

На правах рукописи

Сахаров Валерий Александрович

ЗОНИРОВАНИЕ УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ ПО
ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОМУ СОСТОЯНИЮ ГРУНТОВЫХ ВОД
(на примере г. Южно-Сахалинска)

Специальность 25.00.36 – Геоэкология (науки о Земле)

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата геолого-минералогических наук

Томск - 2010

Работа выполнена в Сахалинском государственном университете

Научный руководитель: доктор технических наук
Мелкий Вячеслав Анатольевич

Официальные оппоненты: доктор геолого-минералогических наук
Попов Виктор Константинович

кандидат геолого-минералогических наук
Быкова Валентина Васильевна

Ведущая организация: ОАО «Томскгеомониторинг», г. Томск.

Защита состоится 09 июня 2010 г. в 16³⁰ час. на заседании совета по защите докторских и кандидатских диссертаций Д 212.269.07 при Национальном исследовательском Томском политехническом университете по адресу:
634050, г. Томск, ул. Советская, 73, 1-й корп. НИТПУ, ауд. 111

С диссертацией можно ознакомиться в научно-технической библиотеке Национального исследовательского Томского политехнического университета (634050, г. Томск, ул. Белинского, 55)

Автореферат разослан «___» мая 2010 г.

Ученый секретарь совета по защите
докторских и кандидатских диссертаций

Арбузов С.И.

8. **Сахаров В. А.** Исследования геофизических полей для функционального зонирования города (на примере г. Южно-Сахалинска). / В. А. Сахаров, В.А. Мелкий, Е.В. Никонова, И.И. Лобищева, В.А. Романюк, А.А. Гальцев // Матер. Международ. конф.: «Проблемы устойчивого развития» (Южно-Сахалинск, 5-7 июня 2007 г.). – Южно-Сахалинск: Изд. СахГУ, 2007. – С. 32-36.

9. **Сахаров В.А.** Экологическая безопасность и охрана окружающей среды в г. Южно-Сахалинске. //Матер. научно-практической конференции «Стратегия развития – взгляд в будущее» – Южно-Сахалинск: Изд. СахГУ – 2005. – С. 103–106.

10. **Сахаров В. А.** Оптимальные варианты организации системы обезвреживания некоторых видов отходов в Сахалинской области. / В. А. Сахаров, В.А. Мелкий, О. К. Тен // Труды международного форума «Третье тысячелетие – Новый Мир» (Москва 2-5 декабря 2008 г.). – М.: МИИГАиК. – 2008. – С. 9 – 12.

Актуальность темы. Обеспечение надежного снабжения населения высококачественной водой – одна из наиболее важных государственных задач. Дефицит воды или ее неудовлетворительное качество, как минимум, снижает комфортность жизненных условий. Прекращение подачи воды или ее загрязнение в населенных пунктах даже на непродолжительное время (несколько суток) приводит к возникновению напряженной санитарно-эпидемиологической ситуации и обостряет социальную обстановку.

Учитывая, что в настоящее время развитие жилищного строительства происходит в основном за счет малоэтажных индивидуальных домов, в качестве источника водоснабжения в массовом прядке используется и будет использоваться далее первый от дневной поверхности грунтовый водоносный горизонт в силу небольшой стоимости строительства неглубоких (10-15 м) водозаборных скважин.

Вместе с тем система рассредоточенного водоснабжения, ориентированная на грунтовый водоносный горизонт, имеет существенный недостаток. Являясь первым от поверхности, грунтовый водоносный горизонт уязвим для загрязнения из техногенных источников загрязнения.

Для изучения потенциальных возможностей использования грунтового водоносного горизонта при организации хозяйственно-питьевого водоснабжения в зонах с различной техногенной нагрузкой и геоэкологическими особенностями выполнена настоящая работа.

Объектом научного исследования являются подземные воды грунтового водоносного горизонта, распространенные в пределах территории г. Южно-Сахалинска. Предмет исследования – геоэкологические процессы и факторы формирования химического состава подземных вод в условиях интенсивной антропогенной нагрузки.

Цель работы – оценить основные геоэкологические факторы, определяющие качество грунтовых вод, распространенных на территории г.Южно-Сахалинска, в условиях интенсивной антропогенной нагрузки.

Задачи исследований:

1. Выявить основные источники техногенного воздействия на грунтовые воды и определить параметры этого воздействия.

2. Изучить временные и пространственные закономерности изменения состава загрязняющих компонентов в конкретных геоэкологических условиях.

3. Установить основные геоэкологические факторы, определяющие степень воздействия загрязняющих веществ на грунтовые воды.

4. Разработать интегральный критерий оценки защищенности грунтовых вод в условиях интенсивной антропогенной нагрузки.

5. Провести зонирование территории г. Южно-Сахалинска по геоэкологическому состоянию грунтовых вод и разработать рекомендации по возможности их использования для организации хозяйственно-питьевого водоснабжения.

Научная новизна работы заключается в следующем:

1. Впервые проведено комплексное изучение характерных техногенных источников воздействия на качество грунтовых вод в пределах территории г. Южно-Сахалинска, оценены основные параметры этого воздействия и предложена классификация источников воздействия.

2. Установлено, что, несмотря на значительное количество источников антропогенного воздействия на исследуемой территории, качество грунтовых вод, используемых для рассредоточенного водоснабжения, остается удовлетворительным.

3. Выявлено, что низкая степень трансформации грунтовых вод, находящихся под воздействием техногенных источников загрязнения, обусловлена геоэкологическими свойствами подземных вод и вмещающих отложений: высокая обменная емкость глинистой составляющей пород; восстановительные условия, являющиеся следствием значительной органогенности пород; высокая активность окислительно-восстановительных и микробиологических процессов, способствующих разрушению органоминеральных комплексов загрязняющих веществ и восстановлению кислородсодержащих компонентов.

4. Впервые для г. Южно-Сахалинска реализована методика интегральной оценки геоэкологических факторов, обуславливающих самоочищающую способность геологической среды и защищенность грунтовых вод от воздействия техногенных источников загрязнения.

