

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

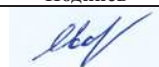
Инженерная школа природных ресурсов  
 Направление подготовки 20.04.02. Природообустройство и водопользование  
 Отделение геологии

### МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Тема работы
<b>Геоэкологическая оценка источников водоснабжения поселка Минино (Красноярский край)</b>

УДК 628.11-047.36(571.51)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ВМ02	Яворовская Инга Владимировна		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ОГ ИШПР	Дугова Екатерина Матвеевна	Д.Г.-М.Н.		

### 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.		

### 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
2ВМ02	Яворовская Инга Владимировна

Тема работы:

Геоэкологическая оценка источников водоснабжения поселка Минино (Красноярский край)	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	От 25.03.2022 № 84-17/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	15.06.2022 г.
--	---------------

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

<p><b>Исходные данные к работе</b>  <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 водоносной ордовикской зоны, используемые для хозяйственно-питьевого водоснабжения п. Минино.          В работе использовались фондовые материалы по геологическому изучению данной территории; результаты мониторинговых наблюдений в п. Минино; космические снимки миссии SRTM. Топографические и гидрогеологические карты района.</p>
---	--


<p><b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b></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"> <li>- Общие сведения и характеристика объекта исследования;</li> <li>- Природные условия, геологическая и гидрогеологическая характеристика изучаемой территории;</li> <li>- Методика исследования;</li> <li>- Оценка геоэкологического состояния источников водоснабжения п.Минино;</li> <li>- Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение;</li> <li>- Социальная ответственность;</li> <li>- Раздел на иностранном языке.</li> </ul>
<p><b>Перечень графического материала</b></p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Геологическая карта района п. Минино;</li> <li>2. Гидрогеологическая карта района п. Минино</li> <li>3. Карта экологического состояния геологической среды</li> </ol>
<p><b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b> <i>(с указанием разделов)</i></p>	
<p><b>Раздел</b></p>	<p><b>Консультант</b></p>
<p>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</p>	<p>Рыжакина Татьяна Гавриловна</p>
<p>Социальная ответственность</p>	<p>Сечин Андрей Александрович</p>
<p>Иностранный язык</p>	<p>Кемерова Наталья Сергеевна</p>
<p><b>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</b></p>	
<p>Введение, Общие сведения о районе работ, Геоэкологическая оценка источников водоснабжения</p>	

<p><b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b></p>	<p>17.01.2022</p>
--	-------------------

**Задание выдал руководитель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
<p>Профессор ОГ ИШПР</p>	<p>Дутова Екатерина Матвеевна</p>	<p>д.г.-м.н.</p>		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
<p>2ВМ02</p>	<p>Яворовская Инга Владимировна</p>		

## ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа 2ВМ02	ФИО Яворовская Инга Владимировна
-----------------	-------------------------------------

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

### Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

Геоэкологическая оценка источников водоснабжения п. Минино (Красноярский край)	Работа с данными государственного и объектного мониторинга недр, научной литературой, представленной в российских и иностранных научных публикациях
--	---

### Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<i>1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности проведения исследований</i>	<i>Определение целевого рынка и проведение его сегментирования. Выполнение SWOT-анализа исследований</i>
<i>2. Планирование и формирование бюджета исследований</i>	<i>Определение целей и ожиданий, требований проекта. Определение бюджета научного исследования</i>
<i>3. Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности разработки</i>	<i>Проведение оценки экономической эффективности различных вариантов исполнения</i>

### Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):


<i>1. Оценка конкурентоспособности технических решений</i> <i>2. Матрица SWOT</i> <i>3. График проведения и бюджет проекта</i> <i>4. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности разработки</i>
---

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	01.02.2022
--	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Рыжакина Татьяна Гавриловна	к.э.н.		01.02.2022

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ВМ02	Яворовская Инга Владимировна		01.02.2022

## ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа 2ВМ02	ФИО Яворовская Инга Владимировна
-----------------	-------------------------------------

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

Тема ВКР:

<b>Геоэкологическая оценка источников водоснабжения п. Минино (Красноярский край)</b>	
<b>Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:</b>	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Объект исследования: подземные воды, используемые для водоснабжения поселка Минино. Область применения: камеральный этап сбора и обработки данных о гидрогеологических и гидрогеохимических условиях района исследования.
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
<b>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</b> - специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; - организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.	1. СН 2.2.4/2.1.8.562 – 96 2. СанПиН 1.2.3685-21 3. ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ 4. ТК РФ 5. ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ
<b>2. Производственная безопасность:</b> 2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов 2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия	При выполнении камеральной обработки выявлены возможные вредные факторы производственной среды: - недостаточная освещенность рабочей зоны; - отклонения показателей микроклимата; - нервно-психические перегрузки; - превышение уровня шума; - электромагнитные излучения. Опасные факторы: - возникновение пожаров; - поражение электрическим током. Будет производиться расчет искусственного освещения
<b>3. Экологическая безопасность:</b>	Воздействие систем водоснабжения на: Атмосферу – минимальные выбросы выхлопных газов от работающей техники и оборудования, тепловое воздействие Гидросферу – возможное воздействие в виде истощения/загрязнения подземных вод, колебания уровня подземных вод Литосферу – тепловое воздействие трубопроводов.
<b>4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</b>	Возможные ЧС: Природные (истощение запасов подземных вод, природное загрязнение, развитие


	<p>экзогенных геологических процессов под воздействием подземных вод);  Техногенные (антропогенное загрязнение, пожары, взрывы, разливы топлива).  Наиболее типичная ЧС: загрязнение объекта исследования – подземных вод, используемых для водоснабжения населения.</p>
--	--

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	15.02.2022
--	------------

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Сечин Андрей Александрович	к.т.н.		15.02.2022

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ВМ02	Яворовская Инга Владимировна		12.04.2022

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 \_\_\_\_\_ (весенний семестр 2021 /2022 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:	15.06.2022
--	------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
10-12.2021, 01-02.2022	<i>Сбор и обработка исходных материалов</i>	
01-03.2022	<i>Общие сведения о районе расположения объекта исследования</i>	
03-05.2022	<i>Оценка качества подземных вод в источниках водоснабжения п. Монино</i>	
04.2022	<i>Социальная ответственность</i>	
05.2022	<i>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</i>	
05.2022	<i>Раздел на иностранном языке</i>	

**СОСТАВИЛ:**

**Руководитель ВКР**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ОГ ИШПР	Дутова Екатерина Матвеевна	д.г.-м.н., профессор		

**СОГЛАСОВАНО:**

**Руководитель ООП**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОГ ИШПР	Пасечник Елена Юрьевна	к.г.-м.н.		

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа на тему «Геоэкологическая оценка источников водоснабжения поселка Минино (Красноярский край)» содержит 108 с, 18 рис., 31 табл., 43 источника, 1 прил.

Ключевые слова: Геоэкологическая оценка, уровень загрязнения, мониторинг подземных вод, техногенное воздействие, подземные воды.

Объектом исследования являются подземные воды водоносной ордовикской зоны, используемые для хозяйственно-питьевого водоснабжения п. Минино.

Цель работы – оценка качества подземных вод эксплуатируемого водоносного комплекса на исследуемой территории по данным объектного и государственного мониторинга. Разработка рекомендаций и мероприятий для использования подземных вод.

Актуальность проблемы заключается в том, что пресные подземные воды некондиционного качества по ряду компонентов не соответствуют гигиеническим нормативам и требованиям, используются для хозяйственно-питьевого водоснабжения.

В процессе исследования был проведен комплекс камеральных работ, который включал изучение природных условий, анализ результатов качества подземных вод источников водоснабжения п. Минино.

В работе представлена характеристика геологического строения участка исследования, гидрогеологические условия, характеристика качественного состава подземных вод эксплуатируемого водоносного комплекса изучаемой территории, дана геоэкологическая оценка состояния подземных вод изучаемого водоносного комплекса.

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

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	12
1 ГЕОЛОГО-ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ИЗУЧЕННОСТЬ РАЙОНА ....	14
2 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О РАЙОНЕ РАСПОЛОЖЕНИЯ ОБЪЕКТА ИССЛЕДОВАНИЙ.....	17
2.1 Географическое и административное положение .....	17
2.2 Климат .....	19
2.3 Гидрография.....	20
2.4 Почвы и растительность.....	21
3 ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ И ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РАЙОНА .....	23
3.1 Стратиграфия .....	23
3.2 Структурно-тектонические условия .....	26
3.3 Гидрогеологические условия района.....	28
3.4 Оценка условий естественной защищенности подземных вод от поверхностного загрязнения .....	33
4 МЕТОДИКА ВЫПОЛНЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ.....	36
5 ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ИСТОЧНИКОВ ВОДОСНАБЖЕНИЯ .....	41
5.1 Условия водоснабжения участка исследования .....	41
5.2 Геоэкологические условия района исследования.....	43
5.2.1 Характеристика техногенной нагрузки в пределах участка исследования.....	43
5.2.2 Гидрогеохимические условия участка исследования .....	45
5.3 Рекомендации по эксплуатации водозаборов .....	54
5.4 Выводы по главе .....	57
6 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ.....	58
6.1 Предпроектный анализ.....	58
6.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования .....	58

6.1.2	Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения .....	60
6.1.3	SWOT - анализ .....	61
6.1.4	Оценка готовности проекта к коммерциализации .....	64
6.1.5	Методы коммерциализации результатов научно-технического исследования.....	65
6.2	Инициация проекта.....	66
6.2.1	Цели и задачи исследования .....	66
6.2.2	Структура работ в рамках научного исследования .....	67
6.2.3	Ограничения и допущения проекта.....	68
6.3	Планирование управления научно-техническим проектом.....	68
6.3.1	Иерархическая структура работ проекта.....	68
6.3.2	План проекта.....	69
6.4	Бюджет научного исследования .....	70
6.4.1	Материальные затраты .....	70
6.4.2	Основная заработная плата .....	71
6.4.3	Дополнительная заработная плата научного персонала .....	73
6.4.4	Отчисления на социальные нужды.....	73
6.4.5	Накладные расходы .....	74
6.4.6	Формирование бюджета затрат научно- исследовательского проекта .....	74
6.4.7	План управления коммуникациями проекта .....	75
6.4.8	Реестр рисков проекта .....	75
6.5	Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности .....	76
6.5.1	Оценка абсолютной эффективности исследования .....	76
6.5.2	Чистая текущая стоимость (NPV).....	76
6.5.3	Индекс доходности (PI) .....	78
6.5.4	Внутренняя ставка доходности (IRR).....	78
6.5.5	Дисконтированный срок окупаемости .....	80

6.5.6	Оценка сравнительной эффективности исследования .....	81
6.6	Выводы по разделу .....	83
7	СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ.....	85
7.1	Введение.....	85
7.2	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности..	86
7.3	Производственная безопасность .....	87
7.4	Анализ вредных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению .....	88
7.4.1	Недостаточная освещенность рабочей зоны .....	88
7.4.2	Отклонение показателей микроклимата.....	92
7.4.3	Нервно-психические перегрузки .....	93
7.4.4	Превышение уровня шума .....	94
7.4.5	Повышенный уровень электромагнитного излучения .....	94
7.4.6	Опасность возникновения пожаров.....	95
7.4.7	Поражение электрическим током .....	96
7.5	Экологическая безопасность .....	97
7.6	Безопасность в чрезвычайных ситуациях .....	100
7.7	Выводы по разделу .....	102
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	103
	СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	104
	ПРИЛОЖЕНИЕ А.....	109

## ВВЕДЕНИЕ

В России обеспечение населения качественной питьевой водой становится одной из приоритетных проблем государственной политики, направленной на сохранение здоровья и улучшение условий проживания населения. Питьевая вода должна быть безопасной в эпидемиологическом и радиационном отношении, безвредной по химическому составу и должна иметь благоприятные органолептические свойства.

Развитие промышленности, сельского хозяйства и рост численности населения ведут к росту использования подземных вод, ресурсы которых ограничены. Поэтому все большее значение приобретает проблема рационального использования, охраны и управления ресурсами подземных вод.

Своевременное предупреждение возникновения негативного состояния изменения геологической среды, в том числе подземных вод, возможно при учете закономерностей протекания природных процессов, а также на основе нормирования хозяйственной деятельности в управлении рациональным использованием геологической среды.

Объектом исследования являются подземные воды водоносной ордовикской зоны п. Манино.

Целью исследования является оценка качества и изменения химического состава подземных вод эксплуатируемого водоносного горизонта поселка п. Манино за период эксплуатации водозаборов.

В ходе работы были поставлены следующие задачи:

- дать характеристику природных условий объекта исследования;
- дать характеристику фактического материала и методики обработки информации;
- выявить причины и факторы, определяющие формирование геохимического состава подземных вод эксплуатируемого водоносного комплекса;
- дать геоэкологическую характеристику подземных вод водоносной

ордовикской зоны.

Проведение данной работы связано с проблемой содержания радона ( $^{222}\text{Rn}$ ) в подземных водах на территории Красноярского края, так как здесь залегают породы с повышенными концентрациями урана.

Нормируемым показателем радиационной безопасности воды является удельная активность радона ( $^{222}\text{Rn}$ ), который образуется в земных породах и подземных водах в результате последовательного радиоактивного распада нуклидов в ряду природного урана. Радиоактивный газ  $^{222}\text{Rn}$  попадает в воду из пород, с которыми соприкасаются подземные водоносные слои. Таким образом, концентрация  $^{222}\text{Rn}$  в воде зависит от содержания материнских элементов в горных породах, омываемых ею, коэффициента эманирования этих пород, пористости, трещиноватости и скорости движения воды. Вода также является дополнительным источником попадания  $^{222}\text{Rn}$  в воздух. Поэтому за водой подземных источников нужен постоянный радиационный контроль. В России уровень вмешательства для  $^{222}\text{Rn}$  в питьевой воде составляет 60 Бк/л [7].

Новизна научной работы состоит в оценке современного состояния объекта исследования, выполненного с учетом ретроспективных данных, что дает возможность выявить основные факторы формирования и причины изменения геохимических показателей объекта исследования и дать рекомендации для дальнейшего использования подземных вод.

## 1 ГЕОЛОГО-ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ИЗУЧЕННОСТЬ РАЙОНА

Геологическая изученность территории соответствует масштабу 1:200 000. Среднемасштабная государственная съемка листа 0-46-XXXIII выполнена в 1957-1960 гг. /Лавриков, Турова, 1958/.

В 1974 году издана Государственная геологическая карта СССР второго поколения масштаба 1:1 000 000, включающая в комплекте, в том числе и гидрогеологическую карту.

В 1991-1997 гг. ГП «Красноярскгеолсъемка» выполнены работы по геологическому доизучению масштаба 1:200 000 на Красноярской площади (листы О-46-XXXII, XXXIII). Впервые для Красноярской агломерации в ранге Государственной геологической карты РФ создан комплект карт, включающий: геологическую, четвертичных образований, полезных ископаемых и закономерностей их размещения и эколого-геологическую карту-схему. Эколого-геохимические исследования позволили выделить природные и техногенные ландшафты, дать геохимическую характеристику почв и донных осадков, определить уровень гамма-поля /Е.И. Берзон, 1997/.

Второе издание Государственной геологической карты листов 0-46-XXXII и 0-46-XXXIII было подготовлено в 2001 г./Берзон, 2001/.

Комплексные наземные работы с целью изучения глубинного строения Западно-Сибирской плиты проводились при поисках перспективных нефтегазоносных структур. В комплекс входили гравиразведка, магниторазведка, электроразведка и сейсморазведка в маршрутном и площадном вариантах.

### *Гидрогеологическая изученность*

В 1958–1962 гг. А.С. Иванова, А.И. Куршанова, А.И. Муравлянский проводили работы по изучению источников водоснабжения отдельных населенных пунктов, расположенных, главным образом, вдоль железной дороги, в результате были составлены паспорта скважин на водозаборные скважины железнодорожных станций. [8, 9].

В 60-х годах составлены прогнозные гидрогеологические карты

условий водоснабжения масштаба 1:200 000 с пояснительными записками к ним /Бурлакова М.А., 1960; Цыкина Ж.Л., 1962/.

Вопросы геологического строения, гидро- и инженерно-геологических условий района г. Красноярска и частично Емельяновского района детально освещены С.И. Макаровым, В.И. Гавриченковым, А.А. Горюновым в 1963 г.

Государственная гидрогеологическая съемка масштаба 1:200 000 проведена по листу О-46-XXXIII в 1967 г. /Селезнева, Маккавеев/. В результате съемки выделены основные водоносные горизонты и комплексы, охарактеризованы наиболее общие условия питания, разгрузки и химического состава подземных вод.

В начале 90-х годов проведена гидрогеологическая и инженерно-геологическая съёмка масштаба 1:200 000 для целей подземного строительства /Игнатенко, 1994/.

В 2000 г. ГПП «Красноярскгидрогеология» завершены работы по оценке обеспеченности населения Красноярского края ресурсами подземных вод для хозяйственно-питьевого водоснабжения /Николайчук А.Н., 2000/ [10].

В 2008 г. ОАО «Красноярскгидрогеология» завершены работы по гидрогеологическому и инженерно–геологическому доизучению территории Центрально–Красноярской промышленной зоны в пределах листов N-46-III и О-46-XXXIII масштаба 1:200 000, куда входит и рассматриваемая площадь /Гилько О.П. и др. 2008/ [11].

