



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Инженерная школа природных ресурсов
Направление подготовки 20.04.02. Природообустройство и водопользование
Отделение геологии

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Тема работы
Изменение качественного состава подземных вод Республики Тыва под влиянием техногенных объектов

УДК 556.31:504.5(571.52)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ВМ12	Гагарина Ксения Михайловна		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОГ ИШПР	Пасечник Елена Юрьевна	К.Г.-М.Н., доцент		

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и
ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Рыжакина Татьяна Гавриловна	К.Э.Н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ООД ШБИП	Сечин Андрей Александрович	К.Т.Н.		

По разделу на иностранном языке

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОИЯ ШБИП	Сыскина Анна Александровна	к.ф.н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Чистая вода	Пасечник Елена Юрьевна	К.Г.-М.Н., доцент		



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Инженерная школа природных ресурсов
Направление подготовки 20.04.02 Природообустройство и водопользование
Отделение геологии

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель ООП
_____ Пасечник Е.Ю.

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Магистерской диссертации
(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
2ВМ12	Гагарина Ксения Михайловна

Тема работы:

Изменение качественного состава подземных вод Республики Тыва под влиянием техногенных объектов	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	23.12.2022 №357-3/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	05.06.2023
--	------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе</p> <p><i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<p>Объект исследования – подземные воды верхнечетвертичных, современных аллювиальных отложений и средне-верхнеюрских отложений, испытывающих техногенное воздействие на территории Республики Тыва.</p> <p>В работе использованы фондовые материалы по геологическому и гидрогеологическому изучению данной территории; результаты государственного мониторинга по скважинам наблюдательной сети в районе расположения техногенных объектов; топографические и гидрогеологические карты района</p>
---	--

<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</p> <p><i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> - Геолого-гидрогеологическая изученность; - Общие сведения о районе работ; - Геолого-гидрогеологические условия; - Методика выполнения работ; - Изменение качественного состава подземных вод под влиянием техногенных объектов: гидрогеохимическое состояние подземных вод, качество подземных вод по ИЗВ, оценка использования загрязненных подземных вод на здоровье населения; - Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение; - Социальная ответственность; - Раздел на иностранном языке.
<p>Перечень графического материала</p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<p>Гидрогеологическая карта района исследования Гидрогеологический разрез Карта гидроизогипс (составлена автором) Карта качества подземных вод (составлена автором) Карта опасности использования загрязненных подземных вод (составлена автором)</p>
<p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</p> <p><i>(с указанием разделов)</i></p>	
<p>Раздел</p>	<p>Консультант</p>
<p>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</p>	<p>Рыжакина Татьяна Гавриловна</p>
<p>Социальная ответственность</p>	<p>Сечин Андрей Александрович</p>
<p>Раздел на иностранном языке</p>	<p>Сыскина Анна Александровна</p>
<p>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</p>	
<p>На русском языке: Введение; Геолого-гидрогеологические условия изучаемой территории; Изменение качественного состава подземных вод под влиянием техногенных объектов; Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение; Социальная ответственность. На английском языке: Changes in the qualitative composition of the groundwater of the Republic of Tuva under the influence of man-made objects</p>	

<p>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</p>	<p>23.12.2022</p>
--	-------------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
<p>Доцент ОГ ИШПР</p>	<p>Пасечник Елена Юрьевна</p>	<p>К.Г.-М.Н.</p>		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
<p>2ВМ12</p>	<p>Гагарина Ксения Михайловна</p>		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСООБЪЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

Группа	ФИО
2BM12	Гагарина Ксения Михайловна

Школа	ИШПР	Отделение	Отделение геологии
Уровень образования	Магистратура	Направление/специальность	20.04.02 Природообустройство и водопользование

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:	
Изменение качественного состава подземных вод Республики Тыва под влиянием техногенных объектов	Работа с данными государственного и объектного мониторинга состояния недр, научной литературой, представленной в российских и иностранных научных публикациях, аналитические исследования
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив разработки проекта с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	Проведение предпроектного анализа. Определение целевого рынка и проведение его сегментирования. Выполнение SWOT-анализа проекта
2. Планирование и формирование бюджета разработки	Определение целей и ожиданий, требований проекта. Определение бюджета научного исследования
3. Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности разработки	Проведение оценки экономической эффективности, ресурсоэффективности и сравнительной эффективности различных вариантов исполнения
Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):	
<p align="center">1. Оценка конкурентоспособности технических решений 2. Матрица SWOT 3. График проведения и бюджет проекта 4. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности разработки</p>	

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	01.03.2023
---	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Рыжакина Татьяна Гавриловна	Кандидат экономических наук		01.03.2023

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2BM12	Гагарина Ксения Михайловна		01.03.2023

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

Группа	ФИО
2ВМ12	Гагарина Ксения Михайловна

Школа	ИШПР	Отделение	Отделение геологии
Уровень образования	Магистратура	Направление/специальность	20.04.02 Природообустройство и водопользование

Тема ВКР:

Изменение качественного состава подземных вод Республики Тыва под влиянием техногенных объектов	
Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Объект исследования: подземные воды в зоне влияния техногенных объектов. Область применения: отбор проб подземных вод, сбор и обработки данных о гидрогеологических и гидрогеохимических условиях района исследования. Рабочая зона: офис, полевые условия
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.	Трудовой кодекс РФ ГОСТ 12.2.032-78 ССБТ. ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ. ГОСТ 17.1.3.06-82. СанПиН 1.2.3685-21 СанПиН 2.1.3684-21
2. Производственная безопасность: 2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов 2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия	Опасные факторы производственной среды: - поражение электрическим током; - возникновение пожаров; - динамические нагрузки, связанные с массой поднимаемого и перемещаемого вручную груза. Вредные факторы производственной среды: - недостаточная освещенность рабочей зоны; - отклонения показателей микроклимата; - монотонность трудового процесса; - нервно-психические перегрузки. Мероприятия по снижению воздействия выявленных факторов: расчет искусственного освещения
3. Экологическая безопасность:	Воздействие на литосферу - физическое нарушение природных ландшафтов; нарушение температурного режима. Воздействие на атмосферу – минимальное воздействие в виде выбросов выхлопных газов при доставке исполнителей для пробоотбора. Воздействие на гидросферу – возможное воздействие в виде истощения и загрязнения подземных вод, колебания уровня подземных вод.
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	Возможные ЧС: Природные (развитие экзогенных геологических процессов под воздействием подземных вод); Техногенные (антропогенное загрязнение подземных вод, истощение запасов подземных вод, пожары, взрывы, разливы топлива). Наиболее типичная ЧС: загрязнение объекта исследования – подземных вод, используемых для водоснабжения населения.

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	01.03.2023
--	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Сечин Андрей Александрович	Кандидат технических наук		01.03.2023

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ВМ12	Гагарина Ксения Михайловна		01.03.2023

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 федеральное государственное автономное
 образовательное учреждение высшего образования
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Инженерная школа природных ресурсов
 Направление подготовки 20.04.02. Природообустройство и водопользование
 Уровень образования магистратура
 Отделение геологии
 Период выполнения _____ (осенний / весенний семестр 2022 /2023 учебного года)

Форма представления работы:

магистерская диссертация

(бакалаврская работа, дипломный проект/работа, магистерская диссертация)

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:	15.06.2023
--	------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
10-12.2022, 01-02.2023	<i>Сбор и анализ исходных данных, Геолого-гидрогеологическая изученность территории</i>	10
01-03.2023	<i>Общие сведения о районе, Геолого-гидрогеологические условия изучаемой территории</i>	10
03-05.2023	<i>Изменение качественного состава подземных вод под влиянием техногенных объектов: гидрогеохимическое состояние подземных вод, качество подземных вод по ИЗВ, оценка использования загрязненных подземных вод на здоровье населения</i>	10
04.2022	<i>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</i>	10
05.2022	<i>Социальная ответственность</i>	10
05.2022	<i>Раздел на иностранном языке</i>	10

СОСТАВИЛ:

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОГ ИШПР	Пасечник Елена Юрьевна	К.Г.-М.Н.		

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОГ ИШПР	Пасечник Елена Юрьевна	К.Г.-М.Н.		

Результаты освоения ООП

Код компетенции	Наименование компетенции	Подготовка и защита ВКР
УК(У)-1	Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	+
УК(У)-2	Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	+
УК(У)-3	Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели	+
УК(У)-4	Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном (-ых) языке (-ах), для академического и профессионального взаимодействия	+
УК(У)-5	Способен анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия	+
УК(У)-6	Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки	+
ОПК(У)-1	способность и готовность руководить коллективом в сфере своей профессиональной деятельности, толерантно воспринимая социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия	+
ОПК(У)-2	способность использовать на практике умения и навыки в организации исследовательских и проектных работ, находить и принимать управленческие решения, формировать цели команды, воздействовать на ее социально-психологический климат в нужном для достижения целей направлении, оценивать качество результатов деятельности	+
ОПК(У)-3	готовность к изучению, анализу и сопоставлению отечественного и зарубежного опыта по разработке и реализации проектов природообустройства и водопользования	+
ОПК(У)-4	способность использовать знания методов принятия решений при формировании структуры природно-техногенных комплексов, методов анализа эколого-экономической и технологической эффективности при проектировании и реализации проектов природообустройства и водопользования, проектов восстановления природного состояния водных и других природных объектов	+
ОПК(У)-5	способность профессионально использовать современное научное и техническое оборудование и приборы, а также профессиональные компьютерные программные средства	+
ОПК(У)-6	способность собирать, обобщать и анализировать экспериментальную и техническую информацию	+
ОПК(У)-7	способность обеспечивать высокое качество работы при проектировании, строительстве и эксплуатации объектов природообустройства и водопользования, при проведении научно-исследовательских работ	+
ПК(У)-7	способность разрабатывать и вести базы экспериментальных данных, производить поиск и выбор методов и моделей для решения научно-исследовательских задач, проводить сравнение и анализ полученных результатов исследований, выполнять математическое моделирование природных процессов	+
ПК(У)-1	способность определять исходные данные для проектирования объектов природообустройства и водопользования, руководить изысканиями по оценке состояния природных и природно-техногенных объектов	+
ПК(У)-2	способность использовать знания методики проектирования инженерных сооружений, их конструктивных элементов, методики инженерных расчетов, необходимых для проектирования систем, объектов и сооружений для природообустройства и водопользования	+
ПК(У)-3	способность обеспечивать соответствие качества проектов природообустройства и водопользования международным и государственным нормам и стандартам	+
ПК(У)-6	способность формулировать цели и задачи исследований, применять знания о методах исследования при изучении природных процессов, при обследовании, экспертизе и мониторинге состояния природных объектов, объектов природообустройства и водопользования и влияния на окружающую среду антропогенной деятельности	+
ПК(У)-7	способность разрабатывать и вести базы экспериментальных данных, производить поиск и выбор методов и моделей для решения научно-исследовательских задач, проводить сравнение и анализ полученных результатов исследований, выполнять математическое моделирование природных процессов	+
ПК(У)-8	способность делать выводы, формулировать заключения и рекомендации, внедрять результаты исследований и разработок и организовывать защиту прав на объекты интеллектуальной собственности	+
ПК(У)-9	способность проводить поиск, получение, обработку и анализ данных полевых и лабораторных исследований, обследований, экспертизы и мониторинга объектов природообустройства, водопользования	+
ДПК(У)-1	способность осуществлять педагогическую деятельность в области профессиональной подготовки	+

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа на тему «Изменение качественного состава подземных вод Республики Тыва под влиянием техногенных объектов» содержит 130 с, 32 рис., 42 табл, 40 источников, 1 прил.

Ключевые слова: мониторинг подземных вод, техногенное воздействие, коэффициент концентрации загрязняющих веществ, индекс загрязнения, коэффициент опасности использования загрязненных вод на здоровье.

Объектом исследования являются подземные воды верхнечетвертичных, современных аллювиальных отложений и средне-верхнеюрских отложений, испытывающих техногенное воздействие на территории Республики Тыва.

Цель работы - изучение гидрогеохимического состояния подземных вод в Республике Тыва в зоне влияния техногенных объектов и оценка изменения их качественного состава.

Актуальность исследований: Водоносные горизонты, залегающие первыми от поверхности, чаще всего используются населением в местах отсутствия централизованных систем водоснабжения, но они являются и недостаточно защищенными и наиболее подвержены воздействию от техногенных источников. Недостаточная изученность гидрохимического состояния подземных вод испытывающих влияния техногенных объектов в настоящее время сохраняет свою актуальность.

В процессе исследования был выполнен комплекс работ, который включал изучение природных условий территории исследования, анализ результатов мониторинга подземных вод в зоне влияния техногенных объектов с определением коэффициентов концентрации загрязняющих веществ, индекса загрязнения вод и коэффициентов опасности употребления загрязненных вод на здоровье.

Произведен расчет затрат на проведение исследования, анализ технических и экономических критериев. Произведена оценка безопасности выполнения исследования для человека и окружающей среды.

СОДЕРЖАНИЕ

РЕФЕРАТ	9
СОДЕРЖАНИЕ	10
ВВЕДЕНИЕ.....	11
1. ГЕОЛОГО-ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ИЗУЧЕННОСТЬ РАЙОНА	13
2. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О РАЙОНЕ РАБОТ	17
2.1. Административное и географическое положение	17
2.2. Физико-географическое описание и рельеф.....	18
2.3. Гидрография.....	20
2.4. Климат	21
2.5. Растительный и животный мир.....	23
2.6. Геолого-экономическая характеристика.....	23
3. ГЕОЛОГО-ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ	25
4. МЕТОДИКА ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТ	32
5. ИЗМЕНЕНИЕ КАЧЕСТВЕННОГО СОСТАВА ПОДЗЕМНЫХ ВОД РЕСПУБЛИКИ ТЫВА ПОД ВЛИЯНИЕМ ТЕХНОГЕННЫХ ОБЪЕКТОВ	37
5.1. Гидрогеохимическое состояние подземных вод в зоне влияния техногенных объектов.....	40
5.1.1 Золошлакоотвал Кызылской ТЭЦ.....	40
5.1.2 Левобережные очистные сооружения.....	48
5.1.3 Полигон ТБО	50
5.1.4 Полигон ядохимикатов.....	53
5.2. Качество подземных вод в зоне влияния техногенных объектов по индексу загрязнения	57
5.3. Оценка использования загрязненных подземных вод на здоровье населения	61
5.4. Рекомендации и мероприятия по улучшению условий эксплуатации подземных вод	64
6. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ.....	68
7. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ.....	99
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	115
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	116
ПРИЛОЖЕНИЕ А	120

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность исследований: Подземные воды играют ведущую роль в водопользовании. Одно из ведущих направлений их применения — это питьевое назначение, в связи с лучшей защищенностью по сравнению с поверхностными водами.

Наибольшее количество техногенных объектов Республики Тыва сосредоточено в районе г. Кызыл и его окрестностях. Загрязнение окружающей среды, в том числе подземных вод сосредоточено в непосредственной близости от антропогенных источников. Основными источниками загрязнения на исследуемой территории являются золошлакоотвал Кызылской ТЭЦ, полигон ТБО, полигон ядохимикатов и очистные сооружения, а также не рассматриваемые в данной работе месторождения по добыче полезных ископаемых и расположенные на их территории отвалы вскрышных пород, стихийные свалки и АЗС. По результатам многолетних исследований установлено, что загрязнение от крупных источников является постоянным во времени.

Водоносные горизонты, залегающие первыми от поверхности, чаще всего используются населением в местах отсутствия централизованных систем водоснабжения, но они являются и недостаточно защищенными и наиболее подвержены воздействию от техногенных источников. На основе вышесказанного недостаточная изученность гидрохимического состояния подземных вод испытывающих влияния техногенных объектов в настоящее время сохраняет свою актуальность.

Целью работы является изучение гидрогеохимического состояния подземных вод в Республике Тыва в зоне влияния техногенных объектов и оценка изменения их качественного состава.

Для достижения поставленной цели предусмотрено решить следующие задачи:

1. Изучить химический состав подземных вод;

2. Оценить качество подземных вод, используемых населением для водоснабжения;
3. Оценить возможность использования подземных вод в питьевых целях;
4. Рассчитать индекс загрязнения подземных вод;
5. Оценить риск использования загрязненных подземных вод на здоровье населения.

В ходе работы проанализированы результаты лабораторных исследований проб воды за многолетний период по 6 скважинам ГОНС, расположенным на 4 объектах техногенного воздействия.

По результатам аналитических исследований оцениваются коэффициенты концентрации загрязняющих веществ, индекс загрязнения подземных вод, коэффициент опасности употребления загрязненных подземных вод. Также разработаны рекомендации и мероприятия по улучшению условий эксплуатации подземных вод.

Результаты исследований докладывались на XXVI и XXXVII Международных молодежных научных симпозиумов имени академика М.А. Усова «Проблемы геологии и освоения недр».

1. ГЕОЛОГО-ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ИЗУЧЕННОСТЬ РАЙОНА

Район исследований расположен в пределах листа М-46-V государственной геодезической разграфки масштаба 1:200 000.

Изученность территории в целом соответствует масштабу 1:200 000 (Рис. 1.1), а на территорию регионального центра города Кызыл ее можно оценить масштабом 1:50 000 и детальнее по отдельным районам.

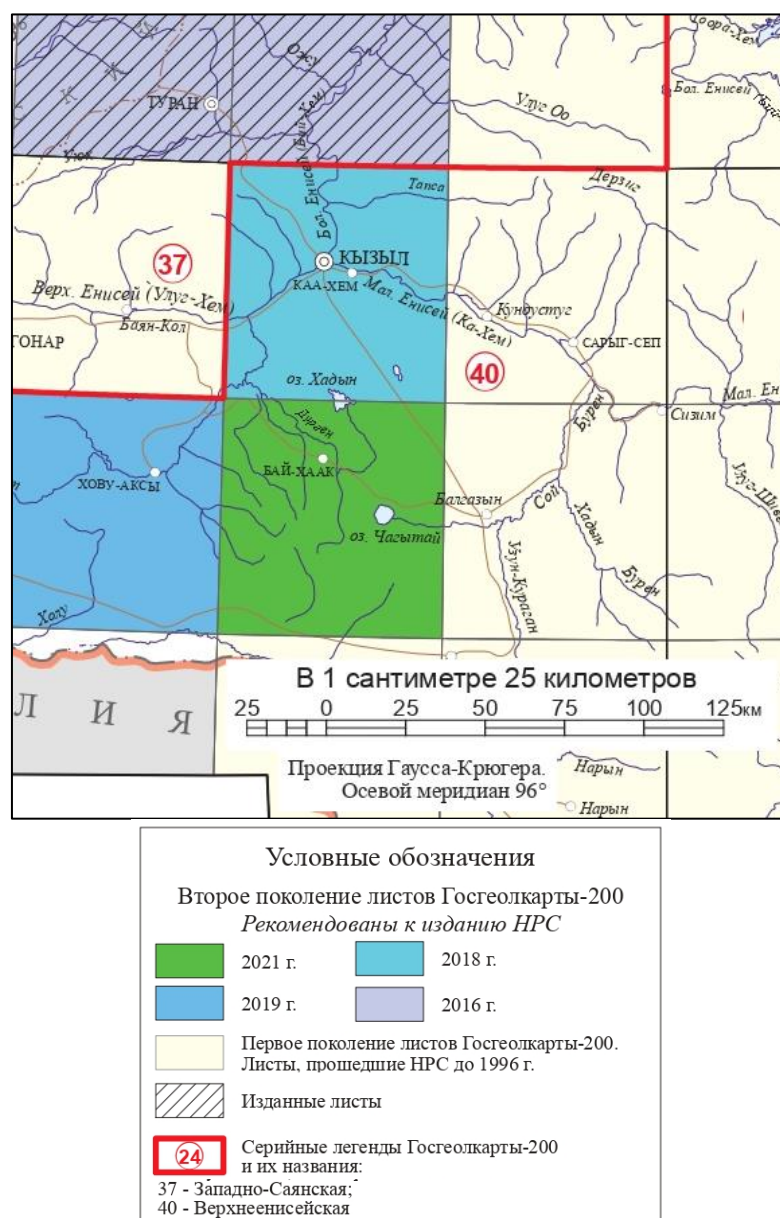


Рисунок 1.1 - Схема изученности госгеолкартой масштаба 1:200 000 [40]

На лист М-46 (Кызыл) составлена Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1: 1 000 000 (третье поколение). Серия Алтае-Саянская / Александровский Ю.С. и др.

В 1964 году под ред. Г.А. Кудрявцева подготовлена геологическая карта СССР м-ба 1:200 000. Серия Западно-Саянская. Лист М-46-V

Среди съемок масштаба 1:50 000 следует отметить геологические отчеты: 1) Элегестской геологосъемочной партии по работам 1985 - 1991 годов; 2) отчет Ондумской партии по геологосъемочным работам 1969-1972 годов 3) Отчет геологоразведочной партии №46 о результатах поисково-оценочных и разведочных работ в 1955 г. 4) Комплексная гидрогеологическая и инженерно-геологическая съемка м-ба 1:50 000 Улугхемского угольного бассейна (Енисейская площадь) по работам 1985-1992г.

Согласно схеме изученности госгеолкартой масштаба 1:200 000, составленной по материалам ФГБУ «ВСЕГЕИ» можно сказать, что на описываемую территорию листа О-46-V в 2018 году подготовлена и рекомендована к изданию госгеолкарта второго поколения (Рис. 1.1).

Подземные воды территории также изучены достаточно детально.

Прогнозная оценка запасов подземных вод выполнялась В.А. Шубой в 1962 году, и в дальнейшем при проведении съемочных гидрогеологических работах масштаба 1:200 000 на площади листов М-46-XVII, М-46-XVIII-XXIV, М-46-III, М-46-V. В 2000 году завершены работы по «Оценке обеспеченности населения Республики Тыва ресурсами подземных вод для хозяйственно-питьевого водоснабжения (второй этап)». По состоянию на 01.01.2023 г. общие прогнозные ресурсы питьевых подземных вод на территории Республики Тыва числятся в количестве 21 287,824 тыс. м³/сут.

В 1969 году Белкиной Л.Ф. и др. по результатам работ за 1966 -1967 гг. подготовлен отчет «Гидрогеологические и инженерно-геологические условия хр. Восточный Танну-Ола и бассейнов рек Верх. Енисей и Тес-Хем».

В 1971 году под руководством Фесенко Н.А. охарактеризованы подземные воды листа М-46-V в окончательном отчете Кызылской партии.

В 1981 году Фесенко Н.А. подготовлен отчет Байтайгинской партии за 1978-1980 гг.

Гидрорежимным отрядом экспедиции осуществлялось изучение режима подземных вод и контроль за их охраной от истощения и загрязнения.

Схема комплексного использования и охраны водных ресурсов верхней части р. Енисей до устья р. Кан составлена Рудоволом А.Г.

Схема обеспеченности госгеолкарты геохимическими основами масштабов 1:1 000 000 и 1:200 000, составленная по материалам ФГБУ «ВСЕГЕИ», показана на рисунке 1.2.



Рисунок 1.2 - Схема обеспеченности госгеолкарты геохимическими основами масштабов 1:1 000 000 и 1:200 000 [40]

В XXI веке изучение гидрогеологических условий территории происходит, к сожалению, только точечно. ФГБУ «Гидроспецгеология» и его филиал «Сибирский региональный центр ГМСН» выполняет работы по

государственному мониторингу состоянию недр по СФО, в том числе и на территории Республики Тыва [31]. В составе государственной опорной наблюдательной сети на 01.01.23 г. числятся 28 скважин, оборудованных на разные водоносные подразделения.

Кроме региональных работ, на территории Республики Тыва выполняются работы по поискам, разведке и оценке запасов подземных вод. Оценка запасов подземных вод выполняется в связи с прописанными условиями в лицензионных соглашениях и финансируется за счет внебюджетных источников (собственных средств недропользователей).

За период с 2010 по 2023 гг. на территории Республики прошла экспертиза запасов на 27 месторождениях подземных вод.

В 2014 году завершены работы оценке состояния месторождений в нераспределенном фонде недр, работы выполнялись АО «Томскгеомониторинг» по Госконтракту № 10Ф-12 от 04.04.2012. По результатам работ протоколом 1037 от 07.08.2014 года переутверждены запасы 4 месторождений, которые не эксплуатируются [32].

Всего на 01.01.2023 г. на территории Республики Тыва разведаны и оценены 44 месторождения (участка) подземных вод в количестве 211,584 тыс. м³/сут, из которых запасы 11 месторождений в количестве 159,57 тыс. м³/сут используются для водоснабжения г. Кызыл. На территории Республики Тыва для ХПВ всего 2,4% населения используют источники поверхностных вод, остальное население республики и 100 % жителей г. Кызыл обеспечиваются водоснабжением за счет подземных водозаборов, оборудованных, преимущественно, на четвертичные отложения.

В целом в геологическом и гидрогеологическом отношении территория Республики Тыва достаточно хорошо изучена. Материалы, используемые при выполнении ВКР, достоверны в связи с апробацией их на НТС, НРС, ТКЗ и ГКЗ.

2. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О РАЙОНЕ РАБОТ

2.1. Административное и географическое положение

Республика Тыва входит в состав СФО и расположена на юге Восточной Сибири. Общие границы Республика Тыва имеет с Красноярским краем, Иркутской областью, Республикой Бурятия, Алтай и Хакасия. Государственная граница с Республикой Монголия проходит по северной окраине территории (Рис. 2.1). Республика Тыва относится к Восточно-Сибирскому экономическому району.



Рисунок 2.1 - Административное положение Республики Тыва

Республика Тыва вытянута в горизонтальном направлении на 700 км, расстояние от северной границы республики до южной увеличивается со 100 до 450 км с запада на восток.

Постоянное население Республики Тыва составляет более 300 тыс. человек, из них 55 % городского населения. На территории республики располагаются 1 город с населением более 100 тыс. чел., 4 города с населением 4,9-13,6 тыс. чел. и 1 поселок городского типа. Численность сельского населения составляет около 150 тыс. человек, оно проживает в 144 населенных пунктах [21].

В республике 19 административных районов, в т.ч. 2 города республиканского подчинения – гг. Кызыл и Ак-Довурак, 17 сельских районов (кожуунов). Административным центром Тывы является г. Кызыл.

2.2. Физико-географическое описание и рельеф

Тыва занимает центральную часть Азии. В ее составе отмечаются горные системы и котловины на стыке ландшафтов горной сибирской тайги и монгольских пустынь (Рис. 2.2). По характеру рельефа выделяется горная часть на востоке республики, охватывающую бассейны рек Большой и Малый Енисей; западную, включающую Тувинскую межгорную котловину и окружающие хребты и южную – Убсунурскую котловину. Преобладающие ландшафты – горно-таежные, степные и полупустынные. Для гор характерны денудационные с обилием альпийских и альпинотипных форм типы рельефа, обычны гольцовые пояса, крутые склоны, глубоко врезанные долины.

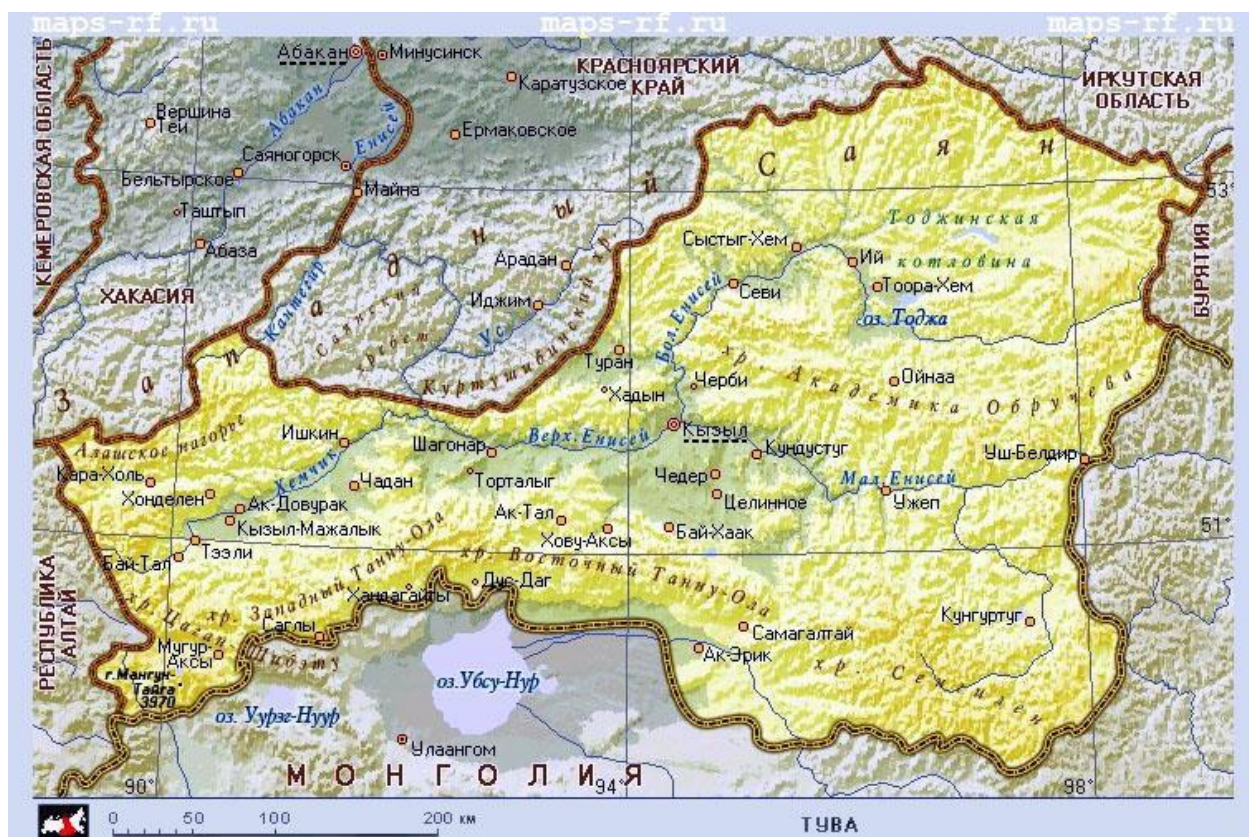


Рисунок 2.2 - Физико-географическая карта Республики Тыва [38]

Тувинская котловина хребтом Адар-Таш делится на Улуг-Хемскую и Хемчикскую котловины. В Тувинской котловине рельеф равнинный, мелкосопочный и полого-холмистый, местами останцово-горный. Абсолютные отметки колеблются в пределах 470-1000 м, относительные превышения иногда достигают 300 м. По мере приближения к горным массивам рельеф становится

более расчлененным. Вдоль долины р. Енисей наблюдаются обширные равнины ряда надпойменных террас, имеющих ширину 5-7 км. В центральной и восточной части Тувинской котловины отмечаются полосы холмисто-рядовых песков север – северо-западного направления; в юго-восточной части местами отмечаются бессточные озёра (Хадын, Чедер и др.). По всей котловине широко распространены сухие редкостойные и низкорослые злако-полынные степи. С северной части котловина прилегает к хребтам южного склона Западного Саяна высотой до 3000 м и более. Наиболее высокий в Тыве горный массив Монгун-Тайга высотой 3970 м. Склоны хребтов имеют резко расчлененное строение.

На юге котловина упирается в отроги высоких резко выраженных гор Западного и Восточного Танну-Ола.

Между Куртушибинским и Уюкским хребтами располагается Турано-Уюкская котловина с озером Белым в ее центральной части. Абсолютные отметки от 805 м на дне котловины до 1850 м на окружающих ее хребтах.

Южная окраина республики ограничена хребтами Западного и Восточного Танну-Ола с наибольшими высотами до 3060 м. Относительные превышения над Тувинской и Убсунурской котловинами 1500-2000 м. Последняя имеет равнинную поверхность и приурочена к долине р. Тес-Хем и большей своей частью окаймляет оз. Убсу-Нур на территории Монголии, абсолютные отметки днища до 760-810 м.

На юго-востоке расположено нагорье Сангилен, по которому проходит линия водораздела рек (Тес-Хем и Каа-Хем). Рельеф характеризуется чередованием плосковерхих гольцов и альпийских массивов с абсолютными отметками до 3280 м.

Восточно-Сибирское нагорье занимает водораздельное пространство между реками Каа-Хем и Бий-Хем, оно включает в себя хребты Акад. Обручева, Таскыл, которые состоят из более мелких хребтов. Абсолютные отметки вершин до 2895 м.

Юго-Западные склоны Восточного Саяна с гребневидным рельефом и отметками до 2735 м имеют сохранившиеся ледниковые формы.

На территории Республики Тыва Восточно-Тувинское нагорье и Восточные Саяны разделены Тоджинской котловиной с абсолютными отметками днища 900 м над уровнем моря, которая простирается на расстояние до 150 км и имеет ширину около 50-75 км.

2.3. Гидрография

На территории Республики Тыва имеется большое количество водных ресурсов, среди которых не только поверхностные источники (реки и озера), но также подземные воды, ледники и целебные источники.

В гидрографическом плане на территории республики реки относятся к бассейну реки Енисей (Улуг-Хем) и двух ее притоков Большого Енисея (Бий-Хем) и Малого Енисея (Каа-Хем). Общая площадь водосборов этих рек составляет более 700 тыс. км². Большинство рек относится к водоемам горного типа.

Также в Убсунурской котловине есть бессточное озеро Убсу-Нур (речная сеть реки Тес-Хем и ряд ее мелких притоков).

Особенностью режима р. Енисея является затяжное весеннее половодье, обусловленное неоднородным таянием снега в различных высотных зонах; на него накладываются летние паводки, вследствие чего на июль – август приходится 25-30% годового притока. Амплитуда уровней обычно не выше 5 м. Питание рек происходит в основном от снеготаяния (31%) и дождевого стока (48%). Замерзают реки в ноябре – декабре, вскрываются в конце апреля – начале мая. Среднегодовой расход р. Енисей по гидропосту в г. Кызыле 1010 м³/с, реки Большой Енисей – 600 м³/с, а реки Малый Енисей около 400 м³/с.