Практическая значимость результатов исследований заключается в следующем:

1. Предложена интегральная оценка факторов, обуславливающих природную самоочищающую способность геологической среды и защищенность грунтовых вод от загрязнения из техногенных источников воздействия, включающая в себя параметры источников загрязнения, мощность и фильтрационные свойства зоны аэрации, физико-химические свойства горных пород, активность микробиологических процессов.

2. Проведено зонирование территории города Южно-Сахалинска по степени защищенности грунтовых вод от загрязнения из техногенных источников.

(генеральных планов) населенных пунктов, а также для решения прикладных задач обеспечения водоснабжения населенных пунктов Сахалинской области.

Список опубликованных работ по теме диссертации

Статьи в ведущих рецензируемых научных журналах

1. Мелкий В. А. Использование тепловой съемки для предотвращения чрезвычайных ситуаций в результате утечки воды в трубопроводах систем водоснабжения / В. А. Мелкий, **В. А. Сахаров**, Е. В. Никонова, В. А. Романюк, И. Г. Минервин // Известия ВУЗов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2007. – № 6. – С. 99–103.

2. **Сахаров В. А.** Оценка степени опасности возникновения неблагоприятной санитарно-эпидемиологической ситуации в водоносных горизонтах территории. / В. А. Сахаров, В. А. Мелкий, Е. В. Никонова // Безопасность жизнедеятельности. – № 5 (89). – 2008. – С. 61–64.

Материалы в сборниках научных конференций

3. Мелкий В. А. Возможности рециклинга отходов производства и потребления на территории Сахалинской области. / В. А. Мелкий, **В. А. Сахаров** // Международные научные чтения «Белые ночи-2008». – СПб: МАНЭБ – С. 344–348.

4. Мелкий В. А. Зонирование городской территории по воздействию искусственных геофизических полей. / В. А. Мелкий, И. И. Лобишева, **В. А. Сахаров**, Е. В. Никонова // Фундаментальные прикладные исследования в системе образования: Материалы VI международной научно-практической конференции (г. Тамбов, 19-20 февраля 2008 г.). – Тамбов. – 2008. – С. 88–90.

5. **Сахаров В. А.** Проблемы обращения с отходами производства и потребления в г. Южно-Сахалинске / В. А. Сахаров, В. А. Мелкий. // Международные научные чтения «Белые ночи-2008». – СПб: МАНЭБ – С. 354–356.

6. **Сахаров В. А.** Зонирование территории города по степени опасности возникновения чрезвычайной санитарно-эпидемиологической ситуации в водоносных горизонтах. / В. А. Сахаров, В. А. Мелкий, Е. В. Никонова // Матер. Междунар. научн. чтений «Приморские зори - 2007»: «Экология, защита в чрезвычайных ситуациях, охрана, безопасность и медицина труда, гигиена питания, образование». – Владивосток: Изд. ТАНЭБ. – 2007. – Вып. 2. – С. 211 – 215.

7. **Сахаров В. А.** Ресурсы подземных вод питьевого качества в Сахалинской области. / В. А. Сахаров, В. А. Мелкий // Матер. Конфер. «Сергеевские чтения». – М.: ИГЕМ – 2007. – С. 23 – 26.

3. Породы четвертичных отложений, выполняющих Сусунайскую депрессию, обладают высокой "очищающей" способностью по отношению к рассматриваемым типам загрязнения. Эта способность определяется двумя основными факторами: 1) высокой обменной емкостью глинистой составляющей пород, обусловленной присутствием хлорит-монтмориллонитовых и гидрослюдисто-монтмориллонитовых глинистых минералов, а также органических включений; 2) формированием в водоносном комплексе восстановительных условий, являющихся следствием значительной органогенности пород и обеспечивающих жизнедеятельность таких микроорганизмов, как денитрифицирующих, сульфатредуцирующих и водородпродуцирующих. В результате окислительно-восстановительных процессов и тесно связанных с ними микробиологических процессов в водоносных горизонтах существует потенциальная возможность разрушения органоминеральных комплексов загрязняющих веществ, восстановления кислородсодержащих компонентов (NO_2^- , NO_3^- , SO_4^{2-}), а также осаждения различных минеральных образований металлов. Таким образом, высокие самозащитные свойства геологической среды препятствуют распространению опасного загрязнения водных объектов.

4. На основании выполненного зонирования с использованием комплексного интегрального оценочного фактора, включающего в себя параметры техногенных источников загрязнения, мощность и фильтрационные свойства зоны аэрации, физико-химические свойства горных пород, активность микробиологических процессов, в г. Южно-Сахалинске выделены участки, составляющие около 50% от площади всей территории, в пределах которых воды грунтового водоносного горизонта могут использоваться для хозяйственно-питьевого водоснабжения без каких-либо ограничений.

Практическая значимость и степень внедрения работы определяется тем, что предложена интегральная оценка факторов, обуславливающих природную самоочищающую способность геологической среды и защищенность грунтовых вод от загрязнения из техногенных источников воздействия, включающая в себя мощность и фильтрационные свойства зоны аэрации, физико-химические свойства горных пород, активность микробиологических процессов. Проведено зонирование территории города Южно-Сахалинска по геоэкологическому состоянию грунтовых вод от загрязнения из техногенных источников. Разработаны рекомендации по возможности использования грунтовых вод для рассредоточенного хозяйственно-питьевого водоснабжения в условиях интенсивного техногенеза.

Результаты и выводы исследований могут быть использованы и уже используются при разработке схем территориального планирования

3. Разработаны рекомендации по возможности использования грунтовых вод для рассредоточенного хозяйственно-питьевого водоснабжения в условиях интенсивной антропогенной нагрузки.

Полученные результаты внедрены в производство поисково-разведочных работ на подземные воды хозяйственно-питьевого назначения в гидрогеологических организациях Сахалинской области, ООО «Сахалинский Водоканал», использованы при разработке схемы территориального планирования (генерального плана) г. Южно-Сахалинска, применяются Управлением ГО и ЧС по г. Южно-Сахалинску (акты о внедрении 2007, 2008 г.г.). Разработанная методика зонирования может использоваться в городах, расположенных на территориях с аналогичными геолого-гидрогеологическими и климатическими условиями.

Основные защищаемые положения.

