* – галунного, *б* – квадратного плетения

Типы и конструкции фильтров водозаборных скважин должны приниматься согласно табл. 7.2.2.

Таблица 7.2.2

### Типы и конструкции фильтров

Породы водоносных пластов	Типы и конструкции фильтров
1. Скальные и полускальные неустойчивые породы, щебенистые и галечниковые отложения с преобладающим размером частиц 20–100 мм (более 50 % по массе)	Фильтры-каркасы (без дополнительной фильтрующей поверхности) стержневые, трубчатые с круглой и щелевой перфорацией, штампованные из стального листа толщиной 4 мм с антикоррозионным покрытием, спирально-стержневые
2. Гравий, гравелистый песок с преобладающим размером частиц 2–5 мм (более 50 % по массе)	Фильтры стержневые и трубчатые с водоприемной поверхностью из проволочной обмотки или штампованного листа из нержавеющей стали. Фильтры штампованные из стального листа толщиной 4 мм с антикоррозионным покрытием, спирально-стержневые
3. Пески крупные с преобладающим размером частиц 1–2 мм (более 50 % по массе)	То же
4. Пески среднезернистые с преобладающим размером частиц 0,25–0,5 мм (более 50 % по массе)	Фильтры стержневые и трубчатые с водоприемной поверхностью из проволочной обмотки, сеток квадратного плетения, штампованного листа из нержавеющей стали с песчано-гравийной обсыпкой, спирально-стержневые



Окончание таблицы 7.2.2

Породы водоносных пластов	Типы и конструкции фильтров
5. Пески мелкозернистые с преобладающим размером частиц 0,1–0,25 мм (более 50 % по массе)	Фильтры стержневые и трубчатые с водоприемной поверхностью из проволочной обмотки, сеток галунного плетения, штампованного листа из нержавеющей стали с однослойной или двухслойной песчано-гравийной обсыпкой, спирально-стержневые

Размеры отверстий фильтров без устройства гравийной обсыпки надлежит принимать по табл. 7.2.3.

Размеры отверстий фильтров при устройстве гравийной обсыпки должны приниматься равными среднему диаметру частиц слоя обсыпки, примыкающего к стенкам фильтра.

Скважность трубчатых фильтров с круглой или щелевой перфорацией должна быть 20–25 %, фильтров из проволочной обмотки или штампованного стального листа – не более 30–60 %.

Таблица 7.2.3

Размеры отверстий фильтров

Тип фильтра	Размеры отверстий фильтров	
	в однородных породах $K_n \leq 2$	в неоднородных породах $K_n \geq 2$
С круглой перфорацией	$(2,5 \div 3)d_{50}$	$(3 \div 4)d_{50}$
Сетчатый	$(1,5 \div 2)d_{50}$	$(2 \div 2,25)d_{50}$
С щелевой перфорацией	$(1,25 \div 1)d_{50}$	$(1,5 \div 2)d_{50}$
Проволочный	$1,25d_{50}$	$1,5d_{50}$

Примечания:

1.  $K_n = d_{60}/d_{10}$ , где  $d_{10}$ ;  $d_{50}$ ;  $d_{60}$  – размеры частиц, меньше которых в породе водоносного пласта содержится соответственно 10, 50 и 60 % (определяется по графику гранулометрического состава).

2. Меньшие значения коэффициентов при  $d_{50}$  относятся к мелкозернистым породам, большие – к крупнозернистым.

В качестве обсыпки фильтров надлежит применять песок, гравий и песчано-гравийные смеси. Подбор механического состава материалов обсыпок производится по соотношению

$D_{50}/d_{50} = 8 \div 12$ , где  $D_{50}$  – диаметр частиц, меньше которого в обсыпке содержится 50 %.

В многослойных гравийных фильтрах толщина каждого слоя обсыпки должна приниматься для фильтров:

- собираемых на поверхности земли, не менее 30 мм;
- создаваемых в забое скважины, не менее 50 мм.

Подбор механического состава материала при устройстве двух- и трехслойных гравийных обсыпок фильтров рекомендуется производить по соотношению

$$D_1/D_2 = 4 \div 6,$$

где  $D_1$  и  $D_2$  – средние диаметры частиц материала соседних слоев обсыпки.

При подборе гравийного материала фильтров следует выдерживать соотношения:

- для блочных из пористого бетона или из пористой керамики

$$D_{cp}/d_{50} = 10 \div 16,$$

- для клеевых

$$D_{cp}/d_{50} = 8 \div 12,$$

где  $D_{cp}$  – средний диаметр частиц гравия в блоке фильтра.

Материал, используемый для фильтров в скважинах, следует обеззараживать.

При мощности водонесущих пластов до 10 м фильтр рекомендуется устанавливать на всю мощность пласта, а при мощности пласта более 10 м длина рабочей части фильтров, определяется с учетом водопроницаемости, пород, производительности скважины и конструкции фильтра.

### Глава 3. Основные задачи и направления организации бурения

Главной задачей при организации процесса бурения является минимизация времени и удельной себестоимости его выполнения при соблюдении заданных проектом качественных показателей.

Организация бурения включает:

- выбор способа бурения;
- обоснование элементов конструкции скважины;
- выбор типов породоразрушающих инструментов и определение технологических режимов бурения;
- выбор типа, диаметра и материалов бурильной колонны;
- обоснование типоразмеров и марок бурового, силового и вспомогательного оборудования;
- определение рецептуры, технологии приготовления промывочных жидкостей;
- разработка рациональных приемов выполнения отдельных операций и схем организации труда на рабочих местах;
- рациональная организация подготовки площадки и выполнения монтажно-транспортных работ;
- организация контроля за технологией бурения и предупреждение аварийных ситуаций;
- организация четкого ведения первичной документации.

#### *Структура производственного процесса*

Бурение гидрогеологических скважин – сложный процесс, состоящий из собственного бурения и целого ряда других процессов.

Рассмотрим баланс рабочего времени буровой установки. Основной рабочий процесс – собственно бурение скважины состоит из отдельных рейсов – отрезков рабочего времени, протекающих от момента начала подготовки бурового снаряда к спуску в скважину до окончания подъема снаряда из скважины. Операции, которые в каждом рейсе повторяются, включают в себя основные, подготовительно-заключительные и вспомогательные функции. Формула времени на *бурение скважины* имеет вид

$$N_{вр} = T_{у} + T_{пк} + T_{н} + (T_{сп} + T_{пзсп} + T_{пр} + T_{эк} + T_{зи}) / P, \text{ час/м,}$$

где  $N_{вр}$  – норма времени;  $T_{у}$  – время углубки забоя скважины (время чистого бурения), ч/м;  $T_{пк}$  – время выполнения вспомогательной операции по перекреплению ведущей трубы, ч/м;  $T_{н}$  – время наращивания колонны бурильных труб по мере углубки, ч/м;  $T_{сп}$  – время спуска и подъема бурильной колонны, ч;  $T_{пзсп}$  – время подготовительных и заключительных операций, сопутствующих спуску и подъему, ч;  $T_{пз}$  – время постановки снаряда на забой скважины, ч;  $T_{пр}$  – время на чистку и промывку скважины после спуска и перед подъемом снаряда, ч;  $T_{эк}$  – время производства заклинивания и отрыва керна от забоя, ч;  $T_{зи}$  – время замены породоразрушающего инструмента (коронки, долота), ч;  $P$  – величина углубки скважин за один рейс, м.

Основным документом, регламентирующим время вспомогательных операций, является ЕНВ (единые нормы времени), периодически издающимся в отрасли.

*Вспомогательные процессы* характеризуется следующей суммой затрат времени:

$$T_{всп} = T_{то} + T_{кр} + T_{км} + T_{инс} + T_{рш} + T_{гис} + T_{гг} + T_{пч} + T_{плго} + T_{деф},$$

где  $T_{то}$  – тех. обслуживание оборудования;  $T_{кр}$  – крепление скважин обсадными трубами;  $T_{км}$  – проведение кавернометрии;  $T_{инс}$  – искусственное искривление скважин;  $T_{рш}$  – расширение (разбуривание) скважин;  $T_{гис}$  – геофизические исследования в скважинах;  $T_{гг}$  – гидрогеологические работы;  $T_{пч}$  – промывка и чистка забоя скважины перед проведением вспомогательных процессов;  $T_{плго}$  – предупреждение и ликвидация геологических осложнений в скважинах, включая тампонирувание и цементирование;  $T_{деф}$  – проведение дефектоскопии бурильных труб и грузоподъемного оборудования.

Отраслевые нормативы регламентируют только время выполнения крепления скважин обсадными трубами ( $T_{кр}$ ) и частично предупреждения и ликвидации геологических осложнений в скважинах, включая тампонирувание и цементирование ( $T_{плго}$ ). Остальные регламентируются местными нормами.

### *Монтажно-транспортные процессы*

Характеризуются временем монтажа буровой установки на заранее подготовленной площадке, демонтажа ее окончании бурения и перевозки в пределах производства работ. ЕНВ регламентирует время монтажа – демонтажа только самоходных буровых установок, несамоходные нормируются на месте (Тмт). Нормативное время на монтаж и демонтаж и перевозка в пределах площадки составляет от 3 до 12%.

#### *Производительное время:*

$$T_{пр} = T_{б} + T_{всп} + T_{мт},$$

где  $T_{б}$  – время бурения скважин;  $T_{всп}$  – вспомогательные процессы;  $T_{мт}$  – монтаж и демонтаж буровых установок.

Кроме времени выполнения перечисленных процессов в балансе рабочего времени включается время текущего ремонта оборудования на участке ( $T_{рем}$ ), время простоев оборудования независимо от причины и продолжительности ( $T_{п}$ ) и время ликвидации аварий в скважине ( $T_{ла}$ ).

#### *Баланс рабочего времени:*

$$T_{брв} = T_{пр} + T_{рем} + T_{п} + T_{ла}.$$

По окончании процесса бурения появляется необходимость проведения ряда процессов, сопутствующих бурению. Это специальное ликвидационное тампонирование ( $T_{лт}$ ), установка на скважине различного оборудования (задвигек, превенторов и т.д.) ( $T_{ос}$ ), участие в различных гидрогеологических и геофизических исследованиях и испытаниях ( $T_{ии}$ ), транспортировка буровой установки с участка на базу (в обратном направлении) ( $T_{тр}$ ).

#### *Забалансовое время:*

$$T_{заб} = T_{лт} + T_{ос} + T_{ии} + T_{тр}.$$

Сумма балансового и забалансового времени составляет так называемое время пребывания буровой установки на учете в геологической организации (экспедиции).

#### *Учетное время работы буровой установки:*

$$T_{уч} = T_{брв} + T_{заб}.$$

Для определения уровня использования оборудования находящегося на балансе геологической организации определяются различные коэффициенты использования буровых установок:

а) по рабочему времени –  $K_{ир} = T_{брв} / T_{уч}$ ;

б) по машинному времени –  $K_{им} = T_{маш} / T_{брв}$ .

*Технико-экономические показатели (ТЭП)  
для гидрогеологических скважин*

Для планирования, оценки и анализа бурения применяют ряд показателей, совокупность которых дает характеристику технико-экономического уровня проходки скважин в данном районе. Главными из них являются себестоимость бурения, баланс рабочего времени и продолжительность бурения скважин, скорость бурения, расход истирающих материалов (породоразрушающего инструмента) и средняя проходка на долото (коронку), затраты на материалы и энергию (топливо), объем бурения и количество законченных скважин. Эти показатели используются для всесторонней оценки эффективности буровых работ.

Скорость бурения – это показатель, связывающий объем бурения с затратами времени; характеризует организацию процесса бурения на разных уровнях. Различают пять типов скорости: механическую, рейсовую, техническую, коммерческую, парковую.

*Механическая скорость:*

$$V_{мех} = M / T_y,$$

где  $M$  – объем бурения, м;  $T_y$  – время углубки скважины, характеризует эффективность бурения пород с определенными свойствами при данном способе разрушения.

В соответствии с ЕНВ можно сделать анализ – с ростом категории по буримости уменьшается скорость проходки скважин. Применение коронок твердосплавных при категориях VII скорость меньше чем у алмазных на 7%. Влияет на скорость диаметр бурения, так, при бурении диаметром на 76 мм скорость на 11% выше, чем при бурении диаметром 93 мм и. т.д.

*Рейсовая скорость:*

$$V_{рейс} = M / T_b,$$

где  $M$  – объем бурения, м;  $T_b$  – время бурения.

Время бурения включает весь комплекс основных и вспомогательных операций. С ростом глубины увеличивается время спуска и подъема колонны бурильных труб, входящее в состав времени на собственно бурение. Скорость бурения при этом на каждые 100 м падает на 8%. Рост углубки за один рейс при алмазном бурении обеспечивает повышение рейсовой скорости на 37%, рост углубки за рейс в 1,6 раза больше по сравнению с твердосплавными коронками, механическая скорость увеличивается на 7%.

При бескерновом способе бурения углубка за один рейс возрастает почти в 2,5 раза, что приводит к значительному (на 68%) росту рейсовой скорости по сравнению с алмазным бурением при прочих равных условиях и одновременному росту механической скорости только на 37%.

*Техническая скорость:*

$$V_{\text{тех}} = M / (T_{\text{б}} + T_{\text{всп}}), \text{ м/ст.-см. или м/ст.-мес.}$$

Величина технической скорости зависит от технологии и организации выполнения вспомогательных процессов, на долю которых приходится 20% и более от времени бурения. Для технической скорости важна координация всех служб (геофизиков, транспортников, персонала, обслуживающего цементировочные агрегаты).

*Коммерческая скорость:*

$$V_{\text{комм}} = M / T_{\text{бв}}, \text{ м/ст.-мес.; м/ст.-год.}$$

Коммерческая скорость учитывает наиболее полно весь комплекс технических, технологических и организационных факторов, определяющих эффективность бурения, а так же при ее расчете принимаются все элементы, входящие в состав баланса рабочего времени (ликвидация аварий, технология режимов бурения, графики предупредительных ремонтов оборудования, входной контроль, дефектоскопия, комплектация, своевременная доставка оборудования, топлива, дисциплина труда).

*Парковая скорость:*

$$V_{\text{парк}} = M / N_{\text{ср}}, \text{ м/ст.-год.}$$

Месячная парковая скорость равна 1/12 годовой парковой скорости. Парковая скорость определяется делением общего объема бурения в организации за год на среднегодовое количество буровых установок числящихся на балансе.

Величина парковой скорости определяется общим уровнем организации и оснащенности геологического предприятия в целом, состоянием дорог до участка работ, состоянием ремонтной базы.

### *Организация производства буровых работ в бригаде и на участке*

Для выполнения буровых работ формируются специальные буровые бригады. При круглосуточном режиме работы буровая бригада состоит из 8–12 чел. Руководство буровой бригадой осуществляет буровой мастер. При необходимости выполнения бурения группы скважин организуется буровой участок. В его состав входит кроме буровой бригады группа топогеодезического, геологического обслуживания, строительно-монтажная бригада, группа ремонта оборудования и диспетчерского управления. При необходимости на участке создается растворный узел. Площадь для буровой установки типа СКБ-5 с электроприводом – 1500м<sup>2</sup>. Отраслевыми стандартами нормируются также размеры под вспомогательные объекты и инженерные коммуникации. Например, для установки трансформаторной подстанции мощностью 35/6–10 кв отводится 0,41 га.

После проведения буровых работ производится рекультивация участка.

### *Организационно-техническая документация процесса бурения скважин*

Плановый отдел и отдел организации труда предприятия разрабатывают наряд – задание, отражающий экономическую сторону буровых работ. На основе описания геологических и организационных условий работы устанавливается плановое задание на месяц по объему и качеству работ; здесь же указываются данные о стоимости работ, заработной плате и размерах премирования.



Геологическая документация в процессе бурения скважины ведется геологическим отделом предприятия. Основным геологическим документом буровой скважины является паспорт, в котором даются назначение скважины, основные ее характеристики- координаты места заложения, проектный азимут, вертикальный угол заложения, проектная глубина. В дальнейшем в паспорте детально описываются состояние и вещественный состав пересекаемых скважиной пород, фиксируются места их контактов, количество и состояние вынутого керна (образцов), интервалы отбора проб воды, фактические данные о направлении и глубине скважины, результаты измерений и исследований, проводившихся в ней. В паспорте обязательно указывается способ ее консервации или ликвидации.

### *Рекомендации по организации буровых работ*

В зависимости от объема выполняемых работ, степени разбросанности объектов изысканий и сложившихся форм деятельности организаций рекомендуются использовать местные организации, знающие специфику геологического строения и гидрогеологических условий.

При обслуживании объектов с небольшим объемом буровых работ и территориально удаленных друг от друга следует ориентироваться на использования самоходных, обладающих высокой проходимостью и достаточной скоростью передвижения буровых станков (однако это не исключает использования легких перевозимых и переносных станков). В этих случаях может быть использована так называемая «радиальная» схема организации буровых работ, при которой буровые бригады базируются на стационарные производственные подразделения (базы).

Постоянная или временная база организуется в наиболее удобном месте района производства работ (как правило, в населенном пункте). На базе располагаются склады, размещается ремонтная мастерская, хранятся станки в нерабочее время и т.д. В начале смены буровые бригады выезжают на место производства работ и по окончании вновь возвращаются на базу.

При проходке неглубоких и средней глубины скважин в не скальных грунтах буровые работы, как правило, ведутся в одну

смену. При проходке скважин средней глубины и глубоких в скальных грунтах работу следует вести, в основном, в три смены (особенно при использовании стационарных буровых станков); допускается также односменная и двухсменная работа бригад. Следует учитывать, что при увеличении числа смен в сутки резко возрастает коэффициент использования оборудования.

Основным условием эффективного проведения буровых работ является четкое функционирование подсобных и вспомогательных служб. Только при хорошо организованном энерго-снабжении, транспорте, материально-техническом обеспечении и ремонтном обслуживании можно успешно проводить буровые работы.

При значительных объемах работ, сосредоточенных на небольшой площади, энергоснабжение изыскательских партий и экспедиций, как правило, осуществляется в централизованном порядке (от центральных энергосистем либо от стационарных и передвижных электростанций). Однако во многих случаях целесообразно применять буровые станки и установки, имеющие свои источники энергопитания. Глинистый раствор в качестве промывочной жидкости на изысканиях используется сравнительно редко, поэтому готовят его в случае необходимости непосредственно на буровых скважинах.

Транспортное обслуживание буровых работ должно быть основано на использовании автомашин высокой проходимости и тракторов. Частично проблема транспорта может быть решена путем приобретения самоходных буровых установок, смонтированных на автомашинах и тракторах. В ряде случаев рекомендуется прокат транспортных средств.

Материально-техническое обеспечение буровых работ состоит в бесперебойном снабжении буровых бригад инструментом, горюче-смазочными материалами, запасными частями и различным другим оборудованием и материалами. Особое внимание уделяют созданию достаточного резерва запасных частей.

Особое место на буровых работах занимает организация ремонтных служб. Каждое крупное и среднее изыскательское подразделение должно иметь свою ремонтно-механическую мастерскую. Более мелкие подразделения (в случае отсутствия соб-

ственной мастерской) устанавливают сотрудничество с ближайшим заводом или мастерской. В ряде случаев на участках с большим объемом работ целесообразно организовывать временные базы с применением передвижных авторемонтных мастерских (ПАРМ).

В организации буровых работ важную роль играет разработка мероприятий по повышению коэффициента использования станочного парка. Объемы работ в отдельно взятой изыскательской партии или экспедиции, как правило, бывают невелики. Поэтому при относительно одинаковых глубинах и диаметрах скважин целесообразно применять буровые станки одного типа. В этом случае существенно облегчаются эксплуатация, ремонт и обслуживание станков, улучшаются условия обеспечения их запасными частями, обучения буровых бригад и т. д. При использовании однотипного станочного оборудования снижается аварийность, повышается производительность труда и уменьшается стоимость буровых работ. Повышение коэффициента использования бурового оборудования может быть достигнуто и за счет применения оборудования, которое применяется для проведения различных опытных работ. Так, в некоторых организациях рациональным оказалось использование буровых агрегатов УГБ–50А, УРБ–2А2 и др.

При проведении буровых работ целесообразно организовать учет работы бурового оборудования. Организация учета должна быть поставлена в соответствии со спецификой различных видов изысканий. Указанный учет должен давать возможность определять следующие эксплуатационные показатели работы станков:

- выработка на станок в год; сменная производительность;
  - средняя механическая скорость проходки;
  - средний баланс рабочего времени в смену;
  - коэффициент использования бурового оборудования;
- уровень механизации буровых работ.

На основании этих показателей можно судить об эффективности производства буровых работ на изысканиях в отдельно взятой организации.

Список литературы к разделу VII: 7, 8, 9, 11, 12, 36, 45, 52, 111, 113 (указаны номера общего списка литературы, помещенного в конце учебного пособия).

### *Контрольные вопросы*

1. Назовите метод бурения, который позволяет пробурить самую глубокую скважину, и укажите глубину скважины:

- ударно-канатный;
- шнековый-роторный с обратной промывкой;
- колонковый-роторный с прямой промывкой.

2. Назовите минимум 5 условий для организации бурения.

3. Перечислите типы буровых установок по условию их транспортировки и чем они отличаются.

4. Нарисуйте схемы оборудования конструкций скважин при роторном бурении.

5. Назовите принципиальные схемы конструкций скважин при ударно-канатном бурении.

6. Что такое геолого-технический наряд на бурение скважин?

7. Назовите основные производственные процессы при бурении скважин.

8. Перечислите основные документы, составляемые при бурении скважин.

## Раздел VIII. Проектирование опытно-фильтрационных работ

### Глава 1. Виды откачек и общие требования

Одним из основных видов работ при гидрогеологических исследованиях для различных целей являются полевые опытно-фильтрационные работы: откачки, наливывы, нагнетания в скважины, наливывы в шурфы, экспресс-наливывы, экспресс-откачки и опережающее опробование водоносных горизонтов с помощью пластоиспытателей.

Эти методы позволяют определять гидрогеологические параметры водоносных горизонтов и решать самые различные гидрогеологические задачи. Основными видами опытных работ являются откачки. При изучении фильтрационных свойств пород зоны водонасыщения проводятся откачки, наливывы, нагнетания. При изучении зоны аэрации выполняются наливывы в скважины, шурфы, нагнетания в скважины. Экспресс методы используются для ориентировочной оценки фильтрационных свойств пород при массовых определениях, – эти методы в частности используются в инженерно-геологических изысканиях.