В 2013 г. выполнена детальная разведка подземных вод. В результате опытно-фильтрационных исследований и режимных наблюдений были оценены эксплуатационные запасы подземных вод на участке «Мининский» для хозяйственно-питьевого и производственного обеспечения водой. Запасы отнесены к категории «В» [12].

В гидрогеологическом отношении рассматриваемая территория хорошо изучена. Проводились геологические, гидрогеологические и

инженерно-геологические съемки. На территории действует опорная государственная сеть для изучения условий формирования подземных вод. Изучение нарушенного режима подземных вод в районе водозабора мкр. Геолог (п. Минино) проводится при ведении государственного мониторинга по скважинам Мининского поста опорной государственной сети наблюдений с 1976 г. по настоящее время.

## 2 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О РАЙОНЕ РАСПОЛОЖЕНИЯ ОБЪЕКТА ИССЛЕДОВАНИЙ

### 2.1 Географическое и административное положение

По административному делению рассматриваемая территория относится к Емельяновскому району центральной части Красноярского края (Рисунок 1). Поселок Минино расположен в 17 км западнее краевого центра г. Красноярск и стоит на железнодорожной линии в середине Транссиба, которая связывает Западно-Сибирскую и Восточно-Сибирскую дороги, являясь основной транзитной линией (Рисунок. 2).

Численность населения п. Минино составляет 1975 человек (на 01.01.2022 г.).

Промышленность представлена предприятиями сельского, лесного хозяйства и добычей щебня.

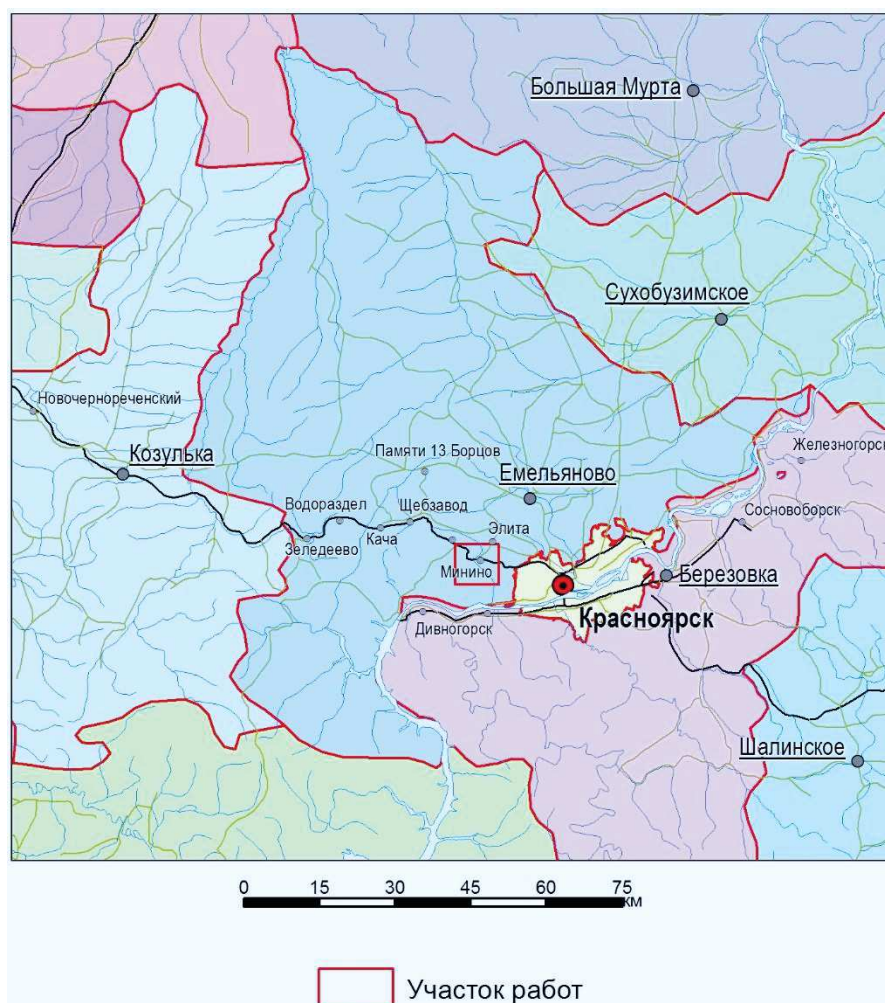


Рисунок 1 – Обзорная карта района



Рисунок 2 - Схема района работ

## 2.2 Климат

Характеристика климатических данных приводится по результатам наблюдений на метеостанции г. Красноярск «Опытное поле» [13].

Климат резко континентальный с коротким, тёплым, достаточно влажным летом и продолжительной суровой зимой. Характерны большие амплитуды колебаний температур воздуха в зависимости от сезона года и времени суток и контрастное увлажнение. Годовой ход среднемесячных температур довольно устойчив: начиная с середины апреля, температура повышается, достигая максимума в июле, а снижается до устойчивых отрицательных температур в октябре. Осенний переход через нулевую отметку происходит в конце октября, начале ноября. Период от окончания устойчивых морозов до даты перехода средней суточной температуры через  $0^{\circ}\text{C}$  происходит к концу марта. Средняя температура зимой  $-17^{\circ}\text{C}$  с понижением до  $-36^{\circ}\text{C}$ , а летом  $+16,3^{\circ}$  с повышением до  $+33^{\circ}\text{C}$ . По количеству выпадающих осадков территория относится к нормально увлажненной — средняя годовая сумма осадков 496 мм. Основная доля осадков, около 70%, приходится на летний период. Дожди чаще всего выпадают в виде кратковременных, сильных ливней, реже в виде затяжных дождей (5-7 суток). Ветровой режим характеризуется преобладающим западным и юго-западным направлением.

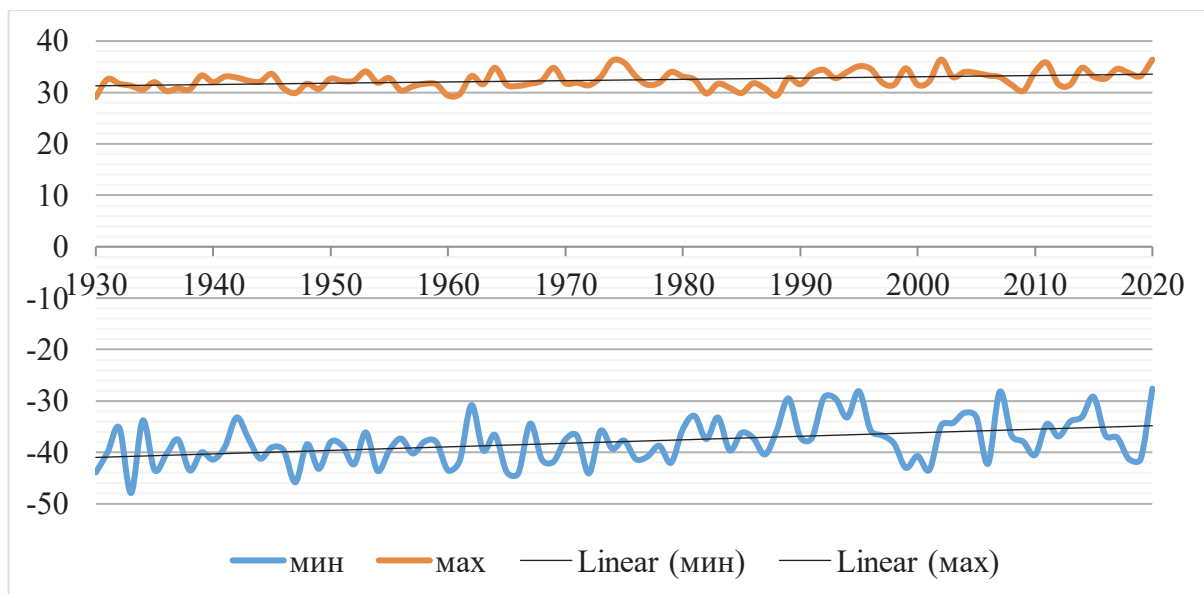


Рисунок 3 - Минимальные и максимальные значения температуры воздуха (°C) по МС Красноярск ОП за 1930-2020 гг. [13]

### 2.3 Гидрография

Рассматриваемая территория располагается на крайней юго-восточной оконечности Западно-Сибирской равнины, непосредственно примыкая к структурам Восточного Саяна, где на выходах скальных и полускальных пород сформировался низкогорный рельеф с абсолютными отметками до 400-450 м. В южном направлении преобладают неширокие водоразделы с резко расчлененным рельефом и большим эрозионным врезом рек, ручьев.

Речная сеть района исследования работ принадлежит бассейну реки Енисей. Река Караульная является её левобережным притоком. Она протекает в горной части левого берега Енисея. Горные реки обычно начинаются с ручьев, питающихся за счет снеготаяния, и дождей за счет грунтовых вод. Долины и русла их узкие с порогами, перекатами, а нередко водопадами. В ледоход бывают заторы. Половодье продолжается до 3 месяцев.

Так, р. Караульная с расходом в меженный период около 0,1 – 0,15 м<sup>3</sup>/сек имеет слабо выработанную долину шириной до 30-40 м с

крутыми (до 45°) и очень крутыми (до 80-85°), а местами и отвесными бортами, в которых обнажаются коренные породы. Здесь величина эрозионного вреза достигает 100 м и более. Большие превышения водоразделов и склонов над урезом воды в р. Караульной исключают всякую возможность (даже потенциальную) влияния водотока на питание подземных вод. Именно подземные воды являются источником питания р. Караульной в меженный (особенно зимний) период [12].

#### 2.4 Почвы и растительность

Сложный характер рельефа и разнообразие местных климатических условий определяют неоднородность почвенно-растительного покрова.

По почвенно-географическому районированию изучаемая территория расположена в Западно-Сибирской таёжно-лесной области подзолистых почв (Канско-Красноярская провинция) и Алтайско-Саянской горно-таежной области дерново-таёжных и буротаёжных почв (Восточно-Саянская провинция).

Для территории Западно-Сибирской области фоновыми являются серые лесные почвы и черноземы, характерно сочетание лугово-степных и лесных фитоценозов. К землям сельскохозяйственного фонда относятся черноземы, серые лесные, дерново-подзолистые, пойменные и др. почвы. Черноземы и серые лесные почвы, расположенные на удобных для сельского хозяйства территориях, почти все освоены. Огромные антропогенные нагрузки привели к падению естественного ресурсного потенциала территории, почвы сильно истощены.

В почвенном покрове Восточно-Саянской провинции господствуют подзолы, дерново-подзолистые (северо-восточные склоны) и дерново-карбонатные почвы; обычны серые лесные (северо-западные склоны) и дерново-таёжные (юго-западные) почвы, перегнойно-карбонатные тундровые и подбуры тундровые.

Дерново-подзолистые почвы залегают на высоких выпуклых формах рельефа, на плоских междуречьях и покатых склонах в зоне южной тайги,

но включают также и участки горной тайги.

Таежная часть равнины с характерным режимом избыточного увлажнения покрыта влаголюбивыми пихтово-еловыми лесами с кедром, березой, осиной и густым травостоем на полянах и по долинам рек. В почвенном покрове преобладают дерново-подзолистые и темно-серые лесные почвы. На лесостепной равнине развиты остатки березовых и березово-сосновых лесов. На нераспаханных землях встречаются степи из дерновинных злаков, полыней и разнотравья. Почвы в основном представлены выщелоченными и оподзоленными черноземами. Низкогорье покрыто лесами из сосны, лиственницы, березы и осины на горных подзолистых почвах [11].

### 3 ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ И ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РАЙОНА

#### 3.1 Стратиграфия

Характеристика геологического строения района приведена на основании фондовых данных, по материалам геологической съемки масштаба 1:200 000 /Берзон, 2001/ [14].

В геологическом строении района пос. Минино принимают участие отложения ордовика (?) имирской свиты, среднего девона павловской свиты и четвертичные голоценовые образования (Рисунок 4).

##### *Ордовикская система*

Имирская свита ( $O_{im}$ ) пользуется сравнительно небольшим распространением и откартирована лишь в пределах Качинско-Лиственской вулcano-плутонической структуры. Расчленяется на две подсвиты: нижнеимирскую и верхнеимирскую.

Наиболее значительные площади распространения нижнеимирской подсвиты ( $O_{im1}$ ) в бассейне р. Гладкая Кача и в верховьях рр. Бол Минанжилъ и Крутая Кача. Она сложена, главным образом, вулканогенными образованиями с прослоями туфопесчаников, туфоалевритов и песчаников. Вулканогенные образования представлены базальтами, андезито-базальтами, их миндалекаменными и порфиридовидными разностями, туфами основного состава. Мощность нижнеимирской подсвиты составляет до 350 м.

Верхнеимирская подсвита ( $O_{im2}$ ) развита в бассейнах рек Караульная и Гладкая Кача, Мал. Кемчуг. Сложена лавовыми потоками и покровами дацитов, риодацитов, трахитов, трахидацитов, трахириодацитов, реже риолитов, андезитов, базальтов и трахибазальтов, а также их туфами и туфолавами. Породы в основном окрашены в различные оттенки красного и коричневого цветов. Преобладают порфировые разновидности. По сравнению с нижнеимирской отложения характеризуются относительно повышенной радиоактивностью. В разрезе мощность подсвиты 540 м.

## *Девонская система*

### Средний отдел

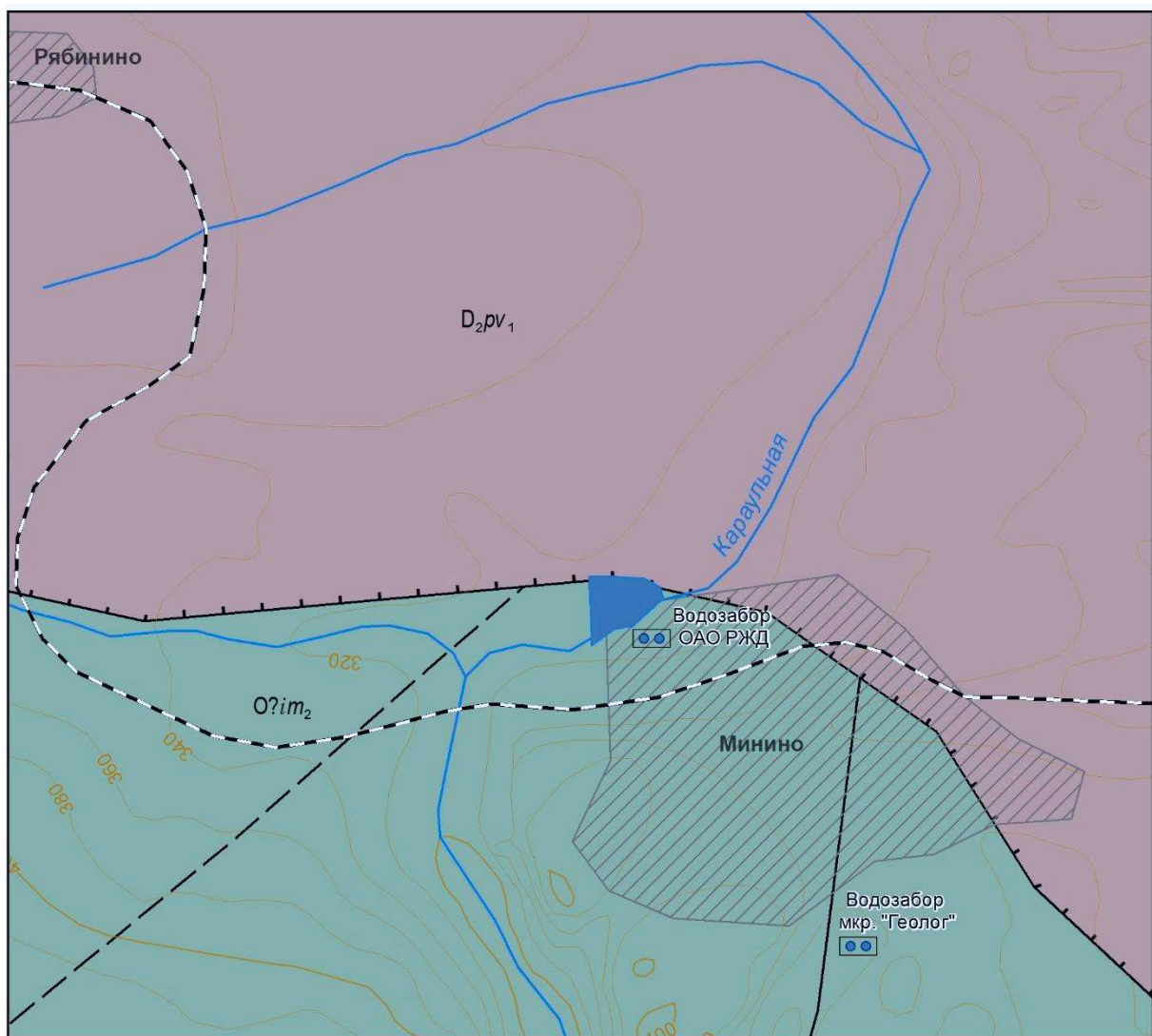
Павловская свита ( $D_2pv$ ) сложена конгломератами, гравелитами, песчаниками, алевролитами, аргиллитами, мергелями и известняками. Отложения свиты окрашены в бурые и красные тона.