1. На территории г. Южно-Сахалинска подземные воды грунтового водоносного горизонта испытывают воздействие многочисленных разнопрофильных техногенных источников загрязнения. В районах расположения сосредоточенных источников воздействия интенсивность загрязнения грунтовых вод различными поллютантами достигает десятков ПДК (для воды хозяйственно-питьевого назначения). В районах рассредоточенных источников загрязнение подземных вод весьма умеренное, наблюдается незначительное превышение фоновых концентраций отдельных компонентов химического состава.

2. Комплекс геоэкологических факторов – высокая обменная емкость глинистой составляющей пород, формирование в водоносном горизонте глеевых условий, являющихся следствием значительной органогенности отложений, высокая микробиологическая активность – способствуют ограничению распространения поллютантов и разрушению органоминеральных комплексов загрязняющих веществ. Таким образом реализуется природная самоочистка грунтовых вод.

3. На основании выполненного зонирования с использованием комплексного интегрального оценочного критерия, включающего в себя параметры техногенных источников загрязнения, мощность и фильтрационные свойства зоны аэрации, физико-химические свойства горных пород, в г. Южно-Сахалинске выделены участки, составляющие около 50% от площади всей территории, в пределах которых воды грунтового водоносного горизонта могут использоваться для хозяйственно-питьевого водоснабжения без каких-либо ограничений.

Апробация работы. Основное содержание работы и отдельные ее части представлялись и докладывались на заседаниях Факультета природных ресурсов и нефтегазового дела Сахалинского государственного университета (г. Южно-Сахалинск, 2005, 2006, 2009

г.г.), научно-практической конференции «г. Южно-Сахалинск, стратегия развития – взгляд в будущее» (г. Южно-Сахалинска, 2005 г.), международных научных чтений «Приморские Зори-2007» (г. Владивосток, 2007 г.), международной конференции «Проблемы устойчивого развития региона на современном этапе» (г. Южно-Сахалинск, 2007 г.), совещаниях при управлении ГО и ЧС администрации г. Южно-Сахалинска (г. Южно-Сахалинск, 2006, 2007 г.г.), сессии Ученого Совета ДВГИ ДВО РАН (Владивосток, 2007, 2008 г.), объединенном научном семинаре кафедр гидрогеологии и геоэкологии и геохимии ТПУ (2009 г.).

Публикации. По проблемам, связанным с тематикой диссертационной работы, опубликовано 10 статей, в том числе входящих в перечень ВАК – 2.

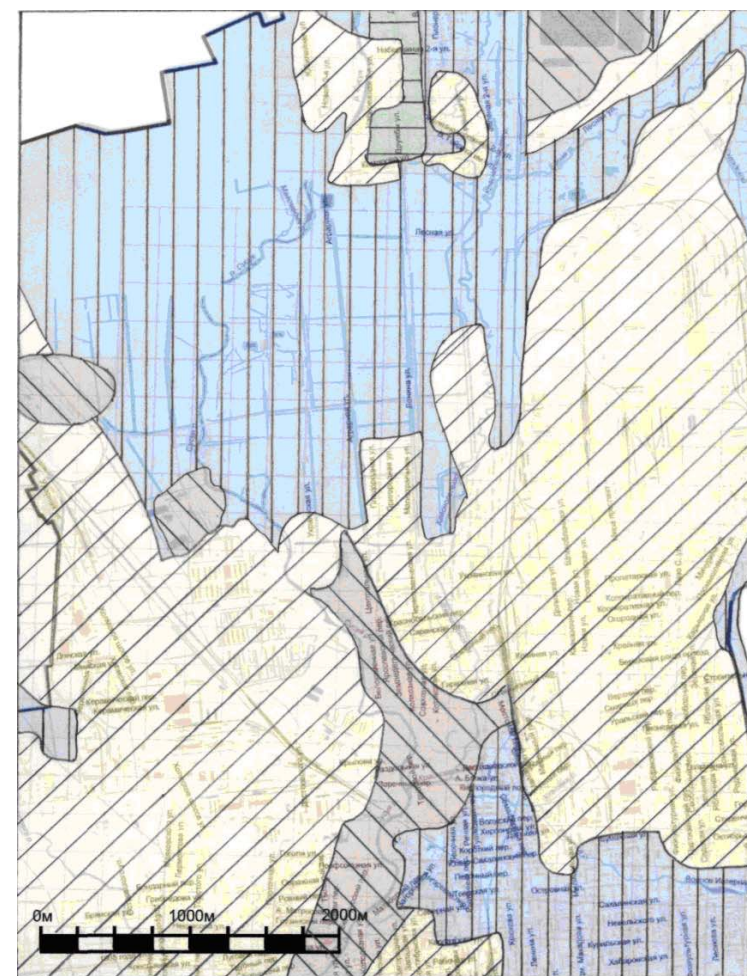
Исходные материалы и личный вклад автора. Фактическим материалом для диссертационной работы послужили результаты геологоразведочных работ по поиску и разведке подземных вод для хозяйственно-питьевого водоснабжения различных объектов г. Южно-Сахалинска, результаты режимных гидрогеологических и гидрологических наблюдений, специальных физико-химических и микробиологических исследований, в большинстве из которых автор принимал непосредственное участие.

Основные результаты исследований сконцентрированы в двух авторских работах: 1) Сахаров В.А. (отв. исп.) «Оценка обеспеченности населения Сахалинской области ресурсами подземных вод для хозяйственно-питьевого водоснабжения (отчет по результатам второго этапа)». Отчет Сахалинской гидрогеологической экспедиции. Южно-Сахалинск, 2000 г. 2) Сахаров В.А. (отв. исп.) «Изучение техногенного воздействия на подземные воды в районе водозабора «Луговое». Отчет Сахалинской гидрогеологической экспедиции. Южно-Сахалинск, 1990 г.

В процессе специальных исследований выполнено более 1000 анализов воды и горных пород.

Объем и структура диссертации. Работа состоит из введения, 5 глав и заключения. Общий объем работы – 167 страниц текста, включающего 33 таблицы, 27 рисунков и 121 наименование библиографических источников.