Общая протяженность рек территории Республики составляет 28834 км, а густота речной сети около 0,46 км на км² и варьирует от 0,1 в засушливых котловинах до 0,5 на востоке.

Крупнейшие озера в республике это оз. Тоджа (Азас), оз. Найон-Хол, оз. Чагытай, а всего их более 6500. Среди озер есть как пресные, так и соленые.

Соленые и грязевые озера Дус-Холь (Сватиково), Чедер, Бай-Холь, Шара-Нур и другие используются населением в курортных и лечебных целях

На территории Республики Тыва рядом с г. Шагонар начинается водохранилище Саяно-Шушенской ГЭС. Его протяженность в пределах Республики составляет 77 км, а площадь зеркала 261,6 км².

2.4. Климат

Главными климатообразующими факторами являются: положение республики в центре Азии, отгороженность от соседних территорий крупными горными массивами, удаленность от океана и близость к пустыне Гоби (МНР), сложная расчлененность рельефа. Это определяет резко континентальный характер климата.

Среднегодовая температура отрицательная – (-)1,6°С, характерны значительные колебания температуры воздуха в течение дня (Таблица 2.1) [28].

Таблица 2.1 - Средняя месячная и годовая температуры воздуха °С

Республика Тыва	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Ср. год
Кызыл	-29,4	-24,3	-10,6	4,7	12,2	18,5	20,3	17,5	10,3	0,9	-13,2	-25,7	-1,6

Зима морозная с отсутствием верта, в котловинах мало снега, абсолютный минимум –54°С. Средняя суточная амплитуда температуры воздуха наиболее холодного месяца 10,9°С [28]. Глубина сезонного промерзания грунта в котловинах до 3,2 м, а в горно-таежной северо-восточной части республики развито практически сплошное поле многолетнемерзлых пород. Минимальная средняя месячная температура холодного периода года отмечается в январе, максимальная среднемесячная температура фиксируется в июле (Таблица 2.1).

В весенний и летний период в котловинах сухо и жарко, в горах умеренно тепло. Снеготаяние в котловинах завершается в конце апреля.

Средняя максимальная температура воздуха наиболее теплого месяца составляет 27,7°C, абсолютная максимальная температура воздуха +41°C, а средняя суточная амплитуда температуры воздуха наиболее теплого месяца составляет 14°C [28]. Самый жаркий месяц – июль.

В котловинах отмечается минимальное количество осадков (150-400 мм), которое увеличивается в горных районах до 800-1000 мм. Максимум осадков приходится на июль-август (Таблица 2.2, Рисунок 2.3).

Таблица 2.2 - Среднее месячное и годовое количество осадков, мм

Республика Тыва	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Ср. год
Кызыл	8	5	3	6	13	33	52	46	23	8	11	12	221

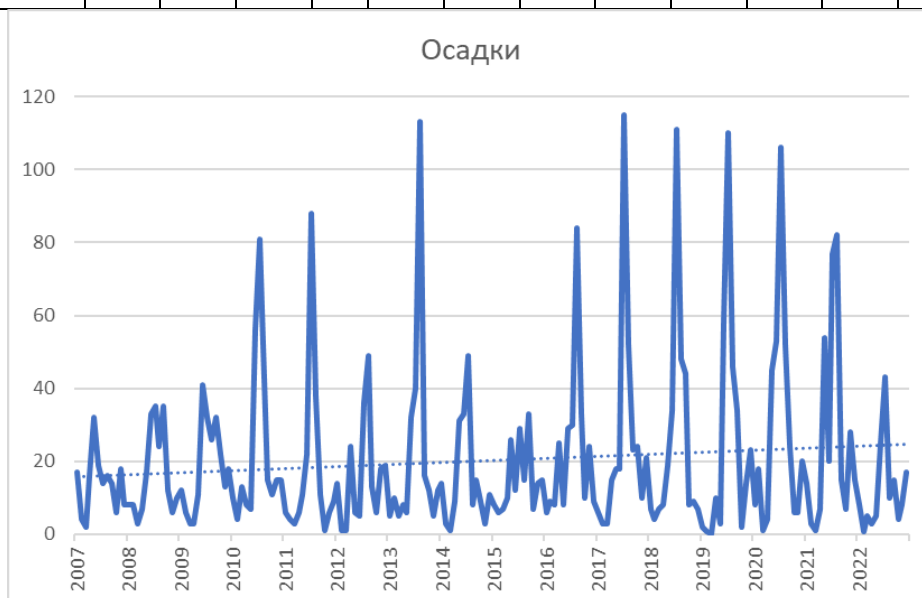


Рисунок 2.3 – Изменение количества осадков во времени

Дожди часто имеют ливневый характер, что приводит к эрозии почв. В долинах развита ветровая эрозия почвенного слоя, вызванная сильными ветрами северо-западных направлений, скорость ветра в весенне-летний период достигает 34 м/с, продолжительность пыльных бурь 1-10 часов и более. Для зимы характерна безветренная погода.

Длительность теплого периода года, позволяющего заниматься земледелием, составляет около 120 суток, вегетационный период не превышает 160 суток. Число дней с температурой ниже нуля – 182.

2.5. Растительный и животный мир

Разнообразие растительного и животного мира на территории Республики Тыва обусловлено различными ландшафтными условиями.

Лесами покрыта половина территории Республики. Распределение лесов республики неравномерное. Основные запасы лесных ресурсов сосредоточены в северо-восточных районах.

Таежные леса преобладают на востоке и северо-востоке территории, сухие степи и полупустыни развиты на межгорных участках. Также на территории есть небольшие участки соснового леса. На склонах гор развиты горно-таежные и хвойные ландшафты, а на вершинах гор – альпийские и горно-тундровые ландшафты.

В Тыве обитают более 70 видов млекопитающих и 200 видов птиц. В поверхностных водных объектах развиты 18 промысловых видов рыбы. В Красную книгу Российской Федерации занесено 7 видов зверей и 40 видов птиц.

2.6. Геолого-экономическая характеристика

Республика Тыва относится к Восточно-Сибирскому экономическому региону Сибирского ФО. Республика удалена от крупных промышленных центров. Железная дорога в Республике Тыва отсутствует. До ближайшей железнодорожной ветки – г. Минусинска от г. Кызыла 402 км. Основной вид транспорта – автомобильный, который перевозит более 99 процентов всех грузов и пассажиров. Общая протяженность автомобильных дорог – 2843,55 км, в том числе с твердым покрытием – 2312,8 км и с грунтовым – 521,75 км. Дорогой федерального значения является трасса «Енисей», номер М-54 (от Красноярска, через города Абакан, Кызыл до Государственной границы с Монголией). По типу покрытия дорога подразделяется на участки с усовершенствованным покрытием участок 701-1025 км – 324 км; с переходным (гравийным) покрытием участок 1025-1048 км – 23 км; грунтовым покрытием участок 1048-1079 км – 31 км. Дорога республиканского значения Абакан–Абаза–Ак-Довурак, номер А-161. В ряде отдаленных кожуунов не имеется

постоянных дорог. Авиа сообщение осуществляется как на внешних (города Москва, Красноярск, Новосибирск), так и местных воздушных линиях. В Тыве имеется один аэропорт в г. Кызыле с бетонированной посадочной полосой, способной принимать самолеты типа ЯК-42.

Электроэнергетическое обеспечение республики осуществляется в рамках Единой энергосистемы Сибири от системы юга Красноярского края по линиям ЛЭП-220Кв, проложенным вдоль дорог от г. Абакана и г. Минусинска на г. Ак-Довурак и г. Кызыл. В городах Кызыле и Ак-Довураке находятся ТЭЦ, имеющие вспомогательное значение для ЛЭП-220Кв. Имеется малая ГЭС на крайнем западе Тывы. Кожуунные центры соединены с г. Кызылом и г. Ак-Довураком ЛЭП-100. Во всех кожуунных центрах имеются районные котельные.

Экономика Республики Тыва базируется в основном на сельском хозяйстве, в большей части на животноводстве. Земли под сельское хозяйство занимают около 30 % территории, и только 2% территории распаханно. На землях республики выращивают ячмень, овес, просо и пшеница, разводят крупный рогатый скот, овец, коз, свинину, конину, оленину, домашнюю птицу и верблюдов. Республика славится тонкорунным овцеводством и мясомолочным скотоводством.

Главные промышленные центры: города Кызыл и Ак-Довурак.

В республике Тыва ведется добыча золота, каменного угля, асбеста, каменной соли и строительных материалов, однако они составляют малую часть в экономике республики. Месторождения размещены в основном в Восточной Тыве. Общая добыча золота составляет более 1 т, каменного угля около 570 тыс. т. Кроме того, в республике функционируют предприятия легкой и пищевой промышленности, лесной и деревообрабатывающей.

3. ГЕОЛОГО-ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ

Согласно гидрографическому районированию территория Республики Тыва включена в Енисейский бассейновый округ, в котором выделяются подбассейновые округа Енисея до впадения Ангары, Малого и Большого Енисея.

В геологическом строении территории Республики Тыва принимают участие породы от протерозоя до современных четвертичных отложений.

В районе исследуемых техногенных объектов принимают участие юрские угленосные терригенные породы, залегающие на кембрийских базальтоидах. В долинах Енисея и его притоков породы фундамента покрыты четвертичными образованиями.

Отложения юрского возраста представлены средним и верхним отделом. В литологическом отношении они сложены трещиноватыми песчаниками и известняками, с прослоями алевролитов и глин.

Породы четвертичного возраста представлены валунно-галечниковыми отложениями с песчаным заполнением.

Территория Республики Тыва в гидрогеологическом отношении относится к Алтае-Саянской сложной гидрогеологической складчатой области (ГСО) структуре 1 порядка, в которой выделены Саяно-Тувинская и Сангиленская гидрогеологические складчатые области – структуры 2-ого порядка. Третий порядок гидрогеологических структур представлены гидрогеологическими массивами и гидрогеологическими складчатыми областями [13].

Преимущественным распространением пользуются в значительной степени литифицированные трещиноватые осадочные, эффузивно-осадочные, а также кристаллические метаморфические и плутонические породы различного возраста. Межгорные впадины выполнены мощным комплексом кайнозойских образований.

В гидрогеологическом отношении все горизонты объединены в один гидрогеологический этаж, в связи с отсутствием на всей территории субъекта

выдержанного водоупора, а также наличием большого числа региональных, глубинных и мелких разломов по которым происходит разгрузка водоносных горизонтов в выше и ниже залегающие отложения. Глубина изучения гидрогеологических параметров подземных вод ограничена отметкой 200-300 м от поверхности земли, в отдельных районах до 600 м.

В гидрогеологическом отношении на изучаемой площади выделяются:

- Водоносный горизонт верхнечетвертичных и современных аллювиальных отложений;

- Водоносный комплекс средне-верхнеюрских отложений (Рис. 3.1, 3.2).

Водоносный горизонт верхнечетвертичных и современных аллювиальных отложений

Горизонт вскрывает безнапорные воды на глубинах до 50 м, в районах с наличием в разрезе глинистых отложений и пород многолетней мерзлоты подземные воды слабонапорные, величина напора по опробованным скважинам не превышает 10 м. Общая мощность водоносных отложений представленных гравийно-галечниковыми отложениями изменяется от 3 до 60 м, а на территории впадин может достигать 100 и более м. Аллювиальные отложения характеризуются повышенной водообильностью с коэффициентами фильтрации до 300 м/сут, а в среднем составляя 10-20 м/сут. Удельные дебиты скважин составляют до 1 л/с, увеличиваясь при приближении к основным дренам до 30-35 л/с.

По химическому составу воды гидрокарбонатные кальциевые, кальциево-натриевые с минерализацией 0,1-0,5 г/дм³ и относятся к пресным, нейтральные и слабощелочные (рН 6,6-8,9), от очень мягких до умеренно жестких с общей жесткостью 0,5-4,9 мг-экв/дм³.

Подземные воды этого горизонта с водами юры, силура и ордовика имеют тесную гидравлическую связь и добываются на водозаборах хозяйственно-питьевого водоснабжения, а также для производственных нужд предприятий и сельского хозяйства. Доля подземных вод четвертичных образований в общем объеме добываемых подземных вод составляет около 80%.

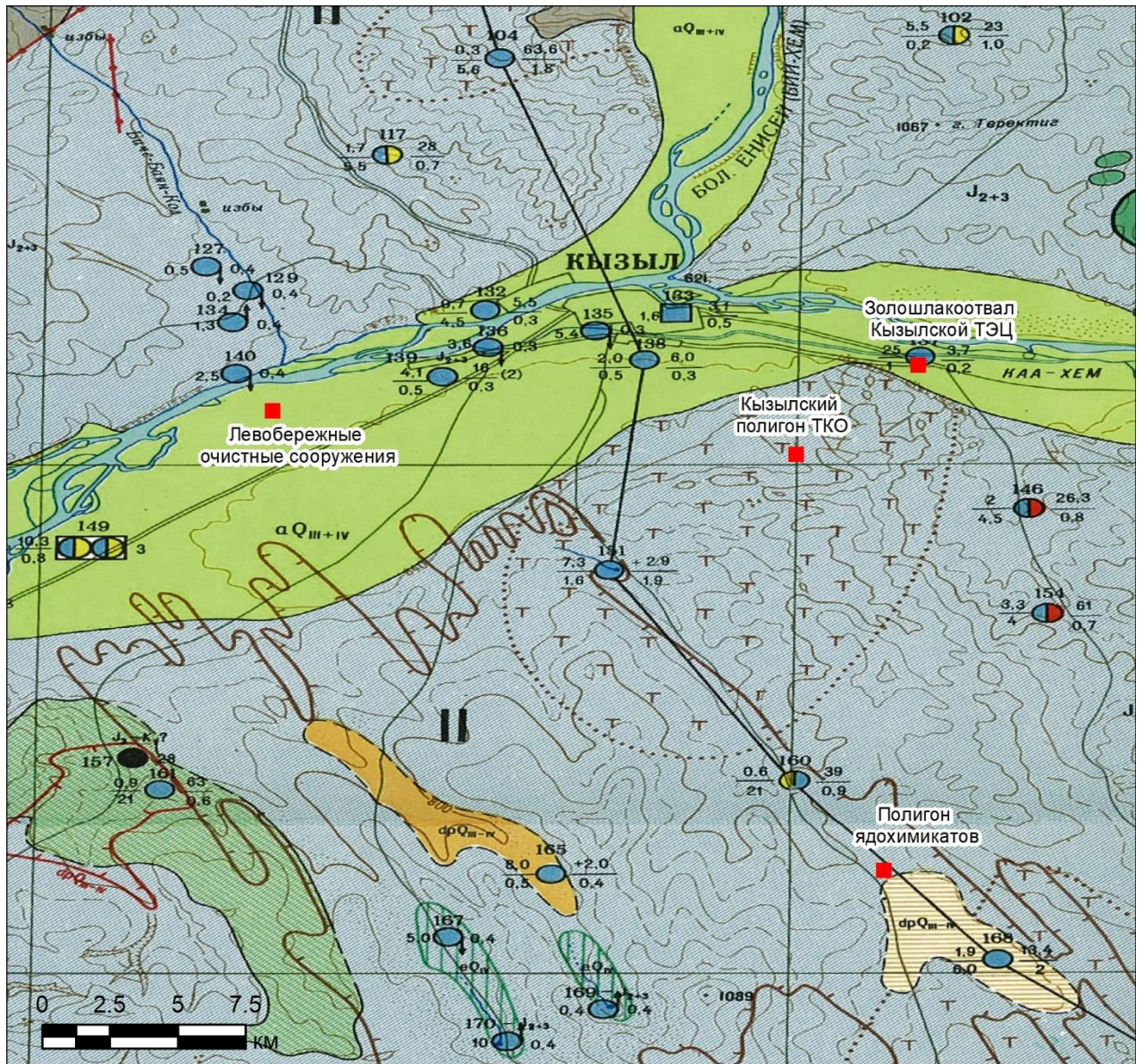


Рисунок 3.1 - Гидрогеологическая карты района исследования [15]

На участках исследования подземные воды аллювиальных отложений вскрыты на глубинах 1,5-5,5 м, воды безнапорные. Водоносные отложения сложены гравийно-галечниковыми отложениями с песчаным заполнением и включением валунов. Средняя мощность водоносного горизонта составляет от 5 до 10 м. Водообильность горизонта высокая, удельные дебиты изменяются от 14 до 20 л/с*м. Коэффициенты фильтрации достигают 280-350 м/сут.

Общий уклон потока подземных вод наблюдается в сторону основной Дрены – р. Енисей, где производится разгрузка подземных вод.

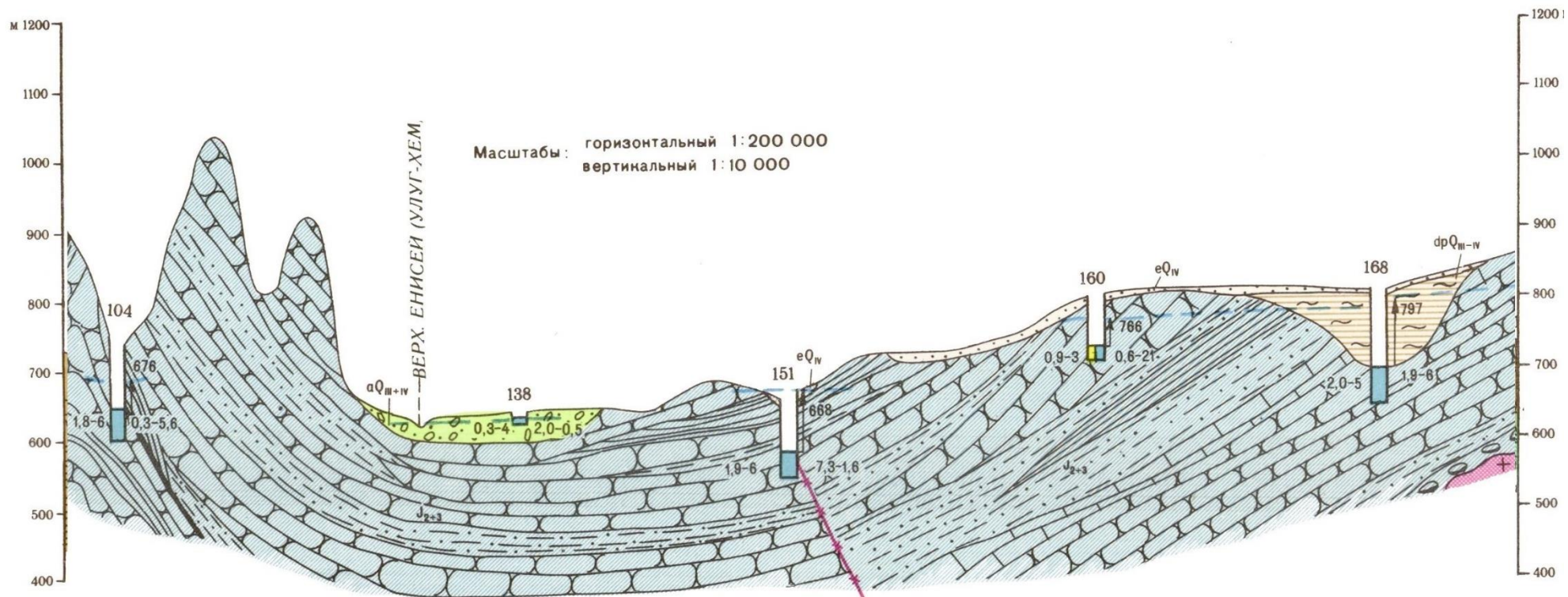


Рисунок 3.2 - Гидрогеологический разрез по линии 1-1 [15]

Условные обозначения к рисункам 3.1 и 3.2

I. РАСПРОСТРАНЕНИЕ ВОДОНОСНЫХ ГОРИЗОНТОВ, КОМПЛЕКСОВ И ЗОН ОТКРЫТОЙ ТРЕЩИНОВАТОСТИ

- Водоносный горизонт верхнечетвертичных и современных аллювиальных отложений: пески, галечники, супеси и суглинки
- Водоносный комплекс верхнечетвертичных – современных делювиально-пролювиальных отложений: щебнистые супеси и суглинки, пески
- Водоносный комплекс средне – и верхнеюрских отложений: песчаники, конгломераты, алевролиты, аргиллиты, известняки, угли

II. РАСПРОСТРАНЕНИЕ ВОДОУПОРНЫХ И ВОДОПРОНИЦАЕМЫХ, НО БЕЗВОДНЫХ ПОРОД

- Водоупорные верхнечетвертичные – современные делювиально-пролювиальные глины
- Контур распространения водопроницаемых, но практически безводных верхнечетвертичных – современных делювиально-пролювиальных отложений: суглинки

III. ВОДОПУНКТЫ

- Родник восходящий Вверху – номер по каталогу и геологический индекс водовмещающих пород; слева – дебит, л/сек, справа – минерализация воды, г/л
- Родник нисходящий
- Колодец. Цифры: вверху – номер по каталогу, слева – дебит, л/сек; справа в числителе – глубина до воды, м, в знаменателе – минерализация воды, г/л
- Скважина. Цифры: вверху – номер по каталогу и геологический индекс водовмещающих пород; слева в числителе – дебит, л/сек, в знаменателе – понижение, м; справа в числителе – глубина установившегося уровня воды, м, в знаменателе – минерализация воды, г/л; в скобках – число вскрытых водоносных горизонтов
- Скважина безводная. Сверху – индекс геологического возраста пород, в которых остановлен забой скважины. Цифры: слева – номер по каталогу, справа – глубина, м
- Группа скважин. Цифры: вверху – номер группы скважин по каталогу, слева в числителе – суммарный дебит, л/сек, в знаменателе – минерализация воды, г/л; справа – общее количество водопунктов, входящих в групповой каптаж

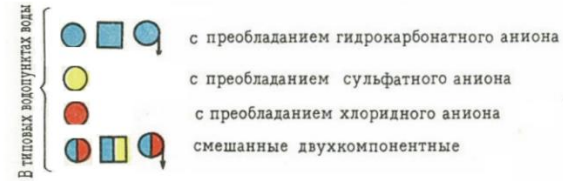
IV. МИНЕРАЛИЗАЦИЯ И ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ

Градации и условные знаки минерализации воды для первого от поверхности водоносного горизонта



Примечание. Без крапа оставлены участки распространения вод с минерализацией до 1 г/л

..... Границы участков с различной минерализацией вод



V. ПРОЧИЕ ЗНАКИ

- Линзы пресных подземных вод в современных эоловых песках
- Линия гидрогеологического разреза

VI. НА ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ РАЗРЕЗАХ

- Уровень подземных вод со свободной поверхностью
- Пьезометрический уровень
- Скважина (колодец). Цифра вверху – номер по каталогу. Закраска соответствует химическому составу в опробованном интервале глубины, черная стрелка – напору подземных вод. Цифра у стрелки – абсолютная отметка пьезометрического уровня воды, м. Цифры слева: первая – минерализация воды, г/л, вторая – температура воды, °С; справа: первая – дебит, л/сек, вторая – понижение, м

ЛИТОЛОГИЧЕСКИЙ СОСТАВ ПОРОД



Водоносный комплекс средне-верхнеюрских отложений распространен в центральной части Тывы в Улуг-Хемском межгорном АБ. Подземные воды приурочены к песчаникам и алевролитам с прослоями конгломератов и каменного угля. Подземные воды являются напорными, однако в верхней части разреза при отсутствии перекрывающих отложений они безнапорные.

Вскрыт водоносный комплекс на глубине от 20 до 150 м, а на водоразделах он залегает первым от поверхности и не имеет перекрывающих отложений. Общая мощность комплекса по данным бурения скважин изменяется от 22 до 500 м.

Подземные воды напорные, статические уровни устанавливаются на отметках от 0 до 50 м от поверхности земли, иногда отмечается самоизлив. Отложения довольно водообильные, дебиты скважин достигают 13 л/с, а коэффициенты фильтрации увеличиваются при приближении к местам разгрузки – основным дренам до 10 м/сут, при средних значениях 3-5 м/сут.

По химическому составу подземные воды юрских отложений на территории республики различны прослеживается как горизонтальная, так и вертикальная гидрогеохимическая зональность. Среди анионов преобладают гидрокарбонаты, а в зонах замедленного водообмена – сульфаты, среди катионов в водах отмечены как натрий, так и кальций с магнием, концентрации которых варьируют по местоположению. Общая минерализация подземных вод юрских отложений изменяется от 0,3 до 2,5 г/дм³, водородный показатель составляет 7-7,8 ед. рН, а общая жесткость увеличивается при удалении от рек с 3 до 15 мг-экв/дм³.

На участках, удаленных от рек подземные воды имеют сероводородный запах, что связано с разложением сульфидных минералов, входящих в состав угленосных пород.

В районе расположения изучаемых участков подземные воды юрских отложений напорные, уровень устанавливается на глубинах 3-6 м, увеличиваясь на водоразделах до 20-30 м. Удельные дебиты скважин,

оборудованных на юрские отложения, колеблется от 0,5 до 2 л/с, а средний коэффициент фильтрации составляет 5,1 м/сут.

Питание подземных вод происходит за счет атмосферных осадков, а также при разгрузке водоносных подразделений, расположенных на более высоких абсолютных отметках. Области питания расположены на территории горных сооружений Западного Саяна, Восточно-Тувинского нагорья и нагорья Сангилен. Область разгрузки распространена в речных долинах территории, по разломам в виде родников, а также при перетекании в смежные горизонты и комплексы.

Минерализация подземных вод минимальная в горных районах и увеличивается в котловинах, где отмечается замедленный водообмен. Исключение составляют подземные воды прирусловых и пойменных отложений основной дрены – Енисея и его притоков.

В целом на изучаемой площади преобладают пресные подземные воды с минерализацией до 1 г/дм³, мягкие и умеренно-жесткие, нейтральные, холодные. Зона солоноватых вод с минерализацией 1-3 г/дм³ развита на ограниченных участках.

4. МЕТОДИКА ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТ

Для выполнения исследований по теме «Изменение качественного состава подземных вод Республики Тыва под влиянием техногенных объектов» на первом этапе выполняется сбор ретроспективной информации в фондах геологической информации в филиале ФБУ «ТФГИ по Сибирскому федеральному округу», а также в филиале ФГБУ «Гидроспецгеология» Сибирский региональный центр ГМСН, который выполняет работы по ведению государственного мониторинга состояния недр.

По фондовым материалам изучены условия формирования гидрогеохимического состояния подземных вод в природных условиях, а по данным государственного мониторинга оценивается его изменение во времени, и приводится характеристика выявленных загрязнений, поступающих от техногенных объектов.

При выполнении работ автор принимал непосредственное участие в специальных гидрогеологических обследованиях на описываемой территории, прокачке и отборе проб воды.

Специальные гидрогеологические обследования выполнены на объектах и территориях, где ранее было выявлено либо предполагается изменение состояния подземных вод и включают следующие виды работ:

- оценка технического и санитарного состояния скважин и прилегающих к ним территорий;
- уточнение местоположения, в том числе определение координат;
- проверка технического состояния водозабора и ЗСО;
- выполнение контрольных замеров уровней;
- отбор проб воды для проведения химических анализов;
- выявление и фиксация фактических и потенциальных источников загрязнения подземных вод.

Отбор проб подземных вод проводился в рамках государственного задания при ведении мониторинга состояния недр. Аналитические

исследования выполнены в аккредитованных лабораториях городов Томск и Кызыл.

Перед отбором проб воды из наблюдательных скважин выполнена прокачка их насосом «Малыш» или «CRUNDFOS» для удаления застоявшейся воды. Объем прокачиваемой воды составляет 2-3 столба жидкости.

Пробы воды отбирались в специальную посуду, предоставленную лабораторией-исполнителем химико-аналитических исследований. В связи с тем, что период между отбором проб и анализом занимал продолжительное время, отобранные пробы воды консервировались. Объем проб составлял минимум 2 л. Отбор, транспортировка и хранение проб воды, предназначенных для определения показателей качества, выполнены в соответствии с ГОСТ Р 59024-2020 [10].

В подземных водах определялось содержание обобщенных показателей, среди которых жесткость, сухой остаток, водородный показатель и окисляемость перманганатная, макрокомпонентов (Mg, Na, K, Ca, SO₄, HCO₃, Cl), веществ азотистой группы (NH₄, NO₃, NO₂), органических веществ (фенольный индекс и общие нефтепродукты), микрокомпонентов (неорганические вещества), а также органолептические показатели (мутность, запах, вкус и цветность).

Содержание показателей качественного состава подземных вод оценивалось с нормативными требованиями, предъявляемыми к водам хозяйственно-питьевого водоснабжения - СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания».

Классификация по химическому составу приводится по [19].

Методика исследований загрязнения подземных вод основана на использовании методических указаний и требований, подготовленных и опубликованных ведущими научно-производственными центрами и институтами [14, 16, 17].

Оценка загрязнения подземных вод основана на использовании коэффициента концентрации, который рассчитывается как отношение содержания показателя в подземных водах к его предельно допустимой концентрации, установленной санитарными нормами для вод питьевого качества:

$$K_{\text{ПДК}} = \frac{C_i}{\text{ПДК}_i} \quad (4.1)$$

где $K_{\text{ПДК}}$ – коэффициент концентрации;

C_i – концентрация i -го элемента в подземных водах;

ПДК_i – предельно допустимые концентрации, установленные СанПиН 1.2.3685-21.

Индекс загрязнения вод (ИЗВ) является одним из интегральных методов оценки качества подземных вод. Для его определения используется 6 показателей с максимальным коэффициентом концентрации, независимо от того превышают они ПДК или нет:

$$\text{ИЗВ} = \frac{\sum \frac{C_i}{\text{ПДК}_i}}{n} = \frac{\sum K_{\text{ПДК}}}{n} \quad (4.2)$$

Где $K_{\text{ПДК}}$ – коэффициент концентрации;

C_i – концентрация i -го элемента в подземных водах;

ПДК_i – предельно допустимые концентрации для питьевых вод [26],

n - число показателей, используемых для расчета индекса, $n = 6$.

В зависимости от полученных значений индекса загрязнения воды подразделяются на 7 классов (I-VII) и ранжируются от очень чистых до чрезвычайно грязных (Таблица 4.1).

Таблица 4.1 – Классы качества вод по ИЗВ

Воды	Значение ИЗВ	Класс качества вод
Очень чистые	До 0,2	I
Чистые	0,2-1	II
Умеренно загрязненные	1-2	III
Загрязненные	2-4	IV
Грязные	4-6	V
Очень грязные	6-10	VI
Чрезвычайно грязные	>10	VII

Основное преимущество использование ИЗВ при аналитических исследованиях — это быстрота и простота расчетов, именно поэтому он наиболее распространенный из показателей качества воды и применение ИЗВ целесообразно для оценки изменения качества воды во времени.

Воздействие химических веществ, загрязняющих подземные воды на здоровье человека, употребляющего ее в питьевых целях, оценивается в соответствии с руководством Р. 2.1.10. – 1920–04 [24, 18].

Методика оценки использования загрязненных подземных вод на здоровья людей состоит из двух этапов. На основе результатов лабораторных исследований рассчитывается среднесуточная доза поступления химического вещества (ADC). На втором этапе рассчитывается коэффициент опасности для каждого элемента (HQ). На основании полученных значений оценивается влияние химического вещества на здоровье населения при потреблении подземной воды без предварительной водоподготовки.

Среднесуточная доза поступления химического вещества определяется по формуле:

$$ADC = \frac{C_i * CR * ED * EF}{BW * AT * 365} \quad (4.3)$$

где: ADC – потенциальная суточная концентрация, усредненная за период воздействия химического вещества, мг/(кг × сутки);

C_i – концентрация i -го компонента в воде, употребляемой для питья, мг/л;

BW – средняя масса тела человека, 60 кг;

CR – количество воды, выпиваемой человеком в день, 2л/день;

AT – время осреднения экспозиции – 30 лет;

EF – число дней воздействия в год – 350 дней в год;

ED – число лет воздействия, 30 лет;

365 – число дней в году.

Коэффициент опасности (HQ) – отношение воздействующей дозы (или концентрации) химического вещества к его безопасному (пороговому) уровню воздействия.

$$HQ = \frac{ССД}{НА} \quad (4.4)$$

НА – рекомендуемые показатели допустимого воздействия на здоровье, мг/кг×сутки [24].

В результате проведенных расчетов $K_{ПДК}$ (коэффициентов концентрации), ИЗВ (индекса загрязнения вод), ССД (среднесуточной дозы поступления химических веществ в организм человека) и КО (коэффициента опасности) сделаны выводы об изменении качественного состава подземных вод в зоне влияния техногенных объектов, а также подготовлены рекомендации и мероприятия по улучшению условий эксплуатации подземных вод.

5. ИЗМЕНЕНИЕ КАЧЕСТВЕННОГО СОСТАВА ПОДЗЕМНЫХ ВОД РЕСПУБЛИКИ ТЫВА ПОД ВЛИЯНИЕМ ТЕХНОГЕННЫХ ОБЪЕКТОВ

Наибольшее количество техногенных объектов Республики Тыва сосредоточено в районе г. Кызыл и его окрестностях. Загрязнение окружающей среды, в том числе подземных вод сосредоточено в непосредственной близости от антропогенных источников. Основными источниками загрязнения на исследуемой территории являются золошлакоотвал Кызылской ТЭЦ, полигон ТБО, полигон ядохимикатов и очистные сооружения, а также не рассматриваемые в данной работе месторождения по добыче полезных ископаемых и расположенные на их территории отвалы вскрышных пород, стихийные свалки и АЗС. По результатам исследований установлено, что загрязнение от крупных источников является постоянным во времени.

Водоносные горизонты, залегающие первыми от поверхности, чаще всего используются населением в местах отсутствия централизованных систем водоснабжения, но они являются и недостаточно защищенными и наиболее подвержены воздействию от техногенных источников. На основе вышесказанного недостаточная изученность гидрохимического состояния подземных вод испытывающих влияния техногенных объектов в настоящее время сохраняет свою актуальность.