Павловская свита подразделяется на три подсвиты: нижнепавловскую, среднепавловскую, верхнепавловскую.

Отложения нижнепавловской подсвиты ( $D_2pv_1$ ), занимающие большую часть, распространены в бассейнах правых притоков р. Качи (рр. Бугач, Еловая, Сухая, Бол. Ситик), а также в верховье р. Караульная. Данная свита сложена конгломератами, гравелитами, песчаниками, алевролитами, радио-аргиллитами.

На площади отложения среднепавловской подсвиты ( $D_2pv_2$ ) узкой полосой шириной до 1,5 км, протягиваются в северо-западном направлении от устья р. Кача до деревни Дрокино. Небольшое поле распространения подсвиты также откартировано в районе деревни Еловой. Подсвита сложена мергелями, известняками, алевролитами, песчаниками и конгломератами.

Отложения верхнепавловской подсвиты ( $D_2pv_3$ ) имеют ограниченное распространение, откартированы в районе г. Красноярска, где они прослеживаются в северо-западном направлении от р. Енисей на расстояние до 10 км. Верхнепавловская подсвита сложена, главным образом, мергелями, реже песчаниками и гравелитами. Нижняя граница проводится по смене кирпично-красных мергелей среднепавловской подсвиты гравелито-песчаниковыми породами.



0 250 500 750 1 000 1 250 1 500 метры

Масштаб 1:25 000

### УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

#### I. Геологические комплексы

- |         |         |  |   |
|---------|---------|--|---|
| Девон   | Средний |  | Нижнепавловская подсвита. Песчаники, алевролиты, гравелиты красно- и пестроцветные, реже конгломераты, линзы агриллитов.                            |
|         |         |  | Верхнеимирская подсвита. Дациты, риодациты, трахиты, трахидациты, трахиодациты, их туфы, туфолавы, реже трахибальзаты, бальзаты, андезиты, риолиты. |
| Ордовик |         |  |   |

- |  |                       |  |                    |
|--|-----------------------|--|--------------------|
|  | Разлом достоверный    |  | Надвиг достоверный |
|  | Разлом предполагаемый |  |                    |

#### II. Взаимоотношения геологических подразделений

- |  |                             |  |                        |
|--|-----------------------------|--|------------------------|
|  | Стратиграфические согласные |  | Тектонические контакты |
|--|-----------------------------|--|------------------------|

#### III. Прочие знаки

- |  |                        |
|--|------------------------|
|  | Действующие водозаборы |
|  | Изолинии рельефа       |
|  | Железная дорога        |
|  | Населенные пункты      |

Рисунок 4 - Геологическая карта района работ

## *Четвертичная система*

### Современное звено (Q4)

К этому периоду отнесены аллювиальные отложения пойм и русел рек, ручьёв, болотные отложения. Болотные отложения имеют место на поверхностях поймы, I-ой, II-ой надпойменных террас рек Чулым, Бол. и Мал. Кемчуг, Кача. Они представлены илами, илистыми глинами с большим количеством органического материала, торфяниками. С болотными отложениями генетически связаны залежи торфа. Мощность отложений до 3 м. Аллювиальные отложения пойм и русел рек имеют распространение по всем крупным и мелким рекам и ручьям. По долинам крупных рек выделяются высокая пойма и низкая пойма. В разрезах пойм присутствуют галечники, пески, глины, разрез низкой поймы преимущественно песчано-галечный. Мощность по разрезу 5,0 м. Руслу горных и предгорных рек и ручьев имеют грубый состав аллювия; валуны, щебень, слабоокатанная галька, дресва, мощностью до 2 м. Мощность отложений до 1,0 м.

### 3.2 Структурно-тектонические условия

В региональном плане район расположен на стыке двух крупнейших геоструктур: Алтае-Саянской складчатой зоны и Западно–Сибирской плиты. В районе представлены три разновозрастных вещественно-структурных комплекса: геосинклинальный (салаирский), рифтовый палеозойский (кледонский и герцинский этапы развития) и плитный (мезозойский этап развития). Каждый комплекс отделен от других крупным несогласием или глубинным разломом.

Геосинклинальный комплекс представлен двумя ярусами салаирского структурного этажа. Общая их мощность более 3700 м. Они имеют ограниченное распространение и выходят на поверхность в отдельных тектонически приподнятых блоках в пределах Качинско-Лиственской вулканогенной депрессии. Нижний ярус сложен рифогенно-карбонатными отложениями овсянковской свиты венда и торгашинской нижнего кембрия.

Породы сложно дислоцированы, отличаются крутыми углами

падения. Верхний ярус представлен интрузивными породами.

Рифтовый комплекс со структурным несогласием залегает на образованиях геосинклинального и представлен каледонским и герцинским структурными этажами. На изучаемой территории они развиты практически повсеместно. Каледонский этаж состоит из вулканогенных образований, разделен на два яруса. Нижний сложен вулканитами имирского комплекса базальт-трахиандезит-трахириолитовой формации, мощностью около 2800 м и интрузивными породами сиенит-граносиенитовой формации. Возраст образований предположительно ордовикский. Верхний ярус выполнен породами раннедевонского вулканического комплекса трахириолит-трахиандезит-трахибазальтовой формации и отделен от нижнего яруса серией небольших разломов. Мощность более 2000 м. Герцинский структурный этаж развит в западной части района работ, сложен красноцветными карбонатно-терригенными отложениями среднего девона мощностью более 830 м, которые формировались в условиях межгорных впадин. Он отделен от других структур Канско-Агульским разломом надвигового характера.

Плитный комплекс залегает со структурным несогласием на более древних образованиях. Представлен следующими формациями: угленосной лимнической (буроугольной) ранней-средней юры (макаровская, иланская, итатская свиты).

Разломы ориентированы в северо-западном и северо-восточном направлениях. Среди них наибольший интерес представляют Канско-Агульский и Таможенско-Качинский разломы.

Канско-Агульский разлом прослежен на поверхности в прирусловой части долины р. Кача по геофизическим данным зоной высоких градиентов гравимагнитных полей шириной от 5 до 15 км, имеет надвиговый характер.

Таможенско-Качинский разлом на поверхности выражен в пределах Качинско-Лиственской структуры серией мелких нарушений северо-восточного направления шириной от 2,5 до 7,5 км, вдоль которых

происходили блоковые подвижки [12].

### 3.3 Гидрогеологические условия района

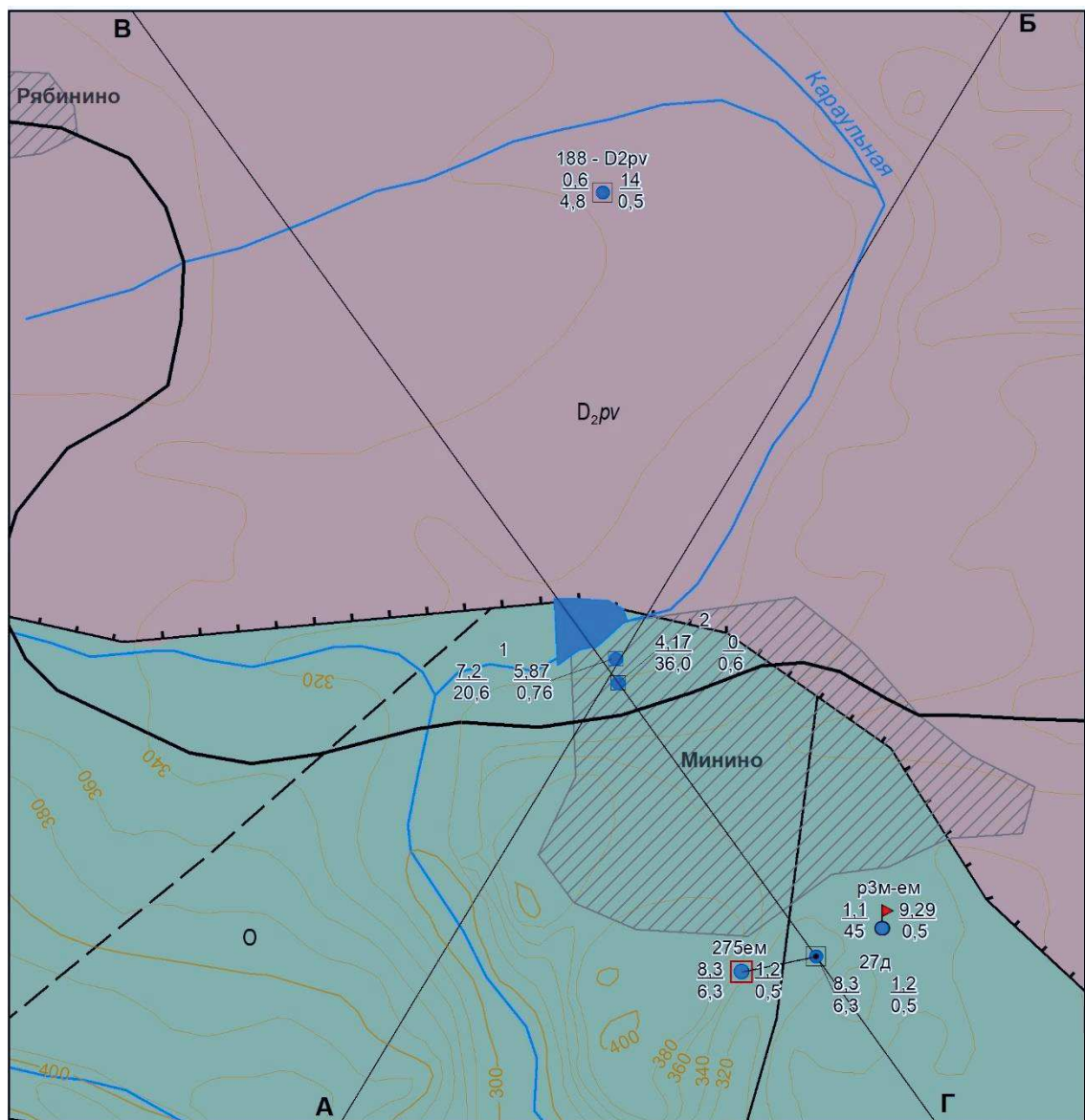
Характеристика гидрогеологических условий района приводится по результатам проведения гидрогеологической съёмки масштаба 1:200 000 (лист О-46-XXXIII), а также по результатам гидрогеологического доизучения масштаба 1:200 000 Красноярской промзоны.

На исследуемой территории выделяются относительно водоносный среднедевонский горизонт павловской свиты и водоносная ордовикская зона имирской свиты (Рисунок 5, 6, 7).

Водоносный среднедевонский павловский горизонт выходит на дневную поверхность в северо-восточной части района работ, сложен мергелями, известняками, песчаниками, алевролитами, конгломератами мощностью до 340 м.

Воды безнапорные или слабонапорные. Зеркало подземных вод находится неглубоко от поверхности, повторяя в сглаженном виде очертания рельефа. Питание осуществляется в основном за счет инфильтрации атмосферных осадков и перетекания напорных вод по тектоническим зонам. Колебание уровней незначительное.

Коэффициенты фильтрации алевролитов в зоне, открытой трещиноватости составляют от 1,0 м/сут до 30 м/сут, песчаников — 0,05-17 м/сутки. Для водовмещающих отложений зоны выветривания, представленных в основном песчаниками, выветрелыми до состояния песков, реже суглинков, супесей, с прослоями мергелей и гравелитов, коэффициент фильтрации изменяется от 0,061 до 1,5 м/сут. Удельные дебиты скважин 0,004-0,13 л/с.



0 250 500 750 1 000 1 250 1 500 метры

Масштаб 1:25 000

### УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

#### I. Распространение водоносных горизонтов и комплексов

- |  |   |
|--|---|
|  | Водоносный среднедевонский горизонт павловской свиты. Мергели, известняки, песчаники, алевролиты, конгломераты. |
|  | Водоносная ордовикская зона. Бальзаты, андезито-базальты, туфопесчаники, туфоалевролиты.                        |
|  | Разлом достоверный  |
|  | Разлом предполагаемый   |
|  | Надвиг достоверный  |

#### II. Водопункты

- |                    |  |
|--------------------|--|
| 27д                | Скважина. Вверху - номер, слева вверху - дебит, л/с, слева вниз у - понижение, м; справа вверху - статический уровень, м, справа внизу - минерализация воды, г/дм <sup>3</sup> .<br>Отсутствие подписи - нет сведений. |
| 8.3 1.2<br>6.3 0.5 |  |
|                    | Водозаборная скважина ОАО РЖД  |
|                    | Водозаборная скважина } Водозабор мкр. "Геолог"  |
|                    |  |
|                    | Резервная скважина   |
|                    | Режимная скважина государственной сети наблюдений  |

#### III. Химический состав подземных вод

- |  |                           |
|--|---------------------------|
|  | Скважина гидрокарбонатная |
|--|---------------------------|

Рисунок 5 - Гидрогеологическая карта района работ

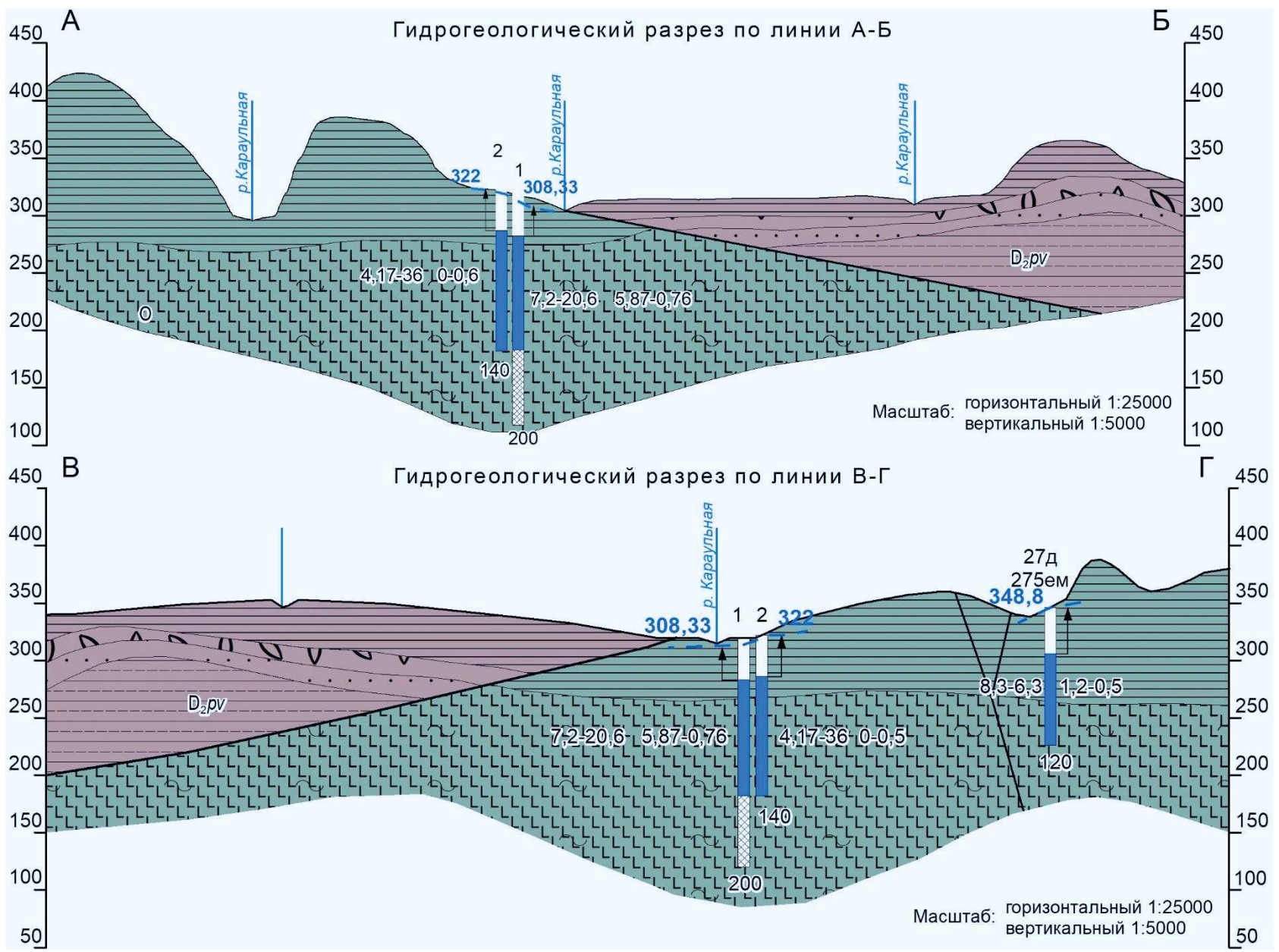







Рисунок 6 - Гидрогеологические разрезы по линии А-Б и линии В-Г

**УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ  
к гидрогеологическим разрезам**

**Литологический состав пород**

	Глина плотная, вязкая, коричневого цвета.		Галечники.
	Аргиллиты		Песчаники.
	Порфириты коричневого цвета, крепкие, трещиноватые, водоносные, выветренные.		