Благодарности. Автор считает своим долгом выразить глубокую благодарность научному руководителю работы – доктору технических наук, профессору В.А.Мелкому за постоянное внимание, советы и консультации в процессе работы. В ходе выполнения работ по изучению гидрогеологических и геоэкологических условий автор пользовался постоянной поддержкой гидрогеологов СГГЭ Прядко А.Ф., Завадского И.Г., Пчелкина В.И., д.г.-м.н., Боровского Б.В., д.г.-м.н. Язвина Л.С., к.г.-м.н. Закутина В.Н., д.т.н. Пищальника В.М., к.г.-м.н. Чесалова С.М., к.г.-



Условные обозначения

Геоэкологическое состояние грунтовых вод

- Весьма напряжённое (сумма весовых коэффициентов 7-8)
- Напряжённое (сумма весовых коэффициентов 5-6)
- Среднее (сумма весовых коэффициентов 3-4)
- Благоприятное (сумма весовых коэффициентов 1-2)

Рис.3. Схема зонирования территории г. Южно-Сахалинска по геоэкологическому состоянию грунтовых вод

вод напряженное. Организация хозяйственно-питьевого водоснабжения не рекомендуется.

3-я зона – сумма весовых коэффициентов 3-4 (защищенность подземных вод грунтового водоносного горизонта средняя и хорошая; вероятность загрязнения подземных вод грунтового водоносного горизонта средняя и низкая) геоэкологическое состояние грунтовых вод среднее. Организация хозяйственно-питьевого водоснабжения возможна повсеместно после предварительного осмотра участков, намеченных под размещение водозаборов.

4-я зона – сумма весовых коэффициентов не более 2 (защищенность подземных вод грунтового водоносного горизонта хорошая; вероятность загрязнения подземных вод грунтового водоносного горизонта практически отсутствует) геоэкологическое состояние грунтовых вод благоприятное. Организация хозяйственно-питьевого водоснабжения возможна по всей площади без ограничений.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основным результатом выполненных исследований является решение исключительно актуальной проблемы – прогнозной оценки уязвимости подземных вод грунтового горизонта для техногенного загрязнения. Решение данной проблемы базируется на комплексном изучении природных и техногенных факторов, определяющих геоэкологическое состояние водных объектов вообще и грунтовых вод в частности. Основные выводы сводятся к следующему.

1. В районе г. Южно-Сахалинска подземные воды грунтового водоносного горизонта в естественных (нечелювченых) условиях по основным показателям отвечают требованиям к воде хозяйственно-питьевого назначения.

2. Грунтовые воды подвергаются загрязнению из многочисленных и разнопрофильных техногенных источников загрязнения. Состав поллютантов и интенсивность загрязнения зависит от параметров источников воздействия. Наибольшему загрязнению подвергаются подземные воды в районах расположения сосредоточенных источников воздействия. Интенсивность загрязнения по отдельным показателям превышает ПДК. Несмотря на это, качество вод в большинстве своем соответствует требованиям СанПиН 2.1.1074-01 «Питьевая вода...», что обусловлено комплексом геоэкологических факторов.

м.н. Борзенкова И.А. и др. Весьма полезным при подготовке диссертации были обсуждения работы с д.т.н. Адамом А.М., д.т.н. Петуховым В.И., д.т.н. Агошковым А.И., к.г-м.н. Потаповой Е.Ю. и другими. Автор благодарен всем сотрудникам Факультета природных ресурсов и нефтегазового дела Сахалинского государственного университета за поддержку и помощь в подготовке работы.

Основное содержание работы

Во Введении обоснована актуальность темы, сформулированы цель и задачи исследований, научная новизна полученных результатов, защищаемые положения, практическая значимость работы.

В первой главе «Состояние проблемы и методологические основы ее решения» дается обзор ранее проведенных работ в данном направлении в г. Южно-Сахалинске. Анализируются методы, применяемые для решения аналогичных задач. Обосновывается состав и методика исследований, выполненных для решения проблемы.

Во второй главе «Факторы, определяющие геоэкологическое состояние подземных вод» приведены сведения о климатических, гидрологических, гидрогеологических и геологических условиях района. Охарактеризованы основные источники загрязнения подземных вод.

В третьей главе «Геоэкологическое состояние урбанизированных территорий» приведены результаты специальных исследований геоэкологических свойств компонентов изучаемой среды: минерального состава и органогенности горных породах, емкости поглощения и состава обменного комплекса пород, химического состава водных вытяжек, содержания белка в породах, активности микробиологических процессов, протекающих в водоносных горизонтах и комплексах.

В четвертой главе «Природная защищенность грунтовых вод от загрязнения» выполнено зонирование территории города по защищенности грунтовых вод. Зонирование выполнено по методике В.М. Гольдберга (1984). В пределах территории города выделены три категории защищенности грунтовых вод.

В пятой главе «Зонирование территории по геоэкологическому состоянию грунтовых вод» путем интегрирования оценочных показателей защищенности грунтового водоносного горизонта и потенциальной опасности техногенных источников загрязнения подземных вод с использованием весовых коэффициентов выполнено зонирование территории по геоэкологическому состоянию грунтовых вод, разработаны рекомендации по использованию грунтовых вод для организации рассредоточенного хозяйственно-питьевого водоснабжения. Выделены четыре зоны по геоэкологическому состоянию грунтовых вод (Рис. 3)

В **Заключении** приведены основные выводы исследований.

ЗАЩИЩАЕМЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

ПОЛОЖЕНИЕ 1. На территории г. Южно-Сахалинска подземные воды грунтового водоносного горизонта испытывают воздействие многочисленных разнопрофильных техногенных источников загрязнения. В районах расположения сосредоточенных источников воздействия интенсивность загрязнения грунтовых вод различными поллютантами достигает десятков ПДК (для воды хозяйственно-питьевого назначения). В районах рассредоточенных источников воздействия загрязнение подземных вод весьма умеренное, наблюдается незначительное превышение фоновых концентраций отдельных компонентов химического состава.

Детальное изучение и картирование техногенных источников загрязнения является одной из ключевых задач работы. На исследуемой площади наибольшее распространение имеют источники загрязнения сельскохозяйственной, хозяйственно-бытовой и промышленной групп.