Откачки подразделяются на пробные, опытные одиночные и кустовые, групповые и опытно-эксплуатационные.

*Пробные кратковременные откачки* проводятся при поисках для предварительной оценки водообильности, качества вод и фильтрационных свойств пород на различных участках при одной ступени понижения.

*Опытные откачки* – основной вид работ при поисках и оценке месторождений подземных вод, используются для определения дебита (удельного дебита, коэффициента фильтрации ( $K_f$ ) или водопродимости ( $KM$ ), коэффициента урвннепродимости или пьезопроводимости ( $\alpha$ ) или ( $a$ ), радиуса влияния ( $K_{вл.}$  или приведенного радиуса влияния  $R_{пр.}$ ). При наличии наблюдательных скважин определяются размеры и темпы роста депрессионной воронки, связь между горизонтами или с рекой, водоотдачи, показатель несовершенства скважин, параметры

перетекания. Продолжительность опытных откачек 5–15 сут, количество ступеней понижения уровня – от одной до четырех.

*Опытные групповые откачки* – разновидность кустовых откачек. Они проводятся одновременно из нескольких опытных скважин для изучения взаимодействия их и определения гидрогеологических параметров на тех участках, где откачка из одной скважины не может вызвать необходимого понижения уровня воды в ней.

*Опытно-эксплуатационные откачки* осуществляются из одной или нескольких разведочно-эксплуатационных скважин на детальной станции исследований в сложных гидрологических и гидрохимических условиях для установления закономерностей изменения уровня подземных вод или их качества при заданном дебите в течение длительного времени (1–3 мес.).

При проектировании откачек необходимо правильно обосновать их вид, продолжительность, методику, оборудование, документацию и обработку данных откачек. Вид откачки выбирают с учетом стадии исследований, их целей, особенностей водоносного горизонта, глубины его залегания, наличия водоемов, связи с другими горизонтами и т. д. Проектирование опытной кустовой откачки начинают с выбора *схемы куста* – количества скважин и их взаимного расположения. В центре куста располагается опытная (возмущающая) скважина, а в виде лучей к ней – наблюдательные. Количество опытных скважин определяется необходимой величиной понижения уровня в удаленных наблюдательных скважинах, т.е. при создании мощного возмущения в пласте может быть две или три возмущающих скважин, которые должны располагаться в вершине лучей наблюдательных скважин на расстоянии  $X$ . Минимальное число лучей в кусте – один, максимальное – четыре, а количество наблюдательных скважин не менее трех. Минимальное количество скважин выбирают при глубоком залегании водоносных горизонтов (более 100 м). Чтобы обеспечить более равномерное расположение точек на площадных графиках, положение наблюдательных скважин относительно опытных на разных лучах должно различаться. Поэтому по одному лучу располагают скважины с четной нумерацией, по другому –

с нечетной. Расстояния от опытной (возмущающей) до соответствующей наблюдательной скважины, можно определять по полуэмпирической формуле Б.Г. Самсонова

$$r_n = r_1 a^{n-1},$$

где  $r_1$  – расстояние до ближайшей наблюдательной скважины;  $n$  – номер наблюдательной скважины;  $a$  – коэффициент, подобранный путем численного анализа, равный для безнапорных горизонтов 1,5, для напорных – 2,5.

Чтобы исключить влияние несовершенства скважин и искажение величины понижения, ближайшую скважину следует располагать на расстоянии  $r_1$ , примерно равном мощности опробуемого горизонта –  $r_1 = (0,7-1) * m$ , а при маломощных пластах  $r_1 = (1,5-2) * m$  ( $m$  – мощность пласта). Максимальное расстояние от возмущающей скважины до самой дальней наблюдательной скважины до – 150 м для безнапорных и до 1500 м – для напорных горизонтов.

*Расход при откачке* определяется необходимостью понижения уровня в скважине не менее чем на 3 м в безнапорных, не менее чем на 5 м в напорных водах и не менее чем на 20–30 см в наиболее удаленных наблюдательных скважинах.

*Продолжительность одиночных откачек* определяется их назначением и гидрогеологическими условиями, а также необходимостью достижения квазистационарного режима в наблюдательных скважинах в течение времени, достаточного для построения площадных и комбинированных графиков прослеживания уровня. Время установления квазистационарного режима в самой дальней наблюдательной скважине может быть определено из отношения

$$t_n < r/0,4 \chi,$$

где  $r$  – расстояние до самой удаленной наблюдательной скважины, м;  $\chi$  – коэффициент пьезо или уровнепроводности, м<sup>2</sup>/сут.

Общая продолжительность откачки  $t$ ; определяется по формуле

$$t = t_k + t_n,$$

где  $t_n$  – представительное время, равное 5  $t_k$

Перед началом опытной откачки составляют ее проект. В проекте указывают место проведения опыта и схему расположения опытной и наблюдательных скважин (для кустовых откачек); диаметр и глубину скважин; глубину установки фильтров в скважинах; диаметр, длину, тип и конструкцию фильтров; число и размеры понижений; ожидаемый расход воды при каждом понижении; тип, марку и схему установки насоса; способы измерения уровня воды в скважинах и их дебита; схему отвода откачиваемой воды. В основе этого проекта учитывается принятая расчетная схема опытной откачки, которую в зависимости от конкретных условий, встреченных при подготовке опыта, можно видоизменять и уточнять. Все уточнения проекта откачки отражают в техническом задании.

Для того чтобы разместить опытные скважины на наиболее характерных участках, правильно выбрать длину и положение фильтра опытной скважины и наиболее рационально разместить лучи наблюдательных скважин опытного куста, необходимо до бурения опытных скважин изучить весь имеющийся материал разведочных и опытно-фильтрационных работ по объекту.

*При определении места расположения опытной скважины* следует прежде всего убедиться в том, что гидрогеологические условия в выбранной точке характерны для изучаемого водоносного пласта. Следует избегать таких участков, где мощность и водопроницаемость водоносного пласта резко изменяются, так как в этом случае снижается точность расчетов. Если имеющихся материалов для такого выбора недостаточно, то проходят специальные разведочные скважины; по которым устанавливают геологический разрез и гидрогеологические условия, а также проводят пробные откачки.

При выборе места для проведения откачки необходимо учитывать удаленность его от ближайшего водоема, так как от этого зависит выбор расчетной схемы. Если откачку проводят вне зоны влияния водоема, то водоносный пласт рассматривается как неограниченный в плане, а если откачку ведут из скважины, расположенной вблизи водоема и депрессионная воронка достигает его берега, то водоносный пласт считается полуограниченным в



плане. Откачки из неограниченных пластов дают более надежные результаты.

При выборе расчетной схемы необходимо также учитывать положение водоносного пласта в вертикальном разрезе. Схемы с ограниченной мощностью пласта принимают в том случае, когда в подошве и кровле пласта залегают менее водопроницаемые породы и мощность его меньше десятикратной длины водоприемной части скважины (фильтра). Схему неограниченной мощности пласта используют, если мощность пласта больше десятикратной длины водоприемной части скважины.

Если откачку проводят недалеко от реки, то одновременно ведут наблюдения за ее уровнем. При значительных колебаниях уровня воды в реке кустовую откачку вблизи нее проводить не рекомендуется, так как они могут повлиять на положение уровня воды в наблюдательных скважинах и исказить данные откачки. Во всех случаях, когда установлена гидравлическая связь исследуемого водоносного горизонта с водоемом, на последнем устраивают водомерный пост, на котором ведут наблюдения в течение подготовительного периода и во время откачки. Одновременно наблюдают за уровнем подземных вод в скважине, расположенной вне зоны влияния опытной откачки, но на таком же расстоянии от водоема, как и опытная скважина.

При изысканиях для гидротехнического строительства очень часто для характеристики водопроницаемости пород, залегающих в русле, проводят откачки из русловых скважин. В этом случае принимают специальные меры по изоляции скважины от речных вод и для вычисления коэффициента фильтрации используют особые расчетные схемы.

При выборе места откачки необходимо также по возможности учитывать производственные условия проведения опыта. Желательно проводить откачку там, где изучаемый водоносный горизонт находится на наименьшей глубине от поверхности, так как это упрощает проведение опыта.

Число и направление лучей наблюдательных скважин при кустовой откачке зависят от однородности строения водоносного

пласта, близости водоема, предполагаемого направления фильтрационного потока, который образуется после создания подпора, а также от задач, решаемых с помощью этой откачки.

Если водоносный пласт является однородным в горизонтальном направлении и откачку проводят вне зоны влияния водоема, то оборудуют один луч наблюдательных скважин, положение которого зависит только от направления предполагаемого фильтрационного потока. Если строение пласта в плане неоднородно, то устраивают два-три луча наблюдательных скважин, которые должны совпадать с направлениями, характеризующимися различной водопроницаемостью. Например, в скальных породах лучи располагают по направлению наибольшей их трещиноватости и перпендикулярно к нему. При неоднородном строении пласта по вертикали закладывают два-три луча, на которых наблюдательные, скважины располагают на разных уровнях. При откачке вблизи водоема лучи с наблюдательными скважинами размещают вдоль его берега и перпендикулярно к нему.

Число наблюдательных скважин на каждом луче зависит от гидрогеологических условий водоносного горизонта и расчетной схемы откачки. В однородных породах можно ограничиться двумя наблюдательными скважинами на каждом луче, а в неоднородных число их обычно увеличивается до трех, но может достигать пяти. Меньше двух скважин располагать на луче нецелесообразно, так как наиболее точно коэффициент фильтрации может быть определен по данным понижения уровня воды в смежных наблюдательных скважинах. Если в пределах депрессионной воронки имеются какие-либо разведочные скважины или колодцы, то они также должны быть использованы для определения коэффициента фильтрации.

Расстояния от наблюдательных скважин до центральной зависят от водопроницаемости пород: первую наблюдательную скважину в слабопроницаемых породах (мелкозернистые пески и др.) можно располагать на расстоянии 3–5 м, а в породах очень сильно проницаемых (промытые галечники, сильно трещиноватая скала) – на расстоянии 10–15 м. Расстояние от центральной до каждой последующей наблюдательной скважины увеличивается

ется в 2–3 раза. При определении расстояния между наблюдательными скважинами следует исходить из того, что понижение уровня воды в самой дальней скважине и разность между понижениями уровня в двух смежных скважинах должны быть не менее 0,3 м. Исключение составляют очень сильно водопроницаемые породы, в которых не удастся создать большое понижение уровня воды при откачке, поэтому разность понижений уровня здесь может составлять 0,1–0,15 м.

*Расчетная схема определения коэффициента фильтрации* зависит от соотношения длины водоприемной части скважины: (фильтра) и мощности водоносного пласта. Если длина фильтра равна мощности водоносного пласта, то считают, что откачку проводят из совершенной скважины (рис. 8.1.1, а). Такие откачки обычно проводят в однородных по водопроницаемости пластах мощностью до 10 м. Полученные при этом данные характеризуют среднюю водопроницаемость всего пласта.

Если длина фильтра меньше мощности водоносного пласта, то считают, что откачку проводят из несовершенной скважины, при этом фильтр может находиться в верхней, средней или нижней частях водоносного пласта. В безнапорных водоносных горизонтах по расположению фильтра относительно уровня подземных вод различают скважины с затопленным фильтром, когда уровень воды при откачке расположен выше фильтра, и с незатопленным фильтром. В напорных водоносных горизонтах фильтр всегда является затопленным (рис. 8.1.1, б). Откачку из несовершенных скважин применяют в тех случаях, когда нельзя провести откачку из совершенной скважины – при значительной мощности водоносного пласта, когда трудно установить фильтр на всю его мощность; при неоднородном строении пласта, когда его надо опробовать по зонам; при определении водопроницаемости пород, залегающих в русле реки, когда фильтр должен быть удален от ее дна на определенное расстояние. Длина фильтров несовершенных скважин должна составлять не менее 0,1 мощности опробуемого пласта (обычно 3–5 м).

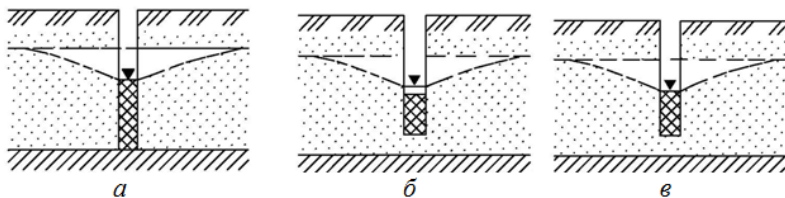


Рис. 8.1.1. Схема расположения фильтра в безнапорном водоносном горизонте: *а* – совершенная скважина с затопленным фильтром; *б* – несовершенная скважина с затопленным фильтром; *в* – несовершенная скважина с незатопленным фильтром (верхняя часть фильтра находится над уровнем грунтовых вод)

При определении глубины скважины следует исходить из необходимости разместить фильтры опытной и наблюдательных скважин в соответствии с принятой расчетной схемой опытной откачки.

Диаметры опытных и наблюдательных скважин зависят от конструкции фильтров, способов изоляции водоносного горизонта и других условий. Следует иметь в виду, что качественные результаты откачки могут быть получены, если диаметр водоприемной части опытной скважины в маломощных водоносных горизонтах (с удельным дебитом до 0,2 л/с) составляет не менее 80 мм, а при значительном притоке к скважине – не менее 150 мм. Для изучения очень мощных водоносных горизонтов проводят откачки из скважин-шахт диаметром 800–1200 мм.

При выборе диаметра скважины следует помнить, что между трубами фильтра и всасывающей трубой насоса должен быть зазор не менее 30 мм, который необходим для замера уровня воды в скважине во время откачки и притока в нее воздуха при откачке «на хруп».

Диаметр наблюдательных скважин выбирают с таким расчетом, чтобы можно было опустить в них прибор для измерения уровня воды, а также производить чистку скважины. Обычно диаметр этих скважин принимают в пределах 50–100 мм.

При каждом понижении откачка может быть закончена в том случае, если режим уровня воды и дебита соответствует тех-

ническому зданию. Для контроля правильности откачки при нескольких понижениях составляют график зависимости дебита от понижения (рис. 8.1.2). Если на таком графике все точки лежат на одной прямой или выпуклой кривой, то опыт считается правильным, а, если они лежат на вогнутой кривой – дефектным.

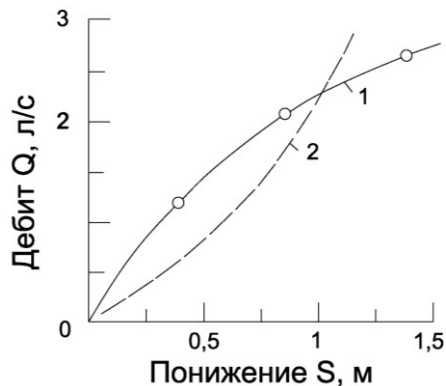


Рис. 8.1.2. График зависимости дебита от понижения при откачке:  
1 – кривая при нормальном ходе опыта;  
2 – кривая при дефектном опыте

После откачки во всех скважинах проводят наблюдения за восстановлением уровня воды. Первоначально уровень восстанавливается быстро, но в дальнейшем подъем его постепенно прекращается. В соответствии с этим интервалы замеров изменяются от 1–3 мин в начале до 30–60 мин в конце наблюдений. Частоту замеров назначают с таким расчетом, чтобы подъем уровня между последовательными замерами не превышал 5 см. Наблюдения прекращают, когда уровень за 1 ч изменяется на 1 см.

Расчетные схемы и формулы для вычисления коэффициентов фильтрации по данным откачек приведены в методических указаниях и нормативной литературе. Прежде чем делать кустовую откачку, необходимо разработать схему расположения скважин, подобрать расчетные формулы.

## Глава 2. Опытные нагнетания в скважины

Опытные нагнетания проводят для определения относительной водопроницаемости массивов скальных пород. Их широко применяют при изысканиях для гидротехнического строительства, что объясняется сравнительной простотой опыта, наличием необходимого стандартного оборудования, а также возможностью охарактеризовать фильтрационные свойства не только водоносных, но и необводненных пород. Результаты опытных нагнетаний – удельное водопоглощение ( $g$ ) и приведенный расход ( $Q$ ) – не являются расчетными показателями водопроницаемости пород. Удельное водопоглощение показывает, какое количество воды (в литрах) поглощается за 1 мин 1 м опробуемого интервала скважины при напоре 1 м. Его определяют при напоре 10 м. Приведенный расход определяют при тех же условиях, но при напоре 100 м.

Оба показателя при составлении фильтрационных разрезов и инженерно-геологическом районировании скального массива используют для обоснования экстраполяции и интерполяции значений коэффициента фильтрации. Полученные данные опытных нагнетаний можно оценить с помощью переходного коэффициента, который определяют для исследуемых пород путем проведения откачек и нагнетаний в одни и те же интервалы скважины.

По этим данным строят в логарифмическом масштабе график связи (рис. 8.2.1) удельного водопоглощения, который зависит не только от активной пустотности изучаемой горной породы, но и от длины интервала скважины, в которую нагнетали воду, действующего во время опыта напора, а также ряда других факторов. Для уменьшения их влияния на результаты и получения сравниваемых результатов опыта надо проводить при соблюдении определенных условий.



Рис. 8.2.1. График удельного водопоглощения  $q$  и коэффициента фильтрации  $R$ : 1 – диабазы; 2 – кристаллические сланцы; 3 – песчаники

Удельное водопоглощение рассчитывают по формуле

$$q = Q/(l \cdot h),$$

где  $Q$  – расход нагнетаемой воды, л/мин;  $l$  – длина интервала, м;  $h$  – действующий напор в интервале, м.

По данным нагнетаний с высоким напором вычисляют приведенный расход ( $Qn$ ) по формуле  $Qn = Q100/(l \cdot h)$ .

Если опыт проводят при напоре  $h < 100$  м, то расход  $Q100$  при напоре 100 м определяют прямолинейной экстраполяцией до  $h = 100$  м по графику  $Q = f(h)$  или по формуле  $Q100 = (Q/h) \cdot 100$ .

### Глава 3. Опытные наливывы в шурфы

Водопроницаемость рыхлых и связных горных пород, залегающих выше уровня грунтовых вод (в зоне аэрации), изучают преимущественно опытными наливками воды в шурфы. Породы зоны аэрации представляют собой трехфазную систему: скелет грунта – связанная вода – воздух, заполняющий поры и трещины. Поверхностные воды, поступающие из шурфа в породу, вытесняют воздух и двигаются по породам и трещинам под действием гравитационных и капиллярных сил, возникающих на границе раздела вода – воздух. Капиллярное давление действует как некоторый дополнительный напор, который необходимо учитывать при определении напорного градиента потока, инфильтрующегося из шурфа.

Лабораторные опыты показали, что капиллярное давление ( $H_k$ ) при инфильтрации составляет в среднем 50% от давления, оказываемого столбом воды при максимальной высоте капиллярного поднятия. Вода, поступающая из шурфа в породу, благодаря действию капиллярных сил движется не только вниз, но и вверх, и в стороны. Вблизи шурфа образуется увлажненная зона, которая с течением времени увеличивается в размере и изменяет форму. Интенсивность растекания зависит от структуры породы и ее водопроницаемости. Наиболее слабо растекание проявляется в хорошо проницаемых крупнозернистых породах (галечники, щебень, крупнозернистые пески), наиболее интенсивно – в тонкопористых (глина и суглинки). Растекание – один из основных факторов, осложняющих определение коэффициента фильтрации неводоносных пород опытными наливками. Влияние его на результаты опыта стремятся ограничить специальной схемой опытной установки или учитывают в расчетных формулах.

Поверхностная вода, инфильтруясь из шурфа, не полностью вытесняет воздух, заполняющий поры и трещины породы. Оставшиеся пузырьки его уменьшают живое сечение инфильтрационного потока и, следовательно, скорость его движения. Рассматриваемые ниже методы определения коэффициента фильтрации опытными наливками в шурфы не учитывают влияние заземленного воздуха.



Водопроницаемость некоторых структурных пород (лессы, суглинки, глины) в процессе опыта изменяется вследствие нарушения структурной прочности породы при смачивании или в результате физико-химических процессов, развивающихся в неводонасыщенной породе при поступлении в нее воды. В таком случае расход инфильтрующегося из шурфа воды изменяется закономерно и продолжительность периода до стабилизации расхода значительно больше, чем в породе, структура которой при замачивании не изменяется.

На скорость инфильтрации большое влияние оказывает состояние поверхности породы, в которую проникает вода. Загрязнение пор и заиливание поверхности резко уменьшают скорость инфильтрации. Чтобы избежать заиливания дна, для наливов следует использовать только чистую воду, не содержащую взвешенных частиц. При наливах в шурфы необходимо следить за тем, чтобы не была нарушена структура поверхностного слоя породы в дне шурфа как при подготовке к опыту, так и в процессе его проведения. При медленном заполнении зумпфа водой воздух вытесняется из пор и трещин, не разрушая структуры породы.

Температура воды влияет на ее вязкость и, следовательно, на результаты налива. Кроме того, холодная поверхностная вода, согреваясь в более теплой породе, выделяет растворенный воздух, что повышает содержание заземленного воздуха в зоне просачивания и уменьшает водопроницаемость породы.

Все используемые в настоящее время методы определения коэффициента фильтрации опытными наливками в шурфы разработаны для случая, когда инфильтрация происходит в однородном пласте горной породы и глубина залегания уровня грунтовых вод от дна шурфа превышает сумму глубины просачивания во время опыта и высоты капиллярного поднятия. Поскольку инфильтрационные опыты обычно длятся несколько дней, можно считать, что при глубине от дна опытного зумпфа до уровня грунтовых вод порядка 5 м уже исключается влияние грунтовых вод на скорость инфильтрации.

Опыт документируют в журнале опытного налива в шурф, в котором имеются следующие разделы: технические данные; схема проведения опыта; наблюдения за наливом; графики изме-

нения расхода и общего объема воды во времени; таблица результатов налива в шурф; вычисление коэффициента фильтрации; дневник работ; замечания руководителя работ.

Результаты опыта обрабатывают на сводном листе налива в шурф, на котором помещают: 1) схему участка; 2) геологический разрез участка; 3) графики изменения влажности грунта с глубиной; 4) таблицу технических данных; 5) графики изменения расхода и общего объема воды во времени; 6) расчетные таблицы.