**Скважины на гидрогеологическом разрезе**

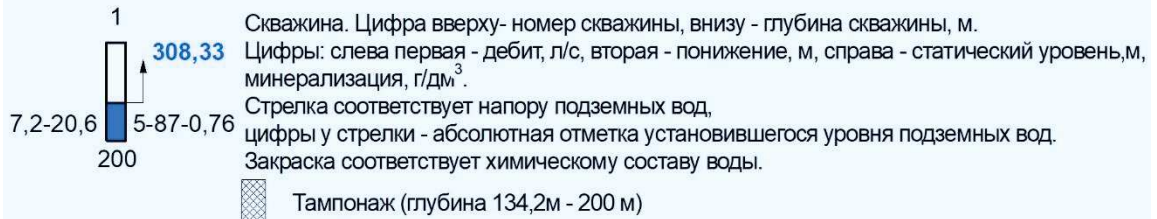


Рисунок 7 - Условные обозначения к гидрогеологическим разрезам

По химическому составу подземные воды гидрокарбонатные натриевые, реже кальциевые, часто с повышенным содержанием сульфатов и хлоридов. Жесткость воды от 1,4 до 8 ммоль/дм<sup>3</sup>, реакция слабощелочная. Общая минерализация от 0,3 до 3,12 г/дм<sup>3</sup>. Повышенное содержание сульфатов и хлоридов по ряду водопунктов объясняется наличием гипса и хлористого кальция в водовмещающих породах. Нередко подземные воды содержат повышенное количество ионов железа и загрязнены азотистыми соединениями.

Водоносная ордовикская зона занимает значительную часть территории района исследования. Представлена, главным образом, вулканогенными образованиями (базальтами, андезито-базальтами, их миндалекаменными и порфириновидными разностями, туфами основного состава) с прослоями туфопесчаников, туфоалевритов и песчаников.

Мощность обводненной толщи определяется глубиной развития экзогенной трещиноватости и достигает 100-150 м. В зонах тектонических нарушений глубина распространения трещиноватости значительно увеличивается. Обычно глубина залегания подземных вод не превышает 0,5-5 м, но на водораздельных пространствах может достигать 70-100 м. Водораздельные хребты сдренированы или практически безводны. Подземные воды безнапорные, но в локальных зонах разломов и крупных трещинах развиваются местные напоры, достигающие 10-30 м. Направление движения подземных вод определяется современной гидрографической сетью. Область питания местная, за счет атмосферных осадков, дренирование осуществляется речной сетью. Водообильность зоны экзогенной трещиноватости неравномерная и, в целом, незначительная.

Дебиты родников не превышают десятых-сотых долей л/с (0,01-0,4 л/с). Для них характерен непостоянный режим в течение года: сезонные колебания уровня воды, резкие изменения дебита источников в зависимости от атмосферных осадков, колебания температуры воды +1 до +10°С.

Многие родники в зимний период и в засушливые периоды лета

прекращают действовать. Дебиты одиночных скважин не превышают 2 л/с, в зонах тектонических нарушений до 4-8 л/с, удельные дебиты колеблются в пределах сотых-десятых долей л/с до 1,3 л/с [11].

По химическому составу подземные воды гидрокарбонатные кальциевые, реже натриевые или магниевый с минерализацией от 0,1 до 0,6 мг/дм<sup>3</sup>, жесткие, слабощелочные, или щелочные. Для питьевых целей вода часто не соответствует нормативным требованиям по содержанию железа и показателю общей  $\alpha$ -радиоактивности. В пределах развития водоносной ордовикской зоны располагается контур Березовской уран-радон-радиевой гидрохимической аномалии [15]. Уровни содержания естественных радионуклидов в подземных водах: уран – 2,516 Бк/дм<sup>3</sup>, радон 207 Бк/дм<sup>3</sup>, радий – 4,884 Бк/дм<sup>3</sup>, показатель общей  $\alpha$ -радиоактивности достигает 0,55 мг/дм<sup>3</sup> (при норме 0,2 мг/дм<sup>3</sup>).

Используются подземные воды водозаборами мкр. «Геолог» и на ст. Миино.

### 3.4 Оценка условий естественной защищенности подземных вод от поверхностного загрязнения

Одним из этапов оценки гидрогеологических условий является определение степени защищенности подземных вод от поверхностного загрязнения. Под защищенностью подземных вод от поверхностного загрязнения понимается перекрытость водоносного горизонта слабопроницаемыми отложениями, препятствующими проникновению в него загрязняющих веществ с поверхности. За основу при оценке условий естественной защищенности подземных вод от поверхностного загрязнения приняты методические рекомендации [16,17] и материалы бурения и гидрогеологического опробования скважин.

Условия естественной защищенности напорных подземных вод оцениваются с учетом глубины залегания подземных вод, мощности перекрывающего слоя слабопроницаемых пород, соотношения уровней исследуемого и вышележащего водоносного горизонтов.

Водозаборная скважина мкр. «Геолог» вскрыла напорные трещинные воды на глубине 40 м в туфобрекчиях с напором 38,8 м. Пьезометрический уровень установился на глубине 1,2 м. Разная степень трещиноватости отложений прослеживается примерно до 90-95 м. Это дает основание принять вскрытую мощность обводненной зоны 50 м. Наличие слаботрещинчатых и монолитных пород в разрезе позволяют считать их водоупорными, хотя сплошного водоупора (в классическом понимании этого термина) здесь не существует. Тем не менее наличие напора вод в скважине в несколько десятков метров однозначно свидетельствует о мощной непроницаемой (или слабопроницаемой) приповерхностной части разреза. Именно она защищает воды от возможного (либо вероятного) поверхностного антропогенного загрязнения. По указанным причинам водоносную зону в месте бурения скважины следует считать защищенной, хотя в других местах она может быть и незащищенной. Напорные воды (защищенные) вскрыты и в наблюдательной скважине 3м, расположенной в 200 м восточнее водозаборной скважины (Рисунок 5).

Связь вод водоносной зоны с поверхностными водами р. Караульной полностью отсутствует (абсолютная отметка залегания вод в скважине 300 м, урез воды в р. Караульной южнее скважины 279,3 м).

Согласно геоэкологическим исследованиям, проведенным ГПП "Красноярскгидрогеология" на площади листов N-46,47, подземные воды эксплуатируемого водоносного горизонта относятся к категории относительно защищенных [18].

Водозаборными скважинами №№1, 2 ст. Менино эксплуатируются подземные воды водоносной ордовикской зоны (О). Водовмещающие породы представлены порфиритами. Эффективная мощность водоносного горизонта 45 м.

Основными источниками пополнения эксплуатационных запасов подземных вод являются атмосферные осадки. Движение подземных вод регулируется рельефом местности.

Кровлей горизонта служит пачка глин, плотная, вязкая, мощностью до 33 м, перекрытые гравийно-галечниками четвертичных отложений, мощностью 2,0 м. Воды эксплуатируемого водоносного горизонта напорные, величина напора составляет 31 м.

Прямая гидравлическая связь напорных вод продуктивного горизонта с вышележащими грунтовыми водами четвертичных отложений и поверхностными водами отсутствует, поэтому подземные воды эксплуатируемого горизонта относятся к категории защищенных.

Таким образом, эксплуатируемый водоносный горизонт на исследуемой территории имеет благоприятные условия, являясь защищенным от поверхностного антропогенного загрязнения.

#### 4 МЕТОДИКА ВЫПОЛНЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ

Сбор фондовых материалов производился в Красноярском филиале ФБУ «ТФИ по Сибирскому федеральному округу, НП «Экологический центр рационального освоения природных ресурсов», а также в Территориальном центре ГМСН.

Условия формирования геохимического состава подземных вод охарактеризованы по результатам фондовых материалов, геоэкологических исследований и гидрогеологических обследований водозаборов.

Проведен анализ и систематизированы данные результатов химических анализов подземных вод эксплуатируемого водоносного комплекса в различные промежутки времени.

Массив данных химических анализов опробования подземных вод анализировался на изменение геохимического состава подземных вод во времени. Массив данных показателей по радону анализировался по изменению во времени и по сезонам года.

Методика исследований базируется на нормативных документах, методических указаниях и требованиях, разработанных ведущими научно-производственными центрами и институтами [19,20,21,22,23]. Оценка геохимического состояния подземных вод выполнялась методом сравнения концентрации элементов в водных пробах с СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания» [7]. Перечень проанализированных показателей качества подземных вод учитывает основные положения ГОСТ 2761-84 «Источники централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения. Гигиенические, технические требования и правила выбора».

Геохимические критерии, используемые при оценке загрязнения подземных вод: коэффициент концентрации – это показатель кратности превышения содержания химических элементов в точке опробования ( $C_i$ ) над его нормативным содержанием (ПДК):

$$K_{\text{ПДК}} = \frac{C_i}{\text{ПДК}}$$

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

$C_i$  – концентрации элементов в подземных водах;

ПДК – предельно допустимые показатели, согласно СанПиН 1.2.3685-21.

Экологическое состояние подземных вод территории оценивается по уровню их загрязнения.

По данным из отчета [11] сделана характеристика оценки экологического состояния геологической среды в соответствии с критериями, приведенными в материалах по разработке легенды для геолого-экологических карт масштаба 1:200 000 (ВСЕГИНГЕО, 1998). Для оценки состояния компонентов геологической среды используются интегральные показатели и балльные оценки природных и техногенных факторов (Таблица 1, 2).

Таблица 1 - Критерии оценки экологического состояния подземных и поверхностных вод

Экологическое состояние	Баллы
Благоприятное	1,0-2,0
Условно благоприятное	2,1-4,4
Неблагоприятное	4,5-6,8
Весьма неблагоприятное	>6,9

Таблица 2 – Интегральные критерии оценки экологического состояния геологической среды

Экологическое состояние	Интегральная оценка
Благоприятное	1,0-2,0
Условно благоприятное	2,1-4,4
Неблагоприятное	4,5-6,8
Весьма неблагоприятное	>6,9

Результаты оценки экологического состояния геологической среды отражены на одноименной карте масштаба 1:100 000.

Основные показатели экологического состояния геологической среды показаны на карте цветом от зеленого до красного с использованием

«принципа светофора». В подземных водах водоносной ордовикской зоны в пределах исследуемой территории наблюдается повышенные значения  $\alpha$ -радиоактивности.

Согласно СанПиН 2.6.1.2800-10 "Гигиенические требования по ограничению облучения населения за счёт природных источников ионизирующего излучения" в случае превышения удельной суммарной  $\alpha$ -радиоактивности проводится расширенный анализ содержания радионуклидов в воде (Рисунок 8).

Если при совместном присутствии в воде нескольких природных и техногенных радионуклидов выполняется условие (1), то мероприятия по снижению радиоактивности питьевой воды не являются обязательными.

$$\sum_i^N \frac{A_i}{УВ_i} \leq 1 \quad (1)$$

Где  $A_i$  – удельная активность  $i$ -го радионуклида в воде, Бк/кг;

$УВ_i$  – соответствующие уровни вмешательства,

$N$  - общее число определяемых радионуклидов в воде.

Приоритетный перечень определяемых при этом радионуклидов в воде устанавливается методическими документами в соответствии с санитарным законодательством. Приоритетный перечень определяемых радионуклидов в воде включает следующие природные радионуклиды:  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{228}\text{Ra}$ ,  $\text{U}^{238}$ ,  $\text{U}^{234}$ ,  $^{210}\text{Po}$ ,  $^{210}\text{Pb}$ ,  $^{232}\text{Th}$ ,  $^{222}\text{Rn}$  (обязательно для воды из подземных источников).

Если условие (1) не выполняется, но выполняется условие (2):

$$1 < \sum_i^N \frac{A_i}{УВ_i} \leq 10, \quad (2)$$

то вода с такой удельной активностью пригодна для питья по показателям радиационной безопасности. При этом должен устанавливаться обязательный производственный контроль за содержанием основных радионуклидов в воде.

Определение содержания радионуклидов в подземных водах

показало, что основным радиообразующим элементом в подземных водах ордовикского ВК является радон.

Мной было проведено исследование зависимости интенсивности содержания радона от водоотбора водозабором и от сезонов года за 10 летний период.

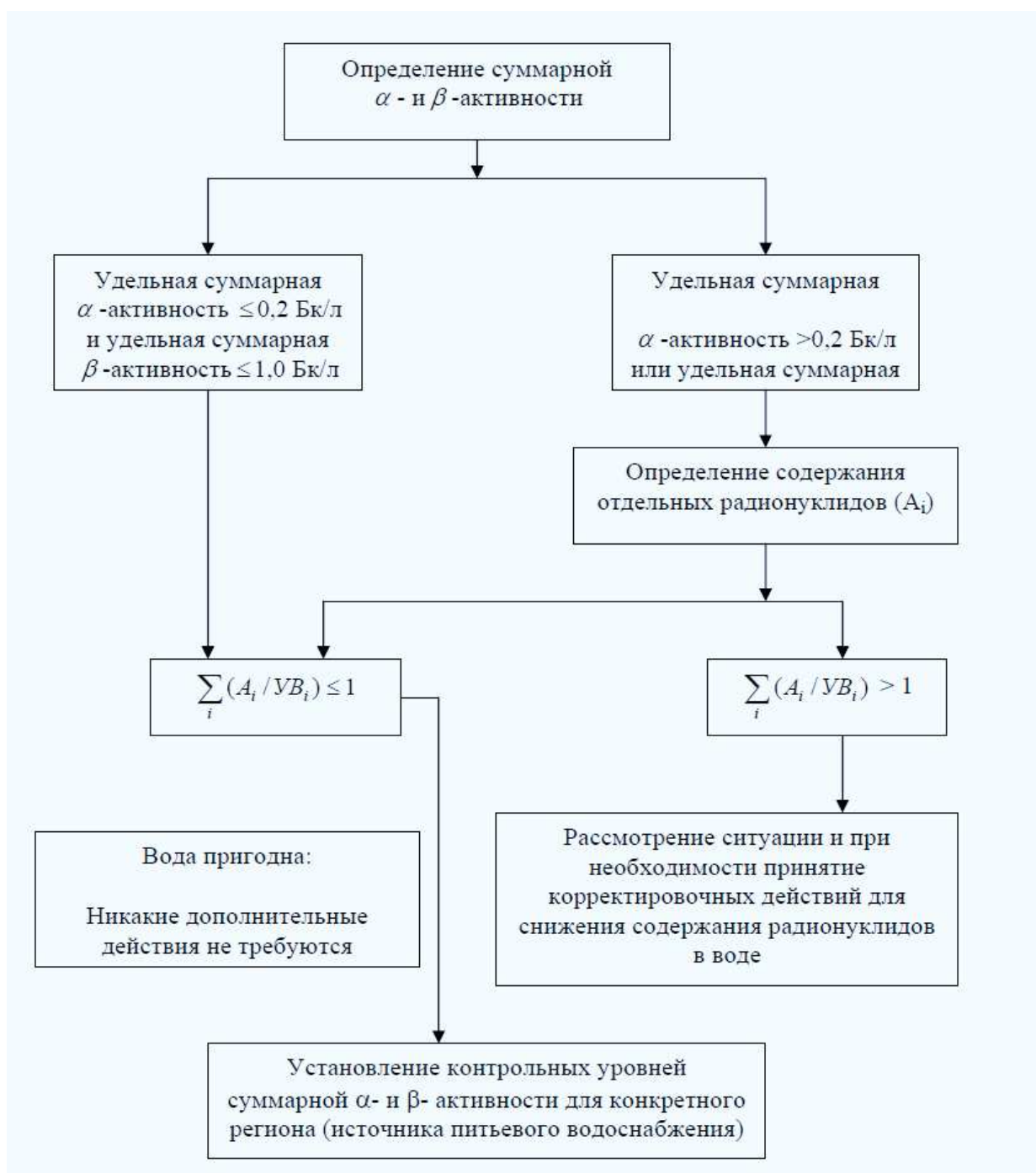


Рисунок 8 - Схема радиационного контроля и санитарно-эпидемиологической оценки пригодности воды для питьевых целей по показателям радиационной безопасности

## 6 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

В настоящее время перспективность научного исследования определяется не столько масштабом открытия, оценить которое на первых этапах жизненного цикла высокотехнологического и ресурсоэффективного продукта бывает достаточно трудно, сколько коммерческой ценностью разработки. Оценка коммерческой ценности разработки является необходимым условием при поиске источников финансирования для проведения научного исследования и коммерциализации его результатов.

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

Данная работа посвящена оценке качества подземных вод водоносной ордовикской зоны для геоэкологической оценки источников водоснабжения п. Минино. Целью работы является характеристика качества

подземных вод эксплуатируемого водоносного горизонта населенного пункта по данным объектного и государственного мониторинга. А также разработка рекомендаций и мероприятий по улучшению условий эксплуатации подземных вод.