Сельскохозяйственная группа. Основными загрязняющими веществами этой группы являются соединения азота, ядохимикаты, калий и фосфор, кроме того, возможно появление хлоридов, сульфатов, кадмия, ртути, меди и др. тяжелых металлов (Сахаров, 1990). Водоохранная деятельность всех сельскохозяйственных предприятий находится на очень низком уровне. Ни на одном предприятии нет оборудования по обезвреживанию отходов. Простейшими жижесборниками обеспечены лишь крупные предприятия, сооруженные по типовым проектам, и то далеко не в полном объеме. Большая часть жидких отходов сбрасывается непосредственно в водотоки, горные выработки или на рельеф. В результате проведенных исследований установлено, что наибольшему загрязнению грунтовые воды подвергаются в районах расположения сосредоточенных источников загрязнения – места складирования отходов производства. Наблюдается загрязнение грунтовых вод верхней части гидрогеологического разреза по хлоридам, гидрокарбонатам, сульфатам, железу, аммонии, органическому веществу (окисляемость). Интенсивность загрязнения достигает по железу – 500 ПДК (151 мг/дм³, 60 ед. фона), по аммонии – 15 ПДК (35 мг/дм³, 35 ед. фона) по органическим веществам – 17 ПДК (84 мг/дм³, 26 ед. фона). Концентрации остальных компонентов не выходят за рамки предельно допустимых.

В районах рассредоточенных источников воздействия загрязнение подземных вод весьма умеренное. Наблюдается незначительное превышение фоновых концентраций отдельных компонентов химического состава.

производства и потребления). Возможное загрязнение – бактериологическое, органические соединения, тяжелые металлы, высокотоксичные соединения, соединения азота. Вероятность загрязнения подземных вод грунтового водоносного горизонта очень высокая (весовой коэффициент 5).

2 – Районы расположения неблагоустроенного жилого фонда и садоводческих кооперативов. Возможное загрязнение – бактериологическое, органические соединения, тяжелые металлы, соединения азота. Вероятность загрязнения подземных вод грунтового водоносного горизонта высокая (весовой коэффициент 4).

3 – Площади расположения производственных зон промышленных предприятий. Вероятность бактериологического и химического загрязнения низкая. Состав возможных химических загрязнителей весьма разнообразен. Вероятность загрязнения подземных вод грунтового водоносного горизонта средняя (весовой коэффициент 3).

4 – Площади распространения сельскохозяйственных угодий. Возможное загрязнение – органические соединения, соединения азота. Вероятность загрязнения подземных вод грунтового водоносного горизонта низкая (весовой коэффициент 2).

5 – Площади расположения благоустроенного жилого фонда и рекреационных зон. Источники загрязнения отсутствуют. Вероятность загрязнения подземных вод грунтового водоносного горизонта практически отсутствует (весовой коэффициент 1).

Резльтирующая схема зонирования территории по геоэкологическому состоянию грунтовых вод составлена путем суммирования соответствующих весовых коэффициентов защищенности грунтовых вод и потенциальной опасности техногенных источников загрязнения при наложении схем районирования.

По сумме весовых коэффициентов, учитывающих условия защищенности грунтовых вод и опасность техногенных источников загрязнения, выделены четыре зоны по геоэкологическому состоянию грунтовых вод (рис. 3):

1-я зона – сумма весовых коэффициентов 7-8 (защищенность подземных вод грунтового водоносного горизонта слабая и очень слабая; вероятность загрязнения подземных вод грунтового водоносного горизонта высокая и очень высокая), геоэкологическое состояние грунтовых вод весьма напряженное. Организация хозяйственно-питьевого водоснабжения не допустима.

2-я зона – сумма весовых коэффициентов 5-6 (защищенность подземных вод грунтового водоносного горизонта слабая и средняя; вероятность загрязнения подземных вод грунтового водоносного горизонта средняя и высокая) геоэкологическое состояние грунтовых

ПОЛОЖЕНИЕ 3. На основании выполненного зонирования с использованием комплексного интегрального оценочного критерия, включающего в себя параметры техногенных источников загрязнения, мощность и фильтрационные свойства зоны аэрации, физико-химические свойства горных пород, в г. Южно-Сахалинске выделены участки, составляющие около 50% от площади всей территории, в пределах которых воды грунтового водоносного горизонта могут использоваться для хозяйственно-питьевого водоснабжения без каких-либо ограничений.

Цель зонирования территории города – выделение участков, в пределах которых грунтовой водоносный горизонт может обеспечить безопасное и надежное хозяйственно-питьевое водоснабжение. Основой зонирования служит геоэкологическое состояние грунтовых вод – комплексный оценочный критерий, интегрально учитывающий защищенность грунтовых вод и потенциальную опасность техногенных источников загрязнения (Сахаров, 2007).

Защищенность грунтовых вод обуславливается мощностью и коэффициентом фильтрации пород зоны аэрации, через которые суммарно учитываются самоочищающие свойства природной среды, подробно рассмотренные в 3 главе настоящей работы. Потенциальная опасность техногенных источников загрязнения определяется возможной интенсивностью загрязнения грунтовых вод в районе их размещения (глава 2). При этом, чем лучше условия защищенности грунтового горизонта и меньше интенсивность техногенных источников загрязнения, тем меньше вероятность загрязнения подземных вод до недопустимого уровня.

Зонирование территории города по геоэкологическому состоянию грунтовых вод выполнено путем интегрирования оценочных показателей защищенности грунтового водоносного горизонта и потенциальной опасности загрязнения подземных вод из техногенных источников воздействия с использованием весовых коэффициентов. Весовые коэффициенты определены посредством проведения ряда численных и графических экспериментов с заверкой результатов на местности. Для учета условий защищенности грунтовых вод при построении схемы зонирования территории по геоэкологическому состоянию грунтовых вод участки, на которых защищенность грунтовых вод отнесена к первой категории (I) имеют весовой коэффициент 3; второй категории (II) – 2; третьей категории (III) – 1.

По потенциальной опасности техногенных источников загрязнения грунтовых вод на территории города выделено 5 районов с идентичными признаками.

1 – Районы расположения сосредоточенных источников загрязнения высокой интенсивности (места складирования отходов

Распространение загрязнения в грунтовом водоносном горизонте локализовано на небольшом удалении от сосредоточенных источников воздействия. По латерали концентрации загрязняющих веществ резко уменьшаются уже на расстоянии первых десятков метров от границы источника. По вертикали загрязнение уверенно идентифицируется на глубину до 30 метров.