Для написания ВКР использованы сведения, полученные при выполнении государственного задания в части ведения наблюдений за состоянием недр. В ходе работы проанализированы результаты лабораторных исследований проб воды за многолетний период по 6 скважинам ГОНС (Рисунок 5.1):

- Золошлакоотвал Кызылской ТЭЦ
- Левобережные очистные сооружения
- Полигон ТБО
- Полигон ядохимикатов.

Солевой состав и коэффициенты концентрации загрязняющих веществ по скважинам наблюдательной сети приведены в таблице 5.1 и рисунке 5.1.

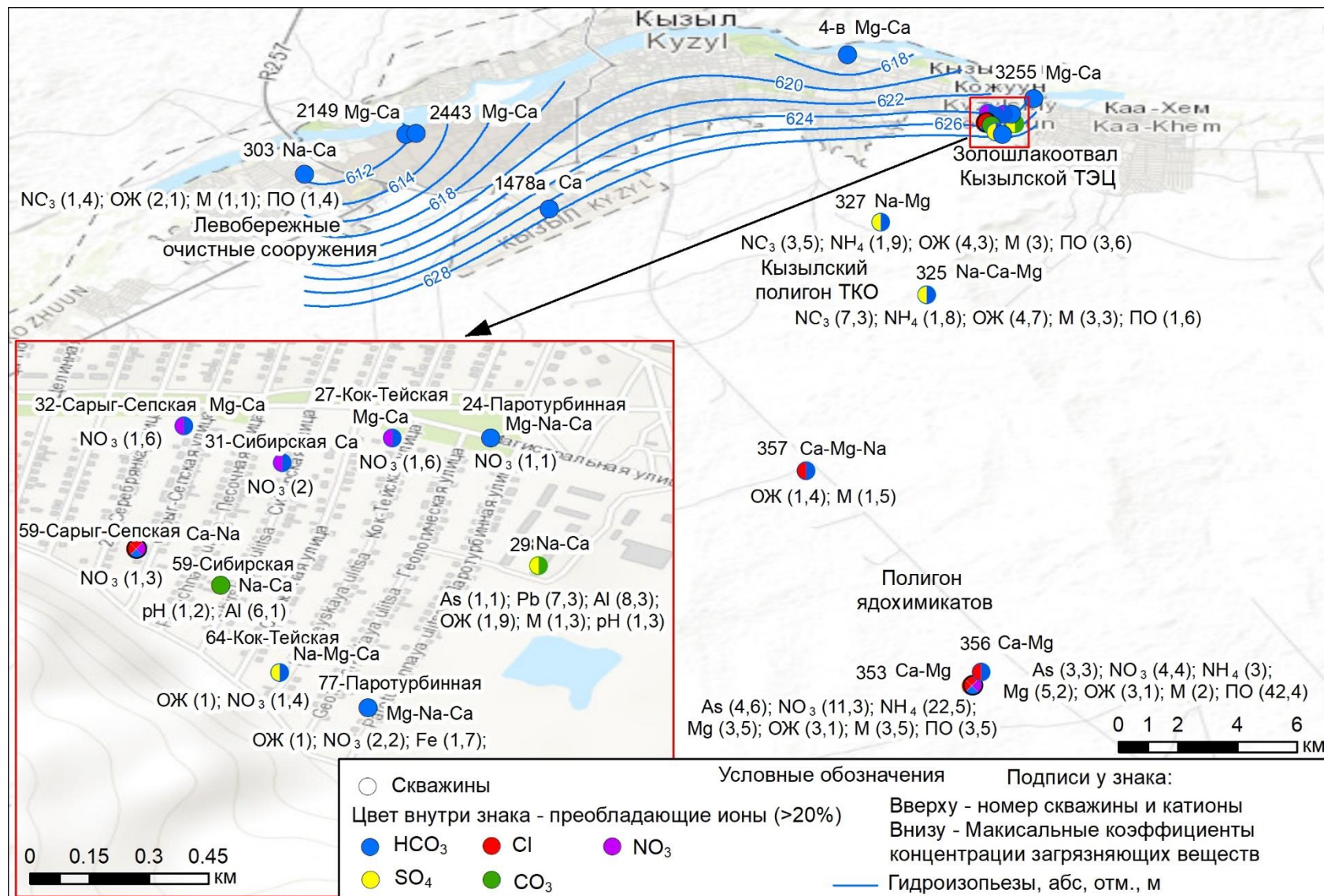


Рисунок 5.1 – Состав подземных вод и коэффициенты концентрации основных загрязняющих веществ

Таблица 5.1 – Солевой состав и коэффициенты концентрации основных загрязняющих веществ

Номер скважины	Участок загрязнения	Формула солевого состава	Максимальные коэффициенты концентрации основных загрязняющих веществ
246	Фон	$M_{0,21} \frac{HCO_3 74 SO_4 16 Cl 10}{Ca 56 Na 26 Mg 18}$ pH 7,4 Ж 2,85	-
298	Золошлакоотвал Кызылской ТЭЦ	$M_{0,39} \frac{CO_3 44 SO_4 29 Cl 13 HCO_3 8 NO_3 6}{Ca 53 Na 44 Mg 3}$ pH 11,76 Ж 5,3	pH (1,3), Al (8,3), ОЖ (1,9), М (1,3), As (1,1), Pb (7,3)
303	Левобережные очистные сооружения	$M_{0,45} \frac{HCO_3 64 SO_4 19 Cl 12 NO_3 5}{Ca 58 Na 25 Mg 17}$ pH 7,5 Ж 5,7	NO ₃ (1,4), ОЖ (2,1), М (1,1), ПО (1,4)
325	Кызылский полигон ТКО	$M_{2,1} \frac{HCO_3 61 SO_4 33 Cl 5 NO_3 1}{Mg 52 Ca 24 Na 24}$ pH 7 Ж 29	Ж (4,7), М (3,3), NO ₃ (7,3), NH ₄ (1,8), ПО (1,6)
327	Кызылский полигон ТКО	$M_2 \frac{HCO_3 52 SO_4 22 Cl 20 NO_3 6}{Mg 48 Na 32 Ca 20}$ pH 7,2 Ж 24	Ж (4,3), М (3), NO ₃ (3,5), NH ₄ (1,9), ПО (3,6)
353	Полигон ядохимикатов	$M_{1,15} \frac{HCO_3 36 NO_3 31 Cl 24 SO_4 9}{Mg 43 Ca 27 Na 25 NH_4 5}$ pH 7,7 Ж 13	Ж (3,1), М (3,5), NO ₃ (11,3), NH ₄ (22,5), ПО (3,5), Mg (3,5), As (4,6)
356	Полигон ядохимикатов	$M_{1,3} \frac{HCO_3 48 Cl 37 SO_4 15}{Mg 60 Ca 22 Na 15}$ pH 7,8 Ж 13,9	Ж (3,8), М (2), NO ₃ (4,4), NH ₄ (3), ПО (42,4), Mg (5,2), As (3,3)
357	Полигон ядохимикатов	$M_{1,1} \frac{HCO_3 64 Cl 20 SO_4 15 NO_3 1}{Na 47 Mg 32 Ca 21}$ pH 7,3 Ж 10	Ж (1,4), М (1,5)

5.1. Гидрогеохимическое состояние подземных вод в зоне влияния техногенных объектов

5.1.1 Золошлакоотвал Кызылской ТЭЦ

Кызылская ТЭЦ является основным источником теплоснабжения г. Кызыл и посёлка Каа-Хем. Строительство ТЭЦ начато в 1955 году, а уже в 1958 году она запущена в работу. Станция обеспечивает отоплением и горячей водой многоквартирные дома, медицинские, социальные, образовательные учреждения, а также другие объекты и частично жилые дома частного сектора. В качестве топлива для котлов используется каменный уголь Каа-Хемского месторождения [39].

В Кызылской ТЭЦ удаление золы происходит вместе с водой, что называется гидроудаление. Золоотвалы Кызылской ТЭЦ находятся рядом на расстоянии 300 м. Выбрасываемая из трубопровода зольная пульпа распределяется по площади отвала неравномерно: более крупные частицы оседают ближе к месту выброса, а более мелкие уносятся дальше. По химическому составу зола относится к алюмосиликатному сырью с присутствием остатков твердого топлива, также в составе золы Кызылской ТЭЦ присутствуют тяжелые металлы – кобальт, никель, цинк, медь [12].

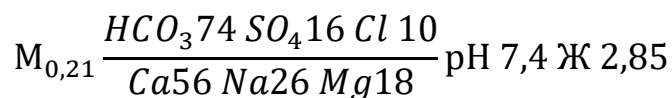
В районе Золошлакоотвала Кызылской ТЭЦ гидрохимическое состояние подземных вод аллювиальных отложений проводится по скв. 298 государственной опорной наблюдательной сети. Техногенное влияние осуществляет пульпа, которая с помощью гидрозолоудаления поступает на складирование в золошлакоотвал.

Природное состояние подземных вод (фон) оценивается по скважине 246 государственной опорной наблюдательной сети, которая расположена на значительном удалении от техногенных объектов и имеет гидрогеохимическое и гидродинамическое состояние близкое к природному (Рис. 5.1).

В природном состоянии (скв. 246) подземные воды по качественному составу являются пресными гидрокарбонатными магниево-кальциевыми. Величина сухого остатка составляет 207 мг/дм³.

По величине общей жесткости (классификация О.А. Алекина) подземные воды относятся к мягким, величина общей жесткости составляет 2,85 мг-экв/л. Среда вод слабощелочная - 7,4 ед. рН.

Усредненная формула солевого состава подземных вод в естественных условиях (скв. 246)



Поступающая в золоотвал пульпа имеет повышенный температурный фон температуру на уровне 35-40°C. Изменение естественного температурного режима подземных вод отмечается по скважине 298 ГОНС (Рис. 5.2).

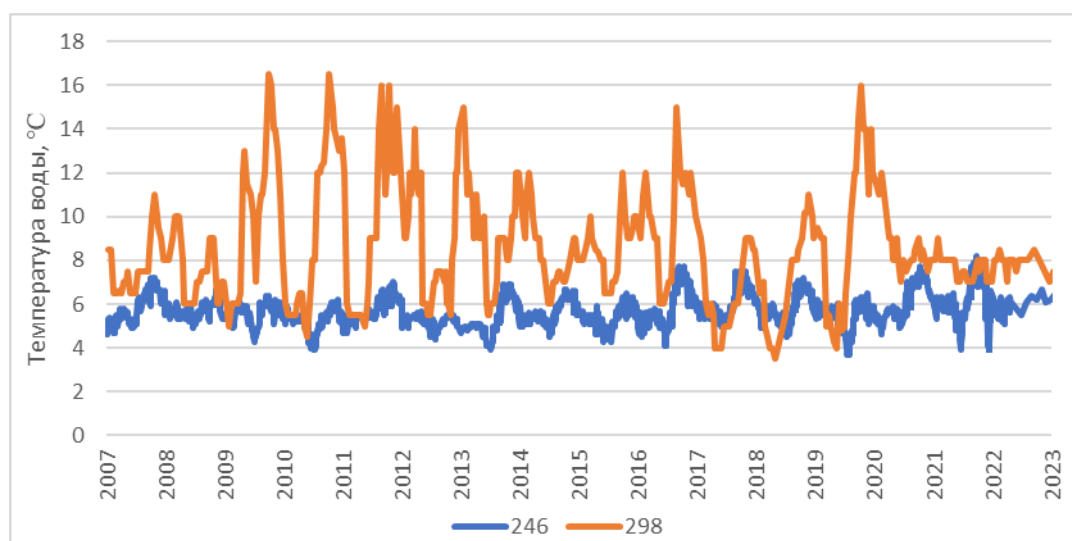


Рисунок 5.2 - Изменение температурного режима подземных вод в районе золошлакоотвала Кызылской ТЭЦ

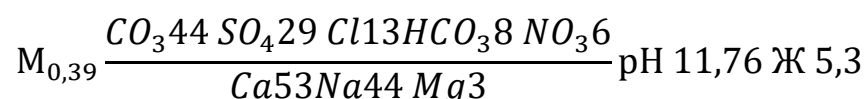
В многолетнем плане амплитуда колебаний температурного режима подземных вод составляет от 5 до 12,3 °С (скв. 298), при естественных значениях от 4 до 7,5 (скв. 246).

Во время отопительного сезона, когда ТЭЦ работает на максимальной мощности, отмечаются и максимальные значения температуры подземных вод (10-16 °С).

Качественный состав подземных вод, опробованных скважиной 298, которая расположена за дамбой обвалования золошлакоотвала на расстоянии 70 м, претерпел изменения в следствии антропогенного воздействия.

Подземные воды в этой точке опробования пресные, с величиной сухого остатка 394 мг/дм³, умеренно жесткие, щелочные. Жесткость вод составляет 5,3 мг-экв/л, рН – 11,76 ед. рН. Среди анионов преобладающее значение имеют карбонаты (44%) и сульфаты (29%). В катионном составе – кальций имеет доминирующее значение (53 %).

Усредненная формула солевого состава подземных вод по скважине 298



В гидродинамическом отношении по скважине 298 наблюдается незначительный подъем уровня ПВ в многолетнем плане и зависит в основном от природных факторов (Рис. 5.3).

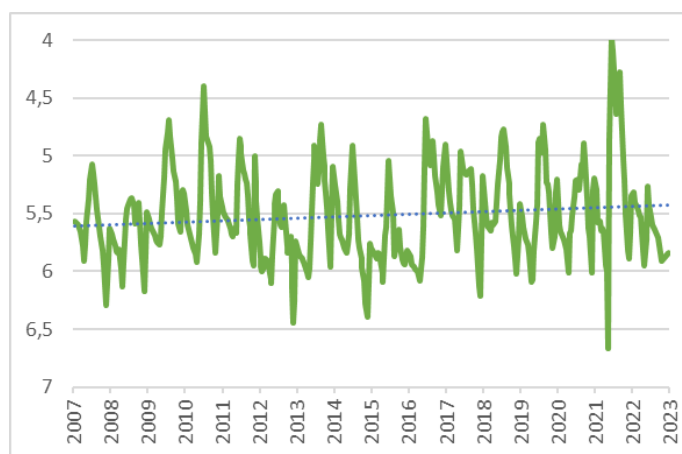


Рисунок 5.3 - Динамика глубины уровня подземных вод по скважине 298

По результатам исследований установлено изменение качественного состава подземных вод первого от поверхности аллювиального водоносного горизонта опробованного в зоне влияния золошлакоотвала Кызылской ТЭЦ, выраженное в увеличении минерализации подземных вод, жесткости и щелочности. Среди макрокомпонентов увеличилось процентное содержание карбонатов и сульфатов среди анионов и натрия среди катионов, а концентрации магния и гидрокарбонатов уменьшилось, что сказалось на формуле солевого состава.

Показатели минерализации и жесткости по результатам исследований носят пульсирующий характер. Содержания хлоридов не превышают

нормативные требования, предъявляемые к водам питьевого назначения, и в многолетнем плане отмечается снижение их концентрации (Рис. 5.4).

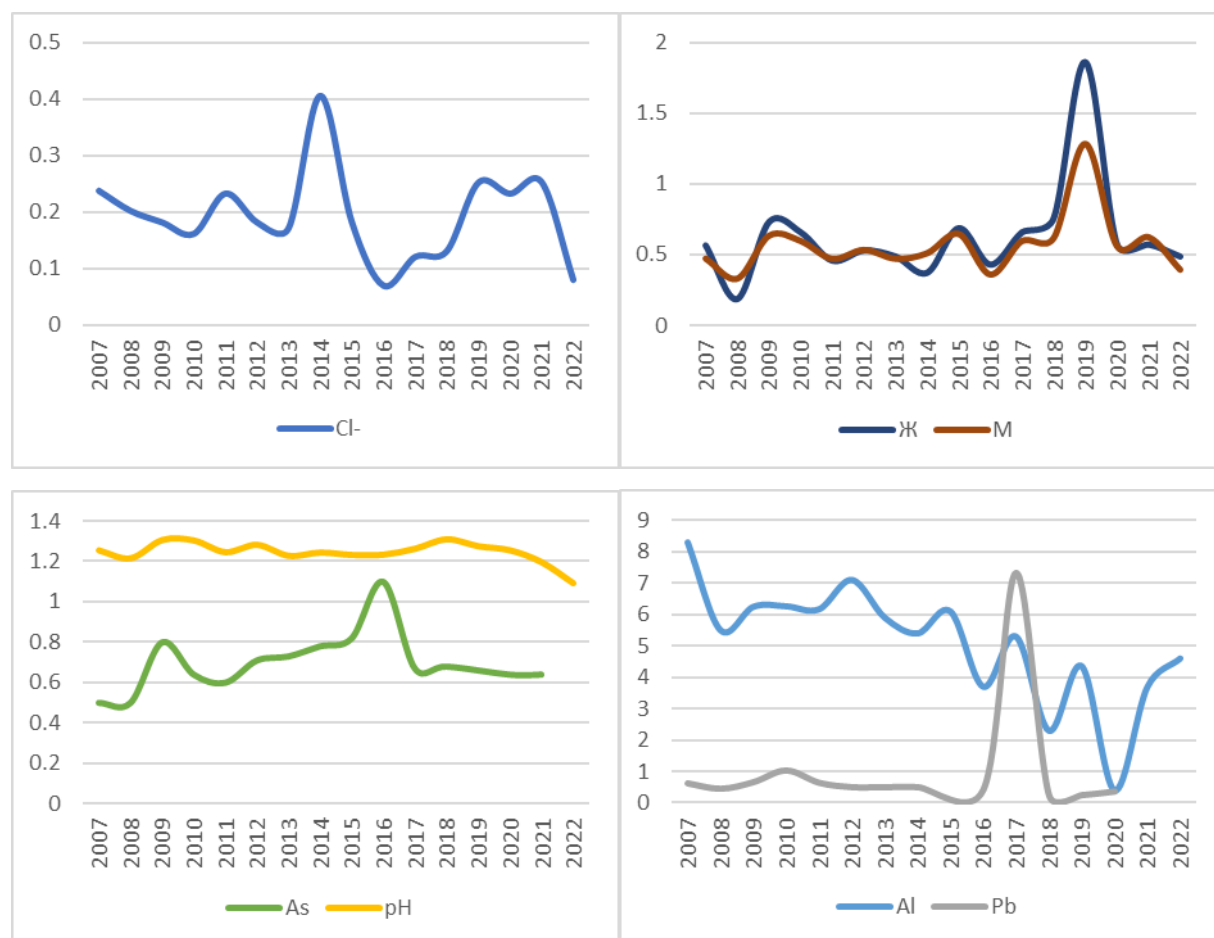


Рисунок 5.4 - Изменения коэффициентов концентрации веществ по скв. 298

Также уменьшается и кратность превышения ПДК по показателям алюминия и свинца. Коэффициент концентрации мышьяка (1 класс опасности) незначительно увеличивается во времени, но в единичных случаях превышает норматив (Рис. 5.4). Данное обстоятельство может быть связано с уменьшением использования ТЭЦ угля, а также использования угля с другого месторождения, что сказалось соответственно на снижении отходов, поступающих в золоотвал.

В 2018 году дополнительно к скважине 298 государственной опорной наблюдательной сети проведено опробования частных скважин, расположенных на территории мкр. Ближний Каа-Хем, который непосредственно прилегает к дамбе обволакивания золошлакоотвала. Минимальное расстояние до частных домов составляет не более 100 м (Рис. 5.5).

В связи с отсутствием на данной территории централизованного водоснабжения жители микрорайона используют колодцы и скважины глубиной 10-15 м, оборудованные на отложения четвертичного возраста, который является наиболее подверженным загрязнению, т.к. не имеет достаточной естественной защищенности.

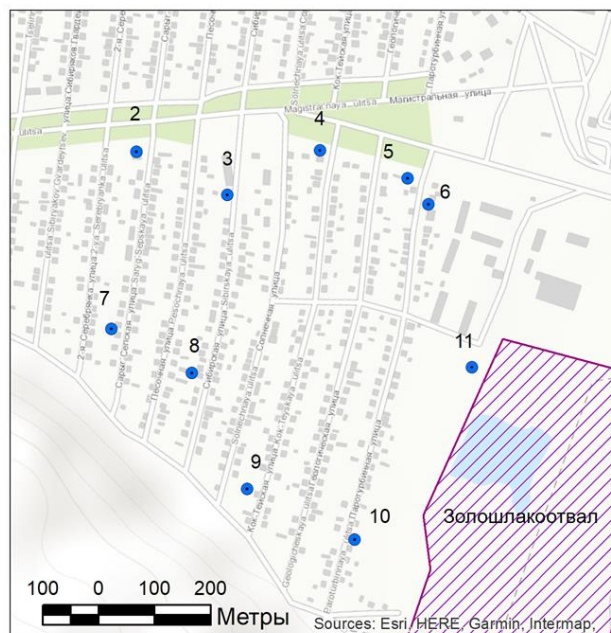


Рисунок 5.5 - Схема опробования частных скважин в районе золошлакоотвала Кызылской ТЭЦ

Строительство разводящих систем от централизованного водозабора является приоритетным в решении вопроса обеспечения населения данного микрорайона качественной питьевой водой. Однако неудовлетворительное техническое состояние действующих сетей и как следствие затраты на их содержание, а также отсутствие достаточных источников финансирования у администрации района не позволяет решить этот вопрос уже долгие года.

Результаты исследования качественного состава подземных вод представлены в таблице 5.2.

Данные лабораторных исследований свидетельствуют о том, что в химическом составе подземных вод среди анионов определяющим являются гидрокарбонаты, концентрации которого при приближении к золоотвалу уменьшается, а хлориды, наоборот, возрастают. Исключение составляет

подземные воды в точке опробования 8, где преобладают карбонаты в связи с высоким рН.

Таблица 5.2 – Солевой состав подземных вод в районе золошлакоотвала Кызылской ТЭЦ

Номер скважины	Номер на карте	Формула солевого состава	Показатели с коэффициентом концентрации >1
298	т.11	$M_{0,39} \frac{CO_3 44 SO_4 29 Cl 13 HCO_3 8 NO_3 6}{Ca 53 Na 44 Mg 3}$ рН 11,76 Ж 5,3	рН (1,3), Al (8,3), ОЖ (1,9), М (1,3), As (1,1), Pb (7,3)
77- Паротурбинная	т.10	$M_{0,72} \frac{HCO_3 57 Cl 16 NO_3 16 SO_4 11}{Ca 36 Na 35 Mg 29}$ рН 7,9 Ж 7,2	Fe (1,7), NO ₃ (2,2), ОЖ (1,02), Мутность (1,3), Цветность (2,3)
24- Паротурбинная	т.5	$M_{0,21} \frac{HCO_3 93 Cl 4 NO_3 3}{Ca 76 Mg 18 Na 6}$ рН 7,9 Ж 3,2	-
64-Кок-Тейская	т.9	$M_{0,63} \frac{HCO_3 51 SO_4 26 Cl 12 NO_3 11}{Ca 51 Mg 27 Na 22}$ рН 7,8 Ж 7,1	NO ₃ (1,7), Ж (1,01), Цветность (2)
27-Кок-Тейская	т.4	$M_{0,36} \frac{HCO_3 59 NO_3 23 SO_4 10 Cl 8}{Ca 67 Mg 20 Na 13}$ рН 7,9 Ж 4,4	NO ₃ (1,7)
31-Сибирская	т.3	$M_{0,41} \frac{HCO_3 50 NO_3 25 Cl 14 SO_4 11}{Ca 63 Mg 19 Na 18}$ рН 7,9 Ж 4,7	NO ₃ (2)
59-Сибирская	т.8	$M_{0,23} \frac{CO_3 62 NO_3 19 Cl 15 SO_4 4}{Ca 60 Na 30 Mg 10}$ рН 11,2 Ж 2	рН (1,2), Al (6,2), цветность (1,9)
59-Сарыг-Сепская	т.7	$M_{0,3} \frac{HCO_3 38 Cl 26 NO_3 23 SO_4 10 CO_3 3}{Na 48 Ca 45 Mg 7}$ рН 8,7 Ж 2,2	NO ₃ (1,3)
32-Сарыг-Сепская	т.2	$M_{0,36} \frac{HCO_3 58 NO_3 25 Cl 13 SO_4 4}{Ca 60 Mg 23 Na 17}$ рН 7,8 Ж 4,4	NO ₃ (1,6)
27- Паротурбинная	т.6	$M_{0,13}$ рН 8,2 Ж 2,1	-

Среди катионов преобладает кальций, а в некоторых точках опробования - натрий (Рис. 5.6). Для всех точек опробования установлены высокие концентрации нитратов, которых в водах от 3 до 25 мг-экв%.

Максимальные концентрации натрия, также как и кальция зафиксированы по пунктам наблюдения, удаленным на минимальное расстояние от золошлакоотвала. Концентрации хлоридов, также увеличиваются при приближении к источнику техногенного воздействия. Максимальные концентрации магния зафиксированы на южном фланге описываемой

территории. Аналогичное распространение выявлено и по сульфатам с гидрокарбонатами.

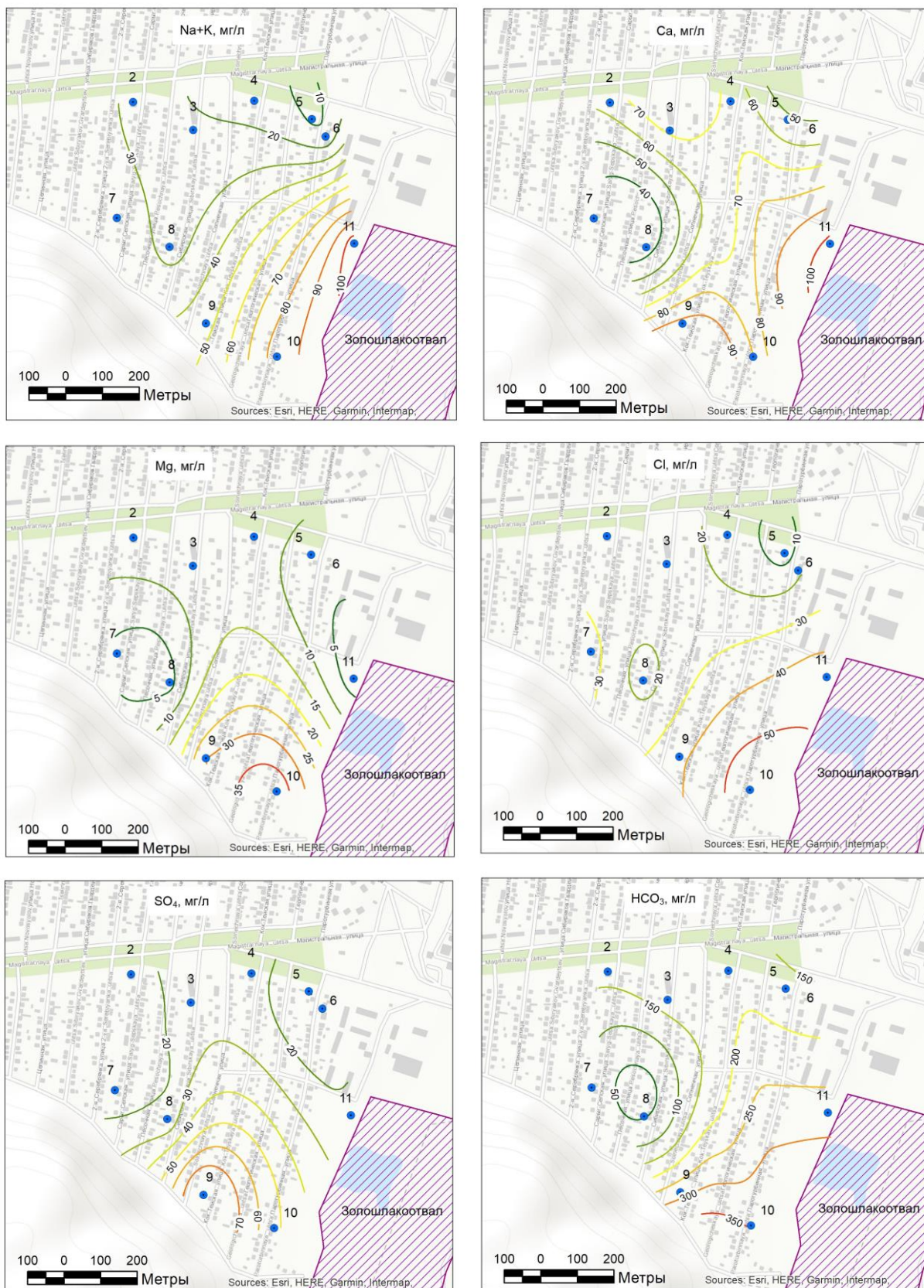


Рисунок 5.6 – Содержание макрокомпонентов в подземных водах в районе золошлакоотвала Кызылской ТЭЦ

По содержанию солей подземные воды во всех частных скважинах пресные с минерализацией от 0,13 до 0,72 г/дм³. По величине жесткости опробуемые воды в большинстве случаев умеренно жесткие, но встречаются как мягкие, так и жесткие (2,1 – 7,2 мг-экв/дм³) (Рис. 5.7).

Максимальная минерализация и общая жесткость подземных вод характерна для территории минимально удаленной от золоотвала (Рис. 5.7).

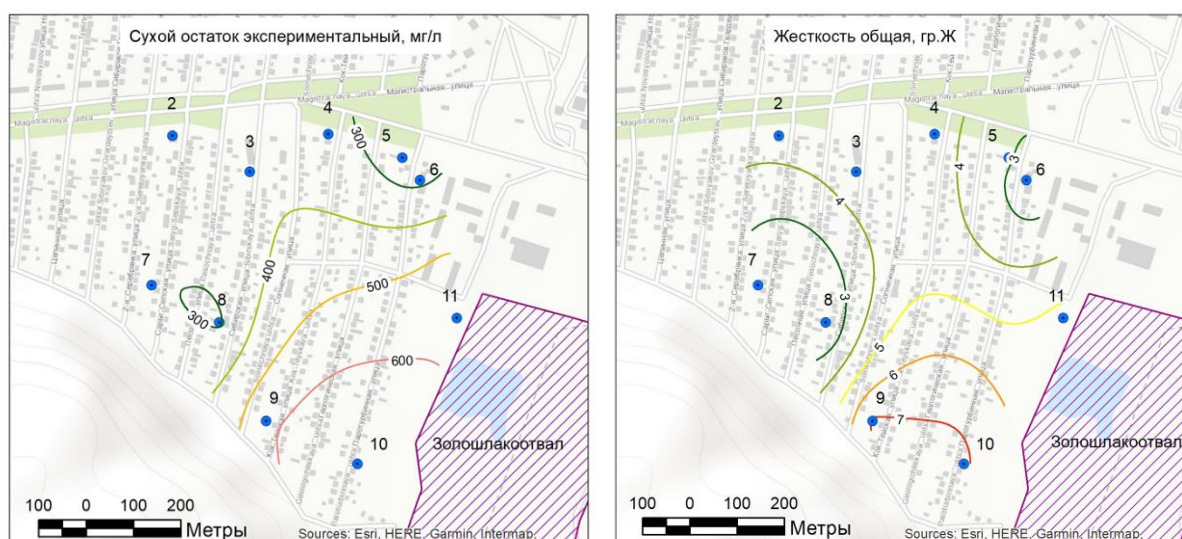


Рисунок 5.7 – Содержание солей и жесткости в подземных водах в районе золошлакоотвала Кызылской ТЭЦ

Подземные воды в основном слабощелочные с величиной рН 7,4-8,2, за исключением т.8 и т 11, где воды щелочные (рН 11,76-11,2). Максимальные значения водородного показателя характерны для центральной части участка (Рис. 5.8).

В повышенных концентрациях в подземных водах содержатся нитраты, превышения нормативных значений которых выявлены по большинству опробуемых пунктов (Рис. 5.8). Источником поступления нитратов являются территории сельского хозяйства, а не золошлакоотвал.

Из загрязняющих веществ в подземных водах территории повсеместно выявлено превышение нормативных требований по нитратам, а также в единичных пробах по железу и общей жесткости. Также зафиксированы

превышения нормативных требований по алюминию, которые составляет от 2,3 до 6,15 ПДК (Таблица 5.1).

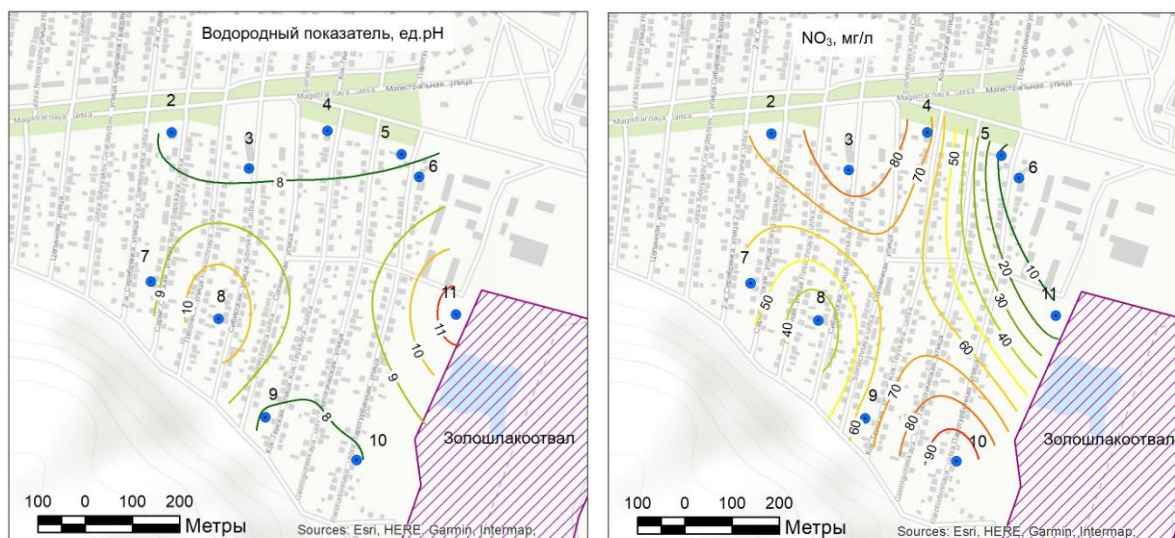


Рисунок 5.8 – Содержание нитратов и рН в подземных водах в районе золошлакоотвала Кызылской ТЭЦ

В связи с высокими коэффициентами концентрации нитратов в подземных водах микрорайона Ближний Каа-Хем использование их в питьевых целях из частных скважин может привести к заболеваниям кровеносной и сердечно-сосудистой системы. Также употребление в питьевых целях воды с высокими концентрациями нитратов может привести к развитию патогенной (вредной) микрофлоры в кишечнике, в результате чего поступают токсины и происходит интоксикация. Кроме того, при длительном поступлении нитратов уменьшается количество йода, что приводит к увеличению щитовидной железы. Высокие концентрации алюминия вызывают заболевания центральной нервной системы и болезнь Альцгеймера. Повышенная жесткость является причиной мочекаменной болезни. Оценка использования подземных вод данной территории на здоровье населения подробно приведена в разделе 5.3.