Область применения лежит в сфере недропользования: добыча и эксплуатация подземных вод. Таким образом, потребителем исследования могут быть:

- недропользователи - юридические лица ведущие свою деятельность в сфере эксплуатации подземных вод в целях недропользования, 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 геоэкологической оценке объектов водоснабжения осуществляется по следующим критериям: вид заказчика и вид услуги. Результаты сегментирования представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Карта сегментирования рынка услуг по геоэкологической оценке объектов водоснабжения.

		Услуга (продукт)		
		Решение стационарных задач	Прогнозирование изменения качества подземных вод	Рекомендации по улучшению условий эксплуатации подземных вод
Заказчики	Недропользователи			
	Физические лица			
	Обслуживающие организации			

Из таблицы видно, что основным сегментом рынка является прогнозирование изменения качества подземных вод и рекомендации по улучшению условий эксплуатации с целью решения поставленных задач различного спектра.

### 6.1.2 Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

Детальный анализ конкурирующих разработок, существующих на рынке, необходимо проводить систематически, поскольку рынки пребывают в постоянном движении. Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения позволяет провести оценку сравнительной эффективности научной разработки и был проведен с помощью оценочной карты, приведенной в таблице 5.

Данное исследование проводится с помощью программного обеспечения ArcGIS, однако это не единственный пакет программ, позволяющий реализовать поставленные цели и задачи. Основным конкурентом в части моделирования распространения загрязняющих элементов является ПО MODFLOW (конкурент-аналог 1).

ПО ArcGIS отличается от конкурентного ПО MODFLOW более разнообразным интерфейсом программы и рядом решаемых задач относительно картографии, моделирования и управления данными. Более продвинутым средством для создания концептуальных и численных гидродинамических моделей, однако является MODFLOW. Но также это увеличивает и саму сложность программного обеспечения для обучения работы на нем.

Критерии оценки ресурсоэффективности и ресурсосбережения, приведенные в табл. 1.2. Они 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, затраты на производство, простота и скорость получения результатов (таблица 5).

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

Таблица 5 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок)

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы		Конкурентно-способность	
		Б <sub>ф</sub>	Б <sub>к1</sub>	К <sub>ф1</sub>	К <sub>к1</sub>
1	2	3	4	5	6
Технические критерии оценки ресурсоэффективности					
Удобство в эксплуатации	0,2	5	5	1	1
Надежность	0,15	5	4	0,75	0,6
Безопасность	0,15	5	4	0,75	0,6
Простота эксплуатации	0,2	4	2	0,8	0,4
Экономические критерии оценки ресурсоэффективности					
Конкурентоспособность продукта	0,1	5	5	0,5	0,5
Предполагаемый срок эксплуатации	0,1	5	4	0,5	0,4
Цена разработки	0,1	5	3	0,5	0,3
<b>Итого</b>	<b>1</b>	<b>33</b>	<b>27</b>	<b>4,80</b>	<b>3,80</b>

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:  $K = \sum V_i \cdot B_i$

где K – конкурентноспособность научной разработки или конкурента;

$V_i$  – вес показателя (в долях единицы);

$B_i$  – балл i-го показателя.

Таким образом, конкурентноспособность рассматриваемых продуктов составляет:

$$K_f = 1 + 0,75 + 0,75 + 0,8 + 0,5 + 0,5 + 0,5 = 4,80$$

$$K_{k1} = 1 + 0,6 + 0,6 + 0,4 + 0,5 + 0,4 + 0,3 = 3,8$$

Анализ технических решений показал, что программный комплекс ArcGIS обладает рядом преимуществ среди конкурентов и подходит к дальнейшему использованию.

### 6.1.3 SWOT - анализ

SWOT – представляет собой комплексный анализ научно-исследовательского проекта, применяется для исследования внешней и внутренней среды проекта. Анализ проводится в 3 этапа.

Результаты первого этапа SWOT-анализа представлены в таблице 6.

Таблица 6 – Матрица SWOT-анализа

	<b>Сильные стороны научно-исследовательского проекта</b>	<b>Слабые стороны научно-исследовательского проекта</b>
	С1. Материал готов для дальнейшего использования исследовательских институтов, деятельность которых связана с недропользованием	Сл1. Необходим поиск заинтересованного лица в виде заказчика
	С2. Полная информационная наполненность картографического и текстового материала	Сл2. Снижение достоверности результатов за счет вероятности временного изменения данных
	С3. Использовано надежное программное обеспечение	Сл3. Необходимость приобретения программного обеспечения
	С4. Удобная и доступная подача информации	Сл4. Необходимость актуализации информации со временем
<b>Возможности:</b>	Активное вовлечение недропользователей и заинтересованных лиц в продвижении проекта	Проведение мониторинга потребителей и анализ конкурентных предложений, маркетинговая политика, привлечение дополнительных ресурсов для актуализации информации
В1. Появление спроса со стороны недропользователей и проектных институтов		
В2. Сокращение сроков проектирования		
В3. Благоприятная ситуация на рынке схожих предложений		
В4. Заинтересованность в дальнейшем развитии и актуализации темы		
<b>Угрозы:</b>	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
У1. Введение дополнительных государственных требований к определенным видам деятельности		
У2. Повышение стоимости используемого программного обеспечения		
У3. Снижение стоимости в связи с усилением конкуренции в перспективе		
У4. Увеличение налоговой нагрузки и отчислений в фонды		

После того как сформулированы четыре области SWOT переходим к реализации второго этапа. Второй этап 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. Возможно использование этой матрицы в качестве одной из основ для оценки вариантов стратегического выбора. Каждый фактор помечается либо знаком «+» (означает сильное соответствие сильных сторон возможностям), либо знаком «-» (что означает слабое соответствие); «0» – если есть сомнения в том, что поставить «+» или «-». Результаты построения интерактивной матрицы проекта представлен в таблице 7.

Таблица 7 – Интерактивная матрица проекта

Сильные стороны проекта					
Возможности проекта		C1	C2	C3	C4
	B1	+	+	+	+
	B2	+	+	+	+
	B3	+	+	+	+
	B4	-	-	-	0
Угрозы проекта	У1	-	-	-	-
	У2	-	-	-	-
	У3	-	+	+	+
	У4	-	+	-	-
Слабые стороны проекта					
Возможности проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4
	B1	+	-	+	+
	B2	0	+	+	+
	B3	+	0	+	+
	B4	-	-	+	+
Угрозы проекта	У1	+	0	+	+
	У2	-	-	+	+
	У3	-	+	-	+
	У4	+	0	+	+

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

- сильные стороны и возможности: B1C1C2C3C4; B2C1C2C3C4; B3C1C2C3C4.

- слабые стороны и возможности: B1C1C3C4; B2C2C3C4; B3C1C3C4, B4C3C4.

- сильные стороны и угрозы: У3С2С3С4, У4С2.
- слабые стороны и угрозы: У1С1С3С4; У2С3С4; У3С2С4, У4С1С3С4.

#### 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). Оценка степени готовности представлена в таблице 8.

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

$$B_{\text{сум}} = \sum B_i ,$$

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

$B_i$  – балл по  $i$ -му показателю.

Таблица 8 – Оценка степени готовности проекта к коммерциализации

Наименование	Степень проработанности научного проекта	Уровень имеющихся знаний у разработчика
Определен имеющийся научно-технический задел	4	3
Определены перспективные направления коммерциализации научно-технического задела	4	4
Определены отрасли и технологии (товары, услуги) для предложения на рынке	4	5
Определена товарная форма научно-технического задела для представления на рынок	4	4
Определены авторы и осуществлена охрана их прав	3	3
Проведена оценка стоимости интеллектуальной собственности	2	2
Проведены маркетинговые исследования рынков сбыта	2	2
Разработан бизнес-план коммерциализации научной разработки	2	3
Определены пути продвижения научной разработки на рынок	2	3
Разработана стратегия (форма) реализации научной разработки	2	2

Проработаны вопросы международного сотрудничества и выхода на зарубежный рынок	1	1
Проработаны вопросы использования услуг инфраструктуры поддержки, получения льгот	1	1
Проработаны вопросы финансирования коммерциализации научной разработки	2	2
Имеется команда для коммерциализации научной разработки	2	2
Проработан механизм реализации научного проекта	2	3
Итого баллов	37	42

В результате можно сделать вывод, что перспективность разработки научного проекта и уровень имеющихся знаний у разработчика находятся на одном уровне и имеют среднюю перспективность.

#### 6.1.5 Методы коммерциализации результатов научно-технического исследования

В данной работе идет разработка проекта геоэкологических условий источников водоснабжения путем изучения гидрогеологических и гидрогеохимических условий территории, конечный продукт будет заключаться в инженерно-гидрогеологическом решении для населенного пункта.

В качестве метода коммерциализации выбирается инжиниринг, в связи с тем, что 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, усовершенствованием имеющихся производственных процессов вплоть до внедрения изделия в производство и даже сбыта продукции.

## 6.2 Инициация проекта

### 6.2.1 Цели и задачи исследования

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.

Информация о заинтересованных сторонах проекта, которые активно участвуют в проект или интересы которых могут быть затронуты в результате завершения проекта, представлены в таблице 9.

Таблица 9 - Заинтересованные стороны проекта

Заинтересованные стороны проекта	Ожидания заинтересованных сторон
НИ ТПУ	Удовлетворение потребностей страны в высококвалифицированных специалистов
Разработчик проекта (магистрант)	Разработка методики изучения гидрогеологических условий объекта с целью получению рекомендаций по организации водоснабжения населенного пункта
Недропользователь	Организация водоснабжения населенного пункта

В таблице 10 показаны цели проекта и критерии достижения целей.

Таблица 10 - Цели и результаты проекта

Цели проекта:	Изучение гидрогеологических условий и оценка качества подземных вод п. Минино
Ожидаемые результаты проекта	Результаты обработки данных по гидрогеохимическим и гидрогеологическим условиям, картографические материалы
Критерии приемки результата проекта:	Построение цифровой модели участка исследования Построение геологической карты Построение гидрогеологической карты
Требования к результату проекта	Требование:
	Показать особенности формирования химического состава подземных вод Показать изменение химического состава подземных вод в течение периода наблюдений

## 6.2.2 Структура работ в рамках научного исследования

### Организационная структура проекта

Данный проект представлен в виде проектной организационной структуры. Проектная организационная структура проекта представлена на рисунке 14.

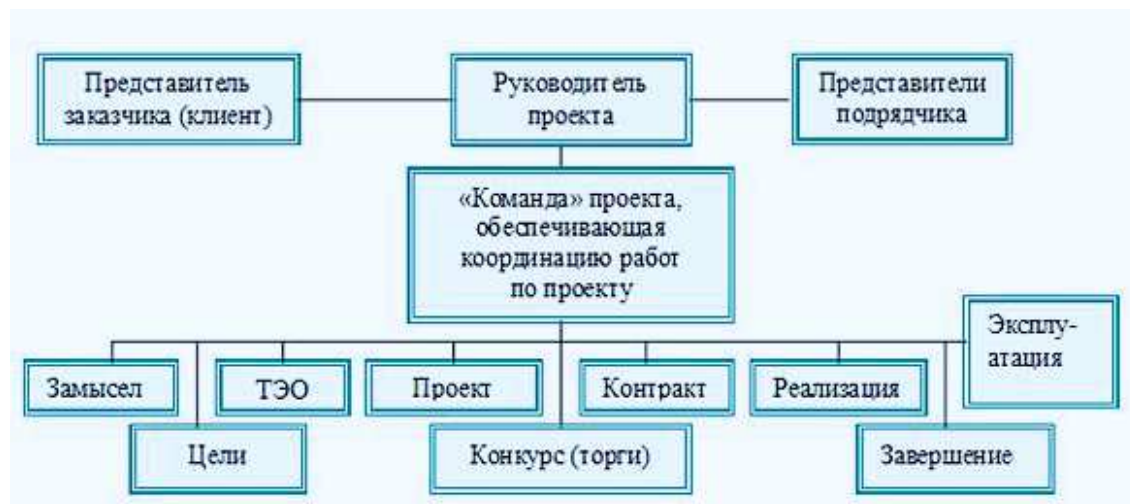


Рисунок 14 – Проектная структура проекта

В таблице 11 представлена организационная структура проекта (роль каждого участника, их функции, трудозатраты).

Таблица 11 – Рабочая группа проекта

ФИО, основное место работы, должность	Роль в проекте	Функции	Трудозатраты, час.
Дутова Екатерина Матвеевна, ТПУ, ОГ, профессор, д.г.-м.н.	Научный руководитель	Консультирование по выполнению разделов ВКР, координация деятельности, определение задач, контроль выполнения.	600
Яворовская Инга Владимировна, ТПУ, ИШПР, магистрант	Исполнитель по проекту (магистрант)	Анализ литературных данных, анализ гидрогеохимических, гидрогеологических и геоэкологических условий п. Минино	1600
Итого			2200

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;

- 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 12).

Таблица 12 – Ограничения проекта

<b>Фактор</b>	<b>Ограничения</b>
Бюджет проекта	658 627,20 рублей
Источник финансирования	НИТПУ
Сроки проекта	15.02.2022-31.05.2022
Дата утверждения плана управления проектом	15.02.2022
Дата завершения проекта	31.05.2022

### 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. На рисунке 15 представлен шаблон иерархической структуры.

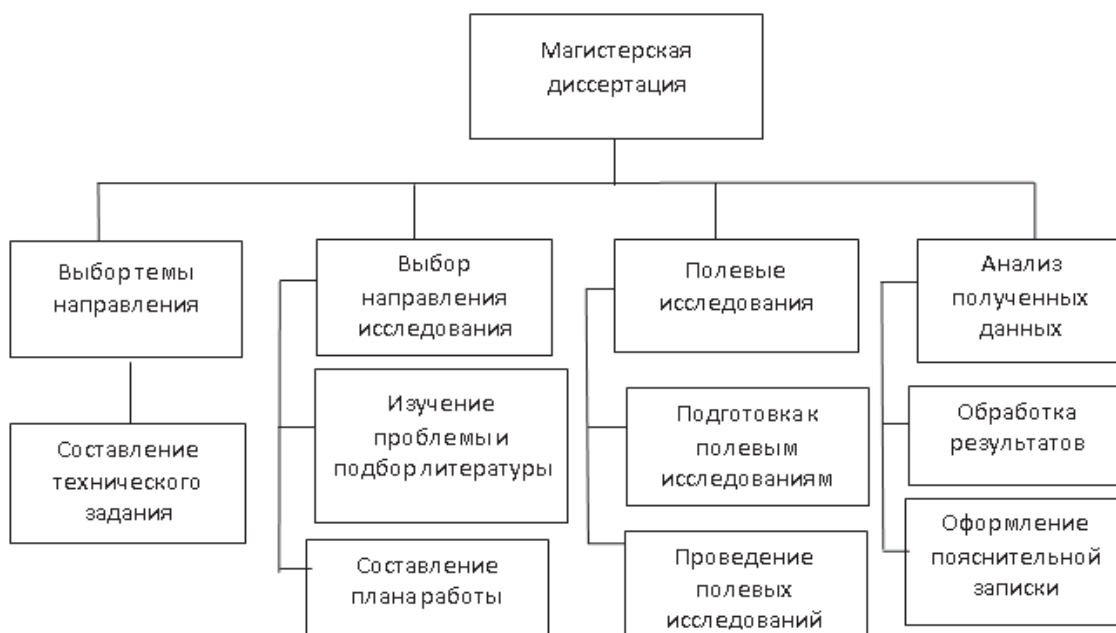


Рисунок 15 – Иерархическая структура по магистерской диссертации

### 6.3.2 План проекта

Диаграмма Ганта – горизонтальный ленточный график, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ.

На основе предыдущей таблицы составляется диаграмма (рисунок 16), в основу которой ложатся этапы проведения исследования и длительность работ в календарных днях.

Вид работы	Исполнители	Тк, кал. дней	Продолжительность выполнения работ												
			февраль		март			апрель			май				
			2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3		
Составление и утверждение темы ВКР	Магистрант и научный руководитель	1													
Анализ актуальности темы	Магистрант и научный руководитель	2													
Постановка задач	Магистрант и научный руководитель	3													
Определение сроков написания ВКР	Магистрант и научный руководитель	4													
Анализ исходных материалов по тематике научного исследования	Магистрант	15													
Написание общей части ВКР	Магистрант	25													
Основная часть ВКР	Магистрант	30													
Анализ полученных результатов	Магистрант и научный руководитель	12													
Утверждение результатов и выводы по работе	Магистрант и научный руководитель	12													

Рисунок 16 – Диаграмма Ганта

## 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.

### 6.4.1 Материальные затраты

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

Таблица 13 – Материальные затраты

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

Для учета затрат на приобретение всех видов материалов, комплектующих изделий и полуфабрикатов, производится расчет стоимости материальных затрат по действующим прейскурантам или договорным ценам. Результаты представлены в таблице 14.

Таблица 14 – Сырье, материалы и комплектующие изделия

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за единицу, руб.	Сумма, руб.
Персональный компьютер Acer Aspire 5	шт	1	49000,00	49000,00
Бумага для принтера (формат A4, пачка)	формат A4, пачка	1	250,00	250,00
Краска для принтерных картриджей	шт	1	1000,00	1000,00
Ручка шариковая	шт	2	50,00	100,00
Карандаш чертежный	шт	3	50,00	150,00
Блокнот для записок	шт	2	150,00	300,00
Всего за материалы				50800,00
Транспортно-заготовительные расходы (5%)				2540,00
<b>Итого</b>				<b>53340,00</b>

### *Специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ*

Далее описаны все затраты, связанные с приобретением специального оборудования, необходимого для проведения работ по

конкретной теме и занесены в таблицу 15.