*Метод Болдырева.* Метод разработан на основе двух предположений: 1) горизонтальное сечение потока, инфильтрующегося из шурфа, не изменяется с глубиной и равно горизонтальному сечению шурфа, т.е. растекания нет; 2) при небольшой глубине просачивания, соответствующей стабилизации расхода воды из шурфа, и малой толщине слоя воды в шурфе напорный градиент потока, инфильтрующегося из шурфа, близок к единице, и скорость инфильтрации может быть численно приравнена к коэффициенту фильтрации ( $K_{\phi}$ ). Схема проведения опыта приведена на рис. 8.3.1.

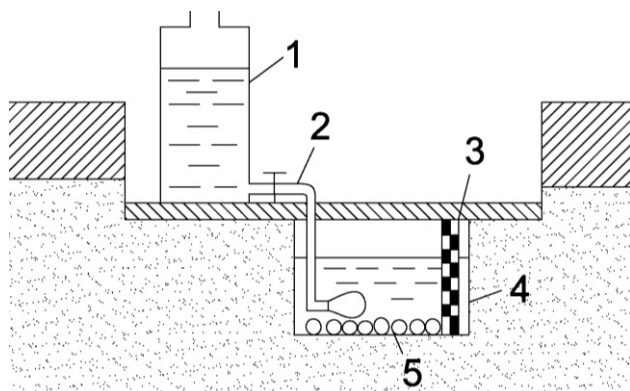


Рис. 8.3.1. Установка для опыта методу Болдырева:  
1 – бак с водой; 2 – трубка; 3 – водомерная рейка;  
4 – металлическая рейка; 5 – слой гравия на дне зумпфа

Поскольку метод не учитывает растекание потока и влияние капиллярных сил, его можно применять только в сильно водопроницаемых изотропных породах – крупнозернистых песках, гравийно-галечниковых отложениях, породах зоны выветривания скальных массивов, характеризующихся относительно равномерной беспорядочной трещиноватостью.

Коэффициент фильтрации  $K$  вычисляют по формуле

$$K = Q/F,$$

где  $Q$  – установившийся расход, м<sup>3</sup>/сут;  $F$  – фильтрующая площадь, м<sup>2</sup>; для зумпфа с закрепленными водонепроницаемыми стенками  $F = 3,14d^2/4$ ; для зумпфа с фильтрующими стенками  $F = 3,14d^2/4 + 3,14dH_0$ , где  $d$  – диаметр зумпфа, м;  $H_0$  – высота столба воды в зумпфе, м (обычно  $H_0 = 0,1$  м).

*Метод Нестерова.* Метод основан на предположении, что при инфильтрации воды из двух цилиндров, расположенных концентрически и заполненных водой на одинаковую высоту, на растекание расходуется вода из внешнего цилиндра, а поток воды из внутреннего цилиндра направлен прямо вниз. Считается, что, поскольку растекания этого потока не происходит, он имеет постоянное сечение, равное сечению цилиндра, а линии токов взаимно параллельны и вертикальны. В этих условиях при установившемся расходе воды из внутреннего цилиндра и малой высоте столба воды в нем можно приравнять градиент инфильтрационного потока из внутреннего цилиндра к единице, а скорость инфильтрации – к коэффициенту фильтрации.

Чтобы данное предположение было допустимо, соотношение диаметров внешнего и внутреннего цилиндров должно быть не меньше, чем 2. Обычно изготавливают металлические цилиндры диаметром 0,5 и 0,25 м, высотой 0,2–0,25 м и жестко скрепляют их, поместив точно концентрически один в другом. Рассматриваемый метод применим для наливов в мелкозернистые и глинистые породы. Схема проведения опыта приведена на рис. 8.3.2.

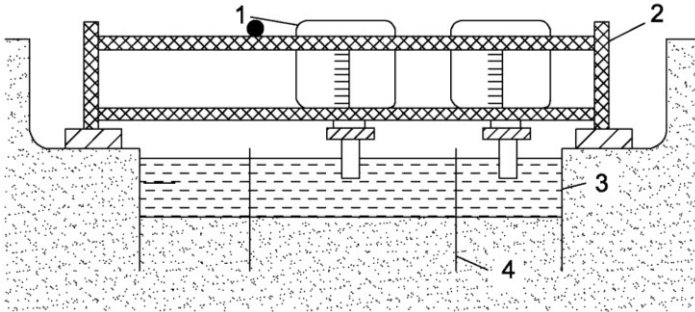


Рис. 8.3.2. Установка для опыта по методу Нестерова:  
 1 – сосуд Мариотта; 2 – штатив; 3 – наружное кольцо;  
 4 – внутреннее кольцо

В настоящее время для наливов применяется инфильтрометры, состоящие из двух колец и поплавкового измерителя. Вода заливается одновременно в кольца, замеры уровней происходят во внутреннем кольце, при осушении колец заливается новая порция воды, опыт продолжается до стабилизации расхода.

Коэффициент фильтрации рассчитывают по формуле

$$k = Qh/E(H_o + H_k + h),$$

где  $Q$  – установившийся расход, м<sup>3</sup>/сут;  $h$  – глубина просачивания воды во время опыта, м;  $F$  – площадь горизонтального сечения внутреннего цилиндра, м<sup>2</sup>;  $H_o$  – высота воды в зумпфе, м;  $H_k$  – капиллярный подъем воды, м.

## Глава 4. Экспресс-откачки и наливыв

### *Экспресс-откачки воды из скважин*

Кратковременные откачки из скважин производятся для изучения фильтрационных характеристик грунтов с относительно небольшой проницаемостью ( $0,01 \leq K_f \leq 5$  м/сут). Рассчитываемое значение коэффициента фильтрации, как правило, зависит от характера кривой восстановления уровня воды в сква-

жине. Эту кривую строят в координатах ( $\lg S_0/S; t$ ), и коэффициент фильтрации определяется только по прямолинейной части графика, проходящего через максимальное количество экспериментальных точек.

Экспресс-откачки могут быть проведены как в незакрепленных скважинах, так и в оборудованных фильтром. При установке фильтра необходимо следить за тем, чтобы рабочая часть фильтра находилась в одной, испытываемой, литологической разности грунтов. Перед началом производства опыта исследуемая скважина должна быть прокачана до осветления воды и установления статического уровня грунтовых вод.

*Откачки из незакрепленных скважин* проводятся в случаях устойчивости стенок скважин (в тугопластичных глинах и суглинках, скальных грунтах и торфах). Для опыта скважина разбуривается ниже статического уровня воды не менее чем на 1 м. Из нее на максимально возможную глубину откачивается вода, за восстановлением уровня которой проводятся наблюдения через интервалы времени, в которые уровень воды поднимался бы не более чем на 5 см.

Коэффициент фильтрации обводненных однородных грунтов в совершенной и несовершенной скважинах рассчитывается по формуле

$$K_{\phi} = \frac{\alpha (h_0 - r_0)}{h_0^2 * \Delta t} * r_0^2 * \lg \frac{S_0}{s},$$

где  $\alpha$  – находится по графику (рис. 8.4.1);  $h_0$  – глубина от статического уровня до дна скважины ( $h_0 = h \div s$ ), м;  $\Delta t$  – расчетный момент времени (сут), определяемый по графику [ $\lg \frac{S_0}{s} = f(t)$ ] (при расчете в полевых условиях  $\Delta t$  – момент времени, за который уровень воды поднимается от  $0,2S_0$  до  $0,8 S_0$ );  $s_0$  – максимальное понижение уровня воды от статического, м;  $s$  – понижение уровня от статического на момент времени  $\Delta t$ , м.

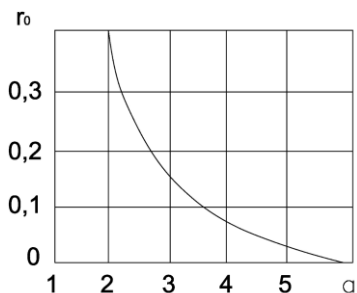


Рис. 8.4.1. График для определения  $a$

*Откачки из скважин, оборудованных фильтром, проводятся в неустойчивых грунтах – мягкопластичных, текучепластичных, текучих супесях, водонасыщенных песка, гравийных грунтах с текучепластичным и текучим заполнителем.*

Скважина до требуемой глубины проходится с обсадкой. Затем в скважину опускается фильтровая колонна (диаметр фильтра меньше диаметра обсадных труб на 2 порядка) и производится обсыпка фильтра.

Верх обсыпки фильтра должен превышать верхние отверстия фильтра не менее чем 0,5 м (обсадные трубы извлекаются до глубины верхних отверстий фильтра).

При производстве откачек из глин, суглинков и супесей для обсадки используется крупный песок. При производстве откачек из крупнообломочных грунтов выбор материала обсыпки зависит от вида заполнителя.

При производстве откачек из песков, гравийных, галечниковых, щебенистых грунтов с песчаным заполнителем и скальных грунтов, которые не дают тонкодисперсного материала, обсыпка фильтра не производится. Порядок проведения опыта аналогичен описанному выше.

В случае двухслойной системы (рис. 8.4.2), при определении  $K_f$  нижнего водосодержащего слоя «Б» необходимо предусмотреть изоляцию верхнего водоносного слоя, что может быть достигнуто разбуриванием верхнего интервала скважины (слой «А») и обсадкой его трубами, диаметр которых на порядок больше диаметра скважины.

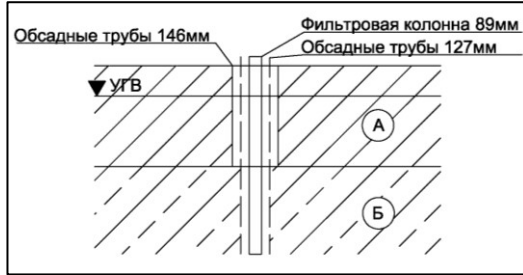


Рис. 8.4.2. Оборудование скважины при двухслойной системе

Расчет коэффициента фильтрации для пласта неограниченной мощности  $\frac{l_0}{H} \leq 0.1$ .

Для безнапорных вод применяется формула Победоносцева–Варигина, в случае, если фильтр не затоплен:

$$k_{\phi} = 2,65 \frac{r_0^2 l g \frac{1,47[l_0 - 0,5(S_0 + S)] l g \frac{S_0}{S}}{\xi r_0^0}}{[l_0 - 0,5(S_0 + S)] * t},$$

где  $l_0$  – длина незатопленной части фильтра;  $\xi$  – коэффициент, зависящий от положения фильтра в пласте ( $\xi = 2 \div 3$ ).

В случае затопления фильтром и в случае напорных вод применяется формула Победоносцева–Варигина

$$K = \frac{r_0^2 * l g \frac{1,47 l_0 * l g \frac{S_0}{S}}{\xi r_0^0}}{l_0 t},$$

где  $l_0$  – длина рабочей части фильтра.

Для сравнения и контроля коэффициент фильтрации в этих же условиях может быть рассчитан по формуле Бабушкина–Шестакова

$$K = \frac{\alpha_0}{t} l g \frac{S_0}{S},$$

где  $\alpha_0$  – зависит от положения фильтра в пласте, если фильтр расположен в средней части пласта и  $l_0 < \frac{m}{3}$ , то

$$\alpha_0 = \frac{2,65 r_0^2}{l_0} * l g \frac{0,74 l_0}{r_0}.$$

Если фильтр примыкает к подошве пласта, то

$$\alpha_0 = \frac{2,65r_0^2}{l_0} * lg \frac{1,74l_0}{r_0}.$$

Коэффициент фильтрации для пласта ограниченной мощности ( $l_0/m \geq 0,1$ ) рассчитывается по формуле Веригина:

– для напорных вод:  $K_\phi = \frac{1}{2} * \frac{r_0^2 (2,3lg \frac{r_1}{r_0} + 0,5\xi) * 2,3lg \frac{S_0}{S}}{mt}$

– для безнапорных вод

$$K_\phi = \frac{1}{2} * \frac{r_0^2 (2,3lg \frac{r_1}{r_0} + 0,5\xi) * 2,3lg \frac{S_0(H-0,5S_0)}{S(H-0,5S)}}{Ht},$$

где  $r_1'$  – для кратковременных откачек – 10;  $m$  – мощность водоносного пласта напорных вод, м;  $H$  – то же, для безнапорных вод;  $\xi$  – величина фильтрационного сопротивления с учетом несовершенства скважины (рис. 8.4.3).

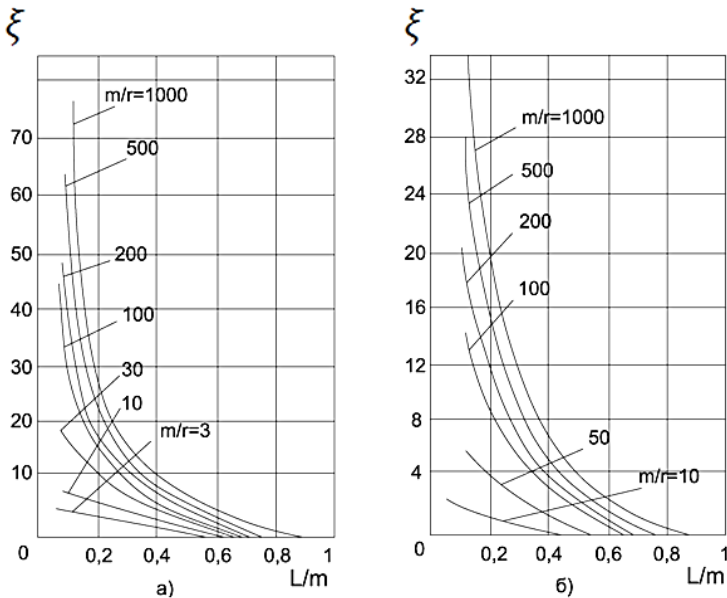


Рис. 8.4.3. Величина фильтрационного сопротивления с учетом несовершенства скважины



### *Экспресс-наливы воды в скважины*

Опытные наливы в скважины производятся для определения коэффициентов фильтрации грунтов как в зоне аэрации, так и в зоне насыщения. Для получения коэффициентов фильтрации, близких к действительным, необходимо, чтобы поры в стенках опытной скважины и фильтра не кальматировались.

Скважины для опытных наливов проходятся диаметром не менее 127–146 мм, затем оборудуются фильтром соответственно 108 и 127 мм или обсадными трубами 146 мм (если налив осуществляется через дно скважины). Наливаемая вода в скважину должна быть чистой, а исследуемый горизонт – однороден.

#### *Наливы в зону аэрации на постоянном режиме*

Для расчета коэффициентов фильтрации грунтов зоны аэрации при глубоком залегании грунтовых вод скважина проходится 146 мм оборудуется фильтром 127 мм, в скважину наливается вода так, чтобы уровень ее не превышал верхних отверстий фильтра. В дальнейшем уровень воды в скважине поддерживается с помощью ПВН с удлиненными трубками.

В зависимости от величины расхода через определенные интервалы времени (10–30 мин) снимают отчет по шкале ПВН.

После достижения стабилизации расхода (6–8 одинаковых замеров) опыт считается законченным. Расчет производится по формуле В.М. Насберга

$$k = 0,423 \frac{Q}{l_0^2} l_0 \frac{2l_0}{r_0},$$

где  $Q$  – поглощаемый расход, м<sup>3</sup>/сут;  $l_0$  – высота столба воды в фильтре, м;  $r_0$  – радиус скважины, м. Формула справедлива при условии, что  $12,5 < \frac{l_0}{r_0} < 50$

Опыт можно проводить в скважинах, не оборудованных фильтром (в случае, если грунт в используемом интервале при замачивании не оплывает). За расчетный принимается интервал от забоя скважины до уровня воды в ней. Длина интервала должна соответствовать условию  $12,5 < \frac{l_0}{r_0} < 50$ .

Если глубина залегания грунтовых вод известна, то рекомендуется пользоваться методикой Бюро мелиорации США. В этом случае скважину полностью проходят с обсадкой трубами 146 мм, на забое с помощью грунтоноса делают зумф диаметром 127 мм, глубиной 20–25 см, в скважину до верха обсадных труб заливается вода и ставится ПВН, с помощью которого уровень поддерживается постоянным.

Расчет производится по формулам

$$K = \frac{Q}{C_1 r h} \quad (1);$$

$$K = \frac{2Q}{(C_2 + 4)r(T + h - l)} \quad (2),$$

где  $h$  – напор воды в трубе, м;  $Q$  – поглощаемый расход м<sup>3</sup>/сут;  $r$  – радиус скважины, м;  $T$  – расстояние от УГВ до постоянного уровня воды в скважине.

Область применения той или иной формулы и коэффициенты  $C_1$  и  $C_2$  определяются по графикам рис. 8.4.4.

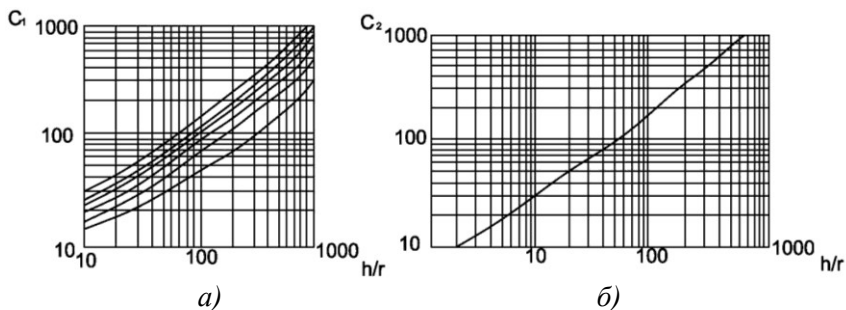


Рис. 8.4.4. Определение коэффициентов  $C_1$  и  $C_2$

В соответствии с графиком формула 1 применяется при  $h/t < 0,3$ , а формула 2 – при  $h/T > 0,3$ . Эти формулы справедливы при условии, что  $T \geq 3l$ .

#### *Наливы в зоне насыщения*

Проводятся в случае слабой водоотдачи грунтов. Скважина оборудуется фильтром, как было описано выше, или обсадными трубами (зумф не делается). В скважину мгновенно заливается вода

и производятся наблюдения за падением уровня (замеры хлопущей через промежутки времени).

Если скважина оборудована фильтром, расчеты производятся по формуле:

$$K = 7,2 \frac{r_0^2}{l_0 t} \lg \frac{H_0}{H},$$
$$l_0 = \frac{2\pi l}{\ln \frac{0,74l}{r_0}};$$

где  $r$  – радиус трубы (фильтра), м;  $t$  – продолжительность опыта, сут;  $H_0$  – расстояние от статического уровня грунтовых вод до уровня воды в трубе, м;  $H$  – избыточный напор в скважине на момент времени  $t$ , м;  $l$  – длина фильтра, м.

При фильтрации через дно:

$$K = 7,2 \frac{r^2}{5d_K t} \lg \frac{H_0}{H},$$

где  $d_K$  – диаметр работающего дна.

Следует иметь в виду, что этот метод пригоден в сравнительно слабопроницаемых грунтах ( $K < 1$  м/сут).

Список литературы к разделу VIII: 4, 5, 6, 7, 17, 18, 19, 20, 21, 23, 25, 26, 27, 29, 32, 33, 35, 43, 44, 47, 50, 53, 56, 60, 61, 63, 65, 67, 72 (указаны номера общего списка литературы, помещенного в конце учебного пособия).

#### *Контрольные вопросы*

1. Назовите типы опытных откачек воды из скважин?
2. Перечислите основные требования при определении местоположения скважины для откачки?
3. Дать схему расположения фильтра в водоносном горизонте.
4. Для каких целей проводятся опытные нагнетания воды в скважины, какие характеристики определяются?
5. Для каких грунтов проводятся наливов воды в шурфы по методу Нестерова и Болдырева?
6. Для каких целей и как выполняются экспресс-откачки?
7. Как проводятся экспресс-наливов воды в скважины?

## Раздел IX. Организация режимных, балансовых наблюдений и мониторинговых исследований

### Глава 1. Цели и задачи изучения режима и баланса

*Под режимом подземных вод* понимают изменения в пространстве и во времени ресурсов, свойств и состава их (включая уровни, расходы, скорости, температуру, химический, газовый и бактериологический составы), отражающие процесс формирования подземных вод. Цель наблюдений за режимом – установление объективных законов явлений, имеющих место при формировании подземных вод, их объяснение и использование для обоснования различного рода гидрогеологических прогнозов.

Режим подземных вод в зависимости от характера определяющих его явлений и факторов может быть естественным (формируется под действием комплекса естественных факторов – геологических, климатических, гидрогеологических, биолого-почвенных, космогенных и др.), нарушенным (создается главным образом под влиянием инженерно-хозяйственной деятельности человека) и смешанным, формирующимся под влиянием комплексного воздействия природных и искусственных факторов.

Изучение режима подземных вод позволяет определять:

- необходимые для прогнозов естественного или нарушенного режимов связи и зависимости элементов режима от природных и искусственных факторов (или их совокупности);
- отдельные элементы водного баланса, используемые при обосновании водохозяйственных мероприятий и воднобалансовых расчетов;
- характер и степень влияния инженерной деятельности человека на подземные воды и связанные с изменением их режима явления и процессы (для обоснования наиболее рациональных путей управления режимом подземных вод, их народнохозяйственного использования и охраны).

*Под балансом подземных вод* понимается соотношение между их поступлением (приходная часть) и расходом (расходная часть) в количественном выражении (мм или м<sup>3</sup>/га) на той или иной площади за определенный период.

Режим и баланс подземных вод тесно взаимосвязаны. Водный баланс, обусловленный влиянием естественных (осадки, испарение, транспирация, конденсация, подземный и поверхностный сток) и искусственных (орошение, потери воды из каналов и систем водоснабжения, подпор, дренаж, агромелиоративные мероприятия и др.) факторов, предопределяет направленность и характер режима подземных вод. Поэтому изучение элементов водного баланса и выявление основных ведущих его показателей создает основу для научного познания и управления режимом подземных вод. В свою очередь, анализ режима подземных вод позволяет проводить количественное определение отдельных элементов водного баланса (инфильтрации, испарения, подземного стока) и дает возможность выполнять более обоснованно водно-балансовые расчеты.

Задачи изучения режима и баланса подземных вод чрезвычайно многообразны. Так, изучение естественного режима подземных вод осуществляется в целях обеспечения решения следующих задач: 1) выявление условий формирования подземных вод (оценка питания, разгрузки и роли отдельных режимообразующих факторов и процессов, определение элементов водного баланса); 2) изучение закономерностей изменения во времени естественного питания подземных вод; 3) установление закономерностей формирования водного, солевого и теплового балансов подземных вод и использование их для прогнозов режима подземных вод; 4) региональное изучение, естественного режима подземных вод как фона для анализа и прогноза нарушенного режима подземных вод на локальных участках; 5) оценка фильтрационных свойств и граничных условий водоносных горизонтов и комплексов.