Хозяйственно-бытовая группа. К загрязняющим веществам этой группы относятся фекалии, коммунальные сточные воды, твердые отходы жилых помещений, предприятий общественного питания, магазинов, городской мусор, шламы коммунальных очистных сооружений. Характерными загрязняющими ингредиентами являются микроорганизмы, азотные соединения, органические кислоты, хлориды, жиры, поверхностно-активные вещества и др. Основными источниками загрязнения этой группы являются свалки; места сбора, транзита и хранения жидких стоков; коммуникации очистных сооружений, лишенные надежного гидроизоляционного экрана; неблагоустроенный жилой фонд и садоводческие товарищества, характеризующиеся большим количеством мелких (до 2-3 м³) свалок, уличных туалетов, бессистемным сливом жидких стоков на рельеф. По объему загрязняющих веществ источники загрязнения хозяйственно-бытовой группы превосходят прочие источники загрязнения. Влияние источников хозяйственно-бытовой группы рассматривается на примере городской свалки. Фильтрат свалки оказывает существенное влияние на химический состав подземных вод. Наблюдается загрязнение практически по всем определяемым компонентам химического состава. Наибольшее загрязнение зафиксировано в скважине, расположенной вниз по потоку грунтовых вод от тела свалки. Интенсивность загрязнения по отдельным компонентам в десятки и сотни раз превышает фоновые значения и ПДК: Na – 47 ПДК (950 мг/дм³, 32 ед. фона), Mg – 4 ПДК (219 мг/дм³, 35 ед. фона), NH₄ – 52 ПДК (104 мг/дм³, 104 ед. фона), Fe_{общ} – 2800 ПДК (861,6 мг/дм³, 63 ед. фона), Сухой остаток – 3,8 ПДК (3843,8 мг/дм³, 22 ед. фона), Окисляемость – 139 ПДК (696 мгО₂/дм³, 205 ед. фона), Mn – 10 ПДК (0,998 мг/дм³, 27 ед. фона), B – 2 ПДК (1,16 мг/дм³, 4 ед. фона).

Промышленная группа. К загрязняющим веществам относятся твердые и жидкие отходы промышленных предприятий. В настоящее время промышленность города ограничивается местными предприятиями и ТЭЦ. Практически все промышленные предприятия обслуживаются городскими коммунальными службами. Твердые отходы вывозятся на городскую свалку, жидкие принимаются муниципальными

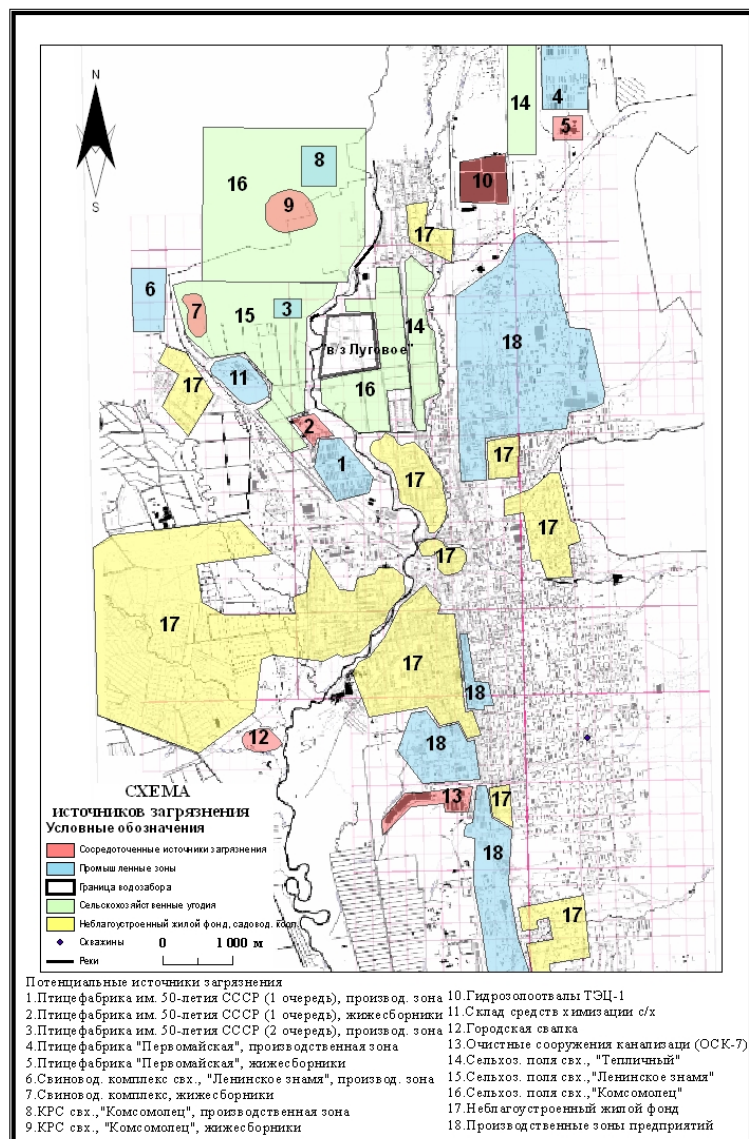


Рис. 1. Схема источников загрязнения канализационными сетями. Поэтому влияние отходов предприятий на подземные воды рассматривается в разделе коммунальной группы источников загрязнения. Загрязнение подземных вод в районе

кислородсодержащих компонентов (NO_2^- , NO_3^- , SO_4^{2-}), а также осадения различных минеральных образований металлов.