Таблица 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
<b>ИТОГО</b>				250 000,00

#### 6.4.2 Основная заработная плата

В настоящий раздел 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.

$$C_{зп} = Z_{осн} + Z_{доп},$$

где  $Z_{осн}$  – основная заработная плата,  $Z_{доп}$  – дополнительная заработная плата.

Основная заработная плата ( $Z_{осн}$ ) руководителя (лаборанта, инженера) рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{осн} = Z_{дн} * T_{раб}, \text{ где } Z_{осн} \text{ – основная заработная плата, руб;}$$

$T_{раб}$  - продолжительность работ, выполняемых научно-техническим сотрудником, раб.дн;

$Z_{дн}$ - среднедневная заработная плата работника, руб. Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_{\text{м}} * M}{F_{\text{д}}},$$

Где  $Z_{\text{м}}$  - месячный должностной оклад работника, руб.;  $M$  – количество месяцев работы без отпуска в течение года: 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.

Таблица 16 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Инженер
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней		
– выходные дни	52	52
– праздничные дни	14	14
Потери рабочего времени		
– отпуск	48	48
– невыходы по болезни		
Действительный годовой фонд рабочего времени	251	251

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_{\text{м}} = Z_{\text{б}} * (k_{\text{пр}} + k_{\text{д}}) * k_{\text{р}}$$

где  $Z_{\text{б}}$  – базовый оклад, руб.;  $k_{\text{пр}}$  – премиальный коэффициент, (определяется Положением об оплате труда);  $k_{\text{д}}$  – коэффициент доплат и надбавок (в НИИ и на промышленных предприятиях – за расширение сфер обслуживания, за профессиональное мастерство, за вредные условия: определяется Положением об оплате труда);  $k_{\text{р}}$  – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска). Таким образом, основная заработная плата для:

Руководителя:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{38000 * 10,4}{251} = 1574,502 \text{ руб}$$

$$Z_{\text{осн}} = 1574,502 * 44 = 69278,09 \text{ руб}$$

Инженера:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{17000 * 10,4}{251} = 704,3 \text{ руб}$$

$$Z_{\text{осн}} = 704,3 * 120 = 84525,89 \text{ руб}$$

Таблица 17 – расчет основной заработной платы

Исполнители	Зб, руб	к <sub>пр</sub>	к <sub>д</sub>	к <sub>р</sub>	Ф <sub>д</sub> , раб.дн.	З <sub>м</sub>	З <sub>дн</sub>	Т <sub>р</sub> , раб.дн.	З <sub>осн</sub> , руб.
Руководитель	29230,77	-	-	1,3	251	38000	1574,5	44	69278,09
Инженер	13076,92	-	-	1,3	251	17000	704,3	120	84525,89

#### 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. (в среднем – 12 % от суммы основной заработной платы).

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

- Руководитель  $69278,09 \cdot 0,1 = 6927,81$  руб.

- Инженер:  $84525,89 \cdot 0,1 = 8452,58$  руб.

В таблице 18 приведена форма расчета основной и дополнительной заработной платы.

Таблица 18 – Заработная плата исполнителей НТИ, руб

Заработная плата	Руководитель	Инженер
Основная зарплата	69278,09	84525,89
Дополнительная зарплата	6927,81	8452,58
Зарплата исполнителя	76205,90	92978,49
Итого по разделу Сзп	169184,39	

#### 6.4.4 Отчисления на социальные нужды

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из формулы:

$$З_{внеб} = k_{внеб} \cdot (З_{осн} + З_{доп}),$$

где  $k_{внеб}$  – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.).

Раздел включает в себя отчисления во внебюджетные фонды.

Отчисления на социальные нужды 30 % приведены в таблице 19 и составили 50755,32 руб.

Таблица 19 – Отчисления во внебюджетные фонды

<b>Исполнитель</b>	<b>Основная заработная плата, руб.</b>	<b>Дополнительная заработная плата, руб.</b>
Руководитель проекта	69 278,09	6 927,81
Инженер	84 525,89	8 452,58
Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	30%	
<b>Сумма отчислений</b>	<b>50 755,32руб</b>	

#### 6.4.5 Накладные расходы

В накладные расходы включаются затраты на управление и хозяйственное обслуживание, которые могут быть отнесены непосредственно на конкретную тему. В расчетах эти расходы принимаются в размере 70 – 90 % от суммы основной заработной платы научного персонала данной научно–технической организации. Накладные расходы составляют 80–100 % от суммы основной и дополнительной заработной платы, работников, непосредственно участвующих в выполнении исследования. Расчет накладных расходов ведется по следующей формуле:

$$C_{\text{накл}} = 0,8 * 169\,184,39 = 135\,347,5 \text{ руб.}$$

Накладные расходы составили 135 347,5 руб.

#### 6.4.6 Формирование бюджета затрат научно- исследовательского проекта

Рассчитанная величина затрат научно-исследовательской работы является основой для формирования бюджета затрат проекта, который при формировании договора с заказчиком защищается научной организацией в качестве нижнего предела затрат на разработку научно-технической продукции.

Таблица 20 – Общие затраты по статьям

Затраты по статьям, руб.					
Сырье, материалы	Специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ	Основная и дополнительная заработная плата	Накладные расходы	Отчисления на социальные нужды	Итого плановая себестоимость
53 340,00	250 000,00	169 184,00	135 347,50	50 755,3	<b>658 627,20</b>
74 676,00	350 000,00	236 858,10	189 486,50	71 057,45	922 078,1

#### 6.4.7 План управления коммуникациями проекта

План управления коммуникациями отражающий требования к коммуникациям со стороны участников проекта представлен в таблице 21.

Таблица 21 – План управления коммуникациями

№ п/п	Какая информация передается	Кто передает информацию	Кому передается информация	Когда передает информацию
1	Статус проекта	Руководитель проекта	Представителю заказчика	Ежеквартально (первая декада квартала)
2	Информация о текущем состоянии проекта	Участники проекта	Исполнителю проекта	Еженедельно (пятница)
3	Еженедельный отчет и информация о проведенных внештатных работах	Исполнитель проекта	Руководителю проекта	Не позже дня контрольного события по плану производства

#### 6.4.8 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 (таблица 22).

Таблица 22– Реестр рисков

№	Риск	Потенциальное воздействие	Вероятность наступления (1-5)	Влияние риска (1-5)	Уровень риска	Способы смягчения	Условия наступления
1	Выход из строя исследовательского оборудования	Задержка в выполнении и плана	2	3	средний	Соблюдать правила эксплуатации и прибора	Человеческий фактор, износ заменяемых частей, заводской брак

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

### 6.5.1 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).

### 6.5.2 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:

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

где,  $ЧДП_{оп\ t}$  – 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 23. При расчете рентабельность проекта составляла 10 %, норма амортизации- 10 %.

Таблица 23 – Расчет чистой текущей стоимости по проекту в целом

№	Наименование показателей	Шаг расчета				
		0	1	2	3	4
1	Выручка от реализации, руб.	0	724489,9	724489,9	724489,9	724489,9
2	Итого приток, руб.	0	724489,9	724489,9	724489,9	724489,9
3	Инвестиционные издержки, руб.	-658627,2	0	0	0	0
4	Операционные затраты, руб.	0	230519,5	230519,5	230519,5	230519,5
5	Налогооблагаемая прибыль, руб.	0	493970,4	493970,4	493970,4	493970,4
6	Налоги 20 %, руб.	0	98794	98794	98794	98794
7	Итого отток, руб.	-658627,2	329313,6	329313,6	329313,6	329313,6
8	Чистая прибыль, руб.	0	395176,33	395176,33	395176,33	395176,33
9	Чистый денежный поток (ЧДП), руб.	-658627,2	461072,9	461072,9	461072,9	461072,9
10	Коэффициент дисконтирования (КД)	1	0,909	0,826	0,751	0,683
11	Чистый дисконтированный денежный поток (ЧДД), руб.	-658627,2	419115,3	380846,2	346265,7	314912,8
12	$\sum ЧДД$ , руб		1461140,02			
13	Итого NPV, руб.		802512,8			

Коэффициент дисконтирования рассчитан по формуле:

$$КД = \frac{1}{(1 + i)^t}$$

Где  $i$  - ставка дисконтирования, 10%

$t$  – шаг расчета.

Таким образом, чистая текущая стоимость по проекту в целом составляет 802512,8 рублей, что позволяет судить об его эффективности.

### 6.5.3 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:

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

где ЧДП – чистый денежный поток, млн.руб.;

$I_0$  – начальный инвестиционный капитал, млн.руб.

Таким образом  $PI$  для данного проекта составляет:

$$PI = \frac{1461140,02}{658627,21} = 2,2$$

Так как  $PI=2,2>1$ , следовательно, проект эффективен.

### 6.5.4 Внутренняя ставка доходности (IRR)

Значение ставки, при которой NPV 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  $NPV=0$ . 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.

$$\sum_{t=1}^n \frac{\text{ЧДП}_{\text{оп } t}}{(1 + IRR)^t} = \sum_{t=0}^n \frac{I_t}{(1 + IRR)^t}$$

Между чистой текущей стоимостью (NPV) и ставкой дисконтирования ( $i$ ) существует обратная зависимость. Эта зависимость представлена в таблице 24 и на рисунке 17.

Таблица 24 - Зависимость NPV от ставки дисконтирования

№	Наименование показателя	0	1	2	3	4	Сумма, руб
1	Чистые денежные потоки, руб	-658966	461073	461073	461073	461073	
2	Коэффициент дисконтирования						
	0,1	1	0,909	0,826	0,751	0,683	
	0,2	1	0,833	0,694	0,578	0,482	
	0,3	1	0,769	0,592	0,455	0,35	
	0,4	1	0,714	0,51	0,364	0,26	
	0,5	1	0,667	0,444	0,295	0,198	
	0,6	1	0,625	0,39	0,244	0,153	
	0,7	1	0,588	0,335	0,203	0,112	
	0,8	1	0,556	0,309	0,171	0,095	
	0,9	1	0,526	0,277	0,146	0,077	
	1	1	0,5	0,25	0,125	0,062	
3	Дисконтированный денежный поток, млн. руб.						
	0,1	-658627	491180	446331	405804	369060	1053748
	0,2	-658627	450113	375004	312323	260450	739263
	0,3	-658627	415531	319888	245860	189123	511775
	0,4	-658627	385811	275579	196688	140491	339943
	0,5	-658627	360415	239916	159404	106990	208097
	0,6	-658627	337720	210737	131846	82674	104350
	0,7	-658627	317727	181018	109691	60519	10328
	0,8	-658627	300436	166969	92400	51333	-47489
	0,9	-658627	284225	149677	78891	41607	-104226
	1	-658627	270176	135088	67544	33502	-152318



Рисунок 17 – 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 0,71.

Запас экономической прочности проекта:  $71\% - 20\% = 51\%$ .

#### 6.5.5 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 25 – Дисконтированный срок окупаемости

№	Наименование показателя	Шаг расчета				
		0	1	2	3	4
1	Дисконтированный чистый денежный поток ( $i=0,10$ ), руб.	-658627,2	419115	380846	3462662	314913
2	То же нарастающим итогом, руб.	-658627,2	-239512	141334	487600	802513
3	Дисконтированный срок окупаемости		$PP_{диск} = 1 + (239512/380846) = 1,63$ года			

### 6.5.6 Оценка сравнительной эффективности исследования

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 (таблица 26). 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 определяется как:

$$I_{финр}^{исп.i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{max}}$$

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

$\Phi_{pi}$  – стоимость  $i$ -го варианта исполнения;

$\Phi_{\text{max}}$  – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта (вт.ч. аналоги).

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{658627,21}{922078,1} = 0,71$$

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{922078,1}{922078,1} = 1,00$$

Полученная величина интегрального финансового показателя разработки отражает соответствующее численное увеличение бюджета затрат разработки в размах (значение больше единицы), либо соответствующее численное удешевление стоимости разработки в размах (значение меньше единицы, но больше нуля). Для данного проекта и для аналога данный показатель составил 0,71 и 1 соответственно.

Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта приведена в таблице 26.

Таблица 26 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Объект исследования Критерии	Весовой коэффициент параметра	Текущий проект	Аналог
1. Способствует росту производительности труда	0,15	5	4
2. Удобство в эксплуатации	0,30	5	3
3. Эффективные, применимые в различных сферах результаты	0,05	5	4
5. Энергосбережение	0,10	4	4
5. Надежность	0,25	5	4
6. Материалоемкость	0,15	5	4
Итого	1,00	29	23

В результате расчётов получились следующие интегральные показатели ресурсоэффективности:

$$I_{\text{ТП}} = 0,75 + 1,5 + 0,25 + 0,4 + 1,25 + 0,75 = 4,90$$

$$I_{\text{ан1}} = 0,60 + 0,9 + 0,2 + 0,4 + 1,00 + 0,6 = 3,70$$

Интегральный показатель эффективности проекта  $I_{\text{финр}}^{\text{ТП}}$  и аналога  $I_{\text{финр}}^{\text{а}}$  определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя. Рассчитаем интегральные показатели эффективности вариантов исполнения исследования:

$$I_{\text{финр}}^{\text{ТП}} = \frac{4,90}{0,71} = 6,90$$

$$I_{\text{финр}}^{\text{а1}} = \frac{3,70}{1,00} = 3,70$$

Сравнительная эффективность проекта:

$$\mathcal{E}_{\text{ср1}} = \frac{6,90}{6,90} = 1$$

$$\mathcal{E}_{\text{ср2}} = \frac{3,70}{6,90} = 0,54$$

Результат вычисления сравнительной эффективности проекта и сравнительная эффективность анализа представлены в таблице 27.

Таблица 27– Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Текущий проект	Аналог
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,70	1,00
2	Интегральный ресурсоэффективности показатель разработки	4,90	3,70
3	Интегральный показатель эффективности	6,90	3,70
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1	0,54

## 6.6 Выводы по разделу

В результате исследования были определены затраты на проведение исследования, бюджет составляет 658627,2 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) –802512,8 руб. Таким образом, инвестиционный проект считается выгодным, NPV является положительной. Срок окупаемости проекта (PP) составил 1,63 года. Внутренняя ставка доходности (IRR) – 0,71, что позволяет признать инвестиционный проект экономически оправданным, так как выполнено неравенство  $IRR > i$ . Индекс доходности (PI) – 2,2, что больше единицы, следовательно, данная инвестиция приемлема.

## 7 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

### 7.1 Введение

Целью работы является характеристика качества подземных вод эксплуатируемого водоносного горизонта п. Манино по данным объектного и государственного мониторинга. А также разработка рекомендаций и мероприятий по улучшению условий эксплуатации подземных вод.

Объект исследования – подземные воды водоносной ордовикской зоны, используемые для хозяйственно-питьевого водоснабжения п. Манино. Область применения данной работы лежит в сфере камерального этапа сбора и обработки данных и гидрогеологических и гидрогеохимических условиях района исследований.

Исходными данными для исследования являются данные гидрогеологических, геоэкологических работ, а также ряда работ по ведению мониторинга геологической среды территории. Камеральные работы заключаются в сборе и обработке результатов исследований и реализуются с помощью персонального компьютера.

В данном разделе выпускной квалификационной работы исследованы меры по защите исполнителя камеральных работ от возможного негативного воздействия среды, а также вредные и опасные факторы среды. Также рассмотрены возможные чрезвычайные ситуации и действия, которые исполнитель должен выполнить в случае возникновения чрезвычайной ситуации. Опасными факторами при работе с ПК являются пожары и поражение электрическим током. В разделе об экологической безопасности и безопасности в ЧС рассмотрены правила поведения при возникновении ЧС и устойчивость функционирования объектов в ЧС. Рассмотрена экологическая безопасность подземных вод, как объекта исследования. Воздействие систем водоснабжения могут оказывать влияние на атмосферу, гидросферу и литосферу. Чрезвычайные ситуации могут быть как природные, так и техногенные. Наиболее типичные чрезвычайные ситуации при эксплуатации подземных вод – это их загрязнение.

## 7.2 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Камеральные работы проводятся в офисе при использовании персонального компьютера. Работа в офисе относится ко второй категории тяжести труда – работы выполняются при оптимальных условиях внешней производственной среды и при оптимальной величине физической, умственной и нервно-эмоциональной нагрузки. Основными нормативными документами, регламентирующие работу при использовании ПК являются Трудовой Кодекс Российской Федерации [25], СП 2.2.3670-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к условиям труда» [26], Федеральный закон № 52-ФЗ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» [27].