Прогнозы естественного режима используются при планировании и осуществлении различных видов строительства (гражданского, промышленного, транспортного, гидроэнергетического, мелиоративного и др.), водоснабжения, сельскохозяйственного производства и решении других народнохозяйственных задач.

Изучение смешанного и нарушенного режимов подземных вод, их прогнозы и анализ проводятся при решении следующих практических задач: 1) при разведке месторождений подземных

вод, оценке их запасов, составлении прогнозов их режима при эксплуатации и обосновании мероприятий по рациональному использованию и охране подземных вод от истощения и загрязнения; 2) при разведке и разработке месторождений твердых полезных ископаемых, нефти и газа (прогнозы водопритоков, влияния водоотлива и устойчивости выработок, обоснование наиболее рациональных путей и методов эксплуатации месторождений и др.); 3) при обосновании оросительных, обводнительных и осушительных мелиорации и методов управления режимом подземных вод в районах их проведения; 4) при изысканиях, проектировании, строительстве и эксплуатации различных инженерных сооружений и прогнозах возможных изменений гидрогеологических, гидрогеохимических, мерзлотных, мелиоративных, инженерно-геологических и других условий в связи с водоснабжением, орошением, осушением, гидротехническим, промышленным и гражданским строительством и другими видами инженерной деятельности человека и др.

Изучение режима подземных вод осуществляется путем стационарных гидрогеологических наблюдений за изменением основных элементов режима (уровней, расходов, температуры, химического и бактериологического составов) по специально оборудуемой сети наблюдательных пунктов (скважин, источников, шурфов, колодцев). Наиболее предпочтительны для наблюдений за режимом подземных вод скважины и источники. В районах нарушенного режима для наблюдений используются водозаборные и дренажные сооружения, горные выработки и т. п. При неглубоком залегании подземных вод (до 10 м) применяются забивные фильтры (только для наблюдений за их уровнем).

В связи с большим значением региональных и локальных исследований режима подземных вод в нашей стране действует Государственная опорная сеть гидрогеологических наблюдательных пунктов, включающая около 100 режимных станций и свыше 25 тыс. наблюдательных пунктов. Кроме того, стационарные наблюдения осуществляются многими ведомствами и организациями на массивах орошения и осушения, в районах интенсивной эксплуатации месторождений минеральных вод, нефти и газа, твердых полезных ископаемых, на действующих водозаборах и др.

## **Глава 2. Организация изучения естественного режима подземных вод**

Наблюдательная сеть размещается в пределах каждого из гидрогеологических районов (основная единица районирования) в виде створов, ориентированных от водоразделов к дренам таким образом, чтобы наблюдениями были охвачены все характерные для данного района комплексы водовмещающих пород и геоморфологические элементы (рис. 9.2.1). Створ скважин следует располагать в направлении максимального изменения гидрогеологических показателей. В сложных по геоморфологическим и литологическим условиям районах наблюдательная сеть сгущается (скважины располагаются на типовых участках, нередко вне створов)

При однородном строении водоразделов или террас в бассейнах крупных рек рекомендуется расположить кусты скважин (поперечник из 3 скважин или конверт из 5 скважин) в пределах водораздела, на склоне от водораздела к террасе, на террасах и три скважины в зоне гидрогеологического воздействия основной дрены. При дренировании речной долиной напорных вод следует дополнительно заложить скважины на напорный водоносный горизонт, как на водоразделе, так и в долине. В бассейнах малых рек кусты скважин на склонах и террасах можно не закладывать.

В районах, где грунтовые воды подпитываются напорными водами, целесообразно оборудовать пьезометры, опущенные на различную глубину. В засушливых районах при наличии гидрохимической зональности грунтовых вод по вертикали также необходимо закладывать кусты скважин на различную глубину. Глубины установки фильтров выбираются с учетом особенностей состава водосодержащих пород, литологии и изменения минерализации грунтовых вод с глубиной, выясняемых в процессе предварительных разведочных работ.

Размещение наблюдательной сети для изучения естественного режима напорных вод также осуществляется на основе районирования территории, проводимого с учетом влияния основных режимообразующих факторов (геологического, тектонического и орографического строения, степени дренированности и

глубины залегания подземных вод, условий их питания и разгрузки, литологии водоносных пород, взаимосвязи подземных и поверхностных вод и т. д.). Основной единицей такого районирования должен быть бассейн подземных вод, выделяемый по геоструктурным условиям. В пределах каждого из бассейнов схемы расположения точек наблюдательной сети для изучения режима и баланса грунтовых и напорных вод должны быть взаимоувязаны. Изучению подвергаются лишь основные по значимости водоносные комплексы и горизонты. Особенности артезианских бассейнов платформенного типа и артезианских бассейнов горноскладчатых областей предопределяют некоторую специфику размещения наблюдательных сетей при изучении режима подземных вод.

В артезианских бассейнах платформенного типа наблюдательная сеть размещается по створам, заданным от областей питания изучаемых водоносных горизонтов к областям их разгрузки. Для малых артезианских бассейнов с однородным строением горизонтов необходимо закладывать не менее трех скважин на каждый горизонт (по одной скважине в областях питания, напора и разгрузки). При наличии нескольких областей питания и разгрузки, фациальной изменчивости горизонтов, а также в крупных артезианских бассейнах количество скважин в створах увеличивается. При изучении в пределах бассейна нескольких водоносных горизонтов или их взаимосвязи скважины располагаются «кустами» с ярусно расположенными фильтрами в пределах изучаемых горизонтов (рис. 9.2.1).

В районах переуглубленных речных долин необходимо закладывать скважины на аллювий современной и переуглубленной долин, в пределах высоких террас и водоразделов, а также на расположенный ниже горизонт минерализованных вод (рис. 9.2.2). В пределах переуглубленных долин горных областей помимо поперечных створов следует предусматривать и продольные створы (для выявления картины снижения напоров вдоль долины) (рис. 9.2.3).



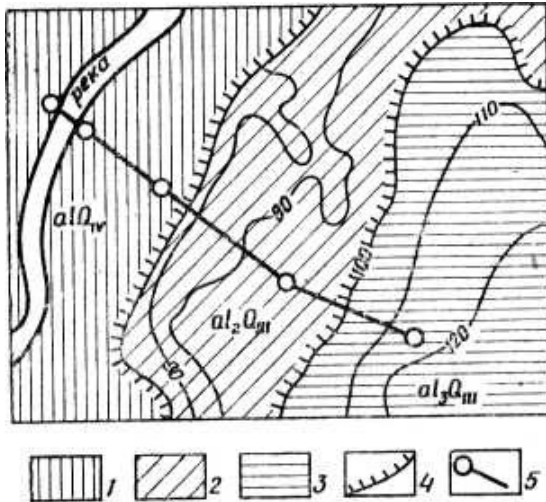


Рис. 9.2.1. Схема расположения наблюдательных скважин в гидрогеологическом районе: 1 – участок с приречным типом режима подземных вод; 2 – участок со склоновым типом режима подземных вод; 3 – участок с междуречным типом режима подземных вод; 4 – границы террас; 5 – створ наблюдательных скважин

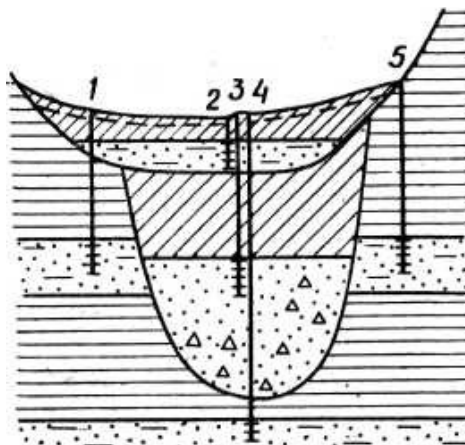


Рис. 9.2.2. Размещение наблюдательных скважин в переуглубленной долине

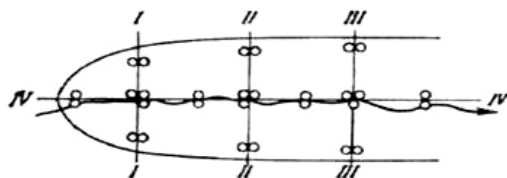


Рис. 9.2.3. Схема размещения кустов и поперечников наблюдательных скважин в межгорном артезианском бассейне: I–IV номера створов

Для изучения естественного режима межгорных артезианских бассейнов наблюдательную сеть целесообразно размещать двумя-тремя створами поперек межгорных долин или впадин в зависимости от их протяженности, дополняя эти створы единичными скважинами между ними и образуя, таким образом, один продольный створ с поперечниками (рис. 9.2.3). Поперечные створы следует размещать в верхней, средней и нижней частях долины, охватывая области питания, распространения и разгрузки напорных вод. Скважины обычно располагают кустами, чтобы охватить наблюдениями основные горизонты. В мелких межгорных бассейнах продольный створ можно не закладывать.

Наблюдения за режимом подземных вод должны быть комплексными, т. е. включать изучение изменений их уровня, температуры и химического состава, а в засушливых районах – и солевого состава почв и пород зоны аэрации. Частота наблюдений зависит от целевого назначения выполняемых исследований, характера и степени влияния естественных и искусственных факторов, особенностей режима, длительности цикла наблюдений и других факторов. В среднем наблюдения за естественным режимом подземных вод проводятся 10 раз в месяц. В периоды интенсивного воздействия режимобразующих факторов (паводки, осадки и др.) частота наблюдений за режимом подземных вод (особенно грунтовых) увеличивается в 2–3 раза. Наблюдения за изменением химического и бактериологического состава подземных вод и их температуры выполняются реже, чем наблюдения

за их уровнем (от 2–3 раз в месяц до 4–6 раз в год). Частота измерений элементов режима напорных вод обычно в 2–3 раза меньше, чем грунтовых.

Для первого периода исследований естественного режима подземных вод продолжительностью 2–3 года может быть рекомендована более широкая сеть наблюдательных точек, а затем на основе тщательного анализа полученных данных по режиму эта сеть может быть несколько сокращена. В пределах каждого гидрогеологического района (участка) сохраняются те пункты, по которым полученные параметры режима близки к средним для данного района, установленным по широкой сети точек. Следует отметить, что изучение региональных закономерностей режима грунтовых вод проводится также и в районах, где природный режим на больших площадях нарушен искусственными факторами, а влияние последних приобретает региональный характер.

Детально принципы размещения наблюдательной сети и методика изучения естественного и нарушенного режимов подземных вод изложены в специальных методических руководствах.

### **Глава 3. Особенности изучения нарушенного режима подземных вод**

Изучение нарушенного режима подземных вод необходимо при решении многих практических задач, связанных с использованием подземных вод или их регулированием. При организации такого изучения особое значение приобретают наблюдения за влиянием искусственных факторов, а выявленные количественные связи между отдельными элементами режима подземных вод (уровнем, температурой, химическим или бактериологическим составом) и искусственными факторами являются основой для выполнения прогнозов и обоснования мероприятий по рациональному использованию и регулированию подземных вод.

Принципы размещения наблюдательной сети и методика проведения наблюдений за нарушенным режимом устанавливаются с учетом природных особенностей района, его изученности,

возможной степени влияния различных режимобразующих факторов, целевого назначения и задач планируемых исследований. Размещение наблюдательной сети и выполняемые наблюдения должны обеспечивать изучение особенностей нарушенного режима подземных вод, количественную оценку влияния искусственных факторов (водоотбора, дренажа, орошения и др.) на отдельные элементы их режима (уровень, температуру, качество), уточнение природных условий изучаемых объектов, их расчетных параметров и схем, выполнение инженерных прогнозов и др.

В каждом конкретном случае схема размещения наблюдательных скважин устанавливается с учетом распространения изучаемых водоносных горизонтов, их гидравлической взаимосвязи, граничных условий, гидрогеохимической обстановки, литологии водоносных пород, особенностей влияния инженерных сооружений и характера поставленных перед наблюдателями задач. Она должна обеспечивать также изучение и естественного режима подземных вод как фона, на котором формируется нарушенный их режим.

Частота наблюдений за элементами режима подземных вод должна обеспечивать выявление основных закономерностей их изменения с учетом характера поставленных задач и предполагаемых методов их решения. Так, если данные наблюдений за режимом подземных вод предполагается использовать для определения гидрогеологических параметров, целесообразно иметь непрерывную запись изменения уровня и расхода (применение самописцев, расходомеров и т. п.). Для выявления общих закономерностей режима подземных вод наблюдения достаточно проводить 5–10 раз в месяц и реже. На участках гидравлической взаимосвязи подземных вод с поверхностными в периоды паводков и интенсивного выпадения атмосферных осадков уровень следует замерять ежедневно (в одно и то же время суток с точностью замера  $\pm 1$  см).

Наблюдения за изменением температуры воды необходимо осуществлять по выборочной сети режимных скважин через определенные интервалы глубин. Частота измерений определяется целевым назначением наблюдений. При общих исследова-

ниях режима температура измеряется 1–3 раза в месяц (в неглубоких скважинах до 10 раз в месяц), при специальных термометрических исследованиях шаг и частота замеров детализируются.

Состав и методика наблюдений за режимом химического состава подземных вод также зависят от целевого назначения. Основным типом химических анализов является сокращенный анализ. Полный химический анализ воды выполняется один раз в 1–2 года. При специальных исследованиях закономерностей изменения химического состава вод в разрезе вследствие подтягивания некондиционных вод целесообразно иметь несколько скважин с ярусно расположенными фильтрами. Состав анализов может быть ограничен определением компонентой или показателей, изменение которых ожидается при подтягивании некондиционных вод. Частота отбора проб для анализов зависит от цели исследований, но всегда увеличивается при активизации действия факторов, изменяющих состав вод (паводки, поливные периоды, интенсификация водоотбора и др.). При изучении взаимосвязи подземных вод с поверхностными проводят синхронные отборы проб.

**Стационарные наблюдения в процессе эксплуатации водозаборов** Должны обеспечить решение задач по уточнению расчетной схемы и гидрогеологических параметров, корректировку ранее выполненных прогнозов по условиям эксплуатации водозабора и месторождения в целом, разработку мероприятий по оптимизации условий работы водозабора и охране подземных вод от загрязнений и истощения. В соответствии с этими задачами наблюдательные пункты на водозаборах должны размещаться с учетом типа месторождения подземных вод, его граничных условий, геолого-гидрогеологических особенностей и других факторов.

Обычно наблюдательные пункты располагают по двум взаимно пересекающимся створам, проходящим через центр водозабора. На каждом из створов задается не менее 3–5 скважин (двух-трех в пределах воронки депрессии, одной-двух – за ее пределами). Створы ориентируют нормально к границам водоносного пласта. На рис. 9.3.1 приведены схемы размещения наблюдательных пунктов на водозаборах, расположенных вдали от границ пласта и вблизи реки. Наблюдательный створ, ориентированный

к реке (не менее трех скважин, одна на урезе реки), должен обеспечить количественную оценку взаимосвязи подземных и поверхностных вод и особенностей их режима.

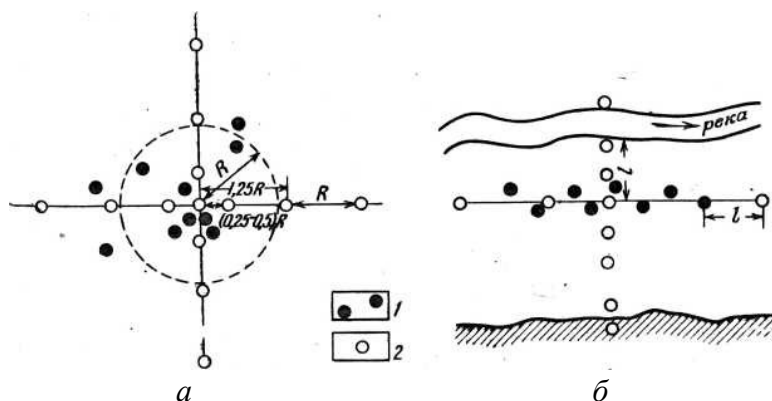


Рис. 9.3.1. Схемы размещения наблюдательной сети на действующих водозаборах: *а* – в удалении от границ, *б* – в долине реки:

1 – эксплуатационные скважины; 2 – наблюдательные скважины;

$R$  – радиус «большого» колодца

В районах осушения исследования режима проводятся для обоснования проектирования осушительных систем, оценки эффективности их действия во времени и по площади, осуществления контроля и регулирования водного режима почв, определения параметров осушаемых пород и осушительных систем, оценки влияния систем осушения на прилегающие территории и решения других задач. Так же, как и на массивах орошения, здесь важная роль отводится воднобалансовым исследованиям, во многом определяющим направленность мелиоративных мероприятий, большое значение придается региональным исследованиям режима.

В районах разработки месторождений полезных ископаемых основным режимообразующим фактором является рудничный водоотлив. Создаваемая для наблюдений за режимом сеть, должна обеспечить определение эффекта водоотлива, его изме-

нения во времени в зависимости от влияния естественных (атмосферные осадки, поверхностный сток) и искусственных (расширение и углубление фронта горных работ, система отработки) факторов; изучение изменения состава и качества рудничных вод; наблюдения за развитием депрессионной воронки и оценку влияния водоотлива на гидрогеологические и мелиоративные условия прилегающих территорий; уточнение схемы и параметров водоотлива и разработку мероприятий по рациональному использованию и охране водных, земельных и других природных ресурсов.

*Районы промышленного и гражданского строительства.* Изучение и прогноз режима грунтовых (а иногда и напорных) вод являются при проектировании инженерного строительства обязательными в силу определяющего их влияния на инженерно-геологические условия и экономическую эффективность строительства. Наблюдения за режимом подземных вод начинаются еще в процессе изысканий под строительство (естественный режим) и продолжаются в дальнейшем уже с учетом возможного проявления разнообразных искусственных факторов (утечек из различных трубопроводных систем, сброса сточных вод, нагрузки от зданий и сооружений, действия дренажей, регулирования поверхностного стока и т. д.). Задачи таких наблюдений чрезвычайно разнообразны, но, в общем они сводятся к выявлению особенностей естественного и нарушенного режимов, прогнозам и оценке влияния различных искусственных и естественных факторов на режим подземных вод освоенной территории и условия ее дальнейшего использования

#### **Глава 4. Организация мониторинга подземных вод на водозаборах**

*Мониторинг подземных вод* – система регулярных наблюдений за изменением состояния подземных вод под воздействием природных и техногенных факторов, непосредственно связанная организационно и методически с решением задач прогноза и управления ресурсами, режимом и качеством подземных вод.

*Целью мониторинга подземных вод на мелких водозаборах и одиночных эксплуатационных скважинах является получение данных, необходимых для управления эксплуатацией подземных вод, их охраны от загрязнения и истощения, предотвращения негативных последствий влияния водоотбора на окружающую среду, а также контроль за соблюдением требований условий лицензий.*

Мониторинг подземных вод представляет собой систему регулярных наблюдений за подземными водами, а также отдельными компонентами окружающей (в том числе геологической) среды в границах влияния эксплуатации водозаборных сооружений; регистрации наблюдаемых показателей и обработки полученной информации; оценки пространственно-временных изменений состояния подземных вод и связанных с ними компонентов окружающей природной среды на основе полученных в процессе наблюдений данных; прогнозирования изменения состояния подземных вод под влиянием водоотбора и других антропогенных и природных факторов, а также предупреждения о вероятных изменениях состояния подземных вод и необходимой коррекции режима эксплуатации.

Данные, получаемые при ведении мониторинга подземных вод, являются информационной основой решения следующих задач: оценки состояния эксплуатируемого объекта и соответствие этого состояния требованиям нормативов, стандартов и условий лицензий; разработки рекомендаций по рациональной эксплуатации подземных вод и предотвращению или ослаблению негативных последствий отбора подземных вод, а также техногенного воздействия на них; оценки эффективности мероприятий по рациональному использованию подземных вод и их охране от истощения и загрязнения.

В соответствии с законом Российской Федерации «О недрах» *на основании лицензии на право пользования недрами добыча подземных вод из недр может осуществляться. В лицензиях на право пользования недрами для добычи подземных вод устанавливаются в числе других требования к мониторингу подземных вод.*



Организация мониторинга подземных вод предусматривает выполнение следующих организационно-технических мероприятий:

1. Подготовку и оборудование скважин для производства наблюдений. На действующих и резервных скважинах должны быть нанесены краской номера. Самоизливающиеся скважины оборудуют под крановый режим эксплуатации и на них обязательно устанавливают манометры.

2. Оснащение наблюдателей техническими средствами измерения уровня и температуры подземных вод, дебита скважин: рулетками с электроуровнемерами, водомерами, термометрами, протарированными емкостями, секундомерами.

3. Подготовку бланков форм документов для регистрации результатов наблюдений за уровнем, температурой подземных вод, дебитом водозаборных сооружений, а также за отбором проб на химические и микробиологические анализы.

4. Для ведения мониторинга подземных вод назначается ответственное должностное лицо, в функции которого входит: производство наблюдений за состоянием подземных вод – уровня, температуры, дебита водозаборных сооружений, отбор проб воды; ведение и хранение документации по водозаборным сооружениям – паспорта скважин, журналы опробования скважин, результаты химических и микробиологических анализов подземных вод, копии лицензионных соглашений; ведение и хранение журналов наблюдений за состоянием подземных вод, водозаборных сооружений, зон санитарной охраны, материалов инспекционных проверок и др.; подготовка документации для передачи в территориальный орган управления фондом недр и отчетности государственного статистического наблюдения за извлечением подземных вод по форме 2тп-водхоз; участие совместно с представителями центров Госсанэпиднадзора в обследовании зон санитарной охраны водозабора.

Список литературы к главе IX: 6, 9, 24, 28, 47, 58, 59, 79, 80, 94, 106, 108, 109 (указаны номера общего списка литературы, помещенного в конце учебного пособия).

*Контрольные вопросы*

1. Дать определение баланса подземных вод, как связаны баланс и режим.
2. Дайте определение режима и мониторинга подземных вод, назовите их цели, задачи, отличия.
3. Перечислите особенности изучения естественного и нарушенного режимов.
4. Что включает в себя организация мониторинговых исследований подземных вод на водозаборах?