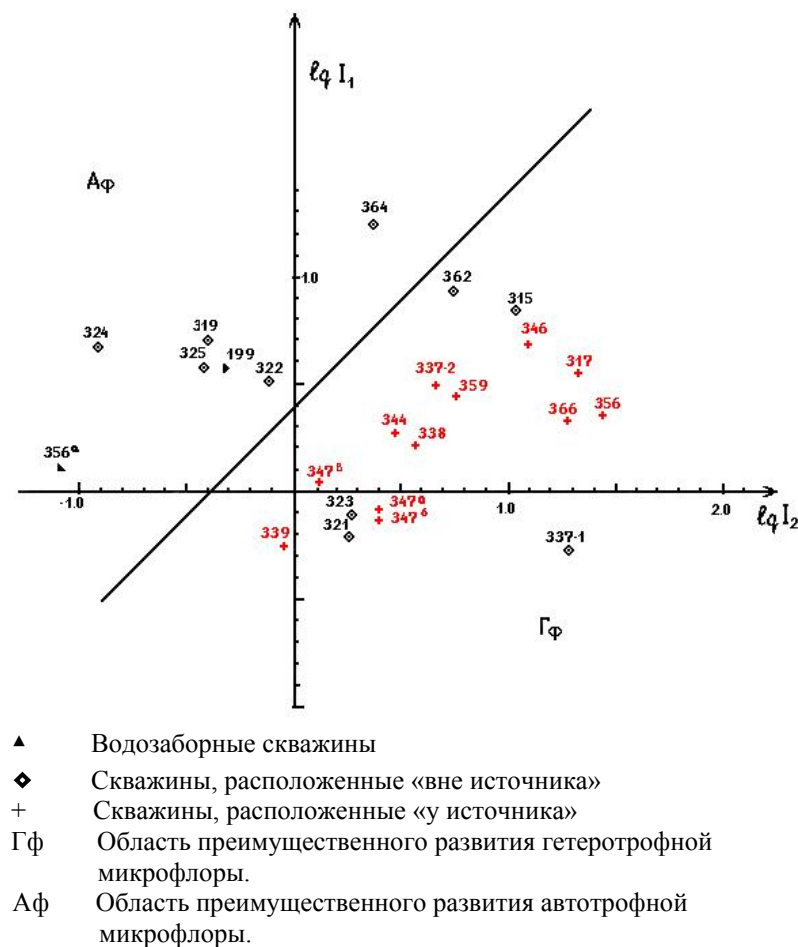


Рис. 2. Взаимосвязь величин скоростей включения в клетку органического (I_2) и неорганического (I_1) углерода

Таким образом, высокие самозащитные свойства геологической среды препятствуют распространению опасного загрязнения водных объектов.

микробиологических процессов деструкции веществ загрязнителей. Содержание ацетата в подземных водах у источников загрязнения выше в 8 раз, а на водозаборе в 2 раза. Скорость ассимиляции органического углерода на водозаборе в грунтовом горизонте выше в 3 раза, а в районе источников загрязнения в 5 раз. Практически аналогично ведет себя и величина скорости ассимиляции неорганического углерода. Все это говорит о том, что подземные воды грунтового водоносного горизонта испытывают загрязнение органическим веществом практически на всей изучаемой территории, включая площадку размещения непосредственно водозабора "Луговое". Различия наблюдаются только по интенсивности загрязнения: максимальная интенсивность – "у источника", минимальная – "вне источника" и "на водозаборе". Отсутствие или весьма незначительные концентрации ингредиентов, характерных для такого типа загрязнения (нитратов, аммония, органических веществ), фиксируемые режимными гидрогеохимическими наблюдениями, объясняется тем, что природная популяция микроорганизмов способна существенно ограничивать распространение загрязнения, т.е. создается природный микробиологический барьер на границах очаговой зоны. Причем в существующих условиях (техногенных и гидрогеологических) этот барьер имеет некоторый запас прочности, т.к. максимальная зафиксированная скорость ассимиляции органического углерода составляет 20,3 – 35,8 мкг С/дм³ сутки, в то время как средняя "задействованная" активность микробиологических процессов в зонах "у источника" характеризуется скоростью 10,8 мкг С/ дм³ сутки.

Проведенный комплекс исследований позволяет сделать вывод о том, что породы четвертичных отложений, выполняющих Сусунайскую депрессию, обладают высокой "очищающей" способностью по отношению к рассматриваемым типам загрязнения. Эта способность определяется двумя основными факторами: 1) высокой обменной емкостью глинистой составляющей пород, обусловленной присутствием хлорит-монтмориллонитовых и гидрослюдистомонтмориллонитовых глинистых минералов, а также органических включений; 2) формированием в водоносном комплексе восстановительных условий, являющихся следствием значительной органогенности пород и обеспечивающих жизнедеятельность таких микроорганизмов, как денитрифицирующих, сульфатредуцирующих и водородпродуцирующих. В результате окислительно-восстановительных процессов и тесно связанных с ними микробиологических процессов в водоносных горизонтах существует потенциальная возможность разрушения органоминеральных комплексов загрязняющих веществ, восстановления

золоотвала ТЭЦ, хотя и незначительное, достигает 150 метров по глубине. Оно проявляется в превышении фона по марганцу, литию, кобальту, цинку, хлоридам, нитритам и нитратам. Превышение ПДК наблюдается только по марганцу (3 ПДК). Наибольшему загрязнению подвергаются грунтовые воды. Оно проявляется в превышении фона по марганцу (до 5,7 ед. фона), ванадию (до 4,4 ед. фона), бария (до 26, 1 ед. фона), стронцию (до 3 ед. фона), кобальту (>1 ед.фона), меди (до 6,4 ед. фона), хрому (до 4,6 ед. фона), ртути (до 4, 4 ед. фона), цинку (до 4,1 ед. фона), свинцу (до 2,0 ед. фона), натрию (до 4,3 ед. фона), азоту аммонийному (до 1,3 ед. фона), кальцию (до 5,4 ед. фона), магнию (до 2,8 ед. фона), железу (до 9,8 ед. фона), хлоридам (до 15,3 ед. фона), сульфатам (до 45,5 ед. фона), нитритам, нитратам, гидрокарбонатам. По некоторым компонентам наблюдается превышение ПДК для питьевых вод. Максимальной интенсивности достигает загрязнение по железу (до 32 ПДК, при фоновой 3,3 ПДК), марганцу (до 11 ПДК, при фоновой 2 ПДК), ртути (до 4,6 ПДК), бария (до 2,6 ПДК). Можно констатировать, что под золоотвалом сформировался устойчивый очаг загрязнения подземных вод тяжелыми металлами. Ареал рассеивания поллютантов с интенсивностью, превышающей ПДК для питьевых вод, вышел за пределы границ золоотвала на расстояние не менее 100 метров (вверх по потоку подземных вод) и не менее 500 метров вниз по потоку подземных вод.