5.1.2 Левобережные очистные сооружения

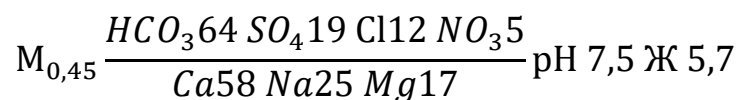
Другим объектом техногенного воздействия на подземные воды являются левобережные очистные сооружения г. Кызыла.

На очистные сооружения поступают жидкие сточные воды в количестве от 14 до 20 тыс. м³/сут в год, что превышает максимальную мощность, которая, согласно проекту, составляет 16 тыс. м³/сут. Очищенные сточные воды, которые прошли этапы механической и биологической очистки, сбрасываются в поверхностные водные объекты (р. Енисей).

В районе расположения очистных сооружений наблюдения проводятся по скважине 303 государственной опорной наблюдательной сети, вскрывающей подземные воды четвертичных отложений.

Подземные воды по качественному составу являются пресными гидрокарбонатными натриево-кальциевыми. Минерализация по результатам последних определений составляет 450 мг/дм³, воды относятся к умеренно жестким (5,7 мг-экв/л), слабощелочным, рН составляет 7,5 ед.

Усредненная формула солевого состава подземных вод по скважине 303



В гидродинамическом отношении наблюдается незначительный подъем уровня подземных вод в многолетнем плане, который зависит в основном от природных факторов (Рис. 5.9).

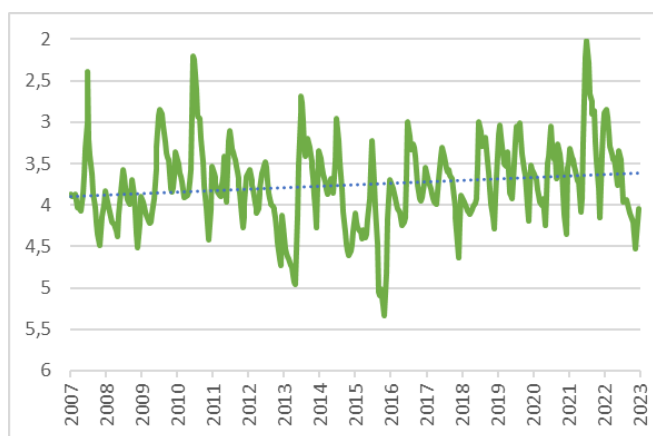


Рисунок 5.9 - Динамика глубины уровня подземных вод по скважине 303

В подземных водах периодически отмечается превышения нормативных значений по окисляемости перманганатной, нитратам, жесткости и минерализации. Концентрации аммония не превышают предельно допустимых концентраций, однако выше фоновых (Рис. 5.10).

Рост содержания в подземных водах указанных показателей в многолетнем плане имеет тесную связь с количеством сточных вод, поступающих на очистку. Изменения гидрохимического состояния подземных вод в зоне влияния очистных сооружений не имеет на данном этапе катастрофических последствий.

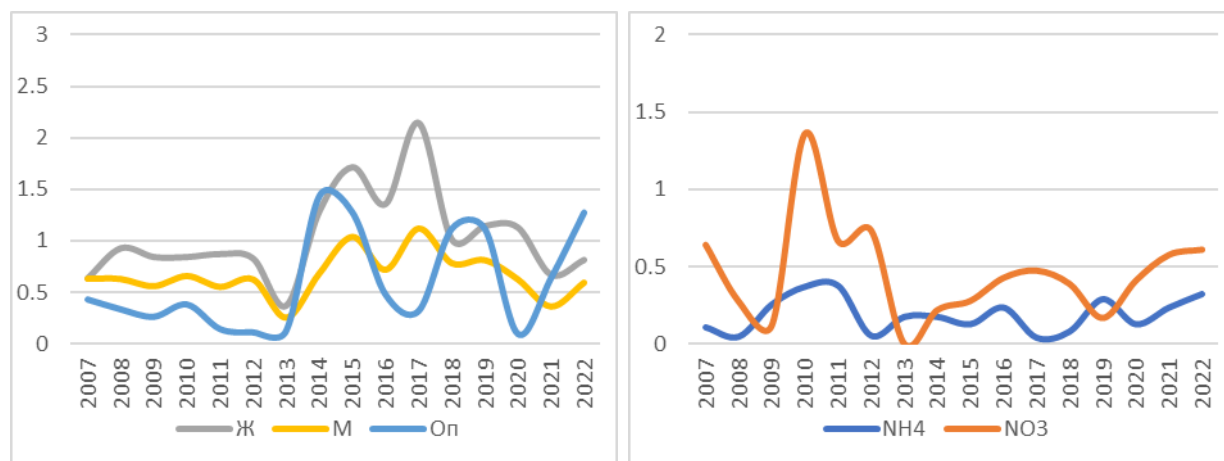


Рисунок 5.10 - Изменения коэффициентов концентрации веществ по скв. 303

5.1.3 Полигон ТБО

Полигон ТБО г. Кызыл расположен на расстоянии около 2 км от окраины города (Рис. 5.1). Отходы для хранения принимаются на полигоне с 1983 года. Планируемый срок эксплуатации полигона составлял 30 лет, но он продолжает функционировать по настоящее время. Площадь полигона составляет 30 га, однако общая площадь, занятая отходами, превышает 130 га. Ежегодно на полигон вывозится более 40 тыс. тонн несортированных ТБО, складирование их осуществляется открытым способом [1]. В последние годы на полигоне не производится прием жидких отходов, т.к. они направляются на очистные сооружения.

Под антропогенным воздействием Кызылского полигона ТБО в г. Кызыле в подземных водах юрских отложений отмечается изменение их гидрогеохимического состояния, которое отличается от природного. Мониторинг осуществляется с 1991 года по двум скважинам государственной опорной наблюдательной сети (325 и 327). Уровень загрязнения остается высоким на протяжении долгих лет.

В гидродинамическом состоянии отмечается снижение уровня подземных вод в многолетнем плане по обеим скважинам наблюдательной сети (5.11).

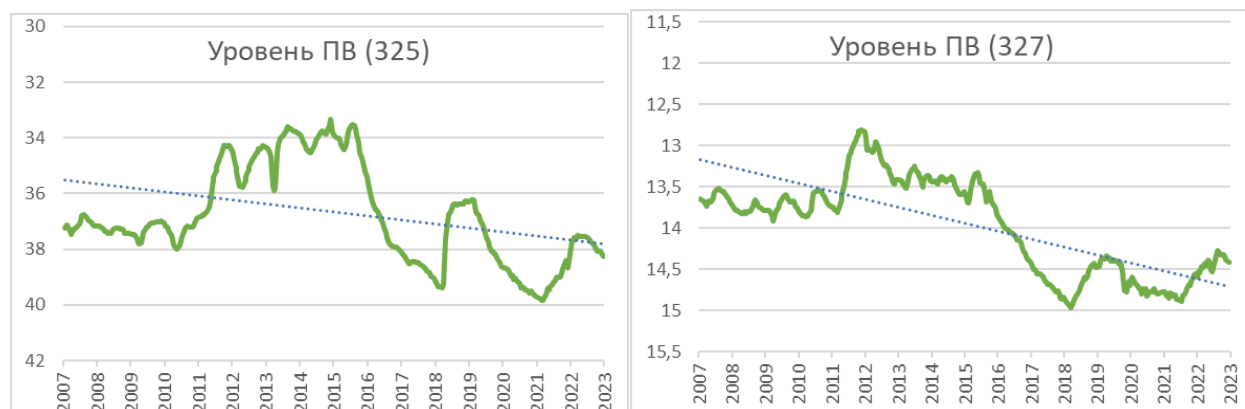
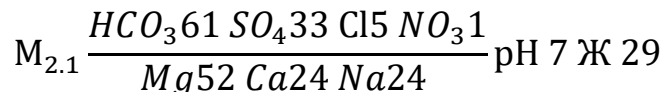


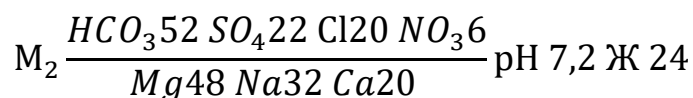
Рисунок 5.11 - Динамика глубины уровня подземных вод по скв. 325 и 327

По результатам опробования состав подземных вод в скважинах 325 и 327, оборудованных на отложения юрского возраста сульфатно-гидрокарбонатный магниевый или натриево-магниевый. Воды солоноватые, нейтральные, очень жесткие.

Усредненная формула солевого состава подземных вод по скважине 325



Усредненная формула солевого состава подземных вод по скважине 327



Повышенную общую жесткость и минерализацию характерны для юрских вод на участках, удаленных от рек, однако в данном случае техногенное влияние накладывается на повышенные природные значения.

В подземных водах фиксируются высокие концентрации нитратов, аммоний иона, сульфатов, превышения нормативных значений по окисляемости перманганатной и стронцию (Рис. 5.12).

Увеличение коэффициента концентрации по нитратам фиксируется по скважине 327 государственной опорной наблюдательной сети, причиной этому может служить меньшие отметки глубин уровней подземных вод (Рис. 5.13).

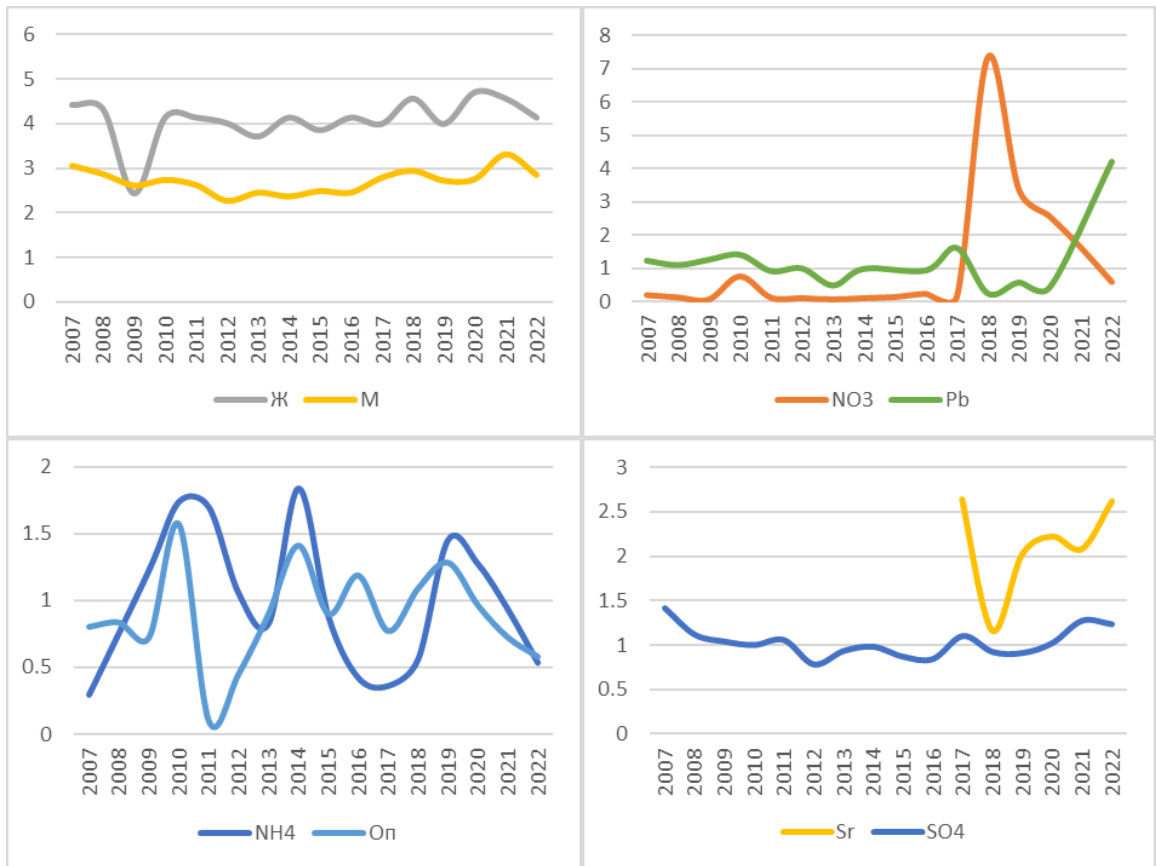


Рисунок 5.12 - Изменения коэффициентов концентрации веществ по скв. 325

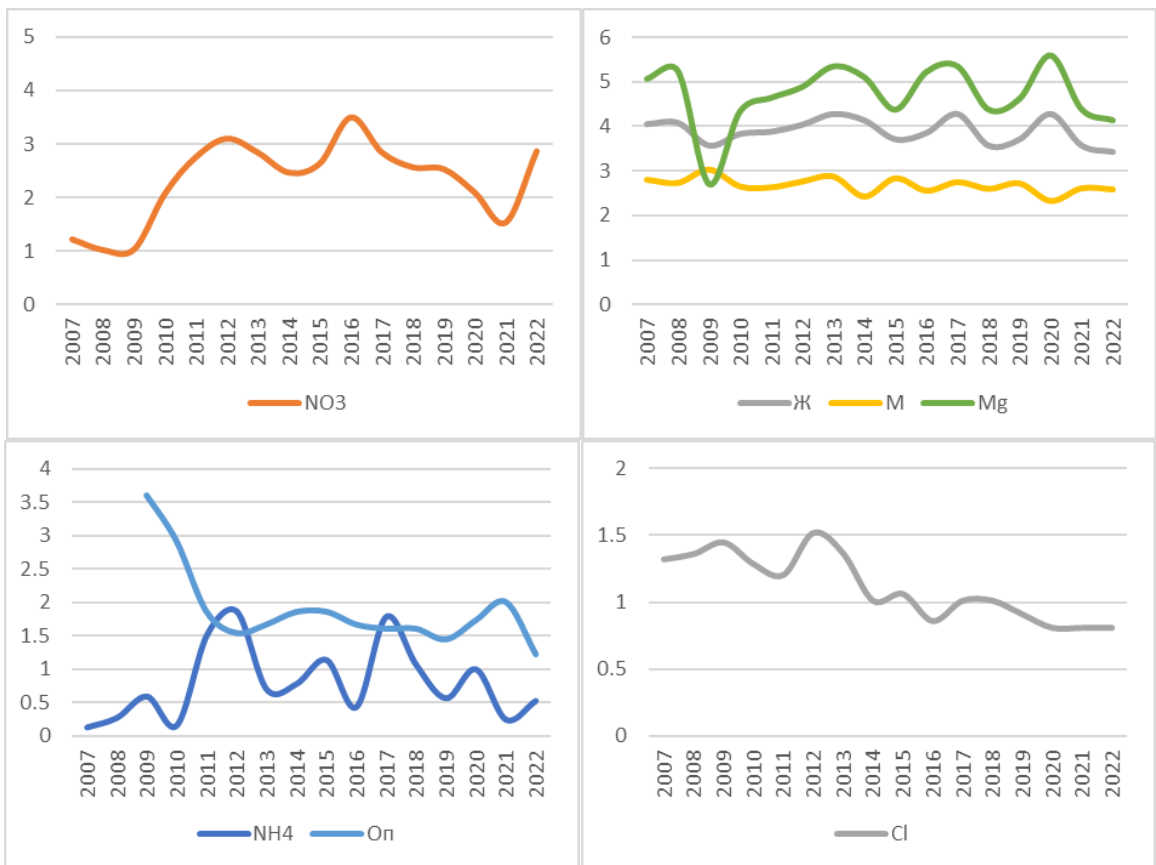


Рисунок 5.13 - Изменения коэффициентов концентрации веществ по скв. 327

За пределами санитарно-защитной зоны полигона ТБО отсутствуют наблюдательные пункты, по которым возможно проведение лабораторных исследований, что не позволяет оконтурить загрязненные подземные воды и определить площадь загрязнения. По данным мониторинга на действующих водозаборах в микрорайоне Спутник можно сказать, что поток загрязненных вод от полигона ТБО не распространился до них, но в перспективе опасность загрязнения существует, что требует пристального внимания.

5.1.4 Полигон ядохимикатов

Наиболее важной отраслью экономики Тывы является сельское хозяйство. Однако отмечается его сокращение в многолетнем разрезе.

Так, в данное время является бесхозным полигон ядохимикатов, который ранее обслуживался ГКО «Тувасельхозхимия». Полигон размещался на расстоянии 20 км в южную сторону от г. Кызыл у автодороги Кызыл-Эрзин. На полигон с 1970 г. до 1993 г. было вывезено более 1000 т токсичных непригодных к использованию ядохимикатов. Они захоранивались в заглубленные в грунт траншеи, однако выбор участка был произведен с нарушением СНиП и без учета экологических последствий.

С увеличением количества осадков на данной территории отмечается тенденция и повышения уровня подземных вод, что повлекло за собой образование небольших озер на территории бывшего полигона ядохимикатов. В результате подъема уровня подземных вод происходит затопление захоронения и токсичные вещества беспрепятственно попадают в подземные воды вымываясь потоком и распространяются вниз к главной дрене – реке Енисей.

Загрязнение подземных вод четвертичного горизонта и юрского комплекса на участке полигона ядохимикатов зафиксировано впервые в 1999 г.

Мониторинг осуществляется по четырем скважинам государственной опорной наблюдательной сети, одна из которых (скважина 351) расположена выше по потоку подземных вод и является фоновой.

В настоящее время продолжает фиксироваться повышение уровней подземных вод по всем скважинам участка, что усугубляет экологическую обстановку региона (Рис. 5.14).

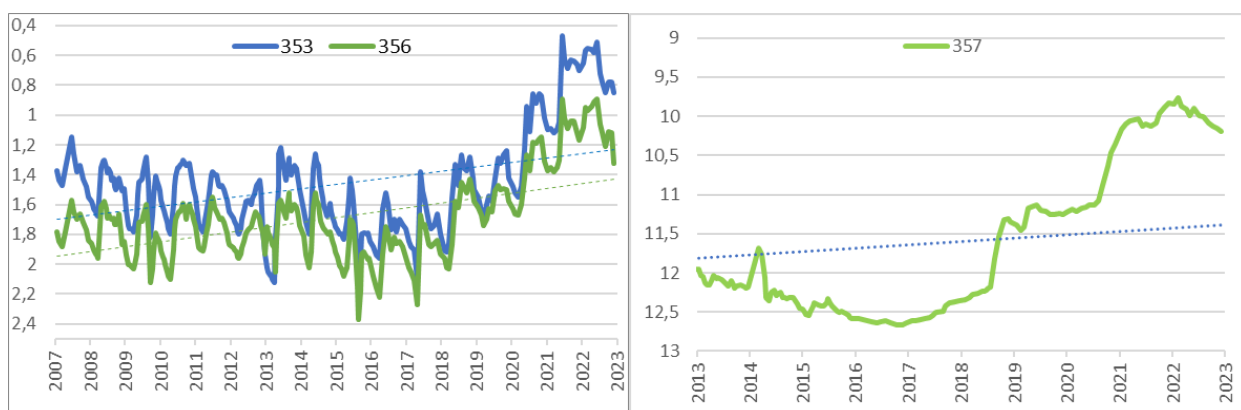
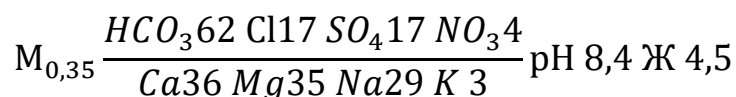


Рисунок 5.14 - Динамика глубины уровня подземных вод по скв. 353, 356, 357

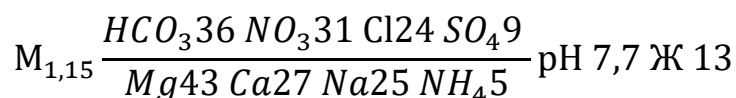
В естественном состоянии подземные воды (скважина 351) гидрокарбонатные со смешанным катионным составом, пресные, слабощелочные, умеренно жесткие, превышений нормативных значений для вод питьевого качества не отмечается.

Усредненная формула солевого состава подземных вод по скважине 351



Состав подземных вод четвертичных отложений по скважине 353 хлоридно-нитратно-гидрокарбонатный, среди катионов в равных долях содержатся кальций и натрий и чуть больше магния, воды солоноватые слабощелочные и очень жесткие.

Усредненная формула солевого состава подземных вод по скважине 353



В подземных водах четвертичного горизонта фиксируется устойчивое загрязнение органикой по перманганатной окисляемости, аммонием, нитратам, увеличена общая жесткость, минерализация (Рис. 5.15).

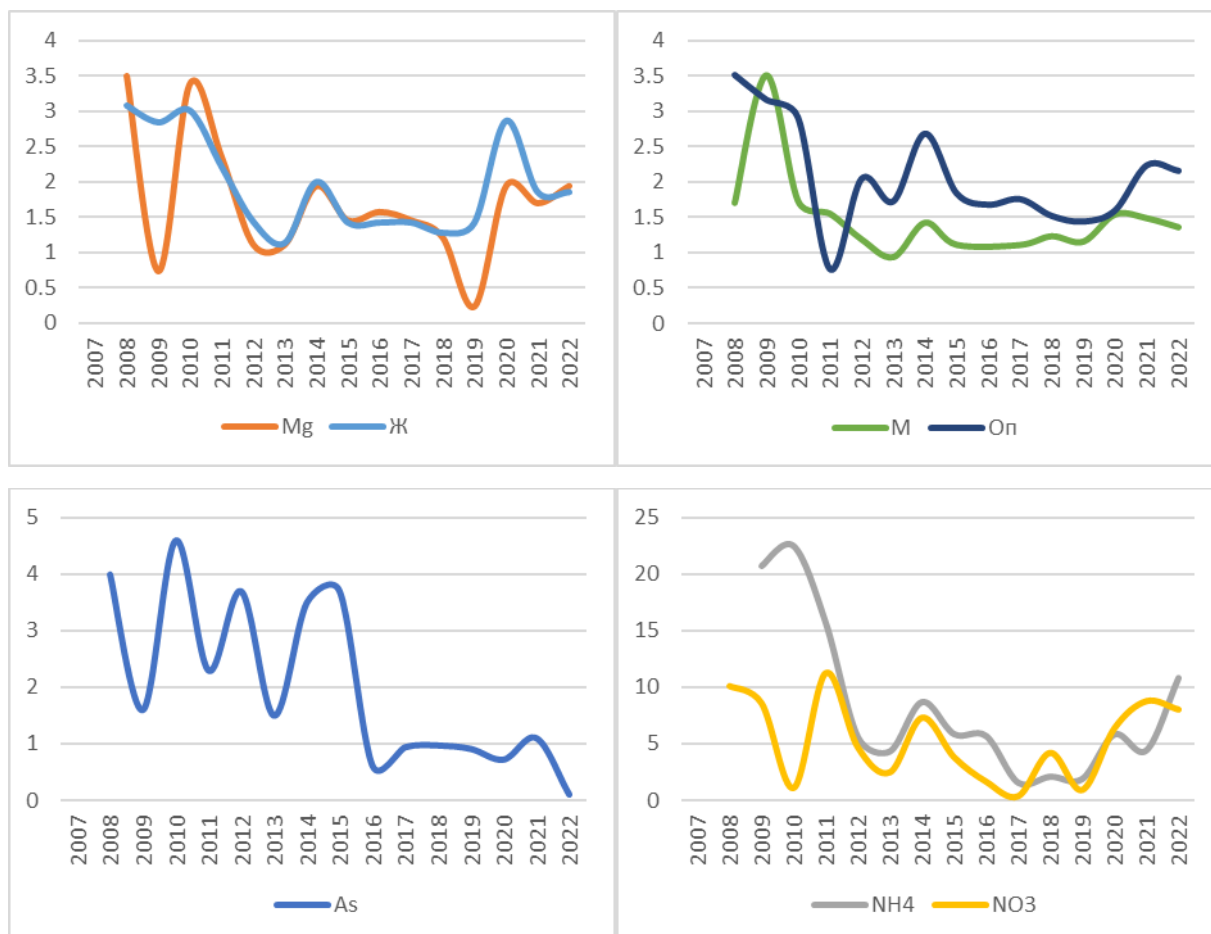
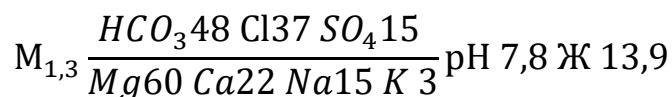


Рисунок 5.15 - Изменения коэффициентов концентрации веществ по скв. 353

В повышенных концентрациях в воде обнаружен мышьяк (1 класс опасности), концентрации которого в многолетнем плане значительно снизились. Увеличение концентрации нитратов по этим пунктам наблюдения связано скорее всего с их интенсивным вымыванием из траншей захоронения в следствии подъема уровней подземных вод из-за обильных осадков на описываемой территории в период с 2017 года. С этого же периода отмечается увеличение концентраций нитратов и аммоний иона в подземных водах (Рис. 5.15).

Аналогичные загрязнения фиксируется и по скважине 356 (Рис. 5.16). Здесь подземные воды четвертичного возраста хлоридно-гидрокарбонатные кальциево-магниевые солоноватые слабощелочные очень жесткие.

Усредненная формула солевого состава подземных вод по скважине 356



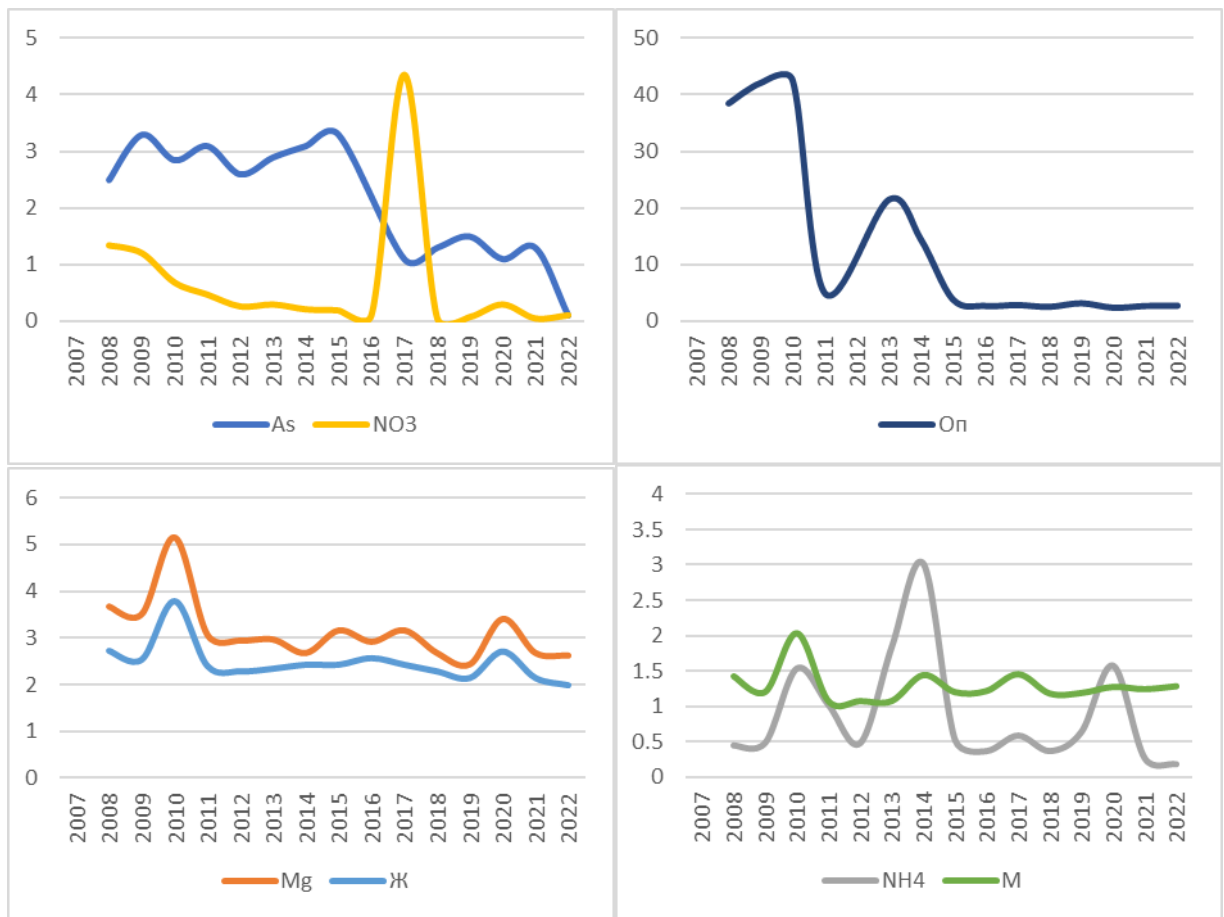
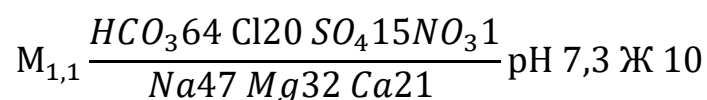


Рисунок 5.16 - Изменения коэффициентов концентрации веществ по скв. 356

Загрязнение от полигона ядохимикатов распространяется на расстояние около 3 км вниз по потоку подземных вод. В скважине 357 подземные воды совмещенно эксплуатируемых юрских и четвертичных отложений имеют смешанный катионный состав, среди анионов преобладают гидрокарбонаты и хлориды, воды слабощелочные, солоноватые, очень жесткие. В подземных водах здесь фиксируются превышения нормативных значений по минерализации, магнию и жесткости. Нитраты и аммоний ион ниже допустимых значений (Рис. 5.17).

Усредненная формула солевого состава подземных вод по скважине 357



Четвертичный горизонт разгружается в юрский комплекс, где интенсивность загрязнения снижается. Однако на данном этапе оценить качество подземных вод юрских отложений не представляется возможным в связи с ликвидацией неустановленными лицами скважины 348.

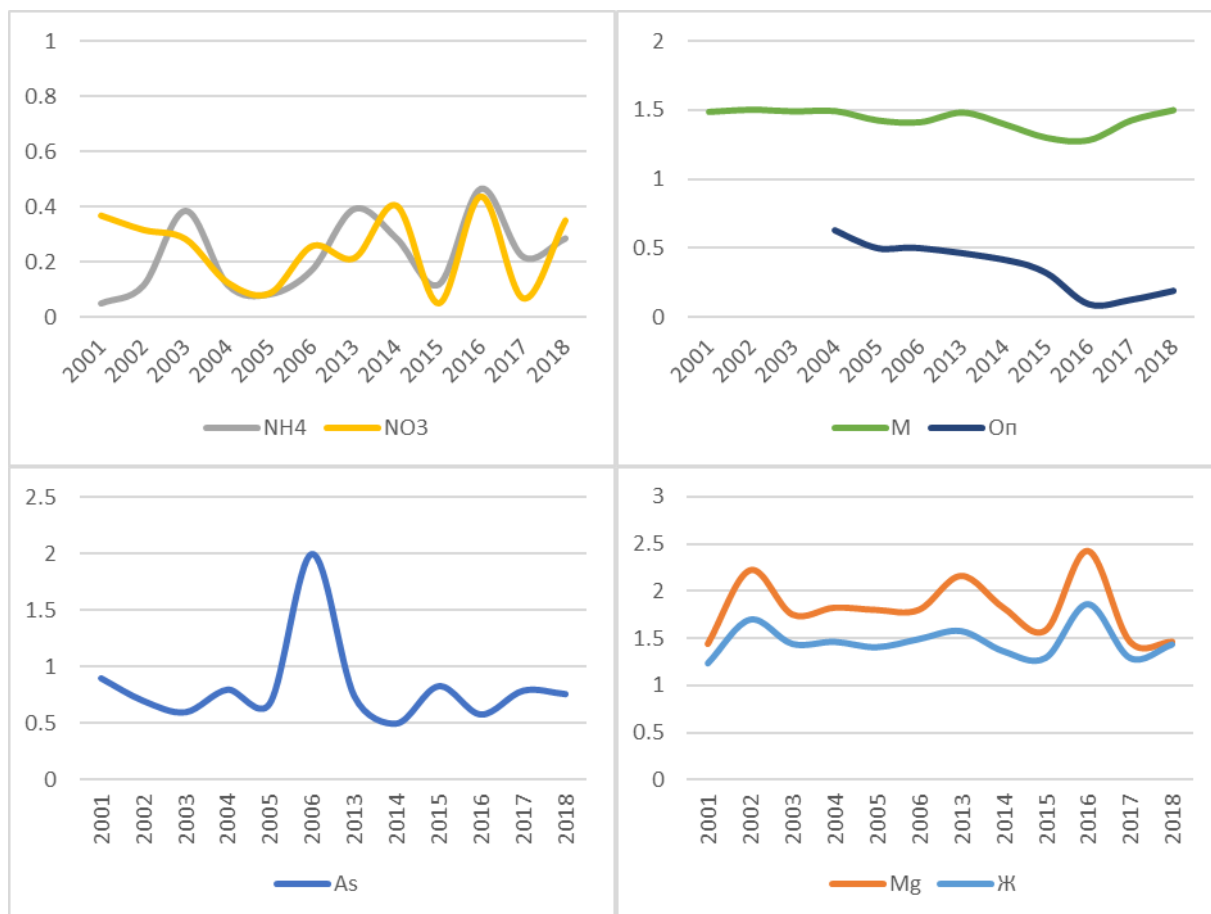


Рисунок 5.17 - Изменения коэффициентов концентрации веществ по скв. 357

Ниже по потоку от полигона ядохимикатов расположен естественный выход подземных вод на поверхность – священный источник минеральной воды Тос-Булак, который пользуется спросом у местного населения в качестве культурного и оздоровительного назначения. Продолжающееся загрязнение подземных вод под воздействием полигона ядохимикатов и месторасположения данного источника минеральной воды вызывает серьезные опасения, кроме того, поток загрязненных вод направлен также в сторону долины реки Енисей, где оборудованы основные водозаборы хозяйственно-питьевого назначения г. Кызыл.