# Раздел X. Государственная геологическая экспертиза проектов геологического изучения недр, подсчета запасов и технических проектов водозаборов подземных вод

## Глава 1. Экспертиза проектов геологического изучения недр

Экспертиза проводится по всем видам проектов геологического изучения недр – геологическое изучение недр, поиск, оценка, разведка и эксплуатация месторождений подземных вод. После проведения геологоразведочных работ проводится экспертиза отчета с подсчетами запасов подземных вод, после утверждения запасов разрабатывается проект водозабора (рис. 10.1.1).



Рис. 10.1.1. Порядок проведения экспертиз

Полномочия по проведению экспертизы проектной документации на проведение работ по региональному геологическому изучению недр, геологическому изучению недр, включая поиски и оценку месторождений полезных ископаемых, разведке

месторождений полезных ископаемых в соответствии с Приказом Федерального агентства по недропользованию от 16.10.2012 г. № 1101 с 1 января 2013 г. были возложены на Федеральное бюджетное учреждение «Росгеолэкспертиза». Требования к составлению проектной документации установлены Правилами подготовки проектной документации на проведение геологического изучения недр и разведки месторождений полезных ископаемых по видам полезных ископаемых, утвержденными приказом Минприроды России от 14.06.2016г. № 352. Порядок проведения экспертизы проектной документации на проведение работ по региональному геологическому изучению недр, геологическому изучению недр, включая поиски и оценку месторождений полезных ископаемых, разведке месторождений полезных ископаемых, утвержден приказом Минприроды России от 23.09.2016 г. № 490. Общий срок проведения экспертизы проектной документации на геологическое изучение недр не должен превышать 60 рабочих дней с даты регистрации заявки в ФГКУ «Росгеолэкспертиза» или его территориальном отделении.

Типы проектной документации на проведение работ:

- по региональному геологическому изучению недр;
- по геологическому изучению недр, включая поиски и оценку месторождений твердых полезных ископаемых (включая общераспространенные полезные ископаемые), углеводородного сырья, подземных вод;
- по разведке (доразведке) месторождений твердых полезных ископаемых (включая общераспространенные полезные ископаемые), углеводородного сырья, подземных вод;
- по геологическому изучению и оценке пригодности участков недр для строительства и эксплуатации подземных сооружений, не связанных с добычей полезных ископаемых.

Исполнение государственной функции по организации экспертизы проектов геологического изучения недр осуществляется в соответствии с законом, приказом и постановлениями:

- законом Российской Федерации от 21 февраля 1992 г. № 2395-1 «О недрах»;
- постановлением Правительства Российской Федерации от 6 апреля 2004 г. № 171 «Вопросы Федерального агентства по недропользованию»;

– постановлением Правительства Российской Федерации от 17 июня 2004 г. № 293 «Об утверждении положения о Федеральном агентстве по недропользованию»;

– постановлением Правительства Российской Федерации от 19 января 2005 г. № 30 «О Типовом регламенте взаимодействия федеральных органов исполнительной власти»;

– постановлением Правительства Российской Федерации от 28 июля 2005 г. № 452 «О Типовом регламенте внутренней организации федеральных органов исполнительной власти»;

– приказом об утверждении «Административный регламент Федерального агентства по недропользованию по исполнению государственной функции по организации экспертизы проектов геологического изучения недр»

### *Основные термины и определения*

*Проект геологического изучения недр* – комплект документов, состоящий из методической и производственной частей, сметы, текстовых, табличных и графических приложений, обосновывающий оптимальный вариант выполнения технического (геологического) задания.

*Экспертиза проектов геологического изучения недр* – проверка соответствия проектов геологического изучения недр техническому (геологическому) заданию, требованиям действующих нормативно-правовых актов, методике и технологии проведения работ по геологическому изучению недр и воспроизводству минерально-сырьевой базы, инструкциям по проектированию, техническим, нормативным документам, государственным стандартам и иным регламентирующим проведение работ документам.

*Экспертная организация* – подведомственная Роснедрам организация, проводящая экспертизу проектов геологического изучения недр.

*Экспертное заключение* – документ, подготовленный по результатам экспертизы проекта геологического изучения недр, определяющий его соответствие техническому (геологическому) заданию, требованиям действующих нормативно-правовых актов, методике и технологии проведения работ, инструкциям по проектированию, техническим, нормативным документам и гос-

ударственным стандартам и содержащий, в случае необходимости, рекомендации по приведению проекта геологического изучения недр в соответствие с этими требованиями.

*Пользователь недр* – физическое или юридическое лицо, имеющее основания представлять на экспертизу проект геологического изучения недр.

Блок-схема алгоритма исполнения государственной функции по организации экспертизы геологического изучения недр представлен на рис. 10.1.2.

*Экспертиза проектов геологического изучения недр проводится при наличии следующих оснований:*

- заключение государственных контрактов на выполнение работ по геологическому изучению недр и воспроизводству минерально-сырьевой базы;

- выдача лицензии на право ведения работ по геологическому изучению недр и воспроизводству минерально-сырьевой базы;

- внесение изменений в условия, определенные государственным контрактом, связанные с изменениями, необходимость которых возникла в ходе выполнения работ по геологическому изучению недр и воспроизводству минерально-сырьевой базы;

- недостаточная обоснованность и (или) неоднозначность представленных данных в отчетных документах и данных результатов экономической оценки представляемых в пользование участках недр;

- противоречивость выводов.

*Организация экспертизы проектов геологического изучения недр включает в себя следующие административные действия:*

- прием, проверку комплектности и регистрацию проекта геологического изучения недр;

- оценку достаточности материалов обоснования проектных решений;

- проверку проекта геологического изучения недр;

- подготовку и выдачу экспертного заключения.

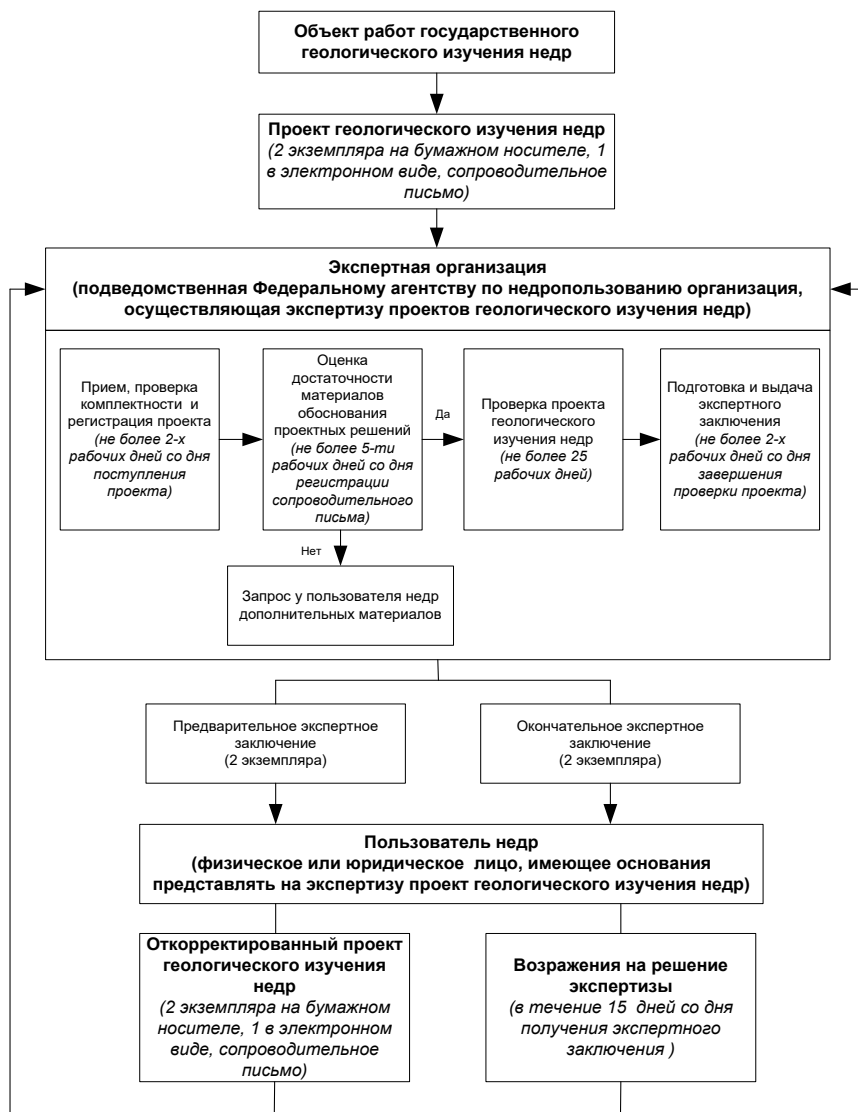


Рис. 10.1.2. Блок-схема алгоритма исполнения государственной функции по организации экспертизы геологического изучения недр

*Проверка проекта геологического изучения недр включает в себя анализ и оценку:*

- соответствия методической части проекта техническому (геологическому) заданию, требованиям действующих нормативно-правовых актов, методике и технологии проведения работ, инструкциям по проектированию, техническим, нормативным документам и государственным стандартам;

- обоснованности производственной части проекта;

- правильности и соответствия нормативным документам расчетов затрат времени, выработки, затрат труда и расходования материальных ценностей на виды работ, предусмотренные производственной частью проекта;

- соответствия сводного перечня проектируемых работ методической части проекта, номенклатуре и объему работ и затрат, указанных в сводной таблице общей сметной стоимости;

- применяемой методики расчета сметной стоимости работ;

- правильности сметных расчетов и их соответствия действующим нормативным, правовым и методическим документам;

- наличия и правильности оформления договоров с подрядными организациями, соответствия стоимости подрядных работ в договоре и сводной таблице общей сметной стоимости работ по объекту, правильности определения сметной стоимости подрядных работ;

- документов, обосновывающих компенсируемые затраты;

- правильности принятой методики и порядка расчета нормативов, индексов и коэффициентов, необходимых для определения сметной стоимости работ.

Результатом исполнения административного действия является завершение проверки проекта геологического изучения недр.



## **Глава 2. Геологическая экспертиза запасов подземных вод**

В соответствии со ст. 29 закона Российской Федерации от 21 февраля 1992 г. № 2395-1 «О недрах» проведение государственной экспертизы запасов полезных ископаемых и подземных вод, геологической информации о предоставляемых в пользование участках недр в части участков недр местного значения, а также запасов общераспространенных полезных ископаемых и запасов подземных вод, которые используются для целей питьевого водоснабжения или технического водоснабжения, объем добычи которых составляет не более 500 м<sup>3</sup>/сут, осуществляется органами государственной власти субъектов Российской Федерации – территориальной комиссией по запасам (ТКЗ). Если объем добычи подземных вод составляет более 500 м<sup>3</sup>/сут, геологическая экспертиза осуществляется федеральным органом – государственной комиссией по запасам (ГКЗ) (рис. 10.2.1).

При объеме добычи подземных вод до 100 м<sup>3</sup>/сут экспертиза запасов не проводится. Организацию проведения государственной экспертизы запасов полезных ископаемых и подземных вод, геологической информации о предоставляемых в пользование участков недр осуществляют Роснедра и его территориальные органы. Срок проведения ФБУ «ГКЗ» государственной экспертизы запасов полезных ископаемых и подземных вод, геологической информации о предоставляемых в пользование участков недр – 65 рабочих дней с даты поступления всех представленных заявителем материалов и запрошенных документов в ФБУ «ГКЗ», при этом указанный срок может быть продлен: не более чем на 20 рабочих дней в случае необходимости запросить дополнительную информацию, уточняющую материалы, представленные заявителем; не более чем на 45 рабочих дней, если в ходе анализа представленных заявителем материалов экспертная комиссия выявила отклонения в объеме запасов углеводородного сырья не менее чем на 5% и не более чем на 20% относительно объема запасов углеводородного сырья, указанного в материалах, представленных на государственную экспертизу.



Рис. 10.2.1. Схема проведения экспертизы по оценке запасов подземных вод в зависимости от объема добычи

Для экспертизы необходимы следующие документы:

– заявление о проведении государственной экспертизы запасов полезных ископаемых и подземных вод, геологической информации о предоставляемых в пользование участков недр;

– материалы, предусмотренные пунктом 8 и 10.1 Положения о государственной экспертизе запасов полезных ископаемых и подземных вод, геологической информации о предоставляемых в пользование участков недр, размере и порядке взимания платы за ее проведение;

– материалы по подсчету запасов питьевых, технических и минеральных подземных вод, подготовленные в соответствии с Требованиями к составу и правилам оформления представляемых на государственную экспертизу материалов по подсчету запасов питьевых, технических и минеральных подземных вод;

– лицензия на пользование недрами (с приложениями, являющимися ее неотъемлемыми составными частями);

– государственный контракт на выполнение работ (в случае выполнения работ по государственному контракту);

– государственное задание (в случае выполнения работ по государственному заданию);

– санитарно-эпидемиологическое (или экспертное санитарное) заключение территориального органа Роспотребнадзора о соответствии качества воды и зон санитарной охраны государственным санитарно-эпидемиологическим правилам и нормативам для питьевых подземных вод;

– бальнеологическое заключение, предусмотренное Положением о признании территорий лечебно-оздоровительными местностями и курортами федерального значения.

### **Глава 3. Экспертиза технических проектов водозаборов подземных вод**

Согласно ст. 23.2 ФЗ № 2395-1 закона «О недрах», в обязанности недропользователя, которые прописаны в лицензии на добычу подземных вод, входит разработка проекта водозабора или технического проекта разработки месторождения подземных

вод. Когда проект водозабора разработан, его следует отдать на согласование распорядителю недр. Отметим, что данное требование по разработке проекта водозабора относится только к заново открываемому месторождению подземных вод, где объем разрешенной добычи составляет более 100 м<sup>3</sup>/сут для хозяйственно-бытовых, питьевых и технологических целей.

Проект водозабора разрабатывается с целью организации защиты добываемых подземных вод от истощения и загрязнения. Кроме того, с помощью проекта определяются мероприятия по охране окружающей среды от влияния работы водозабора.

Содержание проекта разработки месторождения подземных вод включает следующую информацию:

- геологические и гидрогеологические параметры участка недр;
- режим использования и параметры водозаборного узла;
- качество состава подземных вод и предписания по использованию участка для сохранения требуемого качества получаемой воды;
- гидродинамические наблюдения за уровнем подземных вод и предписания по их выполнению;
- перечень мероприятий по уменьшению негативного влияния на окружающую среду при добыче подземных вод;
- перечень мероприятий по организации промышленной безопасности водозабора, порядок проведения ремонта оборудования и скважин;
- заключение о соответствии месторождения санитарным нормам;
- программа экологического контроля;
- перечень работ в случае остановки и устранения водозаборного сооружения после окончания использования;
- восстановление земли на участке недр.

Также в проект водозабора включаются анализ результатов проведенных работ на объекте и описание ресурсов водоносного горизонта, его качественные параметры. В проекте описываются технические и конструктивные способы подъема и извлечения подземных вод. Описанные способы эксплуатации участка недр должны обеспечить водоснабжение в необходимом объеме, без вреда для окружающей среды и водоносного горизонта.

По окончании разработки проект отправляется на согласование комиссии. Она создается в территориальном отделе Федерального агентства по недропользованию или уполномоченным органом государственной власти субъекта РФ.

Выполнение условий технического регламента по использованию водозабора контролируется распорядителем недр. Следование санитарно-эпидемиологическим нормам контролируется Роспотребнадзором. Обязательно при проектировании водозабора подземных вод составляется проект зон санитарной охраны, по которому проводится санитарно-эпидемиологическая экспертиза.

*Проект зоны санитарной охраны водозабора подлежит обязательной санитарно-эпидемиологической экспертизе.*

Санитарно-эпидемиологическая экспертиза проводится в соответствии с территориальным признаком расположения объекта в учреждениях Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека (ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии») на возмездной основе (рис. 10.3.1). Возможно проведение экспертизы проекта ЗСО в независимых экспертных учреждениях, аккредитованных в соответствии с законодательством. Результатом санитарно-эпидемиологической экспертизы является экспертное заключение о соответствии или несоответствии проекта ЗСО источнику водоснабжения государственным санитарно-эпидемиологическим правилам и нормам СанПиН 2.1.4.1110-02 «Зоны санитарной охраны источников водоснабжения и водопроводов питьевого назначения», которое является основанием для выдачи санитарно-эпидемиологического заключения о соответствии (несоответствии) проекта ЗСО требованиям, предъявляемым к проектной документации данного вида.

Исполнение государственной функции по оформлению и выдаче санитарно-эпидемиологических заключений на проектную документацию по ЗСО осуществляют органы Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по территориальному признаку расположения объекта.

Утвержденный проект зоны санитарной охраны источника водоснабжения является правовой основой для установления (изменения, отмены) границ ЗСО как линий градостроительного регулирования территории.

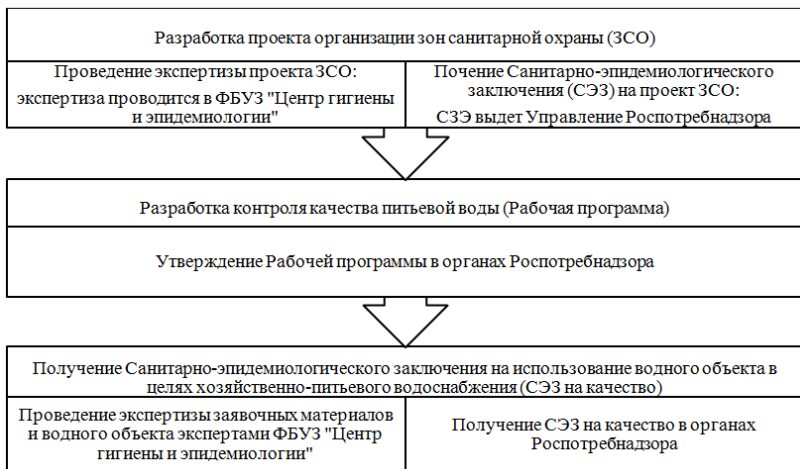


Рис. 10.3.1. Порядок экспертизы проекта зон санитарной охраны и получение санитарно-эпидемиологических заключений

Одной из главных задач экспертизы проекта является оценка определения границ ЗСО (трех поясов) с соответствующим обоснованием и оценка перечня мероприятий по улучшению санитарного состояния территории ЗСО и предупреждению загрязнения источника водоснабжения (рис. 10.3.2). Только после получения положительного экспертного заключения на проект ЗСО и наличия санитарно-эпидемиологического заключения о соответствии проектной документации государственным санитарно-эпидемиологическим правилам и нормам, т. е. признания государственным органом достаточной защищенности источника водоснабжения и установления границ и размеров поясов зоны санитарной охраны недропользователь (хозяйствующий субъект) имеет право на его использование для целей питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения.



Рис. 10.3.2. Зоны санитарной охраны

*Проект ЗСО источника водоснабжения включает:*

- сведения об участке водозабора;
- сведения о предприятии;
- сведения о водозаборе подземных вод;
- характеристику санитарного состояния источника водоснабжения;
- физико-географические условия, климат;
- геологические условия и геоморфология;
- гидрогеологические условия.
- химический состав и качество подземных вод;
- зоны санитарной охраны подземных вод:
- обоснование границ трех поясов ЗСО;
- расчет 2-го пояса;
- расчет 3-го пояса;
- режим и правила хозяйственного использования территории, входящей в ЗСО всех поясов;
- санитарный режим в пределах поясов зон санитарной охраны;
- санитарно-оздоровительные мероприятия на территории зоны санитарной охраны;
- картографический материал:

- план первого пояса ЗСО водозаборных скважин масштабом 1:500–1:1000;
- план второго и третьего поясов ЗСО водозаборных скважин масштабом 1:10000–1:25000;
- ситуационный план второго и третьего поясов ЗСО с нанесением водопроводных площадок и линии водовода скважин масштабом 1:10000–1:25000;
- гидрологические профили по характерным направлениям в пределах области питания водозабора;
- приложения: исходные данные, результаты расчетов, учредительные документы.

#### **Глава 4. Правила подготовки, согласования и утверждения технических проектов эксплуатации месторождений подземных вод, консервации и ликвидации буровых скважин и горных выработок**

В соответствии с постановлением правительства № 2127 от 30 ноября 2021 г. «О порядке подготовки, согласования и утверждения технических проектов разработки месторождений полезных ископаемых, технических проектов строительства и эксплуатации подземных сооружений, технических проектов ликвидации и консервации горных выработок, буровых скважин и иных сооружений, связанных с использованием недрами, по видам полезных ископаемых и видам пользования недрами» вся проектная документация, за исключением проектной документации в отношении участков недр местного значения, подлежит согласованию с комиссией, создаваемой Федеральным агентством по недропользованию или его соответствующим территориальным органом. По результатам согласования проектной документацией она утверждается пользователем недр.

В состав комиссии, создаваемой Федеральным агентством по недропользованию, включаются представители Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации, Федерального агентства по недропользованию, Федеральной службы



по надзору в сфере природопользования, Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору.

В состав комиссии, создаваемой территориальным органом Федерального агентства по недропользованию, включаются представители территориальных органов Федерального агентства по недропользованию, Федеральной службы по надзору в сфере природопользования, Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору.

К работе комиссии привлекаются подведомственные учреждения Федерального агентства по недропользованию, специалисты специализированных научно-исследовательских, проектных и иных организаций в сфере недропользования.

Проектная документация по участкам недр местного значения до утверждения пользователем недр подлежит согласованию с уполномоченным органом государственной власти соответствующего субъекта Российской Федерации.

Комиссия согласовывает проекты опытно-промышленной разработки месторождений (участков) и проекты разработки месторождения (участка) подземных вод, которые используются для целей питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения; технического водоснабжения, минеральных, теплоэнергетических (термальных) и промышленных подземных вод, для полезных ископаемых, не относящихся к углеводородному сырью, добываемых из подземных вод, извлечение которых связано с разработкой месторождений углеводородного сырья. Комиссией согласовывается технологическая схема разработки месторождения (участка) в отношении минеральных, теплоэнергетических (термальных) и промышленных подземных вод, для полезных ископаемых, не относящихся к углеводородному сырью, добываемых из подземных вод, извлечение которых связано с разработкой месторождений углеводородного сырья и изменения к ней. Уточняются технические проекты ликвидации или консервации горных выработок, буровых скважин, иных сооружений, связанных с использованием недр, при прекращении права пользования недрами, в том числе досрочном.