Таким образом, установлено, что расположенные на территории города Южно-Сахалинска техногенные источники загрязнения оказывают значительное влияние на химический состав подземных вод. В некоторых случаях загрязнение воды по отдельным компонентам превышает ПДК для питьевых вод. Ареалы загрязнения локализованы в непосредственной близости от источников воздействия, что обуславливается геоэкологическими свойствами геологической среды, препятствующими распространению поллютантов. Для составления схемы зонирования территории по геоэкологическому состоянию грунтовых вод все техногенные источники воздействия объединены по основным параметрам в группы, которые нанесены на карту города (рис. 1).

ПОЛОЖЕНИЕ 2. Комплекс геоэкологических факторов – высокая обменная емкость глинистой составляющей пород, формирование в водоносном горизонте глеевых условий, являющихся следствием значительной органогенности отложений, высокая микробиологическая активность – способствуют ограничению распространения поллютантов и разрушению органоминеральных комплексов загрязняющих веществ. Таким образом реализуется природная самоочистка грунтовых вод.

Породы зоны аэрации и водоносного горизонта являются средой, в которой, в зависимости от состава и свойств пород, при контакте их с загрязненными водами, протекают те или иные физико-химические процессы (окислительно-восстановительные и тесно связанные с ними микробиологические процессы, ионный обмен, осаждение трудно растворимых солей и т.д.), приводящие к преобразованию не только химического состава загрязненных подземных вод, но и свойств горных пород. Исследуя последние, можно судить о направленности физико-химических процессов и о возможном развитии загрязнения по площади и глубине. Для проведения исследований выполнено бурение трех специальных опорных скважин глубиной 70 метров каждая. Первая скважина № 1225 (344-2) расположена в зоне действующих сельскохозяйственных угодий («у источника»). Вторая скважина № 1226 (347-2) относительно удалена от источников загрязнения («вне источника»). Третья скважина № 1227 (324-2) пройдена в непосредственной близости от жижеборников птицефабрики им. 50-летия СССР («у источника»).

В результате исследований установлено, что литологические разности зоны аэрации и водовмещающих отложений представлены плохо отсортированным материалом: это либо глины, содержащие включения песка, гальки, гравия, либо песчано-гравийно-галечные отложения с высоким содержанием тонкодисперсного глинистого материала. Практически все слои в большей или в меньшей степени содержат органический материал как в виде плохо разложившихся растительных остатков, так и в виде гумусового вещества. Наличие в разрезе захороненных илов с большим количеством органики, а также глин и алевроитов создает в водоносном горизонте восстановительные условия, что подтверждается низкими значениями величин E_h (до – 100 mv), а также наличием в отложениях 2-х валентного железа в различных минеральных образованиях, придающих отложениям в целом зеленый цвет. Основными в процентном отношении глинистыми минералами являются смешаннослойные хлорит-монтмориллонитовые и гидрослюдисто-монтмориллонитовые минералы; хлорит и гидрослюда содержатся в подчиненном количестве. Из прочих минералов в тонкодисперсной фазе присутствуют кварц и полевой шпат.

Емкость поглощения глин составляет 20,6 – 29,8 мг-экв./100 г породы, алевроитов 17,2 – 33,6 мг-экв./100 г, суглинков и супесей 12,4 – 21,3 мг-экв./100 г.

В составе обменных катионов преобладает кальций (его содержание достигает 10 – 20 мг-экв./100 г породы), содержание ионов натрия и калия, как правило, не превышает 1–2 мг-экв./100 г породы. Породы имеют ярко выраженный континентальный тип поглощенного комплекса, что свидетельствует о высокой степени их промытости. В

целом, глинистые отложения обладают достаточно высокой поглощающей способностью. Наличие органики в породах также повышает их поглощающую способность.

Активность микробиологических процессов исследовалась в основном в грунтовом водоносном горизонте по двум профилям, представляющим наибольший интерес: первый профиль – птицефабрика им. 50-летия СССР – водозабор "Луговое", второй – свиноводческий комплекс свх. "Ленинское знамя" – водозабор "Луговое". В результате микробиологических исследований во всех пробах обнаружены, как денитрифицирующие, так и нитрифицирующие микроорганизмы. Численность денитрификаторов колебалась в пределах $10^5 - 10^{10}$ кл/дм³, численность нитрификаторов – $10^3 - 10^5$ кл/ дм³. Результаты определения численности микроорганизмов группы кишечной палочки указывают на очень серьезное загрязнение фекальной микрофлорой проб, отобранных из скважин «у источника».

На рисунке 2 в координатах скорость ассимиляции углерода ацетата – скорость ассимиляции углерода карбоната прямой линией разделены области преимущественного развития автотрофных и гетеротрофных микробиологических процессов. Линией разделен условный микробиологический процесс, в ходе которого в клетку включается 70 % углерода карбонатов и 30 % углерода ацетата, что соответствует максимальной величине ассимиляции неорганического углерода для большинства гетеротрофных микроорганизмов. Слева от прямой располагается область развития автотрофных микробиологических процессов ассимиляции углерода, справа – гетеротрофных. На рисунке видно, что около половины точек лежит в области гетеротрофных процессов, в ходе которых происходит деструкция водорастворенного органического вещества. Скорость этого процесса изменяется в широком диапазоне (0,91 – 35,8 мкг С/дм³ сутки), что указывает на значительные возможности природной микробной популяции в интенсификации процессов деструкции потока органических загрязнителей. В области автотрофных процессов, в ходе которых скорость деструкции органического вещества незначительна, расположены скважины «вне источника». Если считать, что воды, залегающие ниже грунтовых, на участке водозабора не подвержены влиянию поверхностного загрязнения, то данные, полученные по ним, можно рассматривать как контрольные. Фоновые средние значения содержания ацетата равны 2,7 мг/дм³, изотопный состав углерода карбонатов равен – 16,2‰, скорость микробиологической деструкции органического вещества – 2,0 мкг С/дм³ сутки. Изотопный состав углерода карбонатов грунтовых вод у источников загрязнения, существенно облегчен, что объясняется процессом окисления поступающей органики в ходе