5.2. Качество подземных вод в зоне влияния техногенных объектов по индексу загрязнения

По данным результатов аналитических исследований за период с 2007 по 2022 год по формуле, приведенной в разделе 4, рассчитаны индексы загрязнения подземных вод (Табл. 5.3, Рис. 5.18).

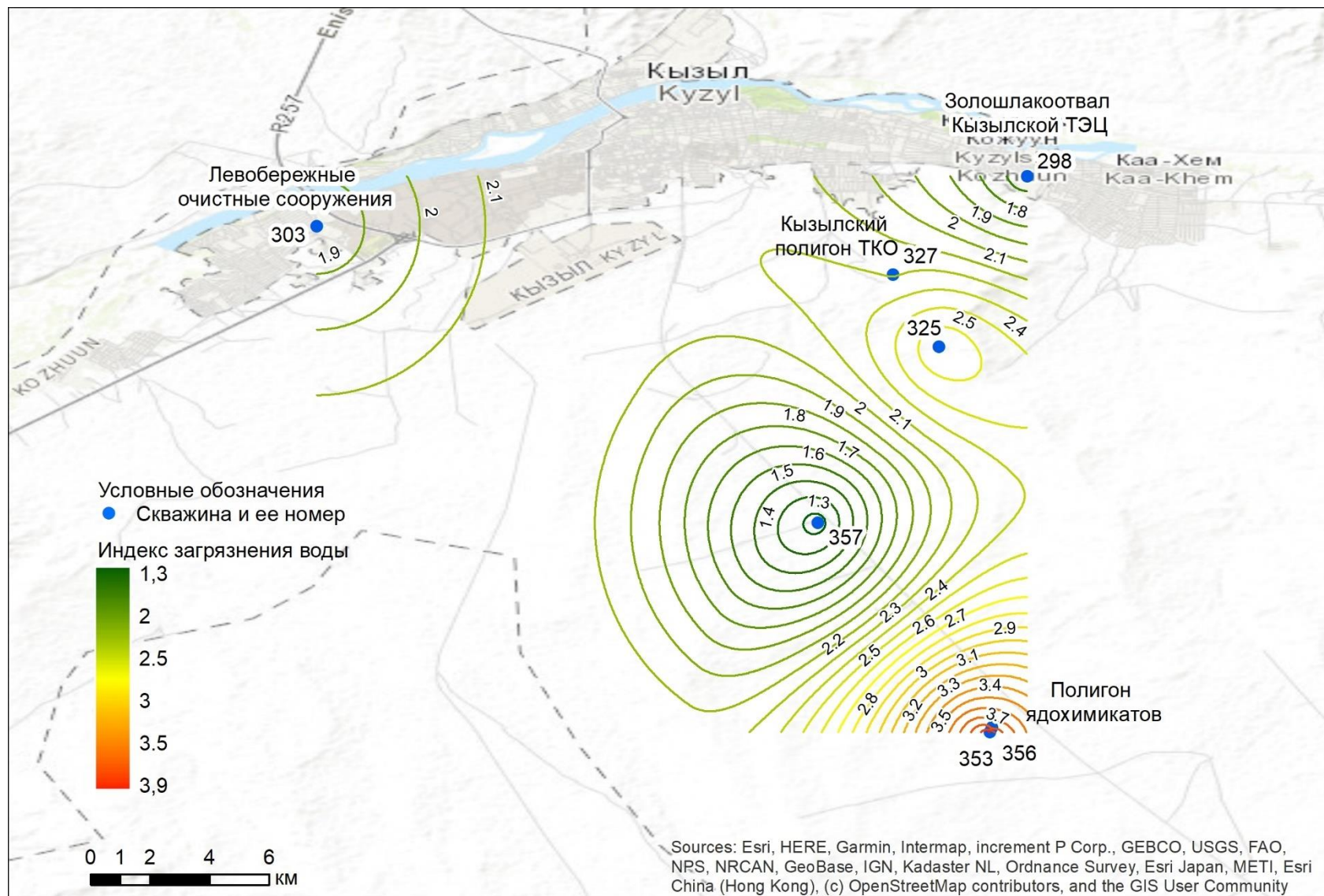


Рисунок 5.18 - Карта качества подземных вод по индексу загрязнения за 2022 год

При вычислении ИЗВ рассчитанные коэффициенты концентрации ранжировались по убыванию для каждого из рассматриваемых годов опробования по каждой скважине наблюдаемых участков загрязнения.

Таблица 5.3 – Индекс загрязнения подземных вод

Год	Номер скважины						
	298	303	325	327	353	356	357
2007	3,26	1,85	2,41	2,70	-	-	-
2008	2,13	0,92	2,36	2,24	4,03	8,34	-
2009	2,90	1,03	1,87	2,27	7,16	9,18	-
2010	3,19	1,67	2,87	2,41	6,44	9,71	-
2011	3,43	0,93	2,25	2,85	5,89	2,68	-
2012	3,73	0,79	2,00	2,47	3,11	1,78	-
2013	3,12	0,80	1,96	2,56	6,88	5,43	1,26
2014	3,02	0,96	2,20	2,36	4,35	4,51	1,11
2015	5,15	1,22	2,29	2,62	3,02	2,47	1,06
2016	3,70	0,90	2,18	2,52	2,16	1,86	1,28
2017	4,49	1,31	2,40	2,76	1,39	2,56	1,14
2018	1,17	1,25	3,37	2,18	1,92	1,93	1,17
2019	1,86	2,79	2,45	2,26	1,30	2,07	-
2020	7,94	1,64	3,91	3,02	3,72	2,33	-
2021	1,36	2,14	2,55	2,09	3,41	1,93	-
2022	1,46	1,78	2,68	2,17	4,36	3,35	-
Среднегодовое	3,25	1,37	2,48	2,47	3,94	4,01	1,17

По полученным данным индекса загрязнения воды можно сказать, что на описываемых участках в многолетнем плане качество вод оценивается как загрязненные – IV класс и умеренно загрязненные – III класс.

Графики изменения ИЗВ во времени с пороговыми значениями различных классов качества приведены на рисунке 5.19.

На участке наблюдения золошлакоотвала Кызылской ТЭЦ (скв. 298) в многолетнем плане качество вод изменяется от умеренно загрязненных в 2018, 2021-2022 гг., до очень грязных и максимальный индекс загрязнения вод отмечается в 2020 году.

На участке наблюдения левобережных очистных сооружений отмечается незначительная тенденция к увеличению индекса загрязнения воды. Качество вод по результатам анализов в скважине 303 оценивается от чистых в 2008, 2011-2014 гг, 2016 г. до загрязненных по результатам опробования в 2019 и 2021 гг.

На участке полигона ТБО качество вод по обеим наблюдательным скважинам можно оценить как загрязненные, за исключением 2009 и 2013 г,

когда по скважине 325 воды по показателю ИЗВ относятся к умеренно загрязненным.

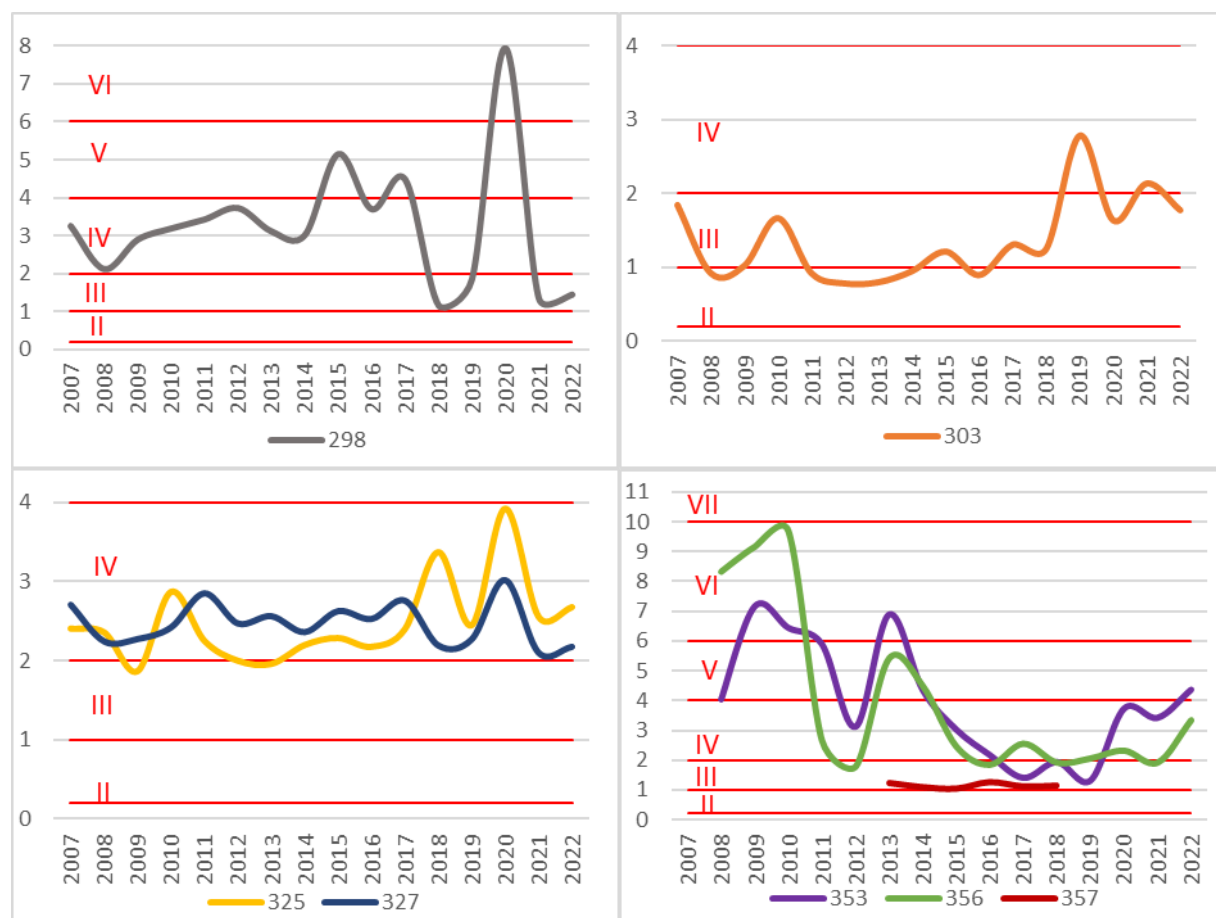


Рисунок 5.19 – Графики изменения индекса загрязнения воды

По данным наблюдений за качеством подземных вод на участке полигона ядохимикатов можно сказать, что в многолетнем плане индекс загрязнения уменьшился, однако с 2017 года отмечается его рост, в связи с общим подъемом уровня подземных вод, вызванного обильными осадками, и как следствие вымывание загрязняющих веществ из захоронений. По скважине 357, расположенной ниже по потоку подземных вод их качество по данным опробования за 2013-2018 год можно оценить как умеренно загрязненное.

По скважинам 353 и 356, расположенным непосредственно на полигоне ядохимикатов, качество вод по ИЗВ в многолетнем разрезе изменяется от умеренно загрязненных до очень грязных, а в последние года оценивается как загрязненные.

5.3. Оценка использования загрязненных подземных вод на здоровье населения

Оценка использования загрязненных подземных вод на здоровье приведено для частных скважин, используемых населением микрорайона Ближний Каа-Хем, который испытывает техногенное воздействие от золошлакоотвала Кызылской ТЭЦ.

Подземные воды голоцен-верхнелепистоценового аллювиального водоносного горизонта пойменной террасы, используемые населением для водоснабжения, является наиболее подверженным загрязнению.

По данным лабораторных исследований в пробах воды отмечается превышения нормативных требований по железу, мутности, цветности, рН, общей жесткости, нитратам и алюминию (Табл. 5.2). Однако и другие вещества могут оказывать негативное воздействие на организм.

По описанной методике (гл. 4) рассчитаны среднесуточная доза поступления (ADC) и коэффициент опасности (HQ), по которым делается вывод о возможном влиянии употребления загрязненных подземных вод в питьевых целях на здоровье населения.

Среднесуточная доза поступления химического вещества в течении жизни с питьевой водой (ADC) из частных скважин мкр. Ближний Каа-Хем, приведена в таблице 5.4.

К приоритетным веществам в подземных водах, имеющим максимальные коэффициенты опасности по полученным данным, относятся нитраты по всем пунктам наблюдения, а также нефтепродукты, натрий, магний и кальций. Алюминий и мышьяк по результатам расчетов являются приоритетными для подземных вод отобранных только в двух скважинах, в связи с отсутствием данных анализов по этим компонентам по другим скважинам.

Величина суммарных коэффициентов опасности (HQ) для органов человека и его систем показана в таблице 5.5 и на рисунке 5.20.

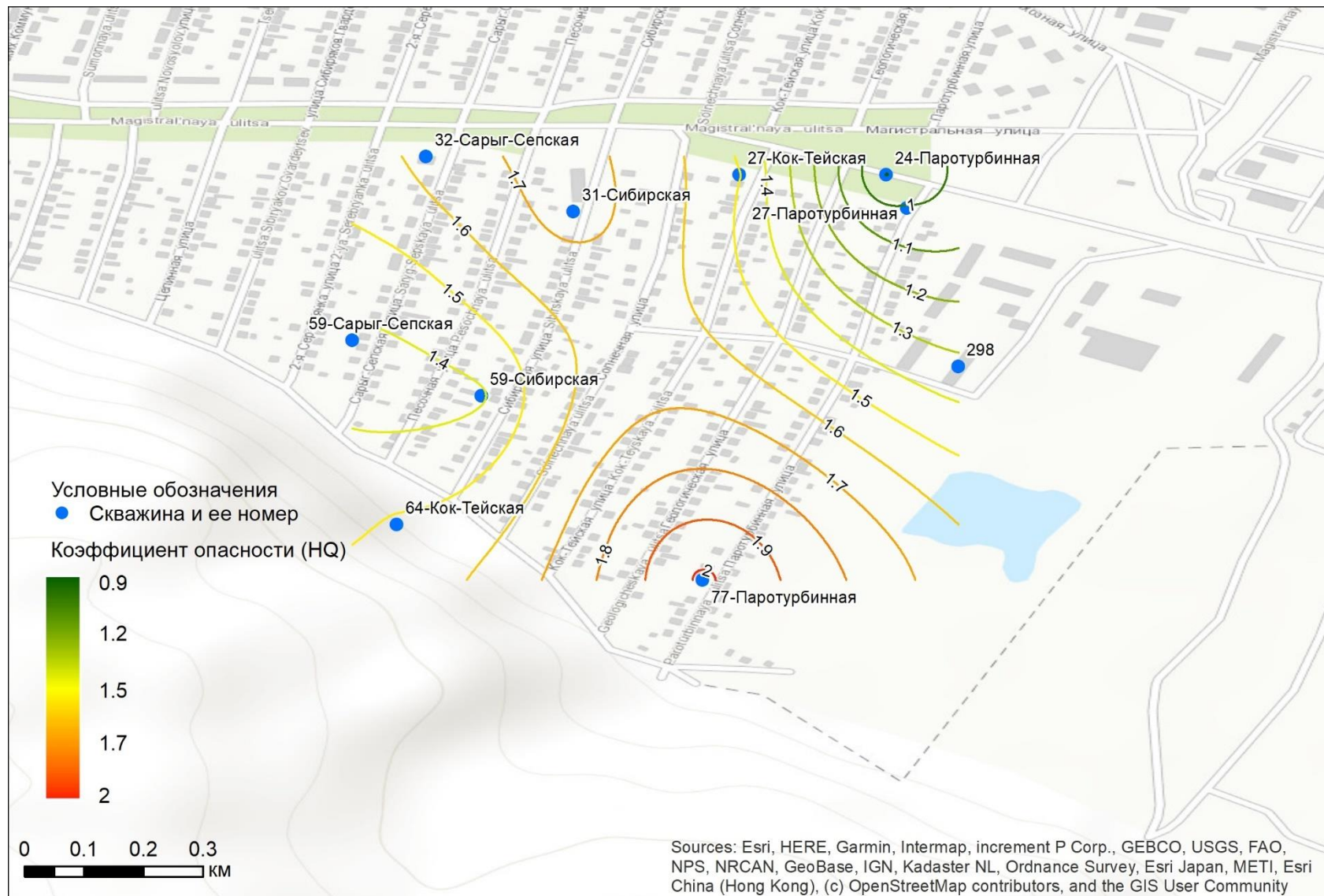


Рисунок 5.20 - Карта опасности использования загрязненных подземных вод в районе золошлакоотвала

Таблица 5.4 - Среднесуточная доза поступления химического вещества в течении жизни с питьевой водой (ADC)

Элемент	298	24-Парогурбинная	27-Кок-Тейская	27-Парогурбинная	31-Сибирская	32-Сарыг-Селская	59-Сарыг-Селская	59-Сибирская	64-Кок-Тейская	77-Парогурбинная
Al	0.01	-	-	-	-	-	-	0.04	-	-
As	0.0002	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B	-	-	-	-	-	-	-	0.0045	-	-
Ca	3.27	1.67	2.15	-	2.28	2.06	1.21	1.18	2.97	2.56
Cu	0.0002	0.0001	0.0003	0.0005	0.0001	0.0004	0.0003	0.0001	0.0002	0.0001
Fe	0.000	0.001	0.001	0.064	0.003	0.002	0.007	0.002	0.002	0.016
Li	-	-	0.0001	-	0.0001	0.0001	-	-	0.0001	0.0001
Mg	0.08	0.23	0.40	-	0.44	0.46	0.12	0.10	0.96	1.24
Mn	0.00004	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Na	3.90	0.18	0.54	-	0.71	0.68	1.50	0.64	1.45	2.86
NH4	0.001	0.002	0.004	-	-	-	0.004	0.003	0.002	0.01
NO2	0.0026	0.0012	0.0012	-	0.0012	0.0011	0.0019	0.04		0.0011
NO3	0.35	0.25	2.37	0.55	2.83	2.37	1.85	0.94	2.08	3.20
Pb	0.00007	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sr	0.05	0.01	0.01	-	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01
Zn	-	0.0002	0.0004	-	0.0032	0.0019	-	-	0.0006	0.0040
НП	-	0.0017	0.0016	0.02	-	-	0.0010	-	0.0014	-
Ф	-	0.00006	-	-	-	-	0.00006	-	0.00006	-

Допустимые уровни коэффициентов опасности (менее 1) по большинству пунктов опробования отмечены по всем отмеченным заболеваниям. Серьезные опасения вызывают коэффициенты равные 1,198-2,081 для болезни системы крови и сердечно-сосудистой системы, основной вклад в которые внесен нитратами.

Наиболее вероятными заболеваниями, при потреблении подземных вод в данном районе без предварительной водоподготовки по определенным компонентам, являются болезни сердечно сосудистой системы и крови. По данным суммарного коэффициента опасности по скважине 298 ГОНС, перечень определяемых компонентов в которой наиболее полный, из характерных заболеваний также следует отметить заболевания ЦНС, кожи, желудочно-кишечного тракта и иммунной системы (Табл. 5.6).

Таблица 5.5 – Коэффициент опасности* (HQ)

Элемент	ПД	298	24-Парогурбинная	27-Кок-Тейская	27-Парогурбинная	31-Сибирская	32-Сарыг-Сепская	59-Сарыг-Сепская	59-Сибирская	64-Кок-Тейская	77-Парогурбинная
Al	1	0.015	-	-	-	-	-	-	0.039	-	-
As	0.0003	0.725	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B	0.2	-	-	-	-	-	-	-	0.022	-	-
Ca	41.4	0.079	0.040	0.052	-	0.055	0.050	0.029	0.028	0.072	0.062
Cu	0.019	0.009	0.005	0.017	0.028	0.005	0.022	0.013	0.005	0.012	0.007
Fe	0.3	0.001	0.003	0.003	0.213	0.010	0.006	0.025	0.006	0.005	0.053
Li	0.02	-	-	0.003	-	0.003	0.003	-	-	0.005	0.006
Mg	11	0.007	0.021	0.037	-	0.040	0.042	0.011	0.009	0.087	0.113
Mn	0.14	0.0003	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Na	34.3	0.114	0.005	0.016	-	0.021	0.020	0.044	0.019	0.042	0.083
NH4	0.98	0.001	0.002	0.004	-	-	-	0.004	0.003	0.002	0.007
NO2	0.1	0.026	0.012	0.012	-	0.012	0.011	0.019	0.360	-	0.011
NO3	1.6	0.220	0.157	1.480	0.342	1.768	1.482	1.155	0.585	1.301	1.998
Pb	0.0035	0.021	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sr	0.6	0.092	0.012	0.017	-	0.014	0.010	0.013	0.038	0.021	0.020
Zn	0.3	-	0.001	0.001	-	0.011	0.006	-	-	0.002	0.013
НП	0.03	-	0.056	0.052	0.521	-	-	0.034	-	0.047	-
Ф	0.3	-	0.0002	-	-	-	-	0.0002	-	0.0002	-
Суммарный Ко		1.31	0.31	1.69	1.10	1.94	1.65	1.35	1.12	1.60	2.37

Примечание * жирным выделены приоритетные вещества с максимальными коэффициентами опасности

5.4. Рекомендации и мероприятия по улучшению условий эксплуатации подземных вод

По результатам исследований установлено, что гидродинамическое состояние подземных вод по всем точкам опробования подчиняется в основном естественным факторам, следовательно не требуется разработки мероприятий по улучшению условий эксплуатации в этой части.

Результаты изучения гидрогеохимического состояния подземных вод в районе влияния техногенных объектов подтвердили, что все описываемые антропогенные объекты в той или иной мере влияют на качество подземных вод. Для предотвращения дальнейшего загрязнения подземных вод на данной территории необходимо проведение следующих мероприятий:

Таблица 5.6 – Заболевания человека и суммарные коэффициенты опасности

Заболевания человека	Химические вещества	Скважина									
		298	24-Паротурбинная	27-Кок-Тейская	27-Паротурбинная	31-Сибирская	32-Сарыг-Селская	59-Сарыг-Селская	59-Сибирская	64-Кок-Тейская	77-Паротурбинная
Болезни системы крови	Fe, Mn, NO ₃ , NO ₂ , Pb, Zn	0.268	0.171	1.495	0.555	1.790	1.499	1.198	0.951	1.306	2.062
Болезни ЦНС	Al, As, Mn, Pb, Ф	0.761	-	-	-	-	-	-	0.039	-	-
Болезни сердечно сосудистой-системы	As, Na, NO ₃	0.348	0.162	1.496	0.342	1.789	1.502	1.198	0.643	1.343	2.081
Синдром гиперкальциемии	Ca	0.079	0.040	0.052	-	0.055	0.050	0.029	0.028	0.072	0.062
Болезни почек	Ca, Нп, Ф	0.079	0.097	0.104	0.521	0.055	0.050	0.063	0.028	0.119	0.062
Заболевания иммунной системы	As, Fe	0.726	0.003	0.003	0.213	0.010	0.006	0.025	0.006	0.005	0.053
Заболевания желудочно-кишечного тракта	As, В, Cu, Ф, Al	0.748	0.005	0.017	0.028	0.005	0.022	0.014	0.067	0.012	0.007
Нарушения слизистого покрова	Fe	0.001	0.003	0.003	0.213	0.010	0.006	0.025	0.006	0.005	0.053
Заболевания кожи	As, Fe	0.726	0.003	0.003	0.213	0.010	0.006	0.025	0.006	0.005	0.053
Заболевания печени	Cu	0.009	0.005	0.017	0.028	0.005	0.022	0.013	0.005	0.012	0.007
Заболевания костной системы	Sr	0.092	0.012	0.017	0.000	0.014	0.010	0.013	0.038	0.021	0.020
Заболевания репродуктивной системы	B, Pb	0.021	-	-	-	-	-	-	0.022	-	-

В районе золошлакоотвала Кызылской ТЭЦ:

- проверка целостности гидроизоляции золошлакоотвала. При обнаружении дефектов в гидроизоляции для предотвращения фильтрации загрязненных вод в подземные водоносные горизонты необходимо провести устранения выявленных недостатков;

- обследование дамбы обволакивания территории золоотвала для установления фактов ее разрушения и перетока загрязненных вод в виде ручьев в пониженные части рельефа. При установлении фактов перетока необходимо провести ремонтные работы на разрушенных частях дамбы для восстановления ее целостности;

- при продолжении увеличении коэффициентов концентрации загрязняющих веществ в подземных водах необходимо рассмотреть строительство противофильтрационной завесы или перехватывающего водозабора для предотвращения поступления загрязненных подземных вод в поверхностные водные объекты территории (р. Енисей);

- для предотвращения заболевания населения болезнями сердечно-сосудистой системы и крови, которые по проведенным расчетам являются наиболее вероятными на данной территории, необходимо обустройство централизованной системы подачи питьевой воды с городского водозабора.

В районе левобережных очистных сооружений:

- в связи с направлением потока подземных вод в сторону основной дрены р. Енисей необходимо предусмотреть оборудование дополнительных пунктов наблюдения вниз по потоку от техногенного объекта;

- при выявлении увеличений коэффициентов концентрации загрязняющих веществ необходимо рассмотреть возможности строительства противофильтрационной завесы или перехватывающего водозабора с направлением откачиваемых подземных вод на очистку.

В районе полигона ТБО:

- в связи с окончанием еще в 2013 году срока эксплуатации указанного полигона необходимо строительство нового полигона ТБО в соответствии с действующими нормативными документами;

- после окончания действия данного полигона необходимо провести его рекультивацию, в том числе откачку загрязненных подземных вод, для предотвращения распространения загрязнений в сторону водозаборов хозяйственно-питьевого водоснабжения.

В районе полигона ядохимикатов:

- в связи с увеличением уровня подземных вод и вымыванием загрязняющих веществ из захоронений в подземные воды и распространением загрязнения в сторону священного источника минеральной воды Тос-Булак необходимо проведение рекультивации данной территории для ликвидации источника загрязнения.

6. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

На сегодняшний день коммерческая ценность разработки является наиболее важным аспектом перспективности научного исследования, нежели масштаб открытия, который во многих отраслях становится все более сложнее оценить, в связи с высокотехнологичностью и ресурсоэффективностью продуктов.

Именно оценка коммерческой ценности разработки является необходимым условием при поиске источников финансирования для проведения научного исследования и коммерциализации его результатов. Коммерциализация результатов исследования зачастую является основополагающим критерием при выборе объектов для капиталовложений.

Объектом исследования являются подземные воды Республики Тыва. Как известно именно подземные воды являются наиболее предпочтительными при организации водоснабжения населения. Однако расположение объектов техногенной нагрузки на территории области питания подземных вод влечет за собой изменение их гидрогеохимического состояния. Исследования проводились с целью определения концентраций загрязняющих веществ в подземных водах, определялся индекс загрязнения подземных вод и проводилась оценка использования загрязненных подземных вод на здоровье населения. При анализе использовались сведения качественном составе подземных вод, а также изменение количества осадков, которые являются основным источником питания подземных вод.

Целью раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» является определение перспективности и успешности научно-технического исследования, оценка его эффективности, уровня возможных рисков, разработка механизма управления и сопровождения конкретных проектных решений на этапе реализации.

Для достижения обозначенной цели необходимо решить следующие задачи:

- организовать работы по научному исследованию;
- осуществить планирование этапов выполнения исследования;
- оценить коммерческий потенциал и перспективность проведения научного исследования;
- рассчитать бюджет проводимого научно-технического исследования;
- произвести оценку социальной и экономической эффективности исследования.

6.1 Предпроектный анализ

6.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования

Магистерская работа посвящена оценке изменения качества подземных вод под влиянием техногенных объектов. Целью работы является изучение гидрогеохимического состояния подземных вод в Республике Тыва в зоне влияния техногенных объектов и оценка изменения их качественного состава. Характеристика качества подземных вод приводится по данным государственного мониторинга подземных вод. При выполнении работы оцениваются коэффициенты концентрации загрязняющих веществ, индекс загрязнения вод, а также риск для здоровья населения при потреблении загрязненной подземной воды без предварительной водоподготовки в зоне влияния техногенных объектов. Также будут разработаны рекомендации и мероприятия по улучшению условий эксплуатации подземных вод.

Область применения лежит в сфере недропользования. Таким образом, потребителем исследования могут быть:

- недропользователи - юридические лица ведущие свою деятельность в сфере эксплуатации подземных вод в целях водоснабжения; - обслуживающие организации; - физические лица – граждане.

Сегментирование рынка – разделение покупателей на однородные группы, для каждой из которых может потребоваться определенная услуга или товар. Сегментирование рынка услуг по оценке изменения качества подземных вод в сфере водоснабжения осуществляется по критериям: вид

заказчика и вид услуги. Результаты сегментирования представлены в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Карта сегментирования рынка услуг по оценке изменения качества подземных вод в сфере водоснабжения

		Услуга (продукт)			
		Решение стационарных задач	Прогнозирование изменения качества подземных вод	Оценка риска для здоровья населения	Рекомендации по улучшению условий эксплуатации подземных вод
Заказчи	недропользователи				
	обслуживающие организации				
	физические лица				

Из таблицы видно, что основным сегментом рынка является прогнозирование изменения качества подземных вод и оценка риска для здоровья населения при потреблении подземной воды без предварительной водоподготовки в зоне влияния техногенных объектов.

6.1.2 Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

Предложений программных средств, которые занимаются оценкой качества подземных вод, а также оценкой риска для здоровья населения, на рынке весьма ограниченное количество. Все они постоянно развиваются и следует систематически проводить их детальный анализ.

Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения позволяет провести оценку сравнительной эффективности научной разработки и определить направления для ее будущего повышения.

Критерии оценки ресурсоэффективности и ресурсосбережения подбирались исходя из выбранных объектов сравнения с учетом их технических и экономических особенностей разработки, создания и эксплуатации. Основными критериями оценки материалов будут являться: удобство в эксплуатации, простота и скорость получения результатов.

В данном научном исследовании анализируется изменение коэффициентов концентраций загрязняющих веществ в подземных водах, изменение индекса загрязнения воды во времени и оценка риска использования загрязненных подземных вод для здоровья с построением тематических карт. Выполнение поставленных задач планируется проводить с использованием ПО ArcGIS, которое позволяет реализовать поставленные цели и задачи.

Основными конкурентами в части моделирования распространения загрязняющих элементов является ПО MODFLOW (конкурент-аналог 1) и ПК HydroGeo (Разработчик Букаты М.Б., ТПУ) (конкурент-аналог 2).

ПО ArcGIS отличается от конкурентных программ более разнообразным интерфейсом. Кроме того, ArcGIS обладает более удобным способом отображения получаемой информации, которую можно сразу с помощью координатной привязки отобразить на различных картах и схемах с привязкой к местности. Более продвинутым средством для создания численных гидродинамических моделей, однако является MODFLOW. Но также это увеличивает и саму сложность программного обеспечения для обучения работы на нем. ПК HydroGeo отличается от конкурентов незначительной стоимостью и простотой использования, однако уступает в скорости получения результатов.

В таблице 6.2 приведена оценка конкурентов, где Φ – используемое ПО ArcGIS, κ_1 – ПО MODFLOW, κ_2 – ПК HydroGeo.

Позиция каждой программы оценивается по показателям экспертным путем по пятибалльной шкале, где 1 – наиболее слабая позиция, а 5 – наиболее сильная. Вес показателей в сумме составляет 1.

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum V_i \cdot B_i \quad (6.1)$$

где: K – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

V_i – вес показателя (в долях единицы); B_i – балл i -го показателя.

Таблица 6.2 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок)

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б _ф	Б _{к1}	Б _{к2}	К _ф	К _{к1}	К _{к2}
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Повышение производительности труда пользователя	0,14	5	4	4	0,7	0,56	0,56
2. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,12	5	4	3	0,6	0,48	0,36
3. Надежность	0,12	5	5	4	0,6	0,6	0,48
4. Безопасность	0,12	5	4	4	0,6	0,48	0,48
5. Простота в эксплуатации	0,12	5	4	5	0,6	0,48	0,6
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Конкурентоспособность продукта	0,12	5	5	4	0,7	0,6	0,48
2. Цена	0,14	4	3	5	0,56	0,42	0,7
3. Предполагаемый срок эксплуатации	0,12	5	5	3	0,7	0,6	0,36
Итого	1	39	34	32	5,06	4,22	4,02

Таким образом, конкурентоспособность рассматриваемых программных продуктов составляет:

$$K_f = 0,7+0,6+0,6+0,6+0,6+0,7+0,56+0,7=5,06$$

$$K_{k1} = 0,56+0,48+0,6+0,48+0,48+0,6+0,42+0,6=4,22$$

$$K_{k2} = 0,56+0,36+0,48+0,48+0,6+0,48+0,7+0,6=4,02$$

Проведенный анализ конкурентов подтвердил, что программный комплекс ArcGIS обладает рядом преимуществ среди конкурентов, что связано с производительностью, удобством в эксплуатации и безопасностью, и подходит к дальнейшему использованию. Однако следует учесть уязвимость используемого программного продукта, которая заключается в цене ПО.