Уполномоченный орган осуществляет согласование следующих видов проектной документации по участкам недр местного значения, предоставленным в пользование для осуществления

видов пользования недрами в отношении подземных вод, которые используются для целей питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения или технического водоснабжения и объем добычи которых составляет не более 500 м<sup>3</sup> в сут.; проект опытно-промышленной разработки месторождения (участка), проект разработки месторождения (участка) и изменения к ним.

В отношении подземных вод, которые используются для целей питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения или технического водоснабжения и объем добычи которых составляет не более 500 м<sup>3</sup> в сутки, технический проект ликвидации или консервации горных выработок, буровых скважин, иных сооружений, связанных с использованием недрами, при прекращении права пользования недрами, в том числе досрочном, и изменения к нему.

Технический проект разработки месторождений общераспространенных полезных ископаемых и подземных вод для собственных производственных и технологических нужд при осуществлении пользователями недр разведки и добычи иных видов полезных ископаемых или по совмещенной лицензии геологического изучения, разведки и добычи иных видов полезных ископаемых в границах предоставленных им участков недр; технический проект разработки месторождений полезных ископаемых, не относящихся к углеводородному сырью, из подземных вод, извлечение которых связано с разработкой месторождений углеводородного сырья, включая добычу полезных ископаемых из попутных вод и вод, используемых для собственных производственных и технологических нужд, при разведке и добыче углеводородного сырья или по совмещенной лицензии с геологическом изучением, разведке и добыче углеводородного сырья, а также технический проект размещения в пластах горных пород попутных вод, вод, использованных пользователями недр для собственных производственных и технологических нужд при разведке и добыче углеводородного сырья, вод, образующихся у пользователей недр, осуществляющих разведку и добычу, а также первичную переработку калийных и магниевых солей, согласовываются в составе технического проекта разработки месторождений соответствующего вида полезного ископаемого или в виде самостоятельного технического проекта.

Мероприятия по ликвидации или консервации горных выработок, буровых скважин, иных сооружений, связанных с использованием недрами, в процессе разработки месторождений углеводородного сырья и (или) подземных вод согласовываются в составе технических проектов разработки месторождений соответствующего вида полезного ископаемого. Технический проект ликвидации или консервации горных выработок, буровых скважин, иных сооружений, связанных с использованием недрами, на участке недр, предоставленном в пользование для разведки и добычи углеводородного сырья и (или) подземных вод, геологического изучения, разведки и добычи углеводородного сырья и (или) подземных вод, осуществляемых по совмещенной лицензии, подлежит подготовке и согласованию в виде самостоятельного технического проекта по участку недр в целом в случае прекращения права пользования недрами, в том числе досрочном.

Список литературы к разделу X: 42, 71, 72, 73, 74, 76, 80, 81, 98, 99, 107, 110, 115 (указаны номера общего списка литературы, помещенного в конце учебного пособия).

#### *Контрольные вопросы*

1. Определите состав проекта на геологическое изучение недр.
2. Дайте определение экспертизы.
3. Перечислите порядок прохождения государственной геологической экспертизы.
4. Что включает в себя государственная геологическая экспертиза.
5. Кто согласовывает и утверждает технические проекты водозаборов подземных вод?
6. Как устанавливаются и кто контролирует зоны санитарной охраны водозаборов?

## Раздел XI. Практические задания

### Задача № 1. Расчет требуемого количества скважин на водозаборе и расчетное понижение воды

Требуемое количество скважин определяется по формуле

$$n = \frac{Q_{mp}}{Q_{скв}},$$

где  $Q_{mp}$  – потребность в воде, м<sup>3</sup>/ч (принимается по заданию).

Полученное значение  $n$  округляется до целого числа  $n'$  в большую сторону.

Общее количество скважин будет равно

$$N = n' + n_{рез},$$

где  $n_{рез}$  – количество резервных скважин.

При принятом количестве скважин  $n'$  дебит каждой из них будет:

$$Q'_{скв} = \frac{Q_{тр}}{n'}, \text{ м}^3/\text{ч}$$

#### *Определение расчетного понижения уровня воды в скважине*

Для определения расчетного понижения, кроме расчетного дебита скважины, необходимо знать и удельный дебит. Удельный дебит скважины определяется по формуле

$$q_{уд} = \frac{Q_{скв}}{S}, \text{ м}^3/\text{ч на 1 м},$$

где  $Q_{скв}$  – дебит скважины, м<sup>3</sup>/ч;

Допустимое понижение для безнапорного водоносного пласта определяется по следующей формуле:

$$S_{доп} \leq (0,5 \dots 0,7)H - \Delta H_n - \Delta H_\phi, \text{ м}$$

для напорных пластов:

$$S_{доп}^H \leq H - [(0,3 \dots 0,5)t + \Delta H_n + \Delta H_\phi], \text{ м},$$

где  $H$  – разность между статическим уровнем воды в скважине и подошвой водоносного пласта, м;  $\Delta H_n$  – максимальная глубина

погружения насоса (его нижней кромки) под динамический уровень в скважине ( $\Delta H_n=5-10$  м);  $\Delta H\phi$  – потери напора (в скважине) на входе в фильтр ( $\Delta H\phi=0,5-1,5$ ), м.

Во всех случаях должно выдерживаться соотношение  $S_{расч} \leq S_{дон}$ .

При  $S_{расч} > S_{дон}$  проектируемый дебит водозабора не может считаться обеспеченным. В этом случае необходимо увеличить количество скважин, уменьшив дебит каждой из них.

Расчетная отметка динамического уровня:

$$H_{расч\ дин} = H_{ст.} + S_{расч.},$$

где  $H_{ст.}$  – отметка статического уровня воды в скважине.

### Порядок выполнения задания

Используя формулы, приведенные в задаче и исходные данные табл. 11.1.1. рассчитать количество требуемого количества скважин на водозаборе и расчетное понижение.

Таблица 11.1.1

### Варианты заданий

№ п/п	Потребности в воде, $Q$ м <sup>3</sup> /ч	Дебит одной скважины $Q$ м <sup>3</sup> /ч	Количество скважин, п	Понижение воды, S, м	Разность между ст. уровнем и подошвой пласта, Н м	Глубина погружения насоса, Нп, м	Потери напора на входе в фильтр, м	Расчетное понижение в скважине, S
1	50	5		3	30	33	0,5	
2	40	7		4	40	34	1	
3	30	10		7	50	37	1,5	
4	70	4		5	20	35	0,5	
5	80	5		4	20	34	1	
6	100	7		8	15	38	1,5	
7	110	8		5	20	35	0,5	
8	150	10		10	30	40	1	
9	200	12		7	28	37	1,5	
10	250	13		8	35	38	0,5	
11	180	15		12	40	42	1	
12	270	16		13	45	43	1,5	
13	300	17		14	50	44	0,5	
14	350	10		15	60	45	1	
15	400	22		7	45	37	1,5	

№ п/п	Потребности в воде, $Q_{м^3/ч}$	Дебит одной скважины $Q_{м^3/ч}$	Количество скважин, п	Понижение воды, S, м	Разность между ст. уровнем и подошвой пласта, Н м	Глубина погружения насоса, Нп, м	Потери напора на входе в фильтр, м	Расчетное понижение в скважине, S
16	420	25		10	40	40	0,5	
17	430	26		20	60	50	1	
18	500	27		21	80	51	1,5	
19	510	25		10	35	40	0,5	
20	520	26		15	45	45	1	
21	550	27		16	50	46	1,5	
22	560	30		18	55	48	0,5	
23	570	32		7	40	37	1	
24	580	35		6	35	36	1,5	

## Задача № 2. Обоснование видов бурения и конструкций водозаборных скважин

При выборе конструкции скважины учитывают следующее:

1. Скважина должна обеспечить расчетный расход при минимальной глубине динамического уровня, возможного в существующих гидрогеологических условиях при выбранной глубине скважины.

2. Диаметр эксплуатационной колонны должен быть достаточным для оборудования скважины выбранным насосом с производительностью, соответствующей расчетному расходу воды.

3. Качество забираемой воды не должно изменяться в процессе ее отбора из выбранного водоносного горизонта, т.е. в ствол скважины не должны проникать поверхностные воды и воды из других водоносных горизонтов.

4. В водоприемную часть скважины при эксплуатации не должны проникать глинистые и песчаные частицы из окружаю-

щих пород; при использовании воды трещиноватых скальных пород стенки приемной части безфильтровой скважины должны быть устойчивыми.

5. Конструкция скважины должна быть несложной, удобной в эксплуатации и обеспечить возможно больший срок нормальной эксплуатации скважины.

6. Скважина должна быть закреплена наименьшим количеством колонн обсадных труб (но не менее 2).

7. При роторном способе бурения скважины необходимо производить затрубную цементацию колонн обсадных труб, доводя цементный раствор до устья скважины.

8. У разведочно-эксплуатационной скважины выделяют следующие основные элементы и характеристики конструкции: глубина скважины ( $H_{\text{скв}}$ ), количество колонн обсадных труб ( $n_k$ ), диаметр колонн ( $D_k$ ), глубина спуска колонн ( $H_k$ ), специальные устройства (затрубная цементация, переводники, сальники и т.д.), водоприемная часть (конструкция и размеры).

#### *Определение диаметров колонн обсадных труб*

Для крепления скважин при бурении применяют стальные обсадные трубы, соединяемые муфтами или сваркой. Диаметры наиболее часто используемых труб указаны в табл. 11.2.1. Наружные диаметры обсадных труб принято приводить в дюймах (1 дюйм=25,4 мм.) и миллиметрах. Трубы имеют длину от 6 до 13 м. Каждая колонна обсадных труб снабжается башмаком, предназначенным для предохранения нижнего конца обсадных труб от смятия, выравнивания стенок скважины и облегчение спуска. При проектировании бурения скважины ударно-канатным способом ее конструкция должна намечаться с назначения колонн обсадных труб. Чтобы обеспечить надежную цементацию зазоров между трубами, разность диаметров смежных труб должна составлять не менее 50 мм. Имея схему конструкции скважины для конкретных геолого-гидрологических условий, определяют диаметры обсадных труб.

Таблица 11.2.1

## Диаметры обсадных труб

Диаметр обсадных труб, мм		Муфты, наружный диаметр, мм	Диаметр обсадных труб, мм		Муфты, наружный диаметр, мм
Наружный	Внутренний		Наружный	Внутренний	
114	102–98	133	273	259–249	299
127	115–109	146	299	282–274	324
140	127–117	159	324	305–299	351
146	133–124	166	340	321–315	365
168	155–144	188	(351)	333–327	376
178	163–153	198	(377)	359–353	402
194	179–169	216	407	388–382	432
219	205–195	245	508	486	533
245	230–220	270	–	–	–

Первоначально определяют диаметр эксплуатационной колонны трубы, которой принимается в зависимости от предварительно намеченного водоподъемного насосного оборудования (см. табл. 11.4.1). Например, дебит скважины  $Q_{\text{скв.}}=15 \text{ м}^3/\text{ч}$ . В этом случае можно предположить к установке погружной насос ЭЦВ6-16, подача которого находится в пределах 14-20  $\text{м}^3/\text{ч}$ , а диаметр обсадной трубы равен 6" или 168 мм. Далее намечают диаметры промежуточных и начальной колонны обсадных труб.

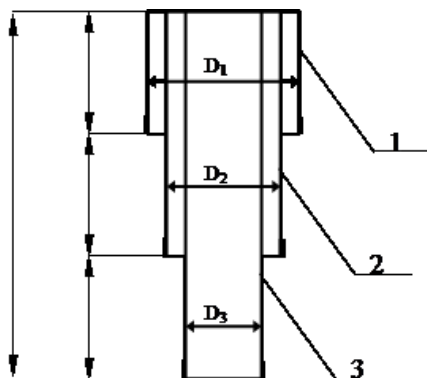


Рис. 11.2.1. Схема конструкции скважины при ударно- канатном бурении: 1 – начальная колонна; 2 – промежуточная колонна; 3 – эксплуатационная колонна



## Роторное бурение

Определение количества колонн обсадных труб.

Количество колонн обсадных труб определяется в зависимости от глубины скважины  $H_{\text{скв}}$ . И величины входа колонн обсадных труб. Предварительно глубину скважины определяют, как при ударно-канатном бурении. Выход колонн обсадных труб при роторном бурении увеличивается до 300–500 м. Таким образом, конструкции скважин на глубину 100–250 м могут состоять не более чем из двух колонн: кондуктора и эксплуатационной колонны.

Кондуктор предназначен для перекрытия водоносных горизонтов, не подлежащих эксплуатации, или неустойчивых верхних пород, а также обеспечения вертикальности скважины.

Длина кондуктора принимается равной не более 30–50 м. Башмак эксплуатационной колонны должен входить водоносную породу на 1–3 м.

Исходя из вышеизложенного определяют количество колонн и их выход.

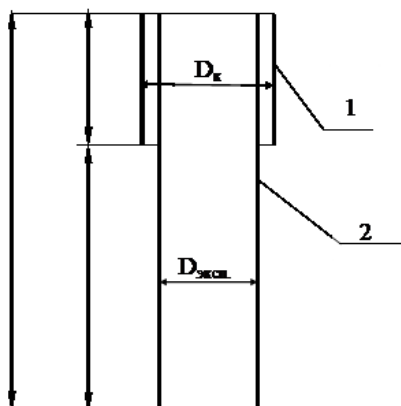


Рис. 11.2. 2. Схема конструкции скважины при роторном бурении:  
1 – кондуктор; 2 – эксплуатационная колонна

### Порядок выполнения задания

Используя пояснения для решения задачи, табл. 11.2.1, рис. 11.2.1, 11.2.2 и табл. 11.2.2 построить геологический разрез, выбрать способ бурения скважины, рассчитать ее конструкцию.

Схемы конструкций скважин при любом способе бурения, со всеми размерами, должны быть представлены в пояснительной записке.

Таблица 11.2.2

Варианты исходных данных для решения задачи

№ п/п	Геологический разрез. 1 – порода*, 2 – мощность, м	Уровни воды, м	Выбор способов бурения скважины	Диаметры обсадных труб эксплуатационной колонны, мм	Схема конструкций скважин
1	1–10; 5–15; 8–30	5,0		168	
2	2–8; 4–12; 11–15	8,0		168	
3	5–5; 3–12; 9–20	12,0		168	
4	6–5; 4–9; 10–20	10,0		168	
5	2–7; 3–14; 4–20	7,0		168	
6	5–5; 2–15; 12–20	15,0		168	
7	2–8; 11–13; 9–15	6,0		168	
8	5–3; 3–7; 7–8	8,0		168	
9	1–8; 7–14; 8–15	12,0		168	
10	1–10; 5–15; 8–30	6,0		168	
11	5–5; 3–12; 9–20	11,0		168	
12	2–8; 3–13; 4–22	9,0		168	
13	1–5; 5–11; 8–20	10,0		168	
14	6–5; 4–9; 10–20	10,0		168	
15	2–7; 3–14; 4–20	6,0		168	
16	2–8; 11–13; 9–15	7,0		168	
17	6–4; 4–8; 10–22	11,0		168	
18	5–5; 3–12; 9–20	11,0		168	
19	2–7; 3–14; 4–20	7,0		168	
20	5–3; 3–7; 7–8	8,0		168	
21	5–5; 2–15; 12–20	15,0		168	
22	6–5; 4–9; 10–20	10,0		168	
23	1–10; 5–15; 8–30	6,0		168	
24	1–10; 5–15; 8–30	5,0		168	

\*Примечание: 1 – глина, 2 – суглинок, 3 – супесь, 4 – песок, 5 – гравийный грунт, 6 – щебенистый грунт, 7 – песчаник, 8 – известняк, 9 – конгломерат, 10 – ангидрит, 11 – алевролит, 12 – гипс

### Задача № 3. Расчет конструкций фильтров

#### *Фильтры на каркасно-стержневой основе*

Наиболее рациональными, обладающими рядом технико-экономических преимуществ по сравнению с другими конструкциями фильтров являются каркасно-стержневые фильтры.

Фильтры каркасно-стержневые изготавливаются из прутковой стали, привариваются по образующей к соединительным патрубкам и опорным кольцам по длине фильтра для жесткости каркаса. Основные параметры фильтров на каркасно-стержневой основе приведены в приложении табл. 11.3.1.

Таблица 11.3.1

Параметры каркасно-стержневых фильтров

Фильтры на каркасах из стержней	Конструктивные особенности	Материалы для изготовления
Без дополнительной водоприемной поверхности	Сквозность фильтра до 60%; ширина просвета между стержнями зависит от характера окружающих фильтруемых или трещиноватых скальных пород	Сталь прутковая Ст3, Ст5, Ст7 диаметрами 12, 14, 16 мм. Патрубки соединительные и кольца опорные из горячекатаных труб. Защита опорных каркасов против коррозии производится кремнийорганической краской ВН-30 или нанесением полиэтилена
С водоприемной поверхностью из проволочной обмотки	Сквозность водоприемной поверхности в зависимости от толщины проволоки и просвета составляет 30-60 %. Крепление проволочных спиралей производится на основе эпоксидных смол	Опорные каркасы из стержней обматываются проволокой из нержавеющей стали диаметром 2-4 мм. Крепление проволочной обмотки производится эпоксидной смолой ЭД-5 и ЭД-6
С водоприемной поверхностью из штампованного (просечного) листа	Сквозность штампованного (просечного) листа из нержавеющей стали в зависимости от ширины и высоты щели 18-30%	Штампованный лист из нержавеющей стали (ГОСТ 5282-82) толщиной 0,8-1 мм
С водоприемной поверхностью из сеток	Подбор сетки производится по расчету в зависимости от крупности частиц породы водоносного горизонта	Проволочная обмотка под сетку из нержавеющей стали с шагом 10-15 мм. Сетка из нержавеющей стали или латуни гладкого плетения

### Фильтры трубчатые

Каркас трубчатого фильтра с круглой или щелевой перфорацией можно изготавливать из металлических труб, асбестоцементных, пластмассовых, стеклопластиковых, керамических и фарфоровых. Наибольшее распространение получили фильтры из стальных обсадных труб. Целесообразно вместо обсадных труб для изготовления перфорированных каркасов использовать стальные бесшовные или электросварные трубы. Трубчатые фильтры допускается применять для скважин любой глубины.

Отверстия в трубах выполняются в шахматном порядке. Щелевые отверстия должны иметь ширину 10...30 мм и длину 30...100 мм и располагаются продольно по длине трубы.

Круглые отверстия выполняются диаметром 10...24 мм с расстояниями между отверстиями вдоль оси трубы  $(1,55...1,7)d_{отв}$ . По окружности трубы –  $(2,1...3,5)d_{отв}$ . Основные параметры трубчатых фильтров приведены в табл. 11.3.2.

Таблица 11.3.2

Параметры трубчатых фильтров

Фильтры на трубчатых каркасах	Конструктивные особенности	Материалы для изготовления
С круглой или щелевой перфорацией без дополнительной водоприемной поверхности	Скважность каркаса 20–25 %; диаметр отверстий при установке в скальных и галечниковых породах 15–25 мм. Размер щелей: ширина 10–30 мм, длина 200–300 мм	Трубы горячекатаные, электросварочные (ГОСТ 10706-76*), полиэтиленовые (ГОСТ 18599-83*); поливинилхлоридные (ТУ МХП 6-05-1573-72); асбестоцементные (ГОСТ 539-80)
С водоприемной поверхностью из проволоочной обмотки	Скважность водоприемной поверхности из проволоочной обмотки до 30–60 %. Зазор между витками принимается по расчету.	Подкладочная проволока из стали Ст 3, Ст 5, диаметром 5–10 мм. Проволоочная обмотка из нержавеющей стали (ГОСТ 5632-72*) диаметром 2–4 мм.
С водоприемной поверхностью из штампованного стального листа с отверстиями различной конфигурации	Скважность штампованного просечного листа в зависимости от ширины и высоты щели 18–30%	Штампованный лист из нержавеющей стали (ГОСТ 5282-82) толщиной 0,8–1 мм. Проволока подкладочная диаметром 5–10 мм, резиновый или хлорвиниловый шнур
С водоприемной поверхностью из сеток	Подбор сеток производится по расчету в зависимости от крупности частиц породы водоносного горизонта	Подкладочные стержни из нержавеющей стали и синтетических сеток

## *Гравийные фильтры*

Проблема увеличения водоотбора и долговечности службы водозаборных скважин связана с внедрением гравийных фильтров.

К гравийным относятся фильтры, у которых поверхность, контактирующая с водоносной породой, состоит из искусственно вводимого гравия или крупнозернистого песка. С применением обсыпки снижаются входные скорости и увеличивается срок службы фильтров.

Гравийные обсыпки водозаборных скважин должны состоять из отсортированного, однородного по гранулометрическому составу материала. Применение разнородных смесей может вызвать длительное пескование скважин, и даже выход их из строя.

При эксплуатации подземных вод используются гравийные фильтры двух видов: опускаемые, которые устанавливают в скважину в готовом виде, и создаваемые внутри скважин путем засыпки или закачки обсыпного материала на забой по межколонному пространству. Гравийные фильтры создаются в забое скважины.

В зависимости от способа сооружения скважин однослойные гравийные обсыпки делятся на тонкослойные и уширенного контура.

Как показал опыт, тонкослойные обсыпки не обеспечивают надежной работы фильтров. Чем больше толщина обсыпки, тем больше производительность фильтра и устойчивость его работы, исходя из этого рекомендуется принимать минимальную толщину слоя обсыпки 50 мм, стремясь по возможности ее увеличивать.

Однослойные обсыпки уширенного контура можно сооружать разными способами.

В мелкозернистых песках, а также среднезернистых, но при наличии вод, склонных к выделению солей на фильтрах, необходимо применять для скважин ударно-канатного бурения двухслойную, а реже трехслойную обсыпки. Применение такой обсыпки в мелкозернистых песках позволяет увеличить в несколько раз размер отверстий на фильтрационном каркасе, что уменьшит вероятность их зарастания в процессе эксплуатации.

## Расчет фильтра

Размеры фильтра определяют, исходя из условий создания допустимых скоростей движения воды при поступлении ее из водоносного пласта в скважину:

$$Q_{\max} = F V_{\phi}$$

где  $Q_{\text{расч}}$  – максимальный расчетный расход воды, забираемый из скважины, м<sup>3</sup>/сут;

$F$  – площадь фильтрующей поверхности фильтра, м<sup>2</sup>,  $F = \pi D_{\phi} l_{\phi}$ ;  $D_{\phi}$  – диаметр фильтра, м;  $l_{\phi}$  – длина рабочей части фильтра;  $V_{\phi}$  – допустимая входная скорость фильтрации, м/сут.