Согласно статье 212 Трудового кодекса Российской Федерации работодатель имеет ряд обязательств по обеспечению безопасных условий и охраны труда: обеспечение безопасности работников при эксплуатации оборудования; создание и функционирование системы управления охраной труда; соответствие требованиям охраны труда; режим труда и отдыха работников; инструктаж по охране труда, стажировки на рабочем месте; проведение медицинских осмотров. Применительно к условиям данного проекта, режим рабочего времени предусматривает пятидневную рабочую неделю с двумя выходными днями (ст. 100 ТК РФ). Сверхурочная работа оплачивается за первые два часа работы в полуторном размере, за последующие часы в двойном размере (ст. 152 ТК РФ). Работа в выходной или нерабочий праздничный день оплачивается в двойном размере (ст. 153 ТК РФ). Обработка персональных данных осуществляется исключительно в целях содействия работника в трудоустройстве (ст. 86 ТК РФ). Работодатель обязан обеспечить помещение с исправным технологическим оборудованием для выполнения норм выработки (ст. 163 ТК РФ). Выплата заработной платы производится в денежной форме в валюте РФ (рублях).

Установлены требования к организации работ с персональными электронными вычислительными машинами и копировально-

множительной техникой в соответствии с СП 2.2.3670-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к условиям труда» [26]. Площадь на одно постоянное рабочее место пользователей ПК не должна составлять менее 6 м<sup>2</sup>. 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 [28].

Оператор ПК, в свою очередь, имеет ряд обязательств перед работодателем: обязуется проходить все необходимые инструктажи, обучающие семинары, медицинский осмотр, и выполнять требования касательно его безопасности на рабочем месте (ст. № 414-V ТК РФ [25]).

### 7.3 Производственная безопасность

Из всей совокупности производственных факторов для целей безопасности труда по критерию возможности причинения вреда организму работающего человека выделяют неблагоприятные производственные факторы и производственные факторы, не являющиеся неблагоприятными. Неблагоприятные производственные факторы представляют совокупность опасных и вредных факторов. Классификацию вредных и опасных факторов устанавливают согласно ГОСТ 12.0.003-2015 «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация» [29]. При работе с ПК пользователь подвергается воздействию комплекса неблагоприятных факторов. Опасные и вредные факторы при выполнении камеральных работ отражены в таблице.

Таблица 28 - Возможные опасные и вредные факторы

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Этапы работ			Нормативные документы
	сбор материалов	обработка	анализ	
Недостаточная освещенность рабочей зоны	+	+	+	СП 52.13330.2016 «Естественное и искусственное освещение». Актуализированная редакция СНиП 23-05-95 [43]
Отклонения показателей микроклимата	+	+	+	СанПиН 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений» [38]
Превышение уровня шума	+	+	+	ГОСТ 12.1.003-2014 «Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования безопасности» [14]; СН 2.2.4/2.1.8.562-96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки. Санитарные нормы» [39]
Электромагнитные излучения	+	+	+	ГОСТ 12.1.006-84 «Электромагнитные поля радиочастот. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля» [15]
Пожарная опасность	+	+	+	СП 486.1311500.2020 «Требования пожарной безопасности» [42]
Поражение электрическим током	+	+	+	ГОСТ 12.1.038-82. ССБТ. Электробезопасность. Предельно-допустимые значения напряжений прикосновения и токов [16]; ГОСТ Р 12.1.019-2009 ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты; Приказ Минэнерго России от 13.01.2003 г. № 6 Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей [10].

#### 7.4 Анализ вредных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению

##### 7.4.1 Недостаточная освещенность рабочей зоны

Недостаточное освещение может привести к ухудшению зрения, к быстрому утомлению, снижает работоспособность, вызывает дискомфорт, ухудшается концентрация внимания работников. Согласно СП 52.13330.2016, актуализированная редакция СНиП 23-05-95, [30] установлены требования к освещению рабочих мест, оборудованных ПК.

Освещение производственных помещений может осуществляться естественным, искусственным или совмещенным путем. При работе с документами освещение должно осуществляться путем совмещенного использования искусственного и естественного освещения. Естественное освещение осуществляется через окна. Искусственное освещение осуществляется системой общего равномерного освещения. Для общего освещения производственных помещений следует использовать энергоэффективные разрядные источники света. Общее освещение выполняется в виде сплошных или прерывистых линий светильников, расположенных сбоку от рабочего места, параллельно линии пользователя. Нормируемые показатели естественного, искусственного и совмещенного освещения в соответствии с СП 52.13330.2016, актуализированная редакция СНиП 23-05-95 [30].

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

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	400
		всего от общего	200
	при общем освещении		300
	Показатель дискомфорта, М, не более		40
	Коэффициент пульсации, $K_p$ , %, не более		15

Средства защиты: необходимость обеспечения постоянного местного искусственного освещения.

### Расчет искусственного освещения

Помещение, в котором выполняются камеральные работы имеет следующие характеристика: длина 10 м, ширина 6 м, высота 4 м, окрас стен – светлый, потолок – белый.

Характеристики зрительной работы:

- минимальный размер объекта различения = 0,5 мм;
- напряженная зрительная работа выполняется непрерывно (5 часов);

- расстояние, на котором находится объект от глаз рабочего составляет 0,5 м;

- источники света – люминесцентные лампы.

При данных условиях характеристика зрительной работы – «высокая точность»;

разряд работы – «III»;

подразряд – «В».

Для разряда «III в» освещенность, при системе общего искусственного освещения при светлом фоне, составляет  $E_{\text{общ}} = 300$  лк. Для обеспечения требуемой освещенности в помещении применяются светильники с люминесцентной лампой.

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  $Z=1,1$  взят по методическим указаниям по расчету искусственного освещения [31].

Выполним расчет системы общего люминесцентного освещения. Выбираем светильники типа ОД с защитной решеткой,  $\lambda=1,2$  (среднее значение из представленных в таблице). Замерим основные параметры в соответствии с расчетной схемой (рисунок 18).

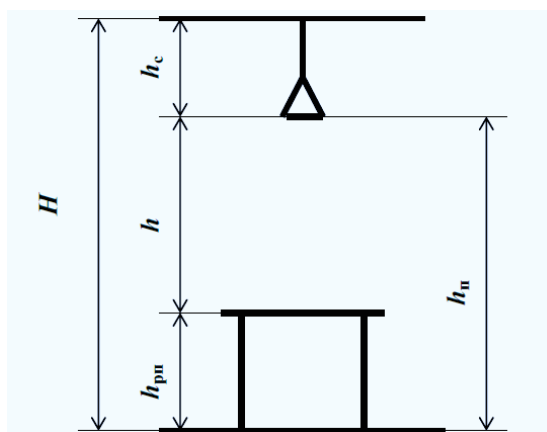


Рисунок 18 - Основные расчетные параметры

Параметр  $h_c = 0,5$  м,

$h = H - h_c - h_{\text{п}} = 4,0 - 0,5 - 0,7 = 2,8$  м;

Расстояние между светильниками:

$$L = 1,2 * 2,8 = 3,36 \text{ м};$$

Расстояние от светильников до стены:

$$L/3 = 1,12 \text{ м}.$$

Определяем количество рядов светильников и количество светильников в ряду (МУ, ТПУ [31]):

$$n_{\text{ряд}} = \frac{(B - \frac{2}{3} * L)}{L} + 1 = \frac{(10 - \frac{2}{3} * 3,36)}{3,36} + 1 \approx 4$$

$$n_{\text{св}} = \frac{(A - \frac{2}{3} * L)}{l_{\text{св}} + 0,5} = \frac{(6 - \frac{2}{3} * 3,36)}{0,5 + 0,5} \approx 4$$

Для данного помещения требуется 4 ряда светильников типа ОД с защитной решеткой мощностью 65 Вт (с длиной 0,5 м) по 4 светильника в каждом ряду. Учитывая, что в каждом светильнике установлено по две лампы, общее число ламп в помещении  $N_{\text{л}} = 32$ .

Индекс помещения:

$$i = S/(h*(A+B)) = 60/(2,8(10+6)) = 1,3$$

По таблице определяем коэффициент использования светового потока:

$$\eta = 0,48.$$

Определяем потребный световой поток ламп в каждом из рядов:

$$\Phi = \frac{E_{\text{н}} * S * K_{\text{з}} * Z}{N_{\text{л}} * \eta} = \frac{300 * 60 * 1,5 * 1,1}{32 * 0,48} = 1934$$

По таблице выбираем ближайшую стандартную лампу – ЛХБ 30 Вт с потоком 1940 лм. Делаем проверку выполнения условия:

$$-10\% \leq \frac{\Phi_{\text{л.станд}} - \Phi_{\text{л.расч}}}{\Phi_{\text{л.станд}}} \leq +20\%$$

Далее подставляем в формулу стандартное и рассчитанное значения:

$$-10\% \leq \frac{1940 - 1934}{1940} \leq +20\%$$

Получаем:  $-10\% \leq 0,3\% \leq +20\%$ . Условие выполнено.

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

Определяем электрическую мощность осветительной установки:

$$P = 32 \cdot 30 = 960 \text{ Вт.}$$

#### 7.4.2 Отклонение показателей микроклимата

Микроклимат производственных и рабочих помещений - климат внутренней среды помещений, который определяется действующими на организм человека сочетаниями температуры, влажности и скорости движения воздуха, а также температуры окружающих поверхностей.

Показатели микроклимата должны обеспечивать сохранение теплового баланса человека с окружающей средой и поддержание оптимального или допустимого теплового состояния организма. Проведение камеральных работ требует учета микроклиматических условий рабочей зоны с учетом избытка тепла, времени года и тяжести выполняемой работы. Допустимые микроклиматические условия установлены на период восьмичасовой рабочей смены по критериям допустимого теплового и функционального состояния человека.

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.

Таблица 30 – Оптимальные и допустимые величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений

Допустимые значения характеристик микроклимата						
Период года	Температура воздуха, °С		Температура поверхностей, t °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с	
	Диапазон ниже оптимальных величин t° <sub>опт</sub>	Диапазон выше оптимальных величин t° <sub>опт</sub>			Если t° < t° <sub>опт</sub>	Если t° > t° <sub>опт</sub>

Теплый	20,0-21,9	24,1-28,0	19,0-29,0	15-75	0,1	0,3
Оптимальные значения характеристик микроклимата						
Холодный	21-23		20-24	60-40	0,1	
Теплый	22-24		21-25	60-40	0,1	

### 7.4.3 Нервно-психические перегрузки

Нервно-психические перегрузки возникают в результате монотонности труда (стереотипные рабочие движения), получения больших объемов информации, обрабатываемые в единицу времени и т.д.

При воздействии негативных факторов на организм человека нервно-психические перегрузки выражаются в психических расстройствах и нервно-соматических нарушениях выражающиеся в повышенном чувстве тревоги, нарушение сна, сужение интересов, ослабление памяти, рост числа ошибок, снижение сосредоточенности, головная боль, боль в поясничном отделе спины и др.

В результате действия психофизиологических факторов у пользователя персональным компьютером могут наблюдаются психические расстройства и нервно-соматические нарушения как нарушение сна, чувство тревоги, сужение интересов, ослабление памяти, рост числа ошибок, снижение сосредоточенности, головная боль, боль в поясничном отделе спины и др.

При первых симптомах психического перенапряжения человеку необходимо:

- дать нервной системе расслабиться,
- начать заниматься спортом,
- ложиться спать в одно и то же время,
- в тяжелых случаях обратиться за медицинской помощью.

Полностью исключить из жизни провоцирующие факторы невозможно, однако можно уменьшить их негативное воздействие, давая необходимый отдых для нервной системы, который регламентируется разделом V ТК РФ [25].

#### 7.4.4 Превышение уровня шума

В соответствии с действующими санитарно-эпидемиологическими нормативами при выполнении камеральных работ в производственных помещениях с использованием ПК уровни шума на рабочих местах не должны превышать предельно допустимых значений, установленных для данных видов работ.

В помещениях источником шума в основном является системный блок персональных компьютеров или кондиционеров.

Работника, который осуществляет камеральную обработку на персональном компьютере сопровождает постоянный шум, уровень которого за восьмичасовую рабочую смену изменяется не более чем на 5 дБа.

СН 2.2.4/2.1.8.562-96 [32] установлены предельные допустимые уровни звукового давления в октавных полосах частот, уровни звука и эквивалентные уровни звука для рассматриваемой трудовой деятельности.

Таблица 31 – Допустимые значения уровней звукового давления в октавных полосах частот и уровня звука, создаваемого на рабочем месте при выполнении камеральных работ

Уровни звукового давления в октавных полосах со среднегеометрическими частотами									Уровни звука в дБа
31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
86	71	61	54	49	45	42	40	38	50

#### 7.4.5 Повышенный уровень электромагнитного излучения

Персональные компьютеры являются источниками широкополосных электромагнитных излучений, которые выражаются в виде мягкого рентгеновского, ультрафиолетового, ближнего инфракрасного, радиочастотного диапазонов и электростатических полей.

Электромагнитные излучения, превышающие допустимые дозы, воздействуя на организм человека, могут явиться причиной многих серьезных заболеваний.

Уровни допустимого облучения определены в ГОСТ 12.1.006-84 [33].

Нормативными параметрами в диапазоне частот 60 кГц-300 мГц являются напряженности эклектического и магнитного полей. В диапазоне низких частот интенсивность излучения не должна превышать 10 В/м по электрической составляющей, а по стандартам MPR II не должна превышать 2,5 В/м по электрической и 0,5 А/м по магнитной составляющей напряженности поля.

Для обеспечения безопасности условий труда при выполнении камеральных работ на персональных компьютерах устанавливается необходимое расстояние до монитора. Монитор должен находиться от пользователя на 60-70 см и 20° ниже уровня глаз. Установлено, что максимальная напряженность электрической составляющей ЭМП достигается на коже дисплея. Для снижения напряженности на поверхности монитора следует удалить пыль с его поверхности сухой хлопчатобумажной тканью.

#### 7.4.6 Опасность возникновения пожаров

Пожары относятся к опасным производственным факторам, которые приводят к травмам, в том числе смертельным. В каждом помещении существует вероятность возникновения пожаров. Обязанность работника соблюдать противопожарную технику безопасности, а также соблюдать правила безопасности во время возникновения пожара.

Требования пожарной безопасности регламентируются следующими нормативными актами:

- СП 486.1311500.2020 «Требования пожарной безопасности» [34];
- Федеральный закон РФ от 21.12.1994 г. № 69-ФЗ [35];
- Технический регламент о требованиях пожарной безопасности от 22.07.2008 г. № 123ФЗ (с изменениями на 30.04.2021 г.) [36].

В соответствии с Федеральным законом от 21.12.1994 N 69-ФЗ [35] о пожарной безопасности, сотрудник, выполняющий камеральные работы на персональном компьютере обязан соблюдать требования противопожарной безопасности, в том числе иметь в помещении первичные средства тушения

пожаров и противопожарный инвентарь. При обнаружении пожаров немедленно уведомлять о них пожарную охрану. До прибытия пожарной охраны необходимо применять усиленные меры по спасению людей и тушению пожара, кроме того, оказывать содействие пожарной охране при тушении пожара.

На рабочем месте необходимо наличие планов эвакуации при пожаре, наличие инструкции о действиях персонала по эвакуации людей при пожаре. При защите помещений с персональными компьютерами и вычислительной техникой следует учитывать специфику взаимодействия огнетушащих веществ с защищаемым оборудованием – такие помещения следует оборудовать огнетушителями. Расстояние от возможного очага пожара до места огнетушителя не должно превышать 20 м.

Общие требования противопожарной безопасности при выполнении камеральных работ в рабочей зоне следующие: наличие средства пожарной сигнализации; наличие усиленной электропроводки; оборудование комнат стендами, табличками, опознавательными знаками и указателями; наличие свободных путей эвакуации сотрудников; утвержденные инструкции работников по действиям в случае возникновения пожара.

#### 7.4.7 Поражение электрическим током

Действие электрического тока на человека носит разносторонний характер. Проходя через живую ткань электрический ток производит термическое, электролитическое, механическое и биологическое действия. Во избежание негативных последствий необходимо соблюдать правила электрической безопасности, которые установлены ГОСТ Р 12.1.019-2009 [37] и правилам технической эксплуатации электроустановок потребителей основные требования безопасности при эксплуатации электрооборудования:

- электрооборудование должно быть заземлено, а помещения, где размещаются рабочие места с персональными компьютерами, должны быть оборудованы защитным заземлением;

- при работе с электрооборудованием не допускать попадания влаги на поверхность электрооборудования, а также касаться электрооборудования влажными руками;

- подключение и отключение разъемов компьютеров и оргтехники должно производиться при отключенном питании;

- удаление пыли с электрооборудования должно производиться в отключенном от электрической цепи состоянии;

- перед использованием электроприборов необходимо проверить надёжность крепления электроразетки, свериться с номиналом используемого напряжения;

- корпуса штепсельных розеток и выключателей не должны содержать трещин, оплавления и других дефектов, способных снизить защитные свойства или нарушить надёжность контакта;

- кабели (шнуры) электропитания не должны содержать повреждений изоляции, сильных изгибов и скручиваний.

## 7.5 Экологическая безопасность

Экологическая безопасность - 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.

Охрана и рациональное использование водных ресурсов представляет многогранную проблему. Системы водоснабжения могут оказывать воздействие на различные компоненты окружающей среды.

Негативное воздействие на атмосферу осуществляют минимальные выбросы выхлопных газов от работающей техники и оборудования, тепловое воздействие.