6.1.3 SWOT-анализ

SWOT – анализ представляет собой комплексный анализ научно-исследовательского проекта, при этом исследуют и внешние и внутренние среды проекта. SWOT – анализ определяет сильные и слабые стороны проекта, его возможности и угрозы.

Анализ проводится в 3 этапа.

Первый этап заключается в описании сильных и слабых сторон проекта, в выявлении возможностей и угроз для реализации проекта, которые проявились или могут появиться в его внешней среде (Таблица 6.3).

Таблица 6.3 – Матрица SWOT

<p>Сильные стороны С1. Использование надежного программного обеспечения С2. Удобная и доступная подача информации С3. Квалифицированный персонал С4. Материал готов для дальнейшего использования недропользователями и органами власти</p>	<p>Слабые стороны Сл1. Необходимость приобретения программного обеспечения Сл2. Для реализации исследования необходимо привлечение большого массива информации Сл3. Снижение достоверности результатов за счет вероятности временного изменения данных Сл4. Необходимость актуализации информации со временем</p>
<p>Возможности В1. Появление дополнительного спроса на исследования со стороны недропользователей В2. Сокращение сроков проектирования В3. Дальнейшее развитие и актуализация исследований В4. Расширение сферы участия в проектах, реализуемых в рамках программ ТПУ</p>	<p>Угрозы У1. Повышение стоимости используемого программного обеспечения У2. Несвоевременное финансовое обеспечение научного исследования со стороны государства У3. Введение дополнительных требований государства к определенным видам деятельности У4. Изменение нормативных требований в сфере недропользования</p>

После формирования четырех областей SWOT переходим к реализации *второго этапа*, который состоит в выявлении соответствия сильных и слабых сторон научно-исследовательского проекта внешним условиям окружающей среды.

В рамках данного этапа необходимо построить интерактивную матрицу проекта. Ее использование помогает разобраться с различными комбинациями взаимосвязей областей матрицы SWOT. Интерактивная матрица проекта представлена в таблице 6.4.

Каждый фактор помечается либо знаком «+» (означает сильное соответствие сильных сторон возможностям), либо знаком «-» (что означает слабое соответствие); «0» – есть сомнения в том, что поставить «+» или «-».

При анализе данной интерактивной таблицы можно выявить следующие корреляцию между возможностями/угрозами и сильными/слабыми сторонами:

- сильные стороны и возможности: В1С1С2С3С4; В2С1С2С3; В3С1С2С3С4; В4С1С2С3С4.

Таблица 6.4 – Интерактивная матрица проекта

Сильные стороны проекта						
Возможности проекта		С1.	С2.	С3.	С4.	
		В1.	+	+	+	+
		В2.	+	+	+	0
		В3.	+	+	+	+
		В4.	+	+	+	+
Угрозы		С1.	С2.	С3.	С4.	
		У1.	+	+	-	0
		У2.	+	-	-	-
		У3.	-	-	-	+
		У4.	-	-	-	+
Слабые стороны проекта						
Возможности проекта		Сл1.	Сл2.	Сл3.	Сл4.	
		В1.	-	-	0	+
		В2.	-	+	0	+
		В3.	+	+	+	+
		В4.	+	+	+	+
Угрозы		Сл1.	Сл2.	Сл3.	Сл4.	
		У1.	+	-	-	-
		У2.	+	-	-	0
		У3.	0	-	-	0
		У4.	-	+	+	+

- слабые стороны и возможности: В1Сл4; В2Сл2Сл4; В3Сл1Сл2Сл3Сл4; В4Сл1Сл2Сл3Сл4.

- сильные стороны и угрозы: У1С1С2; У2С1; У3С4; У4С4.

- слабые стороны и угрозы: У1Сл1; У2Сл1; У4Сл2Сл3Сл4.

В рамках *третьего этапа* составлена итоговая матрица SWOT-анализа (таблица 6.5).

6.1.4 Оценка готовности проекта к коммерциализации

Для определения стадии жизненного цикла научной разработки необходимо оценить степень ее готовности к коммерциализации и выяснить уровень собственных знаний для ее проведения (или завершения).

При проведении анализа в бланк оценки степени готовности научного проекта к коммерциализации, по каждому показателю ставится оценка по пятибалльной шкале.

При оценке степени проработанности научного проекта 1 балл означает не проработанность проекта, 2 балла – слабую проработанность, 3 балла – выполнено, но в качестве не уверен, 4 балла – выполнено качественно,

Таблица 6.5–SWOT-анализ

	Сильные стороны С1. Использование надежного программного обеспечения С2. Удобная и доступная подача информации С3. Квалифицированный персонал С4. Материал готов для дальнейшего использования недропользователями и органами власти	Слабые стороны Сл1. Необходимость приобретения программного обеспечения Сл2. Для реализации исследования необходимо привлечение большого массива информации Сл3. Снижение достоверности результатов за счет вероятности временного изменения данных Сл4. Необходимость актуализации информации со временем
Возможности В1. Появление дополнительного спроса на исследования со стороны недропользователей В2. Сокращение сроков проектирования В3. Дальнейшее развитие и актуализация исследований В4. Расширение сферы участия в проектах, реализуемых в рамках программ ТПУ	Продвижение исследований в связи с привлечением недропользователей и заинтересованных лиц в данное исследование; Быстрое продвижение исследования в связи с актуальностью.	Создание базы данных; проведение мониторинга потребителей и анализ конкурентных предложений; привлечение дополнительных ресурсов для актуализации информации
Угрозы У1. Повышение стоимости используемого программного обеспечения У2. Несвоевременное финансовое обеспечение научного исследования со стороны государства У3. Введение дополнительных требований государства к определенным видам деятельности У4. Изменение нормативных требований в сфере недропользования	Ведение гибкой ценовой политики. Снижение сроков предоставления необходимой информации, развитие сервиса дополнительных информационных услуг	Размещение части информации в свободный доступ заинтересованным лицам. Наладка устойчивой обратной связи с недропользователями и проектными институтами

5 баллов – имеется положительное заключение независимого эксперта.

Для оценки уровня имеющихся знаний у разработчика система баллов принимает следующий вид: 1 означает не знаком или мало знаю, 2 – в объеме теоретических знаний, 3 – знаю теорию и практические примеры применения,

4 – знаю теорию и самостоятельно выполняю, 5 – знаю теорию, выполняю и могу консультировать. Оценка степени готовности представлена в таблице 6.6.

Таблица 6.6 – Оценка степени готовности проекта к коммерциализации

№ п/п	Наименование	Степень проработанности	Уровень имеющихся знаний у
1.	Определен имеющийся научно-технический задел	5	5
2.	Определены перспективные направления коммерциализации научно-технического задела	4	4
3.	Определены отрасли и технологии (товары, услуги) для предложения на рынке	4	5
4.	Определена товарная форма научно-технического задела для представления на рынок	4	4
5.	Определены авторы и осуществлена охрана их прав	5	5
6.	Проведена оценка стоимости интеллектуальной собственности	2	2
7.	Проведены маркетинговые исследования рынков сбыта	3	3
8.	Разработан бизнес-план коммерциализации научной разработки	2	3
9.	Определены пути продвижения научной разработки на рынок	3	3
10.	Разработана стратегия (форма) реализации научной разработки	3	4
11.	Проработаны вопросы международного сотрудничества и выхода на зарубежный рынок	2	1
12.	Проработаны вопросы использования услуг инфраструктуры поддержки, получения льгот	2	2
13.	Проработаны вопросы финансирования коммерциализации научной разработки	3	3
14.	Имеется команда для коммерциализации научной разработки	3	4
15.	Проработан механизм реализации научного проекта	3	4
	ИТОГО БАЛЛОВ	48	52

Оценка готовности научного проекта к коммерциализации (или уровень имеющихся знаний у разработчика) определяется по формуле:

$$B_{\text{сум}} = \sum B_i \quad (6.2)$$

где: $B_{\text{сум}}$ – суммарное количество баллов по каждому направлению;

B_i – балл по i -му показателю.

Значение $B_{\text{сум}}$ позволяет говорить о мере готовности научной разработки и ее разработчика к коммерциализации.

По полученным значениям $B_{\text{сум}}$ можно сказать, что перспективность проекта выше среднего, как и уровень имеющихся знаний у разработчика.

По результатам оценки видно, что слабые стороны исследования заключаются в неполной проработке вопросов международного сотрудничества и выхода на зарубежный рынок, использования услуг инфраструктуры поддержки, получения льгот, а также разработке бизнес-плана коммерциализации научной работы.

Для дальнейшего улучшения необходимо уделить внимание проработке данных аспектов исследования, а также провести оценку стоимости интеллектуальной собственности.

6.1.5 Методы коммерциализации результатов научно-технического исследования

В данной работе проводится разработка проекта исследований целью которого является анализ изменения гидрогеохимического состояния подземных вод во времени и пространстве в зависимости от геологических, гидрогеологических, климатических условий. Конечным продуктом исследований будет оценка риска для здоровья населения при потреблении загрязненной подземной воды без предварительной водоподготовки в зоне влияния техногенных объектов. Будут разработаны инженерно-гидрогеологические решения для улучшения условий эксплуатации подземных вод.

В качестве метода коммерциализации проведенного исследования наиболее подходящими являются передача интеллектуальной собственности в уставной капитал предприятия и инжиниринг.

Так как разработка проекта проводится в рамках ведения государственного мониторинга состояния недр, выполняемого по государственному заданию и финансируемого за счет Федерального бюджета,

то передача интеллектуальной собственности будет производиться в уставной капитал предприятия.

Кроме того, в качестве метода коммерциализации проведенного исследования выбирается инжиниринг. Данный метод предполагает предоставление на основе договора инжиниринга одной стороной, именуемой консультантом, другой стороне, именуемой заказчиком, комплекса или отдельных видов инженерно-технических услуг, связанных с проектированием, строительством и вводом объекта в эксплуатацию, с разработкой новых технологических процессов на предприятии заказчика. В связи с тем, что повсеместно на территории РФ наблюдается загрязнение подземных вод объектами разного рода деятельности, а водоснабжение является одним из основных ресурсов жизнедеятельности, данная научная разработка будет являться актуальной для недропользования.

Таким образом данные методы коммерциализации будут наиболее продуктивными в отношении разрабатываемого проекта.

6.2 Инициация проекта

Группа процессов инициации состоит из процессов, которые выполняются для определения нового проекта или новой фазы существующего. В рамках процессов инициации определяются изначальные цели и содержание и фиксируются изначальные финансовые ресурсы. Определяются внутренние и внешние заинтересованные стороны проекта, которые будут взаимодействовать и влиять на общий результат научного проекта. Данная информация закрепляется в Уставе проекта, который должен содержать цели и результаты проекта, организационную структуру проекта, ограничения и допущения проекта.

6.2.1 Цели и задачи исследования

Информация о заинтересованных сторонах проекта, которые активно участвуют в проекте или интересы которых могут быть затронуты в результате завершения проекта, представлены в таблице 6.7.

Таблица 6.7 – Заинтересованные стороны проекта

Заинтересованные стороны проекта	Ожидания заинтересованных сторон
НИ ТПУ	Выпуск высококвалифицированных специалистов
Разработчик проекта (магистрант)	Разработка методики инженерно-гидрогеологических решений для улучшения условий их эксплуатации
Департамент по недропользованию	Получение инженерно-гидрогеологических решений для улучшения условий эксплуатации подземных вод в техногенной нагруженных районах
Недропользователь	Организация водоснабжения населенного пункта

В таблице 6.8 представлена иерархия целей проекта и критерии достижения целей.

Таблица 6.8 – Цели и результат проекта

Цели проекта:	Анализ изменения гидрогеохимического состояния подземных вод во времени и пространстве в зависимости от геологических, гидрогеологических, климатических условий.
Ожидаемые результаты проекта:	Оценка риска для здоровья населения при потреблении загрязненной подземной воды без предварительной водоподготовки в зоне влияния техногенных объектов. Разработка рекомендаций и мероприятий по улучшению условий эксплуатации подземных вод, картографические материалы
Критерии приемки результата проекта:	Построение цифровой модели участка исследования, геологическая, гидрогеологическая и гидрогеохимическая карты, карта рисков потребления питьевой воды
Требования к результату проекта:	Отбор проб подземных вод в районе исследования
	Лабораторные исследования
	Проведение обработки полученных данных;
	Выявить факторы формирования химического состава подземных вод
	Показать изменение химического состава подземных вод в течение периода наблюдений под влияние техногенных объектов

6.2.2 Структура работ в рамках научного исследования

В таблице 6.9 представлена организационная структура проекта (роль каждого участника, их функции, трудозатраты).

Для реализации проекта необходимо два исполнителя – научный руководитель (НР) и магистрант (М). По каждому виду работ устанавливается исполнитель. Планирование комплекса работ осуществляется в следующем порядке:

- определение структуры работ в рамках научного исследования;

Таблица 6.9 – Рабочая группа проекта

№ п/п	ФИО, основное место работы, должность	Роль в проекте	Функции	Трудовые затраты, час.
1.	Пасечник Е.Ю., НИ ТПУ, доцент ОГ ИШПР, к.г.-м.н., 0,5 ставки	Руководитель проекта	Консультирование, координация деятельности, определение задач, контроль выполнения.	336
2.	Гагарина К.М., магистрант ОГ ИШПР	Исполнитель по проекту	Анализ литературных источников, отбор проб, анализ лабораторных данных, анализ гидрогеохимических, гидрогеологических условий, написание работы	2024
ИТОГО:				2360

- определение участников каждой работы;
- установление продолжительности работ;
- построение графика проведения научных исследований.

6.2.3 Ограничения и допущения проекта

Ограничения проекта – это все факторы, которые могут послужить ограничением степени свободы участников команды проекта, а также «границы проекта» – параметры проекта или его продукта, которые не будут реализованных в рамках данного проекта (таблица 6.10).

Таблица 6.10 – Ограничения проекта

Фактор	Ограничения/допущения
3.1. Бюджет проекта	685 578,07
3.1.1. Источник финансирования	НИ ТПУ
3.2. Сроки проекта:	01.09.2022-31.05.2023
3.2.1. Дата утверждения плана управления проектом	15.09.2022
3.2.2. Дата завершения проекта	31.05.2023

6.3 Планирование управления научно-техническим проектом

Группа процессов планирования состоит из процессов, осуществляемых для определения общего содержания работ, уточнения целей и разработки последовательности действий, требуемых для достижения данных целей.

План управления научным проектом должен включать в себя следующие элементы:

- иерархическая структура работ проекта;
- контрольные события проекта;
- план проекта;
- бюджет научного исследования.

6.3.1 Иерархическая структура работ проекта

Иерархическая структура работ (ИСР) – детализация укрупненной структуры работ. В процессе создания ИСР структурируется и определяется содержание всего проекта (рисунок 6.1).

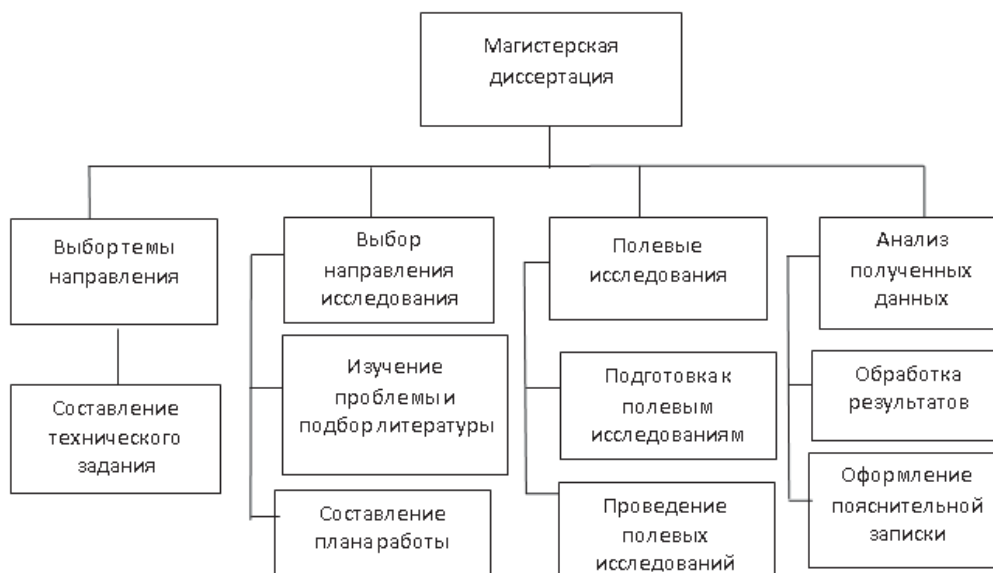


Рисунок 6.1 – Иерархическая структура работ

6.3.2 План проект

В рамках планирования научного проекта построены календарный график проекта (таблица 6.11, 6.12).

6.4 Бюджет научного исследования

При планировании бюджета научного исследования должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов планируемых расходов, необходимых для его выполнения. В процессе формирования бюджета, планируемые затраты сгруппированы по статьям. В данном исследовании выделены следующие статьи:

Таблица 6.11– Календарный план проекта

Название	Длительность, дни	Дата начала работ	Дата окончания работ	Состав участников
Утверждение темы магистерской диссертации	2	01.09.22	02.09.22	Пасечник Е.Ю., Гагарина К.М.
Согласование плана работ	3	03.09.22	05.09.22	Пасечник Е.Ю., Гагарина К.М.
Поставка задач	3	06.09.22	08.09.22	Пасечник Е.Ю., Гагарина К.М.
Определение сроков написания ВКР	4	09.09.22	12.09.22	Пасечник Е.Ю., Гагарина К.М.
Литературный обзор	30	12.09.22	11.10.22	Гагарина К.М.
Анализ исходных материалов по тематике научных исследований	20	12.10.22	01.11.22	Гагарина К.М.
Отбор проб подземных вод	10	02.11.22	11.11.22	Гагарина К.М.
Лабораторные исследования проб воды	20	12.11.22	01.12.22	Подрядная организация
Обработка полученных данных и обсуждение результатов	30	02.12.22	31.12.22	Пасечник Е.Ю., Гагарина К.М.
Написание общей части ВКР	59	01.01.23	28.02.23	Гагарина К.М.
Подготовка основной части	61	01.03.23	30.04.23	Гагарина К.М.
Подготовка картографического материала	31	01.05.23	31.05.23	Гагарина К.М.
Итого:	273			

Таблица 6.12 – Календарный план график проведения НИОКР по теме

Наименование этапа	Т, дней	2022				2023				
		Сен	Окт.	Ноя.	Дек.	Янв.	Фев.	Мар	Апр	Май
Утверждение темы ВКР	2	■								
Согласование плана работ	3	■								
Поставка задач	3	■								
Определение сроков написания ВКР	4	■								
Литературный обзор	30	■	■							
Анализ исходных материалов по тематике научных исследований	20		■							
Отбор проб подземных вод	10			■						
Лабораторные исследования проб воды	20			■	■					
Обработка полученных данных и обсуждение результатов	30				■	■				
Написание общей части ВКР	59					■	■			
Подготовка основной части ВКР	61							■	■	
Подготовка картографического материала	31									■

■ - Гагарина К.М. ▨ - Пасечник Е.Ю., Гагарина К.М. ▨ - Подрядчик

1. Сырье, материалы, покупные изделия и полуфабрикаты;
2. Специальное оборудование для научных работ;
3. Заработная плата;
4. Отчисления на социальные нужды;
5. Научные и производственные командировки;
6. Оплата работ, выполняемых сторонними организациями и предприятиями;
7. Накладные расходы.

6.4.1 Материальные затраты

В эту статью включаются затраты на приобретение всех видов материалов, комплектующих изделий и полуфабрикатов, необходимых для выполнения работ по данной теме (таблица 6.13).

Таблица 6.13 – Материальные затраты

Вид работ	Сырье, материалы (за вычетом возвратных отходов)	Специальное оборудование для научных работ
Обработка данных ПО ArcGIS	Персональный компьютер	ПО ArcGIS
Отбор проб воды	Бутылки полиэтиленовые	
Подготовка отчета	Канцелярия	

В процессе формирования бюджета, планируемые затраты сгруппированы по статьям. Транспортно-заготовительные расходы = 3-5%.

Для учета затрат на приобретение всех видов материалов, комплектующих изделий, производится расчет стоимости материальных затрат по действующим прейскурантам или договорным ценам. Результаты представлены в таблице 6.14.

Специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ. В данную статью включены все затраты, связанные с приобретением специального оборудования, необходимого для проведения работ по теме НИР (таблица 6.15).

Таблица 6.14 – Расчет затрат по статье «Сырье и материалы»

Наименование	Количество, шт	Цена за единицу, руб.	Сумма, руб.
Персональный компьютер Acer Aspire 5	1	55 000,00	55 000,00
Бумага для принтера (формат А4, пачка)	1	250,00	250,00
Краска для принтерных картриджей	1	1 000,00	1 000,00
Полевая книжка	1	150,00	150,00
Ручка шариковая	2	50,00	100,00
Карандаш чертежный	2	20,00	40,00
Ластик	2	20	40,00
Плоттерная печать	150	2	300,0
Бутылки полиэтиленовые	25	10	250
Энергия, кВт	50	3,16	158,00
Всего за материалы			57 288,00
Транспортно-заготовительные расходы (5%)			2 864,40
Итого по статье			60 152,40

Таблица 6.15 – Расчет затрат по статье «Спецоборудование для научных работ»

№ п/п	Наименование оборудования	Кол-во единиц оборудования	Цена единицы оборудования, руб.	Общая стоимость оборудования, руб.
1	Программное обеспечение ArcGIS 10.6.1	1	250 000,00	250 000,00
Итого, руб.:				250 000,00

6.4.2 Основная заработная плата

В настоящую статью включается основная заработная плата научных и инженерно-технических работников, рабочих макетных мастерских и опытных производств, непосредственно участвующих в выполнении работ по данной теме. Величина расходов по заработной плате определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы оплаты труда. В состав основной заработной платы включается премия, выплачиваемая ежемесячно из фонда заработной платы (размер определяется Положением об оплате труда). Раздел включает основную заработную плату работников, непосредственно занятых выполнением проекта (включая премии, доплаты) и дополнительную заработную плату.

$$C_{зп} = Z_{осн} + Z_{доп} \quad (6.3)$$

где $Z_{осн}$ – основная заработная плата;

$Z_{доп}$ – дополнительная заработная плата

Основная заработная плата ($Z_{\text{осн}}$) руководителя (лаборанта, инженера) от предприятия (при наличии руководителя от предприятия) рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} \cdot T_{\text{раб}} \quad (6.4)$$

где $Z_{\text{осн}}$ – основная заработная плата одного работника;

$T_{\text{раб}}$ – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн.;

Согласно календарному плану проекта (таблица 10) $T_{\text{раб}}$ – руководителя составляет 42 раб. дн., а $T_{\text{раб}}$ магистранта составляет 253 раб. дн.

$Z_{\text{дн}}$ – среднедневная заработная плата работника, руб.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_{\text{м}} \cdot M}{F_{\text{д}}} \quad (6.5)$$

где: $Z_{\text{м}}$ – месячный должностной оклад работника, руб.;

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

при отпуске в 24 раб. дня $M = 11,2$ месяца, 5-дневная неделя;

при отпуске в 48 раб. дней $M = 10,4$ месяца, 6-дневная неделя;

$F_{\text{д}}$ – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн.

Расчет заработной платы научно – производственного и прочего персонала проекта проводили с учетом работы 2-х человек – научного руководителя и исполнителя. Баланс рабочего времени исполнителей представлен в таблице 6.16.

Таблица 6.16 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Магистрант
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней		
- выходные дни	92	92
- праздничные дни	26	26
Потери рабочего времени		
- отпуск	28	28
- невыходы по болезни	14	14
Действительный годовой фонд рабочего времени	205	205

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_m = Z_b * (k_{пр} + k_d) * k_p, \quad (6.6)$$

Где Z_b – базовый оклад, руб.;

$k_{пр}$ – премиальный коэффициент (Положение об оплате труда);

k_d – коэффициент доплат и надбавок;

k_p – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска).

При расчете заработной платы научно-производственного и прочего персонала проекта учитывались месячные должностные оклады работников, которые рассчитывались по формуле:

$$Z_m = Z_b * K_p, \quad (6.7)$$

где Z_b – базовый оклад, руб.;

K_p – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска).

Согласно информации сайта Томского политехнического университета, должностной оклад доцента кандидата наук в 2022 году без учета РК составил 37 700 руб., поскольку руководитель работает на 0,5 ставки, то оклад равен 18 850 руб.

Расчет основной заработной платы приведен в таблице 6.17.

Таблица 6.17 – Расчет основной заработной платы

Исполнители	Z_b , руб.	$k_{пр}$	k_d	k_p	Z_m , руб.	$Z_{дн}$, руб.	T_p , раб. дн.	$Z_{осн}$, руб.
Руководитель	18850	1,3	0,02	1,3	32346,6	1767,229	42	74223,61
Магистрант	1975	-	-	1,3	2567,5	140,2732	253	35489,11

6.4.3 Дополнительная заработная плата научного персонала

В данную статью включается сумма выплат, предусмотренных законодательством о труде, например, оплата очередных и дополнительных отпусков; оплата времени, связанного с выполнением государственных и общественных обязанностей; выплата вознаграждения за выслугу лет и т.п.

Дополнительная заработная плата рассчитывается исходя из 10-15% от основной заработной платы, работников, непосредственно участвующих в выполнении темы:

$$Z_{доп} = Z_{осн} * k_{доп}, \quad (6.8)$$

Где $Z_{\text{доп}}$ – дополнительная заработная плата, руб.;

$k_{\text{доп}}$ – коэффициент дополнительной зарплаты, 0,1 (или 10%);

$Z_{\text{осн}}$ – основная заработная плата, руб.

В таблице 6.18 приведена форма расчёта основной и дополнительной заработной платы.

Таблица 6.18 – Заработная плата исполнителей НТИ

Заработная плата	Руководитель	Магистрант
Основная зарплата	74 223,61	35 489,11
Дополнительная зарплата	7 422,36	3 548,91
Итого по статье $C_{\text{зп}}$	81 645,97	39 038,02
Итого по разделу $C_{\text{зп}}$	120 683,99	

6.4.4 Отчисления на социальные нужды

Статья включает в себя отчисления во внебюджетные фонды.

$$C_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} * (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}), \quad (6.9)$$

Где $k_{\text{внеб}}$ – коэффициент отчисления на уплату во внебюджетные фонды.

На 2022 г. в соответствии с Федеральным законом от 24.07.2009 №212-ФЗ установлен размер страховых взносов равный 30%. На основании пункта 1 ст.58 закона №212-ФЗ для учреждений, осуществляющих образовательную и научную деятельность, вводится пониженная ставка – 27,1%. Стипендиальный выплаты студентам, магистрам и аспирантам не облагаются налогом.

Отчисления на социальные нужды составляют:

$$C_{\text{внеб}} = 0,271 * (74 223,61 + 7 422,36) = 22 126,06 \text{ руб.}$$

6.4.5. Научные и производственные командировки.

В эту статью включаются расходы по командировкам научного и производственного персонала, связанного с непосредственным выполнением конкретного проекта, величина которых принимается в размере 10% от основной и дополнительной заработной платы всего персонала, занятого на выполнении данной темы.

Затраты на научные и производственные командировки составляют

$$C_{\text{ком}} = C_{\text{зп}} * 0,1 = 120 683,99 * 0,1 = 12 068,40 \text{ руб.}$$

6.4.6. Оплата работ, выполняемых сторонними организациями и предприятиями.

Сторонней организацией был выполнен анализ проб воды на полный перечень химических показателей, нормируемых СанПиН. Лабораторные работы выполнены в гидрохимической лаборатории ООО «Томскгеомониторинг» г. Томск.

Расчет затрат на подрядные работы представлен в таблице 6.19.

Таблица 6.19 - Расчет затрат на подрядные работы

Вид подрядных работ	Количество проб	Стоимость, руб	Итого, руб
Полный химический анализ природной воды с оформлением протокола	10	12 500	125 000

6.4.7. Накладные расходы.

В накладные расходы включаются затраты на управление и хозяйственное обслуживание, которые могут быть отнесены непосредственно на конкретную тему.

Накладные расходы составляют 80-100 % от суммы основной и дополнительной заработной платы работников, непосредственно участвующих в выполнении темы. Расчет накладных расходов проведен по следующей формуле:

$$C_{\text{накл}} = k_{\text{накл}} \cdot (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}) \quad (6.10)$$

где $K_{\text{накл}}$ – коэффициент накладных расходов принят 0,8.

$$C_{\text{накл}} = 0,8 \cdot (109\,712,73 + 10\,971,27) = 95547,22 \text{ руб.}$$

Таким образом, затраты проекта составляет 685578,07 руб., которые приведены в таблице 6.20.

6.5. Организационная структура проекта

Данный проект представлен в виде проектной организационной структуры. Проектная организационная структура проекта представлена на рисунке 6.2.

Таблица 6.20 – Затраты научно-исследовательской работы

Вид исследования		Данное исследование	Аналог
Затраты по статьям	Сырье, материалы (за вычетом возвратных отходов), покупные изделия и полуфабрикаты	60152,4	95389
	Специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ	250000	350000
	Основная заработная плата	109712,72	134346,01
	Дополнительная заработная плата	10971,27	13464,6
	Отчисления на социальные нужды	22126,06	44343,18
	Научные и производственные командировки	12068,4	14781,06
	Оплата работ, выполняемых сторонними организациями и предприятиями	125000	137000
	Прочие прямые расходы	-	-
	Накладные расходы	95547,22	118248,488
	Итого плановая себестоимость	685578,07	907572,34

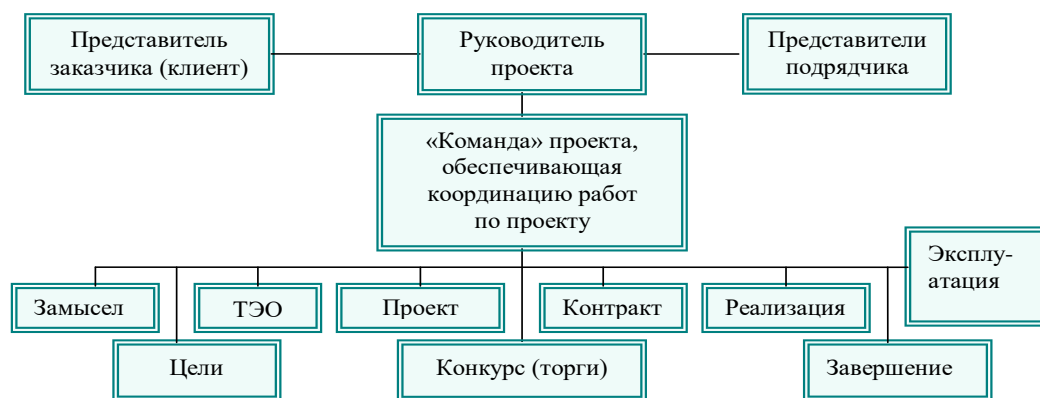


Рисунок 6.2 – Проектная структура проекта

6.6. План управления коммуникациями проекта

План управления коммуникациями отражает требования к коммуникациям со стороны участников проекта (таблица 6.21).

Таблица 6.21 – План управления коммуникациями

№ п/п	Какая информация передается	Кто передает информацию	Кому передается информация	Когда передает информацию
1.	Статус проекта	Исполнитель	Руководителю	Еженедельно
2.	Информация о текущем состоянии проекта	Исполнитель	Руководителю	Ежемесячно (конец месяца)
3.	Документы и информация по проекту	Исполнитель	Руководителю	Не позже сроков графиков и к. точек
4.	О выполнении контрольной точки	Исполнитель	Руководителю	Не позже дня контрольного события по плану управления

6.7. Реестр рисков проекта

Идентифицированные риски проекта включают в себя возможные неопределенные события, которые могут возникнуть в проекте и вызвать последствия, которые повлекут за собой нежелательные эффекты.

Информация по возможным рискам сведена в таблицу 6.22.

Таблица 6.22 – Реестр рисков

№	Риск	Вероятность наступления	Влияние риска	Уровень риска	Способы смягчения риска	Условия наступления
1	Неточность метода анализа	2	5	Низкий	Внешний и внутренние анализы	Низкая точность метода анализа
2	Погрешность расчетов	3	5	Средний	Пересчет, проверка	Невнимательность
3	Выход из строя исследовательского оборудования	2	3	средний	Соблюдать правила эксплуатации	Человеческий фактор, заводской брак

6.8 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности

6.8.1 Оценка абсолютной эффективности исследования

В основе проектного подхода к инвестиционной деятельности предприятия лежит принцип денежных потоков. Особенностью является его прогнозный и долгосрочный характер, поэтому в применяемом подходе к анализу учитываются фактор времени и фактор риска. Для оценки общей экономической эффективности используются следующие основные показатели:

- чистая текущая стоимость (NPV);
- индекс доходности (PI);
- внутренняя ставка доходности (IRR);
- срок окупаемости (DPP).

6.8.2 Чистая текущая стоимость (NPV)

Чистая текущая стоимость (NPV) – это показатель экономической эффективности инвестиционного проекта, который рассчитывается путём дисконтирования (приведения к текущей стоимости, т.е. на момент инвестирования) ожидаемых денежных потоков (как доходов, так и расходов).

Расчёт NPV осуществляется по следующей формуле:

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{ЧДП_{опt}}{(1+i)^t} - I_0 \quad (6.11)$$

где: $ЧДП_{опt}$ – чистые денежные поступления от операционной деятельности;

I_0 – разовые инвестиции, осуществляемые в нулевом году;

t – номер шага расчета ($t= 0, 1, 2 \dots n$)

n – горизонт расчета;

i – ставка дисконтирования (желаемый уровень доходности инвестируемых средств).

Расчёт NPV позволяет судить о целесообразности инвестирования денежных средств. Если $NPV > 0$, то проект оказывается эффективным.

Расчет чистой текущей стоимости представлен в таблице 6.23. При расчете рентабельность проекта составляла **20%**, норма амортизации - 10 %.

Коэффициент дисконтирования рассчитан по формуле:

$$КД = \frac{1}{(1+i)^t} \quad (6.12)$$

где: i – ставка дисконтирования, 20 %; (10%)

t – шаг расчета.

Таким образом, чистая текущая стоимость по проекту в целом составляет 599 362,40 рублей, что позволяет судить об его эффективности.

Таблица 6.23 – Расчет чистой текущей стоимости по проекту в целом

№	Наименование показателей	Шаг расчета				
		0	1	2	3	4
1	Выручка от реализации, руб.	0	822693,68	822693,68	822693,68	822693,68
2	Итого приток, руб.	0	822693,68	822693,68	822693,68	822693,68
3	Инвестиционные издержки, руб.	-685578,070	0	0	0	0
4	Операционные затраты, руб. (35% от бюджета)	0	287942,79	287942,79	287942,79	287942,79
5	Налогооблагаемая прибыль (1-4)	0	534750,89	534750,89	534750,89	534750,89
6	Налоги 20 %, руб. (5*20%)	0	106950,18	106950,18	106950,18	106950,18
8	Чистая прибыль, руб. (5-6)	0	427800,72	427800,72	427800,72	427800,72
9	Чистый денежный поток (ЧДП), руб. (чистая прибыль+амортизация)	-685578,070	496358,52	496358,52	496358,52	496358,52
10	Коэффициент дисконтирования при $i=20\%$ (КД)	1	0,8333333	0,6944444	0,5787037	0,4822531
11	Чистый дисконтированный денежный поток (ЧДД), руб. (9*10)	-685578,070	413632,1	344693,42	287244,52	239370,43
12	Σ ЧДД		1284940,47			
12	Итого NPV, руб.		599362,40			

6.8.3 Индекс доходности (PI)

Индекс доходности (PI) – показатель эффективности инвестиции, представляющий собой отношение дисконтированных доходов к размеру инвестиционного капитала. Данный показатель позволяет определить инвестиционную эффективность вложений в данный проект. Индекс доходности рассчитывается по формуле:

$$PI = \sum_{t=1}^n \frac{ЧДП_t}{(1+i)^t} / I_0 > 1 \quad (6.13)$$

где: ЧДД - чистый денежный поток, руб.;

I_0 – начальный инвестиционный капитал, руб.

Таким образом PI для данного проекта составляет:

$$PI = \frac{1284940,47}{685578,7} = 1,87$$

Так как $PI=1,87>1$, следовательно проект является эффективным.

6.8.4. Внутренняя ставка доходности (IRR).

Значение ставки, при которой обращается в нуль, носит название «внутренней ставки доходности» или IRR. Формальное определение «внутренней ставки доходности» заключается в том, что это та ставка дисконтирования, при которой суммы дисконтированных притоков денежных средств равны сумме дисконтированных оттоков или $=0$. По разности между IRR и ставкой дисконтирования i можно судить о запасе экономической прочности инвестиционного проекта. Чем ближе IRR к ставке дисконтирования i , тем больше риск от инвестирования в данный проект.

$$\sum_{t=1}^n \frac{ЧД_{\text{приток } t}}{(1+IRR)^t} = \sum_{t=0}^n \frac{I_t}{(1+IRR)^t} \quad (6.14)$$

Между чистой текущей стоимостью (NPV) и ставкой дисконтирования (i) существует обратная зависимость. Эта зависимость представлена в таблице 6.24 и на рисунке 6.3.

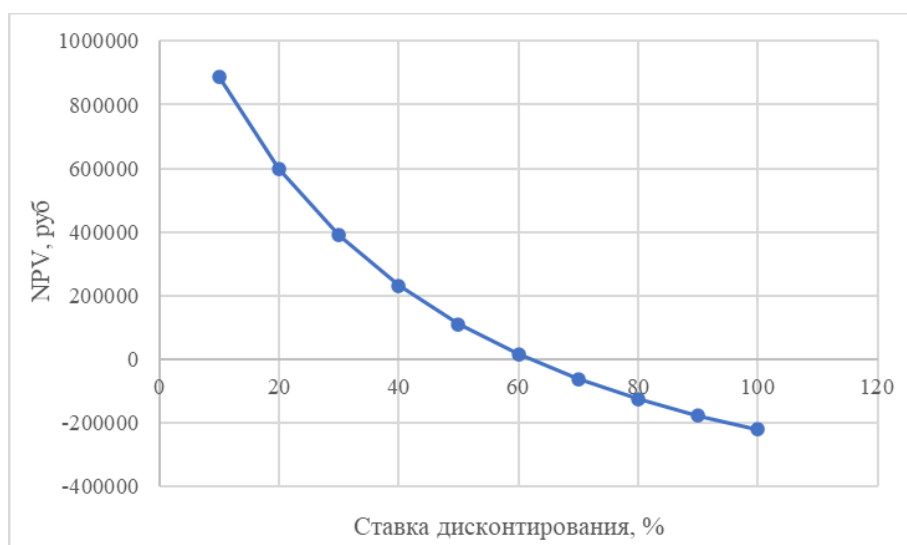


Рисунок 6.3 – Зависимость NPV от ставки дисконтирования

Из таблицы и графика следует, что по мере роста ставки дисконтирования чистая текущая стоимость уменьшается, становясь отрицательной. Значение ставки, при которой NPV обращается в нуль, носит название «внутренней ставки доходности» или «внутренней нормы прибыли». Из графика получаем, что IRR составляет 62%.

$IRR > i$, проект эффективен.

Запас экономической прочности проекта: $62\% - 20\% = 42\%$

Таблица 6.24 – Зависимость NPV от ставки дисконтирования

№	Наименование показателя	0	1	2	3	4	NPV, руб.
1	ЧДП, руб.	-685578,07	496358,52	496358,52	496358,52	496358,52	
2	Коэффициент дисконтирования						
	0,1	1	0,909	0,826	0,751	0,683	
	0,2	1	0,833	0,694	0,579	0,482	
	0,3	1	0,769	0,592	0,455	0,350	
	0,4	1	0,714	0,510	0,364	0,260	
	0,5	1	0,667	0,444	0,296	0,198	
	0,6	1	0,625	0,391	0,244	0,153	
	0,7	1	0,588	0,346	0,204	0,120	
	0,8	1	0,556	0,309	0,171	0,095	
	0,9	1	0,526	0,277	0,146	0,077	
	1	1	0,500	0,250	0,125	0,063	
3	Дисконтированный денежный поток, руб.						
	0,1	-685578,07	451235,02	410213,66	372921,50	339019,55	887811,66
	0,2	-685578,07	413632,10	344693,42	287244,52	239370,43	599362,40
	0,3	-685578,07	381814,25	293703,27	225925,59	173788,92	389653,95
	0,4	-685578,07	354541,80	253244,14	180888,67	129206,20	232302,75
	0,5	-685578,07	330905,68	220603,79	147069,19	98046,13	111046,72
	0,6	-685578,07	310224,08	193890,05	121181,28	75738,30	15455,63
	0,7	-685578,07	291975,60	171750,35	101029,62	59429,19	-61393,31
	0,8	-685578,07	275754,73	153197,07	85109,49	47283,05	-124233,73
	0,9	-685578,07	261241,33	137495,44	72366,02	38087,38	-176387,91
	1	-685578,07	248179,26	124089,63	62044,82	31022,41	-220241,95

6.8.5. Дисконтированный срок окупаемости.

Как отмечалось ранее, одним из недостатков показателя простого срока окупаемости является игнорирование в процессе его расчета разной ценности денег во времени.

Этот недостаток устраняется путем определения дисконтированного срока окупаемости. То есть это время, за которое денежные средства должны совершить оборот.

Наиболее приемлемым методом установления дисконтированного срока окупаемости является расчет кумулятивного (нарастающим итогом) денежного потока (таблица 6.25).

По проведенным расчетам дисконтированный срок окупаемости составляет 1,79 года.

Таблица 6.25 – Дисконтированный срок окупаемости

№	Наименование показателя	Шаг расчета				
		0	1	2	3	4
1	Дисконтированный чистый денежный поток ($i=0,2$), руб	-685578,07	413632,10	344693,42	287244,52	239370,43
2	То же нарастающим итогом, руб.	-685578,07	-271945,97	72747,45	359991,97	599362,40
3	Дисконтированный срок окупаемости	D				
		$PP_{диск} = 1 + (271945,97 / 344693,42) = 1,79$ года				

6.8.6. Социальная эффективность научного проекта

Социальная эффективность научного проекта учитывает социально-экономические последствия осуществления научного проекта для общества в целом или отдельных категорий населения или групп лиц, в том числе как непосредственные результаты проекта, так и «внешние» результаты в смежных секторах экономики: социальные, экологические и иные внеэкономические эффекты (таблица 6.26).

6.8.7 Оценка сравнительной эффективности исследования

Определение эффективности происходит на основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования.

Таблица 6.26 – Критерии социальной эффективности

ДО	ПОСЛЕ
Отсутствие информации о изменении гидрохимического состоянии подземных вод под влиянием техногенных объектов	Получены данные изменения гидрохимического состояния подземных вод по мере удаления от техногенных объектов, а также от времени взаимодействия с источником загрязнения
Отсутствие оценки риска для здоровья населения при потреблении загрязненной подземной воды	Определены показатели риска использования загрязненной питьевой воды для здоровья населения

Его нахождение связано с определением двух средневзвешенных величин: финансовой эффективности и ресурсоэффективности.

Интегральный показатель финансовой эффективности научного исследования получают в ходе оценки бюджета затрат трех (или более) вариантов исполнения научного исследования. Для этого наибольший интегральный показатель реализации технической задачи принимается за базу

расчета (как знаменатель), с которым соотносятся финансовые значения по всем вариантам исполнения.

Определение эффективности происходит на основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования. Его нахождение связано с определением двух средневзвешенных величин: финансовой эффективности и ресурсоэффективности.

Интегральный показатель финансовой эффективности научного исследования получают в ходе оценки бюджета затрат трех вариантов исполнения научного исследования. Для этого наибольший интегральный показатель реализации технической задачи принимается за базу расчета (как знаменатель), с которым соотносятся финансовые значения по всем вариантам исполнения.

Интегральный финансовый показатель разработки:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}} \quad (6.15)$$

где: $I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i}$ – интегральный финансовый показатель разработки;

Φ_{pi} – стоимость i -го варианта исполнения;

Φ_{max} – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта (в т.ч. аналоги).

$$I_{\text{финр}}^p = \frac{658578,07}{907572,34} = 0,73$$

$$I_{\text{финр}}^a = \frac{907572,34}{907572,34} = 1$$

Полученная величина интегрального финансового показателя разработки отражает соответствующее численное удешевление стоимости разработки в разгах (значение меньше единицы, но больше нуля).

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения объекта исследования можно определить по следующей формуле:

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i \quad (6.16)$$

где: I_{pi} – интегральный показатель ресурсоэффективности для i -го варианта исполнения разработки;

a_i – весовой коэффициент i -го варианта исполнения разработки;

b_i^a, b_i^p – бальная оценка i -го варианта исполнения разработки,

устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;

n – число параметров сравнения.

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности приведен в форме таблицы (таблице 6.27).

Таблица 6.27 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Критерии \ Объект исследования	Весовой коэффициент параметра	Текущий проект	Аналог
1. Рост производительности труда	0,20	5	4
2. Удобство в эксплуатации	0,30	5	3
3. Надежность	0,15	5	4
4. Энергоэффективность	0,1	4	4
5. Простота эксплуатации	0,15	5	4
6. Материалоемкость	0,1	5	4
Итого	1	29	23

В результате расчётов получились следующие интегральные показатели ресурсоэффективности:

$$I_m^p = 5 * 0,2 + 5 * 0,3 + 5 * 0,15 + 4 * 0,1 + 5 * 0,15 + 5 * 0,1 = 4,9$$

$$I_1^A = 4 * 0,2 + 3 * 0,3 + 4 * 0,15 + 4 * 0,1 + 4 * 0,15 + 4 * 0,1 = 3,7$$

Интегральный показатель эффективности разработки $I_{финр}^p$ и аналога $I_{финр}^a$ определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{финр}^p = \frac{I_m^p}{I_{\phi}^p}; I_{финр}^a = \frac{I_m^a}{I_{\phi}^a} \quad (6.17)$$

$$I_{финр}^p = \frac{4,9}{0,73} = 4,17; I_{финр}^a = \frac{3,7}{1} = 3,7$$

Сравнение интегрального показателя эффективности текущего проекта и аналогов позволит определить сравнительную эффективность проекта. Сравнительная эффективность проекта определяется по формуле:

$$\mathcal{E}_{ср} = \frac{I_{финр}^p}{I_{финр}^a} \quad (6.18)$$

где: $\mathcal{E}_{ср}$ – сравнительная эффективность проекта;

$I_{\text{финр}}^p$ – интегральный показатель разработки;

$I_{\text{финр}}^a$ – интегральный технико-экономический показатель аналога.

$$\mathcal{E}_{\text{ср}} = \frac{4,17}{3,7} = 1,13$$

$$\mathcal{E}_{\text{ср}} = \frac{3,7}{4,17} = 0,89$$

Сравнительная эффективность разработки по сравнению с аналогом представлен в таблице 6.28.

Таблица 6.28 – Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Разработка	Аналог
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,73	1
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,9	3,7
3	Интегральный показатель эффективности	4,17	3,7
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1,13	0,89

6.9. Выводы по разделу

В результате исследования были определены затраты на проведение исследования, бюджет составляет 658578,07 рублей. Анализ технических и экономических критериев трех разных видов ПО, в которых возможно выполнение настоящего НТИ, показал, что ПО ArcGIS обладает преимуществом по сравнению с конкурентными программными продуктами. При оценке сравнительной эффективности было установлено, что с позиции ресурсной эффективности текущий проект предпочтительнее аналогов.

Проведя анализ показателей эффективности инвестиций, получили чистую текущую стоимость (NPV) – 599362,40 руб. Таким образом, инвестиционный проект считается выгодным, NPV является положительной. Срок окупаемости проекта (PP) составил 1,79 года. Внутренняя ставка доходности (IRR) – 0,62, что позволяет признать инвестиционный проект экономически оправданным, так как выполнено неравенство $IRR > i$. Индекс доходности (PI) – 1,87, что больше единицы, следовательно, данная инвестиция приемлема.

Таким образом мы имеем ресурсоэффективный проект с высоким запасом финансовой прочности и коротким сроком окупаемости.

7. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

Объектом исследования ВКР являются подземные воды.

Целью работы является анализ изменения гидрогеохимического состояния подземных вод во времени и пространстве в зависимости от геологических, гидрогеологических, климатических условий под влиянием техногенных объектов. Характеристика качества подземных вод приводится по данным государственного и локального (объектного) мониторинга подземных вод.

Область применения лежит в сфере недропользования: добыча и эксплуатация подземных вод. Комплекс работ включает в себя полевой этап - отбор проб подземных вод в районе исследования, а также комплекс камеральных работ - проведение обработки полученных данных, построение гидрогеохимической карты, карта рисков потребления питьевой воды, разработка рекомендаций по дальнейшей эксплуатации подземных вод. Камеральные работы выполнены в программном комплексе ArcGIS, а также в Word и Excel на персональных компьютерах.

В данном разделе ВКР исследованы меры по защите исполнителя от возможного негативного воздействия среды, а также вредные и опасные факторы при выполнении полевых и камеральных работ.

7.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

К выполнению полевых работ допускаются лица, прошедшие инструктаж по безопасности труда.

Отбор, транспортировка и хранение проб воды, предназначенных для определения показателей качества, выполнены в соответствии с ГОСТ Р 59024-2020 [10]. Консервация проб проводилась в соответствии с НД на методы определения показателей. Аналитические исследования подземных вод проводились в аккредитованных лабораториях г. Томска по договорам подряда. В качестве критерия оценки качества подземных вод принимается действующий сегодня СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и

требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания» [26, 27].

Камеральные работы проводятся в офисе при использовании персонального компьютера. Основными нормативными документами, регламентирующие работу при использовании ПК являются Трудовой Кодекс Российской Федерации [33], СП 2.2.3670-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к условиям труда» [30], Федеральный закон № 52-ФЗ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» [35].

В соответствии с законодательством (статья 212 ТК РФ), работодатель имеет ряд обязательств по обеспечению безопасных условий и охраны труда оператора ПК [33]. В том числе обязательное социальное страхование работников от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний.

Требования к организации рабочего пространства:

– обеспечить безопасное размещение рабочих мест с ПК: расстояние между видеомониторами (тыльная сторона одного монитора до экрана другого) – не менее 2 м, расстояние между боковыми поверхностями – не менее 1,2 м;

– обеспечить площадь на одно рабочее место пользователя не менее 4,5 м² – для жидкокристаллических и плазменных экранов;

– не допускать установку ПК вблизи электронагревательных приборов и систем отопления;

– не допускать размещение на системном блоке, мониторе и периферийных устройствах посторонних предметов;

– обеспечить режим труда и отдыха пользователей ПК, с предоставлением регламентированных перерывов в течении рабочего дня;

– обеспечить пользователей подъёмно-поворотным, регулируемым по высоте и углам наклона сиденья и спинки стулом (креслом).

Конструкция рабочего места и взаимное расположение всех его элементов должны соответствовать антропометрическим, физиологическим и

психологическим требованиям, а также характеру работы согласно ГОСТ 12.2.032-78 [7].

Применительно к условиям данного проекта, режим рабочего времени предусматривает пятидневную рабочую неделю с двумя выходными днями (ст. 100 ТК РФ) [33]. Выплата заработной платы производится в денежной форме в валюте РФ (рублях).

Оператор ПК имеет ряд обязательств перед работодателем. Согласно статье № 215 ТК РФ, исполнитель обязуется проходить все необходимые инструктажи, обучающие семинары, медицинский осмотр, и выполнять требования касательно его безопасности на рабочем месте [33].

7.2 Производственная безопасность

Согласно ГОСТ 12.0.003-2015 «Система стандартов безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация» все производственные факторы по сфере своего происхождения подразделяют на:

- 1) факторы производственной среды;
- 2) факторы трудового процесса [2].

Из производственных факторов для целей безопасности труда по критерию характера причинения вреда организму работающего человека выделяют: опасные и вредные факторы.

При проведении гидрогеологических работ будут выполняться комплексные работы (полевые и камеральные). Все работы могут сопровождаться проявлением вредных и опасных факторов производственной среды для человеческого организма, вследствие чего в разделе будет проведен их анализ и возможное предотвращение.

Перечень опасных и вредных факторов представлен в таблице 7.1.

7.3 Анализ вредных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению

Для выявленных вредных и опасных факторов при выполнении ВКР далее рассмотрены источник их возникновения, воздействие на организм

человека и допустимые нормы, а также мероприятия и средства защиты для минимизации воздействия.

Таблица 7.1 – Возможные опасные и вредные факторы

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015) [2]	Этапы работ			Нормативные документы
	Сбор материалов	Полевой этап	Камеральная обработка	
Недостаточная освещенность рабочей зоны	+	+	+	СП 52.13330.2016 «Естественное и искусственное освещение» [29]. ГОСТ Р 55709-2013 «Освещение рабочих мест вне зданий» [11]
Отклонения показателей микроклимата	+	+	+	СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания» [26]
Нервно-психические перегрузки, монотонность трудового процесса	+	+	+	Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 №197-ФЗ [33]
Поражение электрическим током	+	+	+	ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов [4]
Динамические нагрузки, связанные с массой поднимаемого и перемещаемого вручную груза	-	+	-	Приказ Минтруда России от 28.10.2020 N 753н «Об утверждении Правил по охране труда при погрузочно-разгрузочных работах и размещении грузов» [22]
Возникновение пожаров	+	+	+	ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ Пожарная безопасность [5]

Недостаточная освещенность рабочей зоны

Источник возникновения фактора - недостаточная естественная освещенность, из-за условий расположения рабочего пространства, неправильное расположение и количество ламп искусственного освещения, нерегулярная замена старых, выработавших свой ресурс ламп.

Недостаточная освещенность рабочей зоны может приводить к снижению работоспособности в следствии быстрой утомляемости, является причинами появления болей в голове и бессонницы.

ГОСТ Р 55709-2013 регламентируется освещение рабочих мест вне зданий [11]. Для полевых работ, заключающихся в прокачке скважин с

использованием погружного насоса и отборе проб подземной воды, примем что нормы освещенности должны соответствовать погрузочно-разгрузочным площадкам (Таблица 7.2).

Таблица 7.2 – Общее освещение при наружных работах

Наименование участка, зоны	Норма освещенности $E_{экс}$, лк	Равномерность освещенности U_0 , не менее	Предельный показатель блескости GR_L , не более	Общий индекс цветопередачи R_a , не менее
Пешеходные проходы, развороты, погрузочно-разгрузочные площадки	50	0,4	50	20

Согласно СП 52.13330.2016 установлены требования к освещению рабочих мест, оборудованных ПК (Таблица 7.3) [29].

Таблица 7.3 – Нормативные показатели освещения кабинета, рабочей комнаты, офиса для выполнения камеральных работ на ПК [29]

Совмещенное освещение	при верхнем или комбинированном освещении, КЕО e_n , %			1,8
	при боковом освещении, КЕО, e_n , %			0,6
Естественное освещение	при верхнем или комбинированном освещении, КЕО e_n , %			3
	при боковом освещении, КЕО, e_n , %			1
Искусственное освещение	освещенность, лк	при комбинированном освещении	всего	400
			от общего	200
	при общем освещении			300
	Показатель дискомфорта, М, не более			40
Коэффициент пульсации, K_p , %, не более			15	

При работе с документами освещение должно осуществляться путем совмещенного использования искусственного и естественного освещения.

Для минимизации воздействия недостаточной освещенности рабочей зоны на организм необходимо обеспечение постоянного местного искусственного освещения.

Расчет искусственного освещения

Помещение, в котором выполняются камеральные работы имеет следующие характеристики (Таблица 7.4).

Таблица 7.4 – Характеристика помещения и работы для расчетов искусственного освещения

Характеристика	Ед. измерения	Значение
Длина помещения	м	10
ширина помещения	м	6
высота помещения	м	4
окрас стен помещения	тон	светлый
Цвет потолка помещения	цвет	белый
минимальный размер объекта различения	мм	0,5
Период выполнения напряженной зрительной работы	час	5
расстояние, на котором находится объект от глаз рабочего	м	0,5
высота рабочей поверхности	м	0,8
источники света	Тип ламп	Люминесцентные

При данных условиях зрительная работа согласно СП 52.13330.2016 относится к «высокой точности»; разряд работы – «Ш»; подразряд – «в» [29].

Для разряда «Ш в» освещенность, при системе общего искусственного освещения при светлом фоне, составляет $E_H = 300$ лк.

Расчёт общего равномерного искусственного освещения горизонтальной рабочей поверхности выполняется методом коэффициента светового потока, учитывающим световой поток, отражённый от потолка и стен.

Световой поток лампы определяется по формуле:

$$\Phi = \frac{E_H \times S \times K_3 \times Z}{N \times \eta} \quad (7.1)$$

Где E_H - нормируемая минимальная освещённость, 300 лк; S – площадь освещаемого помещения, m^2 ; K_3 – коэффициент запаса, учитывающий загрязнение светильника; Z – коэффициент неравномерности освещения, отношение E_{cp}/E_{min} ; N – число ламп в помещении; η - коэффициент использования светового потока.

Коэффициент использования светового потока показывает, какая часть светового потока ламп попадает на рабочую поверхность. Он зависит от индекса помещения i , типа светильника, высоты светильников над рабочей поверхностью h и коэффициентов отражения стен $\rho_{ст}$ и потолка $\rho_{п}$.

Согласно методическим указаниям по расчету искусственного освещения коэффициенты отражения оцениваются субъективно [23]. Примем

для расчетов коэффициент отражения потолка – $\rho_{\text{п}}=50\%$ (белая чистая плитка), стен – $\rho_{\text{ст}}=30\%$ (бетонные с окнами). Коэффициент запаса $K_3=1,5$ (помещение с малым выделением пыли). Коэффициент неравномерности для люминесцентных ламп $Z=1,1$.

$$\text{Индекс помещения определяется по формуле: } i = \frac{S}{h \times (A+B)} \quad (7.2)$$

Где A – длина помещения, м; B – ширина помещения, м; h – высота светильника над рабочей поверхностью.

$$h = H - h_c - h_{\text{рп}} \quad (7.3)$$

Где H – высота помещения, м; h_c – расстояние светильников от перекрытия (свес); примем равным 0,5 м; $h_{\text{рп}}$ – высота рабочей поверхности над полом, м (Рисунок 7.1).

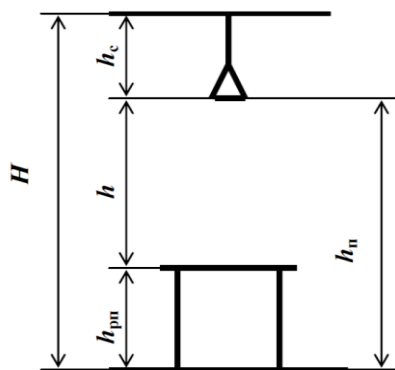


Рисунок 7.1 - Основные расчетные параметры освещения

Рассчитываем систему общего люминесцентного освещения.

Выбираем светильники типа ОД, $\lambda=1,2$. Из приведенных выше формул получаем, что $h = H - h_c - h_{\text{рп}} = 4 - 0,5 - 0,8 = 2,7$ м.

Расстояние между светильниками L определяется как: $L = \lambda * h = 2,7 * 1,2 = 3,24$ м.

Оптимальное расстояние l от крайнего ряда светильников до стены рекомендуется принимать равным $L/3$. Следовательно $l = 3,24/3 = 1,08$ м

Определяем количество рядов светильников и количество светильников в ряду.

$$n_{\text{ряд}} = \frac{(B - \frac{2}{3} \times L)}{L} + 1 = \frac{(10 - \frac{2}{3} \times 3,24)}{3,24} + 1 \approx 4$$

$$n_{\text{св}} = \frac{(A - \frac{2}{3} \times L)}{l_{\text{св}} + 0,5} = \frac{(6 - \frac{2}{3} \times 3,24)}{0,5 + 0,5} \approx 4$$

Размещаем светильники в четыре ряда. В каждом ряду можно установить 4 светильника типа ОД с защитной решеткой мощностью 65 Вт (с длиной 0,5 м). Учитывая, что в каждом светильнике установлено по две лампы, общее число ламп в помещении $N = 32$.

$$\text{Индекс помещения } i = \frac{S}{h \times (A+B)} = \frac{10 \times 6}{2,7 \times (10+6)} = 1,4$$

Определяем коэффициент использования светового потока по МУ: $\eta = 0,51$.

Определяем световой поток ламп в помещении:

$$\Phi = \frac{E_{\text{н}} \times S \times K_3 \times Z}{N \times \eta} = \frac{300 \times 60 \times 1,5 \times 1,1}{32 \times 0,51} = 1820 \text{ лм}$$

Ближайшая стандартная лампа со схожими параметрами – ЛХБ 30 Вт с потоком 1940 лм. Делаем проверку выполнения условия:

$$-10\% \leq \frac{\Phi_{\text{л.ст}} - \Phi_{\text{л.рас}}}{\Phi_{\text{л.ст}}} \times 100\% \leq +20\%$$

$$\frac{\Phi_{\text{л.ст}} - \Phi_{\text{л.рас}}}{\Phi_{\text{л.ст}}} \times 100\% = \frac{1940 - 1820}{1940} \times 100\% = 6,2\%$$

Получаем, что условие выполняется: $-10\% \leq 6,2\% \leq +20\%$

Определяем электрическую мощность осветительной установки:

$$P = 32 \times 30 = 960 \text{ Вт.}$$

Вывод: Необходимый поток лампы не выходит за пределы диапазона (от -10 до $+20\%$), значит число светильников и высота подвеса светильников рассчитаны верно.

Отклонения показателей микроклимата

При проведении полевых работ в летний период источником возникновения фактора являются высокая температура воздуха, выпадение осадков и усиление ветра. При влиянии данных факторов на организм возможно получение солнечного удара. Для минимизации воздействия при

высокой температуре обустройства навесы. Одежда рабочих должна быть легкой и свободной, изготовленной преимущественно из натуральных тканей. На случай выпадения небольшого количества осадков бригада укомплектовывается дождевиками из непромокаемых материалов. Во время сильных ливней работы приостанавливаются до восстановления благоприятных погодных условий.

При проведении камерального этапа работы источник возникновения фактора является изменение температуры воздуха рабочей зоны помещения в следствии работы оборудования, системы отопления и кондиционирования помещения, солнечной радиации. Воздействие фактора на организм человека выражается в головных болях, тошноте, рвоте, интенсивном выделении пота, повышении уровня давления, слабости, нарушении координации движений.

Камеральная работа на персональном компьютере при определении оптимальных параметров микроклимата определяются для категории Ib. Категория Ib – работы с интенсивностью 121-150 ккал/час (140-174 Вт), производимые сидя, стоя или связанные с ходьбой и сопровождающиеся некоторым физическим напряжением [26].

Оптимальными значениями показателей микроклимата для данной категории работ является: температура 21-23 °С в холодный период года и 22-24 °С в теплый период года. Оптимальная температура поверхностей должна составлять 20-24 и 21-25 °С для холодного и теплого периодов соответственно. Относительная влажность в оптимальных условиях должна составлять 40-60%, а скорость движения воздуха 0,1 м/с [26, 3].

Допустимые величины параметров микроклимата на рабочих местах в помещениях для категории Ib приведены в таблице 7.5.

Для поддержания установленного нормативными документами микроклимата необходимо предусмотреть возможность терморегуляции в помещении, а именно установка запорной арматуры на приборах отопления, установка вентиляционного и кондиционированного оборудования, необходимо проведение регулярной влажной уборки помещения и его проветривание.

Таблица 7.5 - Допустимые величины параметров микроклимата на рабочих местах в помещениях для категории Ib

Период года	Температура воздуха, °С		Температура поверхностей, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с	
	диапазон ниже оптимальных величин	диапазон выше оптимальных величин			для диапазона температур воздуха ниже оптимальных величин, не более	для диапазона температур воздуха выше оптимальных величин, не более
Холодный	19.0 - 20.9	23.1 - 24.0	18.0 - 25.0	15 - 75	0.1	0.2
Теплый	20.0 - 21.9	24.1 - 28.0	19.0 - 29.0	15 - 75	0.1	0.3

Нервно-психические перегрузки, монотонность трудового процесса

Источник возникновения нервно-психических перегрузок является монотонность труда, вызванная большими объемами обрабатываемой однотипной информации, а также стереотипные рабочие движения.

Воздействие нервно-психических перегрузок на организм человека выражается в психических расстройствах и нервно-соматических нарушениях, а именно в повышенном чувстве тревоги, ослабление памяти, снижение сосредоточенности, головная боль, боль в поясничном отделе спины и др.

Для минимизации воздействия нервно-психических перегрузок необходимо стремиться к оптимизации условий труда и рабочего места, а также непосредственное влияние на функциональное состояние организма. Среди мер минимизации воздействия можно выделить автоматизацию однообразных ручных работ, оздоровление условий производственной среды, рациональное использование вне рабочего времени и др. В тяжелых случаях нервно-психических перегрузок рекомендуется обратиться за медицинской помощью.

Поражение электрическим током

В полевых условиях электрические установки и приборы формируют электрическую опасность. При производстве работ, связанных с опробованием скважин, для проведения их прокачек в большинстве случаев

используются бензиновые электрогенераторы. При выполнении камеральных работ используется оборудование питающиеся от источников переменного тока. Общие требования по электробезопасности отражены в ГОСТ Р 12.1.019-2009 [9].

Поражение электрическим током возможно при использовании неисправных электроприборов и токоведущих частей оборудования, отсутствии заземления. Все токоведущие части электроприборов должны быть изолированы или закрыты кожухом. При работе на ПК все узлы одного компьютера и подключенное к нему периферийное оборудование должно питаться от одной фазы электросети. При использовании генераторов должны быть установлены оградительные конструкции в движущихся частях оборудования [9].

Кроме того, не допускается попадания влаги на поверхность электрооборудования, корпуса розеток и выключателей не должны содержать повреждений изоляции и дефектов, что может привести к снижению их защитных свойств.

Динамические нагрузки, связанные с массой поднимаемого и перемещаемого вручную груза

При выполнении полевых работ перед опробованием необходимо проведение прокачек скважин, которые выполняются погружным насосом, подключенного к бензиновому электрогенератору. При выполнении погрузочно-разгрузочных работ и перемещения электрогенератора и погружного насоса на работников возможно воздействие вредного фактора - падение перемещаемого груза и физические перегрузки.

Правила по охране труда при погрузочно-разгрузочных работах и размещении грузов регламентируется Приказом Минтруда России № 753н от 28.10.2020 г. [22].

Производство погрузочно-разгрузочных работ допускается при соблюдении предельно допустимых норм разового подъема тяжестей (без перемещения): мужчинами - не более 50 кг; женщинами - не более 15 кг.

Для минимизации вредных факторов рекомендуется при производстве погрузочно-разгрузочных работ применять съемные грузозахватные приспособления, использовать для перемещения груза тележки, лебедки.

Возникновение пожаров

Пожарная безопасность представляет собой единый комплекс организационных, технических, режимных и эксплуатационных мероприятий по предупреждению пожаров. Пожары относятся к опасным производственным факторам, которые приводят к травмам, в том числе смертельным.

Требования пожарной безопасности регламентируются ФЗ РФ №123 от 22.07.2008 г. [37], ФЗ РФ №69 от 21.12.1994 г. [36]; Постановление правительства РФ №1479 от 16.09.2020 г. [20] и др.

Работник обязан соблюдать противопожарную технику безопасности, а также правила безопасности во время возникновения пожара.

Для предотвращения возможности возникновения пожара при проведении полевых работ запрещается разведение костра и курение в непосредственной близости от воспламеняющихся веществ, используемых в электрогенераторах. Необходимо иметь первичные средства пожаротушения.