Допускаемую скорость фильтрации  $V_{\phi}$ , м/сут определяют по следующим формулам:

• для дырчатых, щелевых, проволочных и сетчатых фильтров:

$$V_{\phi} = 65 \sqrt[3]{K_{\phi}},$$

где  $K_{\phi}$  – коэффициент фильтрации, м/сут (табл.13.3.3).

• для гравийных и блочных фильтров:

$$V_{\phi} = 1000 K_{\phi} * \left( \frac{d_{50}}{D_{50}} \right)^2,$$

где  $d_{50}$  – пятидесяти процентный диаметр зерен песка водоносной породы (размер, меньше которого в водоносном пласте содержится 50% частиц по массе, мм); для песков средней крупности  $d_{50} = 0,3$  мм, для песков мелкой крупности  $d_{50} = 0,2$  мм;  $D_{50}$  – размер, меньше которого в гравийной обсыпке содержится 50% частиц по массе, мм.

Определив площадь фильтрующей боковой поверхности фильтра  $F$ , м<sup>2</sup> и задав  $D_{\phi}$  (табл.11.4.1) из нижеследующей формулы

$$F = \pi D_{\phi} * l_{\phi},$$

можно определить  $l_{\phi}$

$$l_{\phi} = \frac{F}{\pi D_{\phi}}.$$

В гравийном фильтре за  $D_{\phi}$  принимают диаметр внешнего контура обсыпки.

Минимальная допустимая толщина обсыпок – 50 мм; оптимальная, обеспечивающая надежные условия эксплуатации скважин – 150–200 мм.

В зависимости от гранулометрического состава водоносной породы в качестве обсыпки можно использовать гравий, песчано-гравийные смеси, пески.

Таблица 11.3.3

Средние коэффициенты фильтрации грунтов и горных пород

Характеристика пород	Коэффициенты фильтрации, м/сут
Галечники и гравий с крупным песком, сильнозакарстованные известняки и сильнотрещиноватые породы	100–1000 и более
Галечники и гравий, часто с мелким песком, закарстованные, трещиноватые и другие породы	100–10
Галечники и гравий с мелким песком и частично глиной, слабозакарстованные, малотрещиноватые и другие породы	10–1
Тонкозернистые пески, супеси, слаботрещиноватые породы	1–0,1
Суглинки, очень слаботрещиноватые породы	0,1–0,001
Почти непроницаемые глины, плотные мергели и другие массивные породы	менее 0,001

Гравийные обсыпки применяют для отбора воды из песков, средний диаметр которых 0,25...0,5 мм и более.

Песчаные обсыпки применяют при отборе воды из тонкозернистых пород, средний диаметр частиц которых составляет 0,1 мм и менее.

Песчано-гравийные обсыпки используются при отборе воды из пород, средний диаметр частиц которых 0,1...0,25 мм.

Подбирать фракционный состав обсыпки следует из соотношения:

$$\frac{D_{50}}{d_{50}} = 8 \div 12.$$

При подборе материала многослойных обсыпок, между породой водоносного горизонта и прилегающим к ней слоем об-

сыпки, принимают соотношение, указанное выше, а между слоями обсыпки – по принципу обратного фильтра, используя соотношение

$$\frac{D_{n+1}}{d_n} = 4 \div 6,$$

где  $d_n$  –  $n$ -й слой обсыпки;  $D_{n+1}$  – слой обсыпки, следующий за  $n$  в направлении от стенки скважины к каркасу фильтра.

Расход материала обсыпки зависит от длины фильтров, их диаметров и толщины обсыпки.

Количество обсыпки ( $m^3$ ) на 1 м длины фильтра определяют по формуле

$$W = \pi(D_r^2 - d_k^2) \frac{\alpha\beta}{4},$$

где  $D_r$  – внутренний диаметр обсадной трубы или диаметр каверны при расширении водоприемной части скважины, м;  $d_k$  – внешний диаметр каркаса фильтра, м;  $\alpha$  – коэффициент, учитывающий возможность увеличения диаметра скважин или каверн,  $\alpha=1,25$ ;  $\beta$  – коэффициент растекания и усадки обсыпки,  $\beta=1,2$ .

При применении фильтров с обсыпкой надфильтровая труба должна входить в эксплуатационную колонну на 5–7 м.

После расчета длины рабочей части фильтра полученный результат следует увязать с мощностью водоносного пласта, при необходимости в расчеты внести корректировку (рис. 11.3.1). Размеры проходных отверстий фильтров без устройства гравийной обсыпки рекомендуется определять по таблице 11.3.4.

Таблица 11.3.4

Размеры проходных отверстий фильтров без гравийной обсыпки

Водоприемная фильтрующая поверхность	Размеры проходных отверстий, мм	
	$\eta \leq 2$	$\eta > 2$
Трубчатый каркас с отверстиями:		
– круглыми	2.5–3.0 $d_{50}$	3.0–4.0 $d_{50}$
– щелевыми;	1.0–1.25 $d_{50}$	1.5–2.0 $d_{50}$
Сетки;	1.5–2.0 $d_{50}$	2.0–2.5 $d_{50}$
Проволочная	1.25 $d_{50}$	1.5 $d_{50}$

Примечание:  $\eta$  – коэффициент неоднородности пород водоносного пласта;  $n = \frac{d_{60}}{d_{10}}$ ,  $d_{10}$ ,  $d_{50}$ ,  $d_{60}$  – размеры частиц, мельче которых в составе пород водоносного пласта содержится соответственно 10, 50 и 60 %.



Размеры проходных отверстий фильтров с обсыпкой принимают равным среднему диаметру частиц слоя обсыпки, прилегающего к его стенкам.

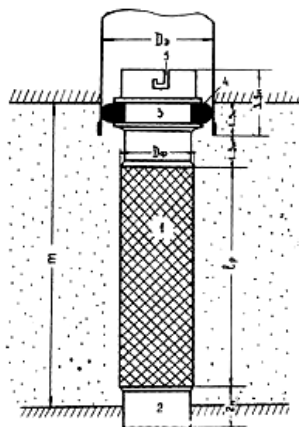


Рис. 11.3.1. Схема установки фильтра с указанием основных размеров:  
1 – рабочая часть фильтра, 2 – отстойник, 3 – надфильтовая труба;  
4 – сальник, 5 – замок

Примечание: задание с исходными данными выдается каждому студенту индивидуально.

#### Задача № 4. Подбор насосного оборудования

В зависимости от типа водозабора по условиям отбора воды выделяют насосное оборудование для забора воды из скважин, шахтных колодцев, лучевых и горизонтальных водозаборов и на каптажах источников.

Для подъема воды из скважин используют насосы с погружными электродвигателями типа ЭЦВ, с трансмиссионным валом, когда собственно насос находится в скважине, а электродвигатель – на поверхности земли (типа АТН и НА), и горизонтальные центробежные насосы, применяемые при высоком положении уровней подземных вод и малых понижениях уровня в ходе эксплуатации водозаборов (табл. 11.4.1).

Насосы типа ЭЦВ входят в состав оборудования скважин глубиной 10–300 м при изменении расходов скважин от 4 до 375 м<sup>3</sup>/ч. При этом минерализация подаваемой воды не должна превышать 1500 мг/л при кратковременном содержании не более 100 мг/л твердых механических примесей. Относительная коррозионная устойчивость насоса обеспечивается в тех случаях, когда концентрация хлоридов не превышает 550 мг/л, сульфатов – 500 мг/л и сероводорода – 1,5 мг/л.

Насосы типа ЭЦВ одно- или многоступенчатые с вертикальным расположением вала работают с подпором от 1,0 до 6,0 м. Работа насоса без постоянного подпора, а также его установка в отстойники скважины не допускаются, так как при этом происходит сгорание обмотки двигателя. Насосы этого типа применимы в различных гидрогеологических условиях, но для эффективной их работы необходимо проведение комплексных расчетов с учетом взаимодействия скважин и гидравлических потерь в водоводах. Технические данные насосов для оборудования скважин приведены в табл. 11.4.1.

Таблица 11.4.1

### Насосное оборудование

Технические данные насосов типа ЭЦВ, АТН и НА								
Марка	Насос		Электродвигатель				Масса, кг	
	Производительность, м <sup>3</sup> /ч	Напор, м вод.ст	Марка	Мощность, кВт	Частота вращения, об/мин	Напряжение, В	Насоса	Агрегата
1	2	3	4	5	6	7	8	9
<i>Насосы типа ЭЦВ</i>								
ЭЦВ 4-2,5-65	2,5	65	1ПЭДВ-1-93	1,0	2840	380	33	–
1ЭЦВ 4-4-45	4	45	1ПЭДВ-1-93	1,0	2840	380	29	–
1ЭЦВ 4-4-70	4	70	1ПЭДВ-1,6-93	1,6	2840	380	33	–
1ЭЦВ 6-4-130 3/К	4	130	7ПЭДВ-2,8-140	2,8	2840	380	–	90
ЭЦВ 6-4-190 3/К	4	190	9ПЭДВ-4,5-140	4,5	2840	380	–	100
3ЭЦВ 6-6,3-85	6,3	85	3ПЭДВ-2,8-140	2,8	2850	380	–	68
3ЭЦВ 6-6,3-85 3/К	6,3	85	7ПЭДВ-2,8-140	2,8	–	–	–	70
4ЭЦВ 6-6,3-125 3/К	6,3	126	9ПЭДВ-4,5-140	4,5	–	–	–	85
3ЭЦВ 6-6,3-125	6,3	125	4ПЭДВ-4,5-140	4,5	2850	380	–	75

Продолжение таблицы 11.4.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
1ЭЦВ 6-10-50 3/К	10	50	7ПЭДВ-2,8-140	2,8	2850	380	–	73
3ЭЦВ 6-10-80	10	80	3ПЭДВ-4,5-140	4,5	2840	380	–	72
1ЭЦВ 6-10-110	10	110	6ПЭДВ-5,5-140	5,5	–	380	–	90
1ЭЦВ 6-10-140 3/К	10	140	9ПЭДВ-8-140	8	–	380	–	120
1ЭЦВ 6-10-185	10	185	9ПЭДВ-8-140	8	–	380	–	132
ЭЦВ 6-10-235	10	235	6ПЭДВ-11-140	11	–	380	–	145
3ЭЦВ 6-16-50	16	50	3ПЭДВ-4,5-140	4,5	2840	380	–	78
ЭЦВ 6-16-75 ГУ5	16	75	ПЭДВ-5,5-140	5,5	2850	380	–	183,2
ЭЦВ 6-16-75	16	75	АПД-140-7/2	7	2850	380	105	178
3ЭЦВ -16-75	16	75	3ПЭДВ-5,5-140	5,5	2840	380	–	186
ЭЦВ 6-16-1107 У	16	110	АПД-180-8-2 5	8	2850	–	145	201
1ЭЦВ 8-25-100 3/К	25	100	ПЭДВ-11-180	11	–	–	–	145
ЭЦВ 8-25-100	25	100	АПД-180-8/2	8	2850	380	168	276
ЭЦВ 8-16-140 У5	16	140	ПЭДВ-11-180	11	–	380	–	150
2ЭЦВ 8-25-100	25	100	ПЭДВ-11-180	11	2850	380	–	–
ЭЦВ 8-25-140 ХГ	25	140	ПЭДВ-16-140-ХГ	16	–	–	–	195
2ЭЦВ 8-25-150 3/К	25	150	4ПЭДВ-16-180	16	–	380	–	200
1ЭЦВ 8-25-150 ХТрГ	25	150	3ПЭДВ-22-180 ХТрГ	22	–	380	–	315
ЭЦВ 8-25-300А	25	300	ПЭДВ-32-180	32	2900	380	–	390
ЭЦВ 8-40-60	40	60	ПЭДВ-11-180	11	2850	380	–	165
ЭЦВ 8-40-90	40	90	АПД-180-16/2	16	2850	380	242	367
ЭЦВ 8-40-180	40	180	ПЭДВ-32-180	32	2900	380	–	375
2ЭЦВ 10-63-65 3/К	63	65	2ПЭДВ-22-219	22	–	380	–	203
2ЭЦВ 10-63-110 3/К	63	110	2ПЭДВ-32-219	32	–	380	–	268
2ЭЦВ 10-63-150 3/К	63	150	2ПЭДВ-45-219	45	2920	380	–	322
1ЭЦВ 10-63-150	63	150	ПЭДВ-4,5-219	4,5	2920	380	–	340
1ЭЦВ 10-63-270	63	270	2ПЭДВ-65-219	65	–	–	–	470
ЭЦВ 10-120-60 У5	120	60	ПЭДВ-32-219	32	–	380	260	–
ЭЦВ 10-120-60	120	60	АПД-219-32/2	32	2920	380	355	565
ЭЦВ 10-160-35 ГУ5	160	35	ПЭДВ-22-219Г	22	–	380	264	–
ЭЦВ 12-160-65	160	65	АПД-273-45/2	45	2920	380	400	673
1ЭЦВ 12-160-65 3/К	160	65	3ПЭДВ-45-270	45	–	380	–	385
1ЭЦВ 12-160-100 3/К	160	100	4ПЭДВ-65-270	65	–	380	–	420
1ЭЦВ 12-210-253 3/К	210	25	2ПЭДВ-22-219	22	–	380	–	225
2ЭЦВ 12-210-55	210	55	2ПЭДВ-45-270	45	2920	380	–	400
1ЭЦВ 12-210-145	210	145	5ПЭДВ-125-70	125	2920	380	–	800
2ЭЦВ 12-255-30 ГУ5	255	30	2ПЭДВ-32-219Г	32	–	380	260	–
ЭЦВ 12-375-30 Г	375	30	2ПЭДВ-45-219	45	–	–	–	–
ЭЦВ 14-210-300 Х-У5	210	300	ПЭДВ-250-320 В5	250	–	3000	1818	–

## Окончание таблицы 11.4.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
ЭЦВ 16–375–175 Х–У5	375	175	ПЭДВ–250–320 В5	250	–	3000	1702	–
1УЭЦП 16–3000–1000	3000	930	ПЭДВ–500–375 В5	500	–	6000	3173	–
УЭЦП 16–2000–1400	2000	1360	ПЭДВ–500–375– В5	500	–	6000	4325	–
<i>Насосы типа АТН</i>								
АНТ–8–1–16	30	65	А02–61–4	13	1450	220/ 380	–	2178,7
АНТ–8–1–22	30	90	А02–62–2	17	1450	220/ 380	–	2865,2
<i>Насосы типа НА</i>								
12НА–9х4	80	43	ВА0–62–4	17	1470	380/ 660	1080	1260
12НА–22х6	150	54	ВА0–72–4	40	1470	380/ 660	1231	1541

Примечание. Задание с исходными данными выдается индивидуально каждому студенту.

### **Задача № 5. Определение требуемых величин подачи и напора насосного оборудования, глубины погружения насоса**

Насосы, устанавливаемые в скважинах для постоянной эксплуатации, подбирают по расходу из одной скважины и напору. Часовую подачу насоса принимают равной фактическому часовому расходу скважины:

$$q_{\text{нас}} = q_{\text{факт.ч}}, \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Напор насоса определяют по высотной схеме:

$$H_{\text{н}} = H_{\text{р}} + \sum h; H_{\text{р}} = Z_1 - Z_{\text{дин}},$$

где  $\sum h$  – суммарные потери напора на сборных водоводах, м;  $Z_1$  – уровень воды в распределительной чаше фильтров обезжелезивания, м.

Вода из скважин насосами подается в распределительную чашу фильтров. Уровень воды в распределительной чаше фильтров обезжелезивания:

$$Z_1 = Z + (4 \dots 4,5), \text{ м.}$$

Статический уровень воды в скважине находится на глубине  $C$ , м от поверхности земли. Отметка динамического уровня в скважине:

$$Z_{\text{дин}} = Z_{\text{скв}} - C - S, \text{ м.}$$

Для определения  $\sum h$  необходимо вычислить диаметр и потери напора в сборных водоводах, по которым транспортируют воду от скважин к РЧВ (резервуар чистой воды). Принимаются сборные водоводы из старых труб. Скорость в сборных водоводах –  $V=0,7 \dots 1,2$  м/с, минимальный диаметр – 100мм. Гидравлический расчет сборных водоводов сводят в табл. 11.5.1.

Таблица 11.5.1

Гидравлический расчет сборных водоводов

Участок	Расчетный расход, л/с	Диаметр участка d, мм	Скорость на участке v, м/с	A, $\frac{с^2}{л^2}$	K	Длина участка, м	Потери напора h, м
1	2	3	4	5	6	7	8
1–2							
2–3							
3–4							
...							

При поступлении воды из водоносного пласта и движении ее в направлении к водоприемным отверстиям погружного насоса возникают потери напора, которые обуславливают дополнительное понижение уровня воды в скважине. Это понижение необходимо учитывать при расчете глубины погружения насоса.

Потери напора возникают в фильтре скважины и в щели между погружным электродвигателем и эксплуатационной обсадной колонной.

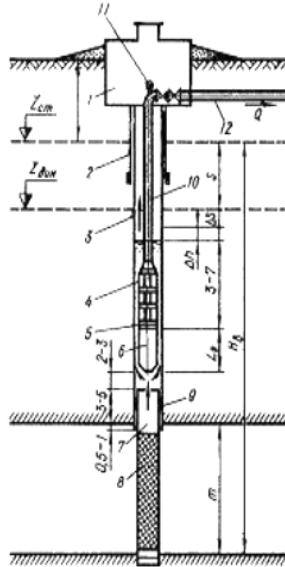


Рис. 11.5.1. Схема оборудования водозаборной скважины для определения глубины погружения насоса: 1 – оголовок; 2 – защитная обсадная колонна; 3 – эксплуатационная обсадная колонна; 4 – насос; 5 – всасывающие отверстия; 6 – погружной электродвигатель; 7 – надфильтровая труба; 8 – рабочая поверхность фильтра; 9 – сальник; 10 – водоподъемная труба; 11 – манометр; 12 – напорный трубопровод

Потери напора в фильтре определяется по формуле

$$\Delta S = \frac{Q_{\text{сут}} * \varepsilon_2}{6,28 * K_{\phi} * m}, \text{ м}$$

где  $Q_{\text{сут}}$  – расход воды из скважины,  $\text{м}^3/\text{сут}$ .

Потери напора в щели между погруженным электродвигателем и обсадной колонной определяется по формуле

$$\Delta h = \frac{0,04 * l_3 + 0,3 (D_c - D_3)}{12,1 (D_c - D_3)^2 * (D_c - D_3)^2} * Q_c^2,$$

где  $l_3$  – длина электродвигателя (м), принимается из параметров погружного насоса;  $D_c$  – внутренний диаметр обсадной колонны (м), принимается из маркировки насоса;  $D_3$  – диаметр электродвигателя (м), принимается из параметров подобранного насоса;  $Q_c$  – расход воды, забиваемой из скважины, (л/с);

Минимальная глубина погружения насоса в скважину, считая от поверхности земли до водопримемных отверстий насоса:

$$H = C + S + \Delta S + \Delta h + (3 \dots 7), \text{ м}$$

$$H_{\Gamma} = Z_l - Z_{\text{дин}}$$

Схема для определения минимальной глубины погружения насоса представлена на рис. 11.5.1; схема обустройства водозаборной скважины – на рис. 11.5.2

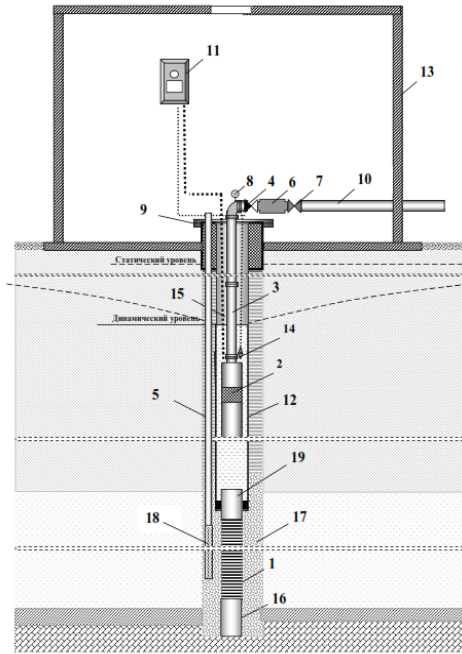


Рис. 11.5.2. Схема обустройства водозаборной скважины:  
 1 – фильтр; 2 – погружной насос; 3 – водоподъемная колонна труб;  
 4 – обратный клапан; 5 – пьезометр; 6 – водомер; 7 – задвижка;  
 8 – манометр; 9 – оголовок; 10 – соединительный трубопровод;  
 11 – станция управления; 12 – обсадная труба; 13 – павильон (колодец);  
 14 – датчик уровня; 15 – электрический кабель;  
 16 – отстойник; 17 – гравийная обсыпка; 18 – фильтр пьезометра;  
 19 – сальниковое уплотнение

Примечание. Задание с исходными данными выдается каждому студенту индивидуально.

## Задача № 6. Расчёт гидрогеологических параметров для куста совершенных скважин

### Порядок выполнения задачи

Для определения гидрогеологических параметров грунтового водоносного горизонта мощностью  $H$  был заложен куст совершенных скважин, состоящий из центральной скважины и двух наблюдательных скважин (скв. 1) и (скв. 2). Они расположены в плане на одной прямой на расстоянии соответственно  $L_1$  и  $L_2$  от центральной. Из центральной скважины производилась откачка грунтовой воды с определением дебита  $Q$ , а в наблюдательных замерялись понижения уровней  $S_1$  и  $S_2$  (рис. 11.7.1). Используя приведенные результаты замеров (табл. 11.7.1), постройте схему и определите коэффициент фильтрации песков, коэффициент водопроницаемости водоносного слоя и радиус влияния.

Пример решения задачи с исходными данными (табл. 11.7.1) и в соответствии с рис. 11.6.1, б

$$H = 6,5 \text{ м};$$

$$Q = 65 \text{ м}^3/\text{сут};$$

$$L_1 = 18 \text{ м};$$

$$L_2 = 38 \text{ м};$$

$$S_1 = 3,0 \text{ м};$$

$$S_2 = 2,1.$$

**Найти:**  $K_f$ ;  $K_v$ ;  $R$ .

Коэффициент фильтрации можно вычислить по преобразованной формуле Дюпюи.