Для подачи тепла в жилые дома используют воду из водозаборных скважин. При сжигании нефтепродуктов и угля происходят выбросы в атмосферу. Тепловые выбросы воздействуют на атмосферу, меняя микроклимат в районе ее размещения. Таким образом, наблюдается участие

котельных и работающей техники в загрязнении атмосферы продуктами сгорания, твердыми отходами и низкопотенциальным теплом.

В области охраны атмосферного воздуха, согласно СанПиН 2.1.3684-21 [38] необходимо осуществлять следующие мероприятия:

- разрабатывать и осуществлять планы организационно-технических мероприятий, направленных на обеспечение качества атмосферного воздуха, соответствующего санитарным правилам;

- получить санитарно-эпидемиологическое заключение органов государственной санитарно-эпидемиологической службы на технологический процесс и оборудование;

- обеспечить проведение лабораторных исследований загрязнения атмосферного воздуха мест проживания населения в зоне влияния выбросов;

- обеспечить работы по организации санитарно-защитных зон

Гидросфера – представляет собой водную оболочку Земли, включающую суммарную массу воды, найденной на, под и над поверхностью планеты.

Возможно негативное воздействие в виде истощения и загрязнения подземных вод, колебания уровня подземных вод. В результате крупных аварийных разливов нефтепродуктов и дизтоплива вблизи эксплуатационных скважин возможно загрязнение подземных вод. Размещение скважин вблизи жилых домов и производственной зоне также приводит к негативному воздействию на подземные воды. Эксплуатация водозаборных скважин без учета водоотбора может привести к истощению водоносного горизонта, и как следствие дефициту чистой пресной питьевой воды.

Должны соблюдаться требования нормативных актов, регулирующих отношения в области охраны водных ресурсов. Согласно ГОСТ 17.1.3.06-82 [39] при осуществлении хозяйственной деятельности должно быть исключено попадание загрязняющих веществ в подземные воды из

источников их загрязнения. При загрязнении или опасности загрязнения подземных вод объем и способ наблюдений за их режимом или качеством определяется в зависимости от значения и вида их использования, а также с учетом возможных последствий их загрязнения.

Правительством РФ принято постановление от 11.02.2016 г. № 94 Об утверждении правил охраны подземных водных объектов [40]. Охрана подземных водных объектов осуществляется путем проведения мероприятий по предупреждению загрязнения и истощения их запасов, а также ликвидации последствий:

- мероприятия по предотвращению поступления загрязняющих веществ в подземные воды;
- мероприятия по ликвидации последствий загрязнения подземных вод и истощения их запасов;
- наблюдение за химическим, микробиологическим и радиационным состоянием подземных вод;
- наблюдение за уровнем режимом подземных вод;
- определение объемов добычи (извлечения) подземных вод из подземных водных объектов;
- установление режима хозяйственной деятельности, запрещающего работы, загрязняющие подземные воды в границах зон санитарной охраны водозаборов питьевых подземных вод.

Негативное воздействие на Литосферу осуществляет тепловое воздействие трубопроводов.

Наибольшую техногенную нагрузку испытывает приповерхностная часть литосферы, так, в почвенном слое аккумулируются загрязняющие вещества, поступающую в земную поверхность. Механическое тепловое воздействие оказывают трубопроводы, проходящие под землей. Необходимо соблюдение требований нормативных правовых актов, регулирующих отношения в области охраны земельных ресурсов и недр в соответствии с законами.

В соответствии с ГОСТ 17.4.3.04-85 [41] особое внимание следует уделять почвам, прилегающим к предприятиям и объектам промышленности, жилищно-коммунального и сельского хозяйств, которые по характеру своей деятельности могут загрязнять почву посредством выбросов, сбросов, отходов, стоков. Утилизация и захоронение выбросов, сбросов, отходов, стоков и осадков сточных вод необходима с соблюдением мер по предотвращению загрязнения почв.

## 7.6 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Безопасность в чрезвычайных ситуациях выражается в состоянии защищенности населения, объектов экономики и окружающей среды от опасностей в чрезвычайных ситуациях. Различают безопасность по видам (промышленная, радиационная, химическая, сейсмическая, пожарная, биологическая, экологическая), по объектам (население, экономические объекты, окружающая среда) и по происхождению:

- природного характера (истощение запасов подземных вод, природное загрязнение, развитие экзогенных геологических процессов под воздействием подземных вод);

- техногенного характера (антропогенное загрязнение, пожары, взрывы, разливы топлива).

Наиболее типичная чрезвычайная ситуация для объекта исследования является загрязнение подземных вод, используемых для водоснабжения населения. Согласно ГОСТ Р 22.0.07-95 [42] поражающий фактор источника техногенной ЧС является токсическое действие. Параметр поражающего фактора является концентрация опасного химического вещества в подземной питьевой воде, а также плотность химического заражения населенного пункта. Согласно ГОСТ Р 22.3.03-94 [43] обеспечение безопасности людей в ЧС, обусловленных природными стихийными бедствиями и техногенными авариями является общегосударственной задачей, обязательной для решения всеми территориальными, ведомственными и функциональными органами управления и

регулирования, службами и формированиями, а также подсистемами, входящими в Российскую систему предупреждения и действий в чрезвычайных ситуациях.

Устойчивость функционирования объектов в чрезвычайных ситуациях в настоящее время основное направление минимизации вероятности возникновения ЧС и их последствий. При проектировании систем водоснабжения ответственные элементы целесообразно размещать ниже поверхности земли, что повышает устойчивость. Для населенного пункта необходимо иметь два-три источника водоснабжения, а для промышленных магистралей – не менее двух-трех вводов. Следует предусмотреть возможность ремонта систем без их остановки и отключения водоснабжения.

В результате разрушения системы водоснабжения создаются условия для развития болезней и эпидемий. Повышение устойчивости системы водоснабжения водоотведения достигается созданием резервной сети труб, по которым может отводиться загрязненная вода при аварии основной сети.

На объектах создается и поддерживается в постоянной готовности система оповещения о возникновении ЧС. Персонал, обслуживающий объект, должен знать о режиме его работы в случае возникновения ЧС, а также быть обученным выполнению конкретных работ по ликвидации очагов поражения.

Мероприятия по защите населения при возникновении ЧС должны включать в себя: определение необходимого запаса воды для хозяйственно-питьевых нужд в районе возникновения ЧС; оборудование отсутствующих пунктов забора, очистки и раздачи воды в передвижную тару; осуществление подвоза необходимого количества воды автотранспортом населению, предприятиям общественного питания, лечебным организациям; осуществление нормирования водопотребления и повышенного контроля качества воды.

## 7.7 Выводы по разделу

В процессе работы над разделом «Социальная ответственность» изучен обширный массив регламентирующей документации в части охраны труда при выполнении камеральных работ на ПК. В целом, рабочее место удовлетворяет требованиям безопасности. Выполняемая работа не сопряжена с высоким риском травматизма. Освещение на рабочем месте соответствует нормам, уровни шума находятся в допустимых пределах, микроклиматические условия соблюдаются за счет использования систем отопления и кондиционирования, помещение оборудовано согласно требованиям, пожарной и электробезопасности.

Изучены нормативные документы в вопросах экологической безопасности и безопасности в чрезвычайной ситуации. Выявлены предполагаемые источники загрязнения окружающей среды, возникающие в результате эксплуатации объекта исследований. Последовательно рассмотрена степень влияния объекта исследования на атмосферу, гидросферу и литосферу, предложены природоохранные мероприятия по обеспечению экологической безопасности.

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

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Подземные воды участка исследования изучены, общая характеристика водоносных комплексов составлена по фондовым материалам. Наблюдения за химическим составом подземных вод показали устойчивость ионного состава, величины рН, величины жесткости и минерализации. Проанализировано происхождение повышенных и аномальных концентраций радона и показателя  $\alpha$ -радиоактивности по отношению к нормативу для вод питьевого и хозяйственно-бытового назначения [35].

Изучению подлежали подземные вод водоносной ордовикской зоны. Проведенный анализ выявил закономерности изменения концентрации радона в подземных водах водоносной ордовикской зоны исследуемого участка в зависимости от сезона года.

Главными факторами формирования химического состава подземных вод являются климатические условия территории и литологический состав водовмещающих пород.

Для вод вулканогенно-осадочных пород территории характерна наибольшая концентрация радона, обусловленная хорошо развитыми эманационными коллекторами и наибольшей плотностью участков с радиоактивной минерализацией.

Повышенный показатель общей альфа-радиоактивности связан с повышенным содержанием радона-222 в подземной воде, который имеет природное происхождение, связанное с тектоническим строением района.

Геоэкологическое состояние объектов водоснабжения п. Менино в целом оценивается как благоприятное и условно благоприятное по уровням загрязнения. В пределах контура распространения гидрохимической аномалии, выделен участок с неблагоприятным состоянием подземных вод по радиологическим показателям (повышенное содержание радона), которое носит природный характер.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. MacDonald, K. Reducing public exposure to common, harmful well water contaminants through targeted outreach to highly susceptible neighborhoods as a method of increasing the likelihood of testing and treatment of water from private wells / K. MacDonald, M. Tippet. – Text : electronic // Journal of Water and Health. – 2020. – Vol. 18, № 4. – P. 522-532. – DOI: 10.2166/WH.2020.059
2. Przylibski, T. A. Radon groundwater in a radon-prone area: possible uses and problems: an example from SW part of Kłodzko Valley, Sudetes, SW Poland/ T. A. Przylibski, S. Staśko, E. Domin. – Text : electronic // Environmental Geochemistry and Health. – 2022. – DOI: 10.1007/s10653-022-01212-0
3. Kang, J. Efficient radon removal using fluorine-functionalized natural zeolite / J. Kang, B. K. Singh, W. Um. – Text : electronic // Journal of Environmental Radioactivity. – 2021. – Vol. 233. – DOI: 10.1016/j.jenvrad.2021.106607
4. Assessment of groundwater quality and <sup>222</sup>Rn distribution in the Xuzhou region, China / J. Yang, Z. Yu, P. Yi [et al.]. – Text : electronic // Environmental Monitoring and Assessment. – 2018. – Vol. 190, № 9. – DOI: 10.1007/s10661-018-6937-3
5. Przylibski, T. A. Radon: A radioactive therapeutic element / T. A. Przylibski. – Text : electronic // Geological Society Special Publication. – 2018. – Vol. 451, № 1. – P. 209-236. – DOI: 10.1144/SP451.7
6. Groundwater chemistry and radon-222 distribution in Jerba Island, Tunisia/ F. Telahigue, B. Agoubi, F. Souid [et al.]. – Text : electronic // Journal of Environmental Radioactivity. – 2018. – Vol. 182. – P. 74-84. – DOI: 10.1016/j.jenvrad.2017.11.025
7. СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания»
8. Куршанова А.И. Паспорт и гидрогеологические данные по скважине

№ 1 на воду на ст. Манино Восточно-Сибирской ж. д. Новосибирск, 1971, КФ ФБУ «ТФГИ по СФО», инв. № 17745

9. Дадеш М.Л. Паспорт и гидрогеологические данные по скважине № 2 на воду на станции Манино Красноярской ж. д. Новосибирск, 1985, КФ ФБУ «ТФГИ по СФО», инв. № 23733.

10. Николайчук А.Н. Отчет о результатах работ по оценке обеспеченности населения Красноярского края ресурсами подземных вод для хозяйственно-питьевого водоснабжения (2-ой этап). Красноярск: Красноярскгидрогеология, 2000. КФ ФБУ «ТФГИ по СФО», инв. № 27647.

11. Гилько О.П. Гидрогеологическое, инженерно-геологическое доизучение Центрально-Красноярской промышленной зоны масштаба 1:200 000(листы N-46-III и O-46-XXXIII), п. Манино, 2008 г. КФ ФБУ «ТФГИ по СФО», инв. № 29353

12. Фаина Т.А. Оценка эксплуатационных запасов подземных вод действующих одиночных скважин на ст.Зелеево, Кача, Каменный яр, Манино в Емельяновском районе (отчет с подсчетом запасов на 01.12.2012 г.), Красноярск, 2013 г.

13. Булыгина О.Н., Разуваев В.Н., Трофименко Л.Т., Швец Н.В. «Описание массива данных среднемесячной температуры воздуха на станциях России» [Электронный ресурс]. URL: <http://aisori-m.meteo.ru/waisori/index.xhtml?idata=8>.

14. Берзон Е.И. Государственная геологическая карта РФ. Объяснительная записка. Масштаб 1:200 000. Серия Минусинская. Лист O-46-XXXIII. 2001 г., КФ ФБУ «ТФГИ по СФО», инв. № 27860.

15. Берзон Е.И. и др. Геологическое доизучение масштаба 1:200 000 на Красноярской площади (лист O-46-XXXII, O-46-XXXIII) за 1990-1996 гг., Красноярск, 1997 г. КФ ФБУ «ТФГИ по СФО», инв. № 27272.

16. Методические рекомендации по гидрогеологическим исследованиям и прогнозам для контроля за охраной подземных вод. Москва, ВСЕГИНГЕО, 1980.

17. Методическое письмо по проведению обследований территорий и объектов при ведении государственного мониторинга состояния недр на территории Российской Федерации (общие положения). Москва, Изд-во МГУ, 2001.

18. Кадамцева Т.Н. "Отчет по геоэкологическим исследованиям и картированию (ГЭИК) масштаба 1:1000000 территории центральных районов и нижнего приангарья (лист 0-46(47)) за 1995-2000 г.

19. Критерии оценки экологической обстановки территорий для выявления зон чрезвычайной экологической ситуации зон экологического бедствия. Москва, МПР РФ, 1992.

20. Методические рекомендации по гидрогеологическим исследованиям и прогнозам для контроля за охраной подземных вод. Москва, ВСЕГИНГЕО, 1980.

21. Методические рекомендации по выявлению и оценке загрязнения подземных вод. Москва, ВСЕГИНГЕО, 1988.

22. Требования к геолого-экологическим исследованиям и картографированию масштаба 1:50000-1:25000. Москва, ВСЕГИНГЕО, 1980.

23. Требования к производству и результатам многоцелевого геохимического картирования масштаба 1:200000. Москва, ИМГРЭ, 2002.

24. Гаврикова Н.А. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение: учебно-методическое пособие. Томск, 2014. – 73 с.

25. Трудовой кодекс Российской Федерации

26. СП 2.2.3670-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к условиям труда»

27. Федеральный закон РФ № 52-ФЗ от 30.03.1999 г. «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения»

28. ГОСТ 12.2.032-78 Система стандартов безопасности труда (ССБР). Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования

29. ГОСТ 12.0.003-2015 Система стандартов безопасности труда (ССБР). Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.
30. СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95
31. Методические указания к выполнению индивидуальных заданий для студентов дневного и заочного обучения всех направлений и специальностей ТПУ. – Томск: Изд. ТПУ, 2008. – 20 с.
32. СН 2.2.4/2.1.8.562-96 Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки. Санитарные нормы.
33. ГОСТ 12.1.006-84 Система стандартов безопасности труда (ССБР). Электромагнитные поля радиочастот. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля.
34. СП 486.1311500.2020 «Требования пожарной безопасности»
35. Федеральный закон РФ № 69-ФЗ от 21.12.1994 г. «О пожарной безопасности»
36. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности от 22.07.2008 г. № 123ФЗ (с изменениями на 30.04.2021 г.)
37. ГОСТ Р 12.1.019-2009 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.
38. 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
39. ГОСТ 17.1.3.06-82 Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к охране подземных вод.
40. Постановление РФ № 94 от 11.02.2016 г. Об утверждении Правил

охраны подземных водных объектов.

41. ГОСТ 17.4.3.04-85 Охрана природы. Почвы. Общие требования к контролю и охране от загрязнения.

42. ГОСТ Р 22.0.07-95 Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Источники техногенных чрезвычайных ситуаций. Классификация и номенклатура поражающих факторов и их параметров.


43. ГОСТ Р 22.3.03-94 Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Защита населения. Основные положения.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

(справочное)

**Geocological assessment of water supply sources in the village of Minino**  
**(Krasnoyarsk region)**

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ВМ02	Яворовская Инга Владимировна		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ОГ ИШПР	Дутова Екатерина Матвеевна	д.г.-м.н.		

Консультант-лингвист отделения иностранных языков ШБИП

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель ОИЯ ШБИП	Кемерова Наталья Сергеевна	-		

## INTRODUCTION

In Russia, providing the population with high-quality drinking water is becoming one of the priority problems of state policy aimed at maintaining health and improving the living conditions of the population. Drinking water must be safe in epidemiological and radiation terms, harmless in chemical composition and must have good organoleptic properties.

The development of industry, agriculture and population growth lead to an increase in the use of groundwater, the resources of which are limited. Therefore, the problem of rational use, protection and management of groundwater resources is becoming increasingly important.

Timely prevention of the occurrence of a negative state of change in the geological environment, including groundwater, is possible by taking into account the laws of the course of natural processes, as well as on the basis of the regulation of economic activity in the management of the rational use of the geological environment.

The object of the study is the groundwater of the aquiferous Ordovician zone of the village of Minino.

The purpose of the study is to assess the quality and change in the chemical composition of groundwater in the exploited aquifer of the village of Minino during the period of operation of water