Сотрудник, выполняющий камеральные работы должен иметь в помещении первичные средства тушения пожаров и противопожарный инвентарь. При обнаружении пожаров немедленно уведомлять о них пожарную охрану. Запрещается загромождать проходы, коридоры, выходы и лестницы. Все двери эвакуационных выходов должны свободно открываться в направлении выходов из зданий. Огнетушители должны размещаться в легкодоступных и заметных местах.

Места расположения первичных средств пожаротушения должны указываться в планах эвакуации, разрабатываемых согласно ГОСТ 12.1.114-82 [6]. Состав и размещение противопожарного оборудования регламентируются ГОСТ 12.1.004-91 [5].

7.4 Экологическая безопасность

В соответствии с ФЗ №7 от 10.01.2002 г. «Об охране окружающей среды» экологическая безопасность — это состояние защищенности природной среды и жизненно важных интересов человека от возможного негативного воздействия хозяйственной и иной деятельности, чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, их последствий [34]. При выполнении ВКР негативное воздействие ожидается на атмосферу, гидросферу и литосферу [8].

Предполагаемыми источниками загрязнения атмосферного воздуха при выполнении полевых работ являются выбросы выхлопных газов от работающей техники и оборудования, а также тепловое воздействие. Однако ввиду того, что прокачка скважин занимает чаще всего не более 2-3 часов негативное воздействие на атмосферу будет минимальным. Мерами снижения выбросов могут быть и применение исправного автотранспорта, использующего топливо стандарта «Евро-5».

Предполагаемым источником загрязнения литосферы при выполнении полевых работ является сброс откачиваемых подземных вод на рельеф. В результате может наблюдаться физическое нарушение природных ландшафтов, а также загрязнение ландшафтов веществами, содержащимися в повышенных количествах в подземных водах. Для снижения негативного воздействия на литосферу необходимо предусмотреть отвод откачиваемых вод по специальным устройствам в места сбора и утилизации.

При выполнении камерального этапа выполнения ВКР возможно воздействие на литосферу при ненадлежащей утилизации вычислительной техники. Вышедшее из строя ПК и оргтехника относится к IV классу опасности и подлежит специальной утилизации, при которой более 90% отправится на вторичную переработку и менее 10% будут отправлены на свалки.

Возможное воздействие на гидросферу в результате выполнения может выражаться в виде загрязнения подземных вод, колебания уровня подземных

вод. При проведении прокачек скважин в течении 2-3 часов один раз в каждый из сезонов года не приведет к истощению запасов подземных вод, ввиду восполнения их за счет естественных ресурсов и инфильтрации с поверхности. Загрязнение подземных вод с поверхности возможно при нарушении герметичности обсадных труб скважин и цементаж приустьевой площадки. Для предотвращения загрязнения необходимо проводить мероприятия по выявлению и ликвидации нарушений технического состояния скважин.

7.5 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Возможные ЧС: Природные (развитие экзогенных геологических процессов под воздействием подземных вод); Техногенные (антропогенное загрязнение подземных вод, истощение запасов подземных вод, пожары, взрывы, разливы топлива).

Наиболее типичная ЧС: загрязнение объекта исследования – подземных вод, используемых для водоснабжения населения. Качество подземных вод, используемых населением для питьевых целей, регламентируется СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания» [26].

Для предотвращения загрязнений подземных вод эксплуатационные скважины должны быть оборудованы Зонами санитарной охраны, в составе трех поясов по СанПиН 2.1.4.1110-02 [25]. Границы первого пояса – зона строгого режима, составляет для защищенных подземных вод 30 м и 50 м для не защищенных подземных вод. При определении размеров поясов ЗСО необходимо учитывать время выживаемости микроорганизмов (2 пояс ЗСО), а для химического загрязнения - дальность распространения, принимая стабильным его состав в водной среде (3 пояс ЗСО).

Организации ЗСО должна предшествовать разработка ее проекта и его согласование с органами Роспотребнадзора.

Также на случай возникновения ЧС, связанного с загрязнением питьевых вод, необходимы работы по определению альтернативного источника водоснабжения.

На территории промышленных предприятий возможно инфильтрация загрязняющих веществ в подземные воды с поверхности земли, а также при нарушении гидроизоляции отстойников, золо- и шлакоотвалов. Для предотвращения загрязнения подземных вод на территории промышленных объектов в соответствии с законом РФ «Об охране окружающей среды» должны проводиться наблюдения за состоянием природных сред, в том числе и подземных вод [34].

Необходимо оборудование сети наблюдательных скважин на первый от поверхности водоносный горизонт, по которому будут контролироваться показатели гидродинамического и гидрохимического состояния подземных вод и фронт продвижения загрязненных вод от источников загрязнения. Для предотвращения распространения загрязнений за пределы участков техногенных объектов необходимо проводить природоохранные мероприятия, заключаемые в обустройстве противофильтрационных экранов, откачки загрязненных подземных вод на перехватывающих водозаборах с последующей их очисткой и обеззараживанием.

При возникновении ЧС мероприятия по защите населения должны включать в себя: определение необходимого запаса воды для хозяйственно-питьевых нужд в районе возникновения ЧС; осуществление подвоза необходимого количества воды автотранспортом населению, предприятиям общественного питания, лечебным организациям; осуществление нормирования водопотребления и повышенного контроля качества воды.

При возникновении ЧС мероприятия по защите населения должны включать в себя: определение необходимого запаса воды для хозяйственно-питьевых нужд в районе возникновения ЧС; осуществление подвоза необходимого количества воды автотранспортом населению, предприятиям общественного питания, лечебным организациям; осуществление нормирования водопотребления и повышенного контроля качества воды.

7.6 Выводы по разделу

В процессе работы над разделом «Социальная ответственность» изучен обширный массив регламентирующей документации в части охраны труда, экологии и ЧС. В целом, рабочее место удовлетворяет требованиям безопасности. Выполняемая работа не сопряжена с высоким риском травматизма. Освещение на рабочем месте соответствует нормам, что подтверждено проведенными расчетами, микроклиматические условия соблюдаются за счет использования систем отопления и кондиционирования, помещение оборудовано согласно требованиям, пожарной и электробезопасности.

Выявлены предполагаемые источники загрязнения окружающей среды, возникающие в результате эксплуатации объекта исследований, а также предложены природоохранные мероприятия по обеспечению экологической безопасности.

Кроме того, приведен краткий анализ возможных чрезвычайных ситуаций, которые могут возникнуть при эксплуатации объекта исследований.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Загрязнение подземных вод в местах расположения описываемых техногенных объектов локализуется в непосредственной близости от источников, что подтверждается результатами локального мониторинга подземных вод на водозаборах, которых на описываемой территории достаточное количество, и их гидрогеохимический режим остается неизменным. Однако на установленных источниках загрязнения необходимо увеличение количества наблюдательных скважин для достоверного картирования выявленных загрязнений по территории и своевременного принятия мер по локализации и ликвидации негативных последствий для водозаборов питьевого назначения.

По полученным данным индекса загрязнения воды можно сказать, что на описываемых участках в многолетнем плане качество вод оценивается как загрязненные – IV класс и умеренно загрязненные – III класс.

К приоритетным веществам в подземных водах, имеющим максимальные коэффициенты опасности по полученным данным, относятся нитраты по всем пунктам наблюдения, а также нефтепродукты, натрий, магний и кальций. Алюминий и мышьяк по результатам расчетов являются приоритетными для подземных вод отобранных только в двух скважинах, в связи с отсутствием данных анализов по этим компонентам по другим скважинам.

Допустимые уровни коэффициентов опасности (менее 1) по большинству пунктов опробования отмечены по всем заболеваниям. Серьезные опасения вызывают полученные суммарные коэффициенты равные 1,198-2,081. При использовании загрязненных подземных вод в районе мкр. Ближний Каа-Хем в питьевых целях очень вероятны болезни кровеносной и сердечно-сосудистой систем. Основным компонентом, влияющим на высокие коэффициенты опасности, являются нитраты.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Арчимаева Т.П., Куксин А.Н., Саая А.Т., Куксина Д.К. Видовой состав и сезонная динамика численности птиц на свалке города Кызыла и их возможное влияние на деятельность аэропорта // Самарский научный вестник. 2021. Т. 10, № 3. С. 25–33. DOI: 10.17816/snv2021103103.
2. ГОСТ 12.0.003-2015 Система стандартов безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация
3. ГОСТ 12.1.005-88 Система стандартов безопасности труда. Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны
4. ГОСТ 12.1.038-82 Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов
5. ГОСТ 12.1.004-91. Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования
6. ГОСТ 12.1.114-82. Система стандартов безопасности труда. Пожарные машины и оборудование. Обозначения условные графические
7. ГОСТ 12.2.032-78 Система стандартов безопасности труда. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования
8. ГОСТ 17.1.3.06-82 Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к охране подземных вод.
9. ГОСТ Р 12.1.019-2009 Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты
10. ГОСТ Р 59024-2020 Вода. Общие требования к отбору проб.
11. ГОСТ Р 55709-2013 Освещение рабочих мест вне зданий
12. Кара-сал Б.К. Минеральные попутные продукты промышленности Тувы: монография / Б.К. Кара-сал. – Кызыл.: Изд-во ТувГУ, 2020 - 109с.
13. Карта гидрогеологического районирования Российской Федерации масштаба 1:2 500 000. М., 2011. ФГУГП «Гидроспецгеология», 2011

14. Критерии оценки экологической обстановки территорий для выявления зон чрезвычайной экологической ситуации зон экологического бедствия. Москва, МПР РФ, 1992.
15. М-46-V. Гидрогеологическая карта СССР, Западно-саянская Серия, Под ред. Горюнова А.А. Красноярское территориальное геологическое управление, 1973
16. Методические рекомендации по гидрогеологическим исследованиям и прогнозам для контроля за охраной подземных вод. Москва, ВСЕГИНГЕО, 1980.
17. Методические рекомендации по выявлению и оценке загрязнения подземных вод. Москва, ВСЕГИНГЕО, 1988.
18. Окружающая среда и здоровье: подходы к оценке риска / [под ред. Щербо А.П.]. -СПб. : МАПО, 2002. – 370 с.
19. ОСТ 41-05-263-86 Воды подземные. Классификация по химическому составу и температуре. Утв. приказом Министерства геологии СССР 12.05.1986 № 239. М., ВСЕГИНГЕО, 1986.
20. Постановление правительства РФ №1479 от 16.09.2020 г. Об утверждении правил противопожарного режима в Российской Федерации
21. Пресс выпуск «О демографической ситуации в Республике Тыва в 2021 году», Управление федеральной государственной статистика по Красноярскому краю, Республике Хакасия и Республике Тыва (Красноярскстат), 20.06.2022
22. Приказ Минтруда России от 28.10.2020 N 753н «Об утверждении Правил по охране труда при погрузочно-разгрузочных работах и размещении грузов»
23. Расчёт искусственного освещения. Методические указания к выполнению индивидуальных заданий для студентов дневного и заочного обучения всех направлений и специальностей ТПУ. – Томск: Изд. ТПУ, 2008. – 20 с.

24. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. Руководство Р. 2.1.10.1920-04. - М.: Федеральный центр Госсанэпиднадзора Минздрава РФ, 2004. – 273 с.
25. СанПиН 2.1.4.1110-02 Зоны санитарной охраны источников водоснабжения и водопроводов питьевого назначения.
26. СанПиН 1.2.3685-21 Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания
27. СанПиН 2.1.3684-21 Санитарно-эпидемиологические требования к содержанию территорий городских и сельских поселений, к водным объектам, питьевой воде и питьевому водоснабжению, атмосферному воздуху, почвам, жилым помещениям, эксплуатации производственных, общественных помещений, организации и проведению санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий
28. СП 131.13330.2020 Строительная климатология
29. СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение.
30. СП 2.2.3670-20 Санитарно-эпидемиологические требования к условиям труда
31. Состояние геологической среды (недр) территории Сибирского федерального округа в 2021 г. Информационный бюллетень, выпуск 18, филиал «Сибирский региональный центр ГМСН». Томск, 2022.
32. Семенова Н.В. Отчет по объекту «Оценка состояния месторождений питьевых и технических подземных вод в нераспределенном фонде недр с целью приведения их запасов в соответствие с действующим законодательством на территории республик Тыва и Хакасия, Кемеровской области, Красноярского края», Госконтракт № 10Ф-12 от 04.04.2012, АО «Томскгеомониторинг», Томск, 2014.
33. Трудовой кодекс Российской Федерации
34. ФЗ РФ №7 от 10.01.2002 г. Об охране окружающей среды

35. ФЗ РФ №52 от 30.03.1999 г О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения
36. ФЗ РФ №69 от 21.12.1994 г. О пожарной безопасности
37. ФЗ РФ №123 от 22.07.2008 г. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности
38. <https://maps-rf.ru/respublika-tyva/> Дата обращения 20.04.2023
39. Кызылская ТЭЦ <https://sibgenco.ru/main/company/generation/kyzylskaya-tets/> Дата обращения 20.04.2023
40. <https://vsegei.ru/ru/info/ggk/izuchennost/> Дата обращения 15.03.2023

ПРИЛОЖЕНИЕ А

(справочное)

Changes in the qualitative composition of the groundwater of the Republic of Tyva under the influence of man-made objects

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ВМ12	Гагарина Ксения Михайловна		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОГ ИШПР	Пасечник Елена Юрьевна	К.Г.-М.Н., доцент		

Консультант – лингвист отделения иностранных языков ШБИП

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОИЯ ШБИП	Сыскина Анна Александровна	к.ф.н.		

Introduction

Relevance of research: Groundwater plays a leading role in water use. One of the leading directions of their application is for drinking purposes, due to better protection compared to surface waters.

The area of Kyzyl, where more than a third of the entire population of Tyva lives, is experiencing the greatest technogenic load. Contamination of soils and groundwater is local, but stable and occurs mainly in the territories in the zone of influence of man-made objects, among which the most common are ash and slag dumps of thermal power plants and mining enterprises, landfills of industrial and household waste, storage of pesticides, spontaneous landfills, mines and mining sections fossils, etc . In the future, the intensity and areas of pollution may increase due to the inevitable complex development of urbanized areas.

Based on the above, insufficient knowledge of the chemical composition of groundwater in the zone of influence of man-made objects currently remains relevant.

In the course of the work, the water samples were analyzed at 6 observation points for 4 objects of man-made impact.

Groundwater sampling was carried out by employees of the Siberian Regional Center for State Monitoring of the subsurface conditions, as well as the Tuva State Geological Survey, as part of the state monitoring.

The concentrations of chemical elements in groundwater were compared with the regulatory requirements for domestic drinking water supply (SanPiN 1.2.3685-21). The graphs show concentrations in maximum permissible concentration (MPC) units.

Analytical studies were carried out in accredited laboratories of the cities of Tomsk and Kyzyl. The content of generalized indicators was determined in groundwater, including hardness, dry residue, hydrogen index and permanganate oxidability, macro components (Mg, Na, K, Ca, SO₄, HCO₃, Cl), substances of the nitrogenous group (NH₄, NO₃, NO₂), organic substances (phenolic index and

common petroleum products), micro components (inorganic substances), as well as organoleptic indicators (turbidity, smell, taste and color).

The aim of the work is to study the hydrogeochemical state of groundwater in the Republic of Tyva in the zone of influence of man-made objects.

To achieve this goal, it is planned to solve the following tasks:

1. To study the chemical composition of groundwater;
2. To identify patterns of the spread of chemicals;
3. To assess the quality of groundwater used by the population for water supply;
4. Evaluate the possibility of using groundwater for drinking purposes.

The state of groundwater in natural conditions (background) is traced by well 246, which is located at a considerable distance from man-made objects and has a hydrogeochemical and hydrodynamic state close to natural.

Changes in the qualitative composition of the groundwater of the Republic of Tyva under the influence of man-made objects

Jurassic coal-bearing terrigenous rocks lying on Cambrian basaltoids take part in the geological structure of the work area. In the valleys of the Maly, Bolshoy Yenisei and Yenisei rivers, the basement rocks are covered with quaternary formations.

In hydrogeological terms, the work area is located within the Altai-Sayan SSSO (1st order). (Map of hydrogeological zoning of the Russian Federation. M. 2011).

The general slope of the groundwater flow is observed towards the main Drainage – R. Yenisei, where the discharge of groundwater is carried out.

In hydrogeological terms, the following are distinguished on the studied area:

- Aquifer of modern Quaternary alluvial deposits
- the aquifer complex of the Middle-Upper Jurassic deposits

The underground waters of the alluvial deposits were opened at depths of 1.5-5.5 m, the water is non-pressurized. The aquifers are composed of gravel-pebble deposits with sandy filling and the inclusion of boulders. The average thickness of

the aquifer is from 5 to 10 m. The water content of the horizon is high, the specific flow rates vary from 14 to 20 l/s * m. Filtration coefficients reach 280-350 m/day.

The groundwaters of the Jurassic sediments are pressurized, the level is set at depths of 3-6 m, increasing at watersheds to 20-30 m. The specific flow rates of wells equipped for Jurassic deposits ranges from 0.5 to 2 l/s, and the average filtration coefficient is 5.1 m/day.

The results of analytical studies on observation points are presented in the table and picture 1-9.

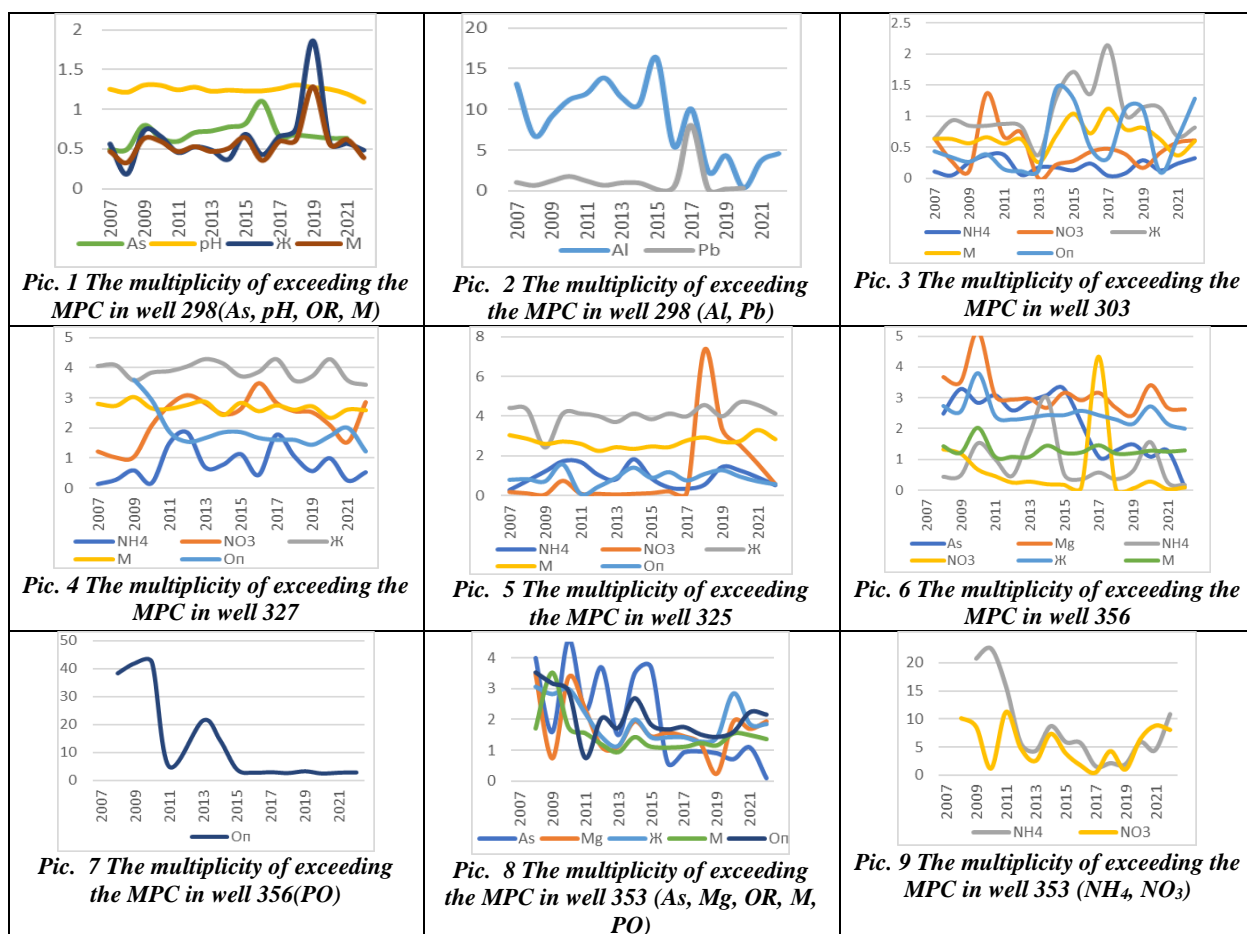
Table 1 - Formulas of the salt composition of groundwater at the sampling points

Well number	Pollution site	Formula of salt composition	Elements whose contents are higher than the MPC
246	Background	$M_{0,21} \frac{HCO_3 76 SO_4 15}{Ca 63 Mg 22 Na 15} pH 7,4 \text{ Ж } 2,85$	-
298	Ash and slag dump of the Kyzyl thermal power plant (TPP)	$M_{0,61} \frac{HCO_3 72 Cl 21}{Na 52 Ca 46} pH 11,76 \text{ Ж } 5,3$	pH, Al, overall rigidity (OR), mineralization (M), As, Pb
303	Left-bank sewage treatment plants	$M_{0,45} \frac{HCO_3 64 SO_4 19 Cl 12 NO_3 5}{Ca 58 Na 25 Mg 17} pH 7,5 \text{ Ж } 5,7$	NO ₃ , overall rigidity, mineralization, permanganate oxidizability (PO)
325	Kyzyl municipal solid waste landfill	$M_{2,1} \frac{HCO_3 61 SO_4 33 Cl 5 NO_3 1}{Mg 52 Ca 24 Na 24} pH 7 \text{ Ж } 29$	overall rigidity, mineralization, NO ₃ , NH ₄ , permanganate oxidizability
327	Kyzyl municipal solid waste landfill	$M_2 \frac{HCO_3 52 SO_4 22 Cl 20 NO_3 6}{Mg 48 Na 32 Ca 20} pH 7,2 \text{ Ж } 24$	overall rigidity, mineralization, NO ₃ , NH ₄ , permanganate oxidizability
353	Toxic chemicals landfill	$M_{1,15} \frac{HCO_3 36 NO_3 31 Cl 24 SO_4 9}{Mg 43 Ca 27 Na 25 NH_4 5} pH 7,7 \text{ Ж } 13$	overall rigidity, mineralization, NO ₃ , NH ₄ , permanganate oxidizability, Mg, As
356	Toxic chemicals landfill	$M_{1,3} \frac{HCO_3 48 Cl 37 SO_4 15}{Mg 60 Ca 22 Na 15} pH 7,8 \text{ Ж } 13,9$	overall rigidity, mineralization, NO ₃ , NH ₄ , permanganate oxidizability, Mg, As

In its natural state (well 246), groundwater is fresh magnesium-calcium bicarbonate in terms of its qualitative composition. The value of the dry residue is 207 mg/dm³. According to the magnitude of the total hardness (classification of O.A. Alekin), groundwater is soft, the magnitude of the total hardness is 2.85 degrees of rigidity. The water medium is slightly alkaline - 7.4 pH units.

Observations of the hydrochemical state of the groundwater of the quaternary aquifer are carried out according to sq. 298 of the state reference observation

network, which are influenced by wastewater from the thermal power plant (TPP) entering the ash and slag dump.



Wastewater has an elevated temperature (up to 35-40°C), in connection with which violations of the temperature regime of groundwater are recorded at the location of well 298. In the long-term plan, the amplitude of fluctuations in the temperature regime of groundwater is from 5 to 12.3 °C (well 298), with natural values from 4 to 7.5 °C (well 246). During the heating season, when the TPP is operating at maximum capacity, the maximum values of the groundwater temperature (10-16 °C) are also noted.

The qualitative composition of groundwater tested by well 298, which is located behind the ash and slag dump collapse dam at a distance of 70 m, has undergone changes as a result of anthropogenic impact. The groundwater at this sampling point is fresh, with a dry residue value of 614 mg/dm³, moderately hard, alkaline. The hardness of the waters is 5.3 degrees of rigidity, pH is 11.76 units pH. Among the anions, bicarbonates (72%) and chlorides (21%) are predominant. In the cationic composition, sodium and potassium have a dominant value (52%).

The neighborhood Near Kaa-Khem in the city of Kyzyl is located in the zone of influence of man-made objects of the energy industry - thermal power plant (TPP) and ash and slag dump. The minimum distance from man-made objects to residential buildings is less than 100 m.

For water supply, residents of the microdistrict use wells or shallow wells, 10-15 m deep, equipped on the Holocene-Upper Pleistocene alluvial aquifer of the floodplain terrace, which is the most susceptible to pollution, because it does not have sufficient natural protection.

The construction of diluting systems from a centralized water intake is a priority in solving the issue of providing the population of this microdistrict with high-quality drinking water. However, the unsatisfactory technical condition of the existing networks and, as a consequence, the costs of their maintenance, as well as the lack of sufficient sources of funding from the district administration, does not allow solving this issue for many years.

From the results obtained, it can be concluded that under the influence of wastewater entering the ash and slag dump, there was a technogenic change in the hydrogeochemical state of the groundwater of the first alluvial aquifer from the surface. The salt content, hydrogen index and hardness have increased. In the macro-component composition, the percentage of chlorides, sodium and potassium compounds increased, and the concentrations of bicarbonates and calcium decreased.

According to the results of the research, it was found that the anionic composition is dominated by bicarbonates, however, when approaching the sources of man-made impact, its share decreases, and the proportion of chlorides increases. The cationic composition of the analyzed groundwater is mainly dominated by calcium ions, but the concentrations of sodium and potassium compounds increase and reach the percentage of the former, and sometimes exceeding it.

Groundwater at all sampling points is fresh, the amount of dry residue varies from 0.13 to 0.72 g/l. According to the hydrogen index, groundwater is mainly slightly alkaline with a pH of 7.4-8.2, or are alkaline (pH 11.76-11.2). In terms of

hardness, the tested waters are from soft to hard (2.1 – 7.2), in most cases, groundwater is moderately hard.

The maximum concentrations of sodium, as well as calcium, were recorded at observation points located at a minimum distance from the ash and slag dump. Concentrations of chlorides also increase when approaching the source of man-made impact. The maximum concentrations of magnesium were recorded on the southern flank of the described territory as well as sulfates with bicarbonates.

When approaching the ash and slag dump area, the salt content and overall hardness increase. The maximum values of the hydrogen index are characteristic of the central part of the site.

Of the pollutants in the groundwater of most of the tested wells, nitrates are contained in elevated concentrations, but their source is not the man-made objects under consideration, but the territory represented by private properties, which in most cases are used for agriculture.

The quality of groundwater, used by the population for water supply, mainly meets regulatory requirements, with the exception of the nitrates already mentioned. In single samples, minor exceedances in hardness and iron were detected.

The excess of regulatory requirements for aluminum ranges from 2.3 to 6.15 MPC.

The use of groundwater in the described territory for drinking purposes is not advisable, due to the content of nitrates in increased amounts in them, which can affect the circulatory and cardiovascular system of a person, they also contribute to the development of pathogenic (harmful) microflora in the intestine, resulting in toxins and intoxication. In addition, with prolonged intake of nitrates, the amount of iodine decreases, which leads to an increase in the thyroid gland. High concentrations of aluminum cause diseases of the central nervous system and Alzheimer's disease. Increased stiffness is the cause of urolithiasis.

Indicators of mineralization and hardness according to the results of studies are pulsating.

In the long-term plan, there is a decrease in the concentrations of chlorides, aluminum, lead, and arsenic (hazard class 1). This circumstance may be associated with a decrease in the use of coal thermal power plants and, accordingly, with a decrease in waste entering the ash dump.

According to the results of the analysis of the groundwater level, it can be said that the course of the levels depends mainly on natural factors, but there is a slight rise in the long-term plan.

Another object of technogenic impact on groundwater is the left-bank sewage treatment plants of the city of Kyzyl. In the area of their location, observations are carried out through well 303 of the state reference observation network, which reveals the groundwater of quaternary sediments.

The treatment facilities receive liquid wastewater in the amount of 14 to 20 thousand m³/day per year, which exceeds the maximum capacity, which, according to the project, is 16 thousand m³/day. Treated wastewater that has passed the stages of mechanical and biological treatment is discharged into surface water bodies (the Yenisei River).

Groundwater by its qualitative composition is fresh bicarbonate sodium-calcium. The value of the dry residue is 450 mg/dm³. According to the magnitude of the total hardness, groundwater is moderately hard, the magnitude of the total hardness is 5.7 degrees of rigidity. Medium slightly alkaline water is 7.5 pH units.

Hydrodynamically, there is a slight rise in the groundwater level in the long-term plan, which depends mainly on natural factors.

In groundwater, there are periodic exceedances of normative values for the oxidizability of permanganate, nitrates, hardness and mineralization. Ammonium concentrations do not exceed the maximum permissible concentrations, but are higher than background concentrations. The increase in the content of these indicators in groundwater in the long-term plan has a close relationship with the amount of wastewater coming for treatment. Changes in the hydrochemical state of groundwater in the zone of influence of treatment facilities do not have catastrophic consequences at this stage.

Under the anthropogenic influence of the Kyzyl MSW landfill in the city of Kyzyl, a change in their hydrogeochemical state, which differs from the natural one, is noted in the groundwater of the Jurassic sediments. Monitoring has been carried out since 1991 through two wells of the state reference observation network. The level of pollution has remained high for many years.

According to the results of testing, the composition of groundwater in wells 325 and 327 equipped with sulfate-bicarbonate magnesium or sodium-magnesium deposits of Jurassic age. The waters are brackish, neutral, very hard.

Increased overall hardness and mineralization are characteristic of Jurassic waters in areas remote from rivers, but in this case, man-made influence is superimposed on increased natural values.

In the hydrodynamic state, there is a decrease in the level of groundwater in the long-term plan.

In groundwater, high concentrations of nitrates, ammonium ion, sulfates are recorded, exceeding the regulatory values for the oxidability of permanganate and strontium.

The dynamics of nitrate pollution can be traced along well 327, the groundwater level, which is closest to the surface.

In recent years, liquid waste has not been received at the landfill, and therefore there has been a tendency to reduce pollution.

The absence of observation wells outside the sanitary protection zone of the municipal solid waste landfill does not allow determining the exact size of the groundwater contamination area. However, according to local monitoring data at the existing water intakes in the Sputnik microdistrict, which are located downstream of the groundwater flow, it can be concluded that at present the flow of contaminated water has not spread to them, but in the future there is a danger of contamination.

The most important branch of the Tyva economy is agriculture. However, there is a reduction in its long-term section.

So, at this time, the landfill of toxic chemicals, which was previously serviced by the State Enterprise Tuvaselkhozkhimiya, is unattended. The landfill was located

at a distance of 20 km south of the city of Kyzyl near the Kyzyl-Erzin highway. With an increase in the amount of precipitation in this area, there is a tendency to increase the level of groundwater, which led to the formation of small lakes on the territory of the former landfill of pesticides. As a result of the rise in the groundwater level, the burial site is flooded and toxic substances freely enter the groundwater being washed out by the stream and spread down to the main drainage – the Yenisei River.

The increase in groundwater levels continues to be recorded at the present time, which aggravates the ecological situation of the region.

Contamination of groundwater of the Quaternary horizon and the Jurassic complex at the site of the toxic chemicals landfill was recorded for the first time in 1999.

The composition of the groundwater of the quaternary deposits at well 353 is chloride-nitrate-bicarbonate, among the cation's calcium and sodium and slightly more magnesium are contained in equal parts, the waters are brackish slightly alkaline and very hard.

In the groundwater of the quaternary horizon, stable organic pollution is recorded by permanganate oxidability, ammonium, nitrates, the overall hardness and mineralization are increased.

Arsenic (hazard class 1) was found in elevated concentrations in the water, the concentrations of which have significantly decreased over the years. The increase in the concentration of nitrates at these observation points is most likely due to their intensive leaching due to high groundwater levels, which in turn were caused by a large amount of precipitation. Since 2017, there has been a systematic increase in the level of groundwater and since the same period there has been an increase in concentrations of nitrates and ammonium ion.

Similar contamination is recorded in well 356. Here, the quaternary-aged chloride-bicarbonate calcium-magnesium brackish slightly alkaline groundwater is very hard.

The contamination from the toxic chemicals landfill spreads over a distance of about 3 km down the groundwater stream. In well 357, the groundwater of the

combined exploited Jurassic and Quaternary sediments has a mixed cationic composition, among the anions, bicarbonates and chlorides predominate, the waters are slightly alkaline, brackish, very hard. In underground waters, excess of normative values for mineralization, magnesium and hardness are recorded here. Nitrates and ammonium ion are below acceptable values.

The quaternary horizon is unloaded into the Jurassic complex, where the intensity of pollution decreases. However, at this stage, it is not possible to assess the quality of the groundwater of the Jurassic sediments due to the liquidation of the well 348 by unidentified persons.

Downstream from the toxic chemicals landfill, there is a natural outlet of groundwater to the surface – the sacred spring of mineral water Tos-Bulak, which is in demand among the local population as a cultural and recreational destination. The ongoing contamination of groundwater under the influence of a landfill of pesticides and the location of this source of mineral water causes serious concerns, in addition, the flow of polluted waters is also directed towards the valley of the Yenisei River, where the main water intakes for economic and drinking purposes of the city of Kyzyl are equipped.

Conclusion

Groundwater pollution in the locations of the described technogenic objects is localized in close proximity to sources, which is confirmed by the results of local monitoring of groundwater at water intakes, of which there are a sufficient number in the described territory, and their hydrogeochemical regime remains unchanged. However, at the established sources of pollution, it is necessary to increase the number of observation wells in order to reliably map the detected pollution in the territory and timely take measures to localize and eliminate negative consequences for drinking water intakes.