Коэффициент водопроницаемости слоя равен произведению коэффициента фильтрации на мощность слоя:  $K_e = 2,21 \cdot 65 = 14,35 \text{ м}^2/\text{сут}$ .

Радиус влияния можем вычислить из уравнения

$$\lg R = \frac{(S_1 \lg L_2 - S_2 \lg L_1)}{S_1 - S_2} = \frac{3,0 \lg 38 - 2,1 \lg 18}{3,0 - 2,1} = 2,34$$

откуда  $R = 210 \text{ м}$ .



Таблица 11.6.1

## Исходные данные для решения задач

№ вариантов	Мощность водоносн. горизонта, $H$ , м	Дебит центр. скв., $Q$ , м <sup>3</sup> /сут	Расст. скв. I от центр., $L_1$ , м	Расст. скв. 2 от центр., $L_2$ , м	Понижение ур. воды в скв.1, $S_1$ , м	Понижение уровня воды в скв.2, $S_2$ , м
0	6,5	65	18	38	3,0	2,1
1	12,7	200	16	35	3,1	1,5
2	12,9	300	26	40	4,9	2,9
3	15,1	320	20	80	5,5	2,5
4	18,3	400	27	150	4,8	2,8
5	7,3	90	17	90	4,9	1,9
6	10,8	420	11	50	2,8	2,0
7	16,0	390	37	75	2,7	2,0
8	17,0	290	24	85	4,8	1,8
9	14,0	180	15	90	3,0	2,1
10	15,7	220	40	120	4,0	2,2
11	14,2	190	45	130	3,0	1,2
12	13,3	170	35	95	2,6	0,9
13	12,4	75	10	60	2,2	0,6
14	11,7	90	22	82	3,2	1,5
15	14,4	102	32	92	2,4	1,2
16	12,6	122	34	99	2,3	0,8
17	13,7	150	36	109	2,1	1,2
18	13,0	140	42	102	1,9	0,5
19	15,3	350	50	150	2,7	1,7
20	15,0	295	70	220	2,5	1,1
21	12,2	185	65	130	1,7	1,4
22	19,5	203	55	125	3,5	1,5
23	8,5	124	25	110	4,4	2,3
24	11,5	176	30	140	4,1	3,0

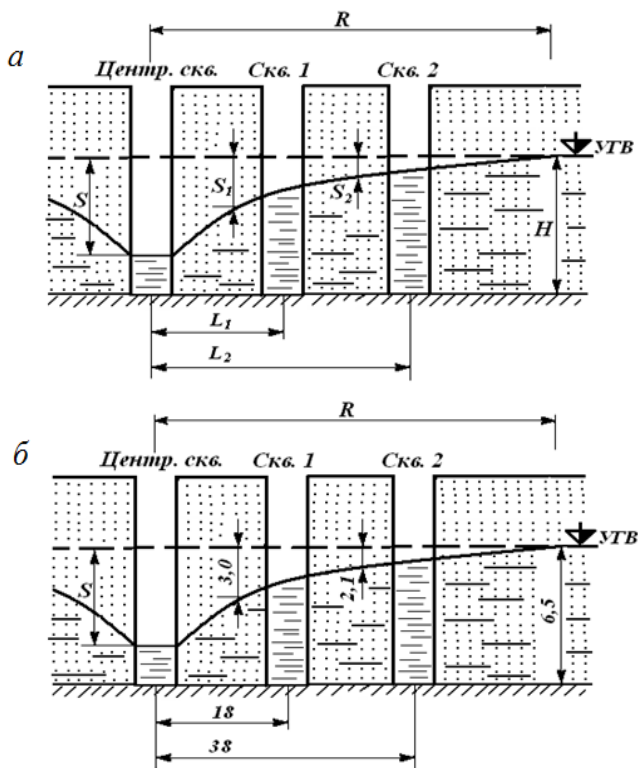


Рис. 11.6.1. Схема расчета гидрогеологических параметров для куста совершенных скважин: *а* – стандартная, *б* – для примера

$$K_{\phi} = 0,732 Q \frac{\lg L_2 - \lg L_1}{(2H - S_1 - S_2)(S_1 - S_2)} = 0,732 \cdot 65 \frac{\lg 38 - \lg 18}{(13 - 3,0 - 2,1)(3,0 - 2,1)} = 2,21 \text{ м/сут}$$

## Список литературы

1. *Альтовский М.Е.* Методические указания к составлению гидрогеологических карт масштабов М1: 1 000 000-1:5 000 000. М.:Госгеолтехиздат, 1960. 49 с.
2. *Анатолевский П.А., Малоян А.В., Шнееров О.М.* Технология бурения скважин на воду. М., 1962. 248 с.
3. *Алискеров В.А., Заверткин В.Л.* Экономика минерального сырья и геолого-разведочных работ: учебник. М.: Геоинформарк, 1998.
4. *Ансберг Е.А., Боровицкий В.П., Бутц Ш.Ф. и др.* Практикум по общей гидрогеологии. Л., 1965. 232 с.
5. *Аравин В.И., Нумеров С.Н.* Теория движения жидкостей и газов в недеформируемой пористой среде. М., 1953. 616 с.
6. *Бабушкин В.Д., Пересунько Д.И., Прохоров С.П. и др.* Изучение гидрогеологических и инженерно-геологических условий при разведке и освоении месторождений твердых полезных ископаемых. М., 1969. 408 с.
7. *Бабушкин В.Д., Плотников И.И., Чуйко В.М.* Методы изучения фильтрационных свойств неоднородных пород. М., 1974. 208 с.
8. *Башкатов Д.П., Роговой В.Л.* Бурение скважин на воду. М., 1976. 206 с.
9. *Башкатов Д.П., Тесля А.Г.* Гидрогеологические наблюдения при бурении и опробовании скважин на воду. М.: Недра, 1970. 145 с.
10. *Бахчисарайцев А. Н., Синягин Г. П.* Экономика, организация и планирование геологоразведочных работ. М.: Недра, 1971. 439 с.
11. *Белицкий А.С., Дубровский В.В.* Проектирование разведочно-эксплуатационных скважин для водоснабжения. М., 1974. 255 с.
12. *Беляков В.М., Попков В.А., Краснощекое Г.М.* Учебная книга мастера по бурению скважин па воду. М., 1976. 367 с.
13. *Биндеман Н.Н., Язвин Л.С.* Оценка эксплуатационных запасов подземных вод. М., 1970. 208 с.

14. *Бирюков В. И., Куличихин С. Н., Трофимов Н. Н.* Поиски и разведка месторождений полезных ископаемых. М.: Недра, 1973. 384 с.
15. *Богомолов Г.В.* Гидрогеология с основами инженерной геологии. М., 1975.
16. *Боревский Б.В., Самсонов Б.Г., Язвин Л.С.* Методика определения параметров водоносных горизонтов по данным откачек. М., 1973. 304 с.
17. *Боревский Б.В., Хордикайнен М.А., Язвин Л.С.* Разведка и оценка эксплуатационных запасов месторождений подземных вод в трещинно-карстовых пластах. М., 1976. 246 с.
18. *Бочевер Ф.М.* Гидрогеологические расчеты крупных водозаборов подземных вод и водопонижительных установок. М., 1963. 59 с.
19. *Бочевер Ф.М., Гормонов И.В., Лебедев А.В. и др.* Основы гидрогеологических расчетов. 2-е изд. М., 1969. 367 с.
20. *Бочевер Ф.М.* Расчеты эксплуатационных запасов подземных вод. М., 1968. 327 с.
21. *Бочевер Ф.М.* Теория и практические методы гидрогеологических расчетов эксплуатационных запасов подземных вод. М., 1968.
22. *Боярко Г.Ю.* Экономика минерального сырья. Томск: Аудит-Информ, 2000.
23. *Вевиоровская М.А., Кравченко И.П., Румянцев С.А.* Методы аналогий применительно к фильтрационным расчетам. М., 1962. 257 с.
24. *Всеволожский В.А.* Основы гидрогеологии: учебник/ В.А. Всеволожский. М.: Изд-во Моск.ун-та, 2007. 448 с.
25. *Гавич И.К., Лучшева А.А., Семенова С.М.* Сборник задач по общей гидрогеологии. М., 1964. 252 с.
26. *Гаев А.Я., Килин Ю.А., Савилова Е.Б., Маликова О.Н.* Фундаментальные и прикладные проблемы гидросферы. Ч 1. Основы гидрогеологии: учеб. пособие /под общ. ред. А.Я. Гаева. М.: Университетская книга, 2016. 160 с.
27. *Гармонов И.В., Лебедев А.В.* Основные задачи по динамике подземных вод. М., 1952. 244 с.

28. Гидрогеология: учебник для геолог. спец. вузов / под ред. В.М. Шестакова. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1984. 315 с.
29. *Гордеев П.В., Шемелина В.А., Шулякова О.К.* Руководство к практическим занятиям по гидрогеологии. М., 1981.
30. *Грибов В.Д.* Основы бизнеса.: учеб. пособие. М.; Финансы и статистика, 2000.
31. *Дружинин И. И.* Изучение региональных потоков подземных вод методом электрогидродинамических аналогий. М., 1966. 336 с.
32. *Дружинин И. И.* Метод электрогидродинамических аналогий и его применение при исследовании фильтрации. М.; Л., 1956. 356 с.
33. *Жернов И.Е., Шестаков В.М.* Моделирование фильтрации подземных. М., 1971. 266 с.
34. *Завалей В.А.* Поиски и разведка подземных вод: учебник. Алматы: КазНТУ, НИЦ «Ғылым», 2002. 258 с.
35. *Каменский Г.Н.* Основы динамики подземных вод. 2-е изд. М., 1943. 260 с.
36. *Килин Ю.А., Катаев В.Н.* Проектирование водозаборных скважин: учеб.-метод. пособие /Перм. гос. нац. иссл. ун-т. Пермь, 2015. 36 с.
37. *Климентов П.П.* Общая гидрогеология. 3-е изд. М., 1971. 224 с.
38. *Климентов П.П.* Сборник задач по динамике подземных вод. М., 1951. 127 с.
39. *Климентов П.П., Богданов Г.Я.* Общая гидрогеология. М., 1977. 357 с.
40. *Климентов П.П., Кононов В.М.* Динамика подземных вод. М., 1973. 443 с.
41. *Климентов П.П., Сыроватко М. В.* Гидрогеология месторождений твердых полезных ископаемых. М., 1966. 379 с.
42. *Колбасов О. С.* Водное законодательство в СССР. М.: «Юридическая литература, 1972. 216 с.
43. *Крашин И.И.* Моделирование фильтрации и теплообмена в водонапорных системах. М., 1976. 159 с.

44. Крашин И.И., Пересунько Д.И. Оценка эксплуатационных запасов подземных вод методом моделирования (методическое руководство). М., 1976. 206 с.
45. Максимов В.М. Справочник гидрогеолога. Л.: Недра, 1979.
46. Михайлов Л.Е. Гидрогеология: учебник. Л.: Гидрометеоиздат, 1985.
47. Минькин Е.Л. Взаимосвязь подземных и поверхностных вод и ее значение при решении некоторых гидрогеологических и водохозяйственных задач. М.: Стройиздат, 1973. 103 с.
48. Назарова З.М., Гольдман Е.Л., Комащенко В.И. Управление, организация и планирование геологоразведочных работ: учеб. пособие. М.: Высшая школа, 2004.
49. Овчинников А. М. Минеральные воды. М.: Госгеолтехиздат, 1963. 375 с.
50. Опытнo-фильтрaционные работы/под, ред. В.М. Шестакова и Д.Н. Башкава М., 1974. 202 с.
51. Овчинников А.М. Общая гидрогеология. 2-е изд. М., 1955. 380 с.
52. Оноприенко М.Г. Бурение и оборудование гидрогеологических скважин. М., 1978. 168 с.
53. Перцовский В.В. Обоснование режима опытных откачек // Разведка и охрана недр. 1976. № 7. С. 46–49.
54. Плотников Н.А., Алексеев В.С. Проектирование и эксплуатация водозаборов подземных вод. М.: Стройиздат, 1990. 256 с.
55. Плотников Н.И. Поиски и разведка пресных подземных вод для целей крупного водоснабжения. Ч. 1 и 2. М.: Моск. ун-та, 1965 и 1968. 713 с.
56. Плотников Н.А., Сычев К.И. Оценка эксплуатационных запасов подземных вод с искусственным их восполнением. М., 1976. 152 с.
57. Поиски и разведка подземных вод для крупного водоснабжения (методическое пособие). М., 1969. 328 с.
58. Посохов Е.В. Общая гидрогеохимия. Л., 1975. 208 с.
59. Резников А.А., Муликовская Е.Н., Соколов И.Ю. Методы определения природных вод. 3-е изд. М., 1970. 477 с.

60. *Самсонов Б.Г., Бурдакова О.Л., Кривошеева Л.И.* Рекомендации обработке результатов опытных работ на основе уравнений неустановившегося движения. М., 1969. 104 с.

61. *Силин-Бекчурин А.И.* Динамика подземных вод. М., 1965. 380 с.

62. *Федченко А.А., Синьков Л.С.* Организация, планирование и управление производством геолого-разведочных работ: метод. указ. по выполнению курсового проекта. СПб.: Изд-во СПГГИ (ТУ), 2005.

63. *Чаповский Е.Г.* Лабораторные работы по грунтоведению и механике грунтов. 4 изд. М., 1975. 303 с.

64. *Шварцев С.Л.* Общая гидрогеология: учебник для вузов. М.: Недра, 1996. 423 с

65. *Шестаков В.М.* Динамика подземных вод. М., 1973. 326 с.

66. *Шестаков В.М., Кравченко И.П., Пашковский И.С.* Практикум по химии подземных вод. 2-е изд. М., 1975. 270 с.

67. *Щелкачев В.П., Ланук Б.Б.* Подземная гидравлика. М., 1949.

68. *Шимановский Л.А., Шимановская И.А.* Пресные подземные воды Пермской области. Пермь, 1973.

69. *Шкурко А.М., Федченко А.А., Синьков Л.С.* Организация производства на предприятиях геолого-разведочной отрасли. Сборник задач. СПб.: Изд-во СПГГИ(ТУ), 1999.

70. Экономика минерального сырья и геологоразведочных работ. М.: Недра, 1968. 374 с.

### **Список нормативно-методической литературы**

71. Временное положение о порядке проведения геолого-разведочных работ по этапам и стадиям (подземные воды). М.: АОЗТ «Гидэк», 1998.

72. ГН 2.1.5.1315-03 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования» М., 2003

73. ГОСТ 17.1.1.01-77\* «Охрана природы. Гидросфера. Использование и охрана вод. Основные требования и определения». М., 1978

74. ГОСТ 17.1.1.04-80 «Охрана природы. Гидросфера. Классификация подземных вод по целям водопользования». М., 1980.

75. ГОСТ 23278-78 «Методы полевых испытаний проницаемости». М., 1987.

76. ГОСТ 2761-84 «Источники централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения. Гигиенические, технические требования и правила выбора». М., 1984

77. ГОСТ 2874-82 «Вода питьевая. Гигиенические требования, контроль за качеством» (с перечнем ГОСТов по методам определения отдельных компонентов состава и свойств воды). М., 1982

78. ГОСТ 4979-49 «Вода хозяйственно-питьевого и промышленного водоснабжения. Методы Химического анализа. Отбор, хранение и транспортирование проб». М., 1949

79. ГОСТ 18963-73 «Вода питьевая. Методы санитарно-бактериологического анализа». М., 1973.

80. ГОСТ 24481-80 «Вода питьевая» Отбор проб». М., 1980.

81. ГОСТ Р 53579-2009 «Отчет о геологическом изучении недр» (Общие требования к содержанию и оформлению), М., 2009.

82. ГОСТ 4979-49 «Вода хозяйственно-питьевого и промышленного водоснабжения. Методы Химического анализа. Отбор, хранение и транспортирование проб». М., 1949

83. Закон РФ от 21 февраля 1992г. № 2395-1. М., О недрах: закон. М., 1992.

84. Закон о порядке введения в действие Положения о порядке лицензирования пользования недрами: постановление ВС РФ от 15.07.1992 № 3314-1 (ред. от 28.12.2013) // Ведомости СНД и ВС РФ. 1992. 20 авг. № 33. Ст. 1917.

85. Закон об утверждении Положения о Федеральном агентстве по недропользованию: постановление Правительства РФ от 17.06.2004 № 293 (ред. от 25.02.2014) // Собр. законодательства РФ. 2004. 28 июня. № 26. Ст. 2669.



86. Закон об утверждении административного регламента Федерального агентства по недропользованию по предоставлению государственной услуги по предоставлению в пользование геологической информации о недрах, полученной в результате государственного геологического изучения недр: приказ Минприроды России от 05.05.2012 № 122 (ред. от 02.12.2013) // Российская газета. 2012. 12 окт. № 236.

87. Закон № 225-ФЗ О соглашениях о разделе продукции: закон от 6 декабря 1995 г. М., 1995.

88. Инструкция по применению классификации эксплуатационных запасов подземных вод к месторождениям питьевых и технических вод. М.: ГКЗ СССР, 1985.

89. Инструкция по топографо-геодезическому и навигационному обеспечению геологоразведочных работ. Новгород, 1997.

90. Инструкция по составлению проектов и смет на геологоразведочные работы. М.: ВИЭМС, 1993.

91. Изыскания и оценка запасов промышленных подземных вод. М.: Недра, 1971. 244 с.

92. Классификация запасов и прогнозных ресурсов питьевых, технических и минеральных подземных вод, М., 2007.

93. Классификация эксплуатационных запасов и прогнозных ресурсов подземных вод. М., 1997.

94. Методическое письмо по подготовке схем гидрогеологической стратификации. М.: Министерство природных ресурсов Российской Федерации, 1999. 17 с.

95. Методические рекомендации по применению классификации запасов и прогнозных ресурсов питьевых, технических и минеральных подземных вод, утвержденной приказом Министерства природных ресурсов Российской Федерации от 30 июля 2007 г. № 195. М., 2007.

96. Методическое руководство по разведке и оценке эксплуатационных запасов подземных вод для водоснабжения. М.: ВСЕГИНГЕО, 1968, 1979.

97. Мониторинг месторождений и участков водозаборов питьевых подземных вод.: метод. рекомендации. М.: ГИДЭК, 1998. 80 с.

98. Оценка эксплуатационных запасов питьевых и технических подземных вод по участкам недр, эксплуатируемым одиночными водозаборами. Методические рекомендации. М.: ГИДЭК, 2002.

99. Правила подготовки проектной документации на проведение геологического изучения недр и разведки месторождений полезных ископаемых по видам полезных ископаемых (утв. Приказом Минприроды России от 14.06.2016 г. № 352). М., 2016.

100. Порядок предоставления в пользование участков недр местного значения на территории Пермского края //Закон № 114 – ПК. 2012.

101. Порядок проведения экспертизы проектной документации на проведение работ по региональному геологическому изучению недр, геологическому изучению недр, включая поиски и оценку месторождений полезных ископаемых, разведке месторождений полезных ископаемых (утв. Приказом Минприроды России от 23.09.2016 № 490). М., 2016.

102. Постановление правительства № 2127 от 30 ноября 2021 г. «О порядке подготовки, согласования и утверждения технических проектов разработки месторождений полезных ископаемых, технических проектов строительства и эксплуатации подземных сооружений, технических проектов ликвидации и консервации горных выработок, буровых скважин и иных сооружений, связанных с использованием недрами, по видам полезных ископаемых и видам пользования недрами». М., 2021.

103. Постановлением Верховного Совета Российской Федерации от 15 июля 1992 г. 3314/1 О лицензировании. М., 1992.

104. Пособие по проектированию сооружений для забора подземных вод (к СНиП 2.04.02-84) М.: Стройиздат, 1990.

105. Приказ от 29 ноября 2004 г. № 710 об утверждении порядка рассмотрения заявок на получение права пользования недрами для целей добычи подземных вод, используемых для питьевого водоснабжения населения или технологического обеспечения водой объектов промышленности. М.: Министерство природных ресурсов РФ., 2004.

106. СанПиН 2.1.4.1074-01. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. М.: Минздрав России, 2001.
107. СанПиН 2.1.4.027-95 «Зоны санитарной охраны источников водоснабжения и водопроводов хозяйственно-питьевого назначения». М., 1995.
108. СанПиН 2.1.4.544-96 «Требования к качеству воды нецентрализованного водоснабжения. Санитарная охрана источников». М., 1996.
109. СанПиН 2.1.4.550-96 Питьевая вода. М., 1996.
110. СанПиН 2.1.4.1110-02 «Зоны санитарной охраны источников водоснабжения и водопроводов хозяйственно-питьевого водоснабжения. М., 2002.
111. СНиП 2.04.02-84\* Водоснабжение. Наружные сети и водоснабжение. М.: Минстрой России, 1984.
112. Справочник норм основных расходов СНОР-94. Вып. 1-11. М., 1994.
113. Справочник сметных норм ССН-93. Вып. 1–11. М., 1993.
114. Справочник по бурению и оборудованию скважин на воду /под ред. В.В. Дубровского. 2-е изд. М., 1972. 511 с.
115. Справочник по специальным работам. Проектирование скважин для водоснабжения. М., 1970. 200 с.
116. Справочное руководство гидрогеолога. Т. 1, 2. Л.: Недра, 1972.
117. Техника проведения и методика обработки опытно-фильтрационных вод (методические рекомендации). М., 1969. 185 с.
118. Требования к составу и правилам оформления представляемых на государственную экспертизу материалов по подсчету запасов питьевых, технических и минеральных подземных вод. М., 2010.
119. Требования к гидрогеологической съемке масштаба 1:200 000 в комплексе с эколого-геологическими исследованиями и картографированием / сост. Л.А. Островский, В.Н. Островский, Н.В. Бастрасова, Р.Г. Петрова; ВСЕГИНГЕО. М., 1995. 30 с.

*Учебное издание*

**Килин Юрий Афонасьевич**  
**Катаев Валерий Николаевич**

## **Основы планирования гидрогеологических работ**

Учебное пособие

Редактор *Н. И. Стрекаловская*  
Корректор *А. В. Цветкова*  
Компьютерная верстка: *Ю. А. Шкураток*

---

Подписано к печати 11.11.2022. Формат 60×84/16  
Усл. печ. л. 13,72. Тираж 300 экз. Заказ 169

---

Издательский центр  
Пермского государственного  
национального исследовательского университета  
614990, г. Пермь, ул. Букирева, 15

Типография ПГНИУ  
614990, г. Пермь, ул. Букирева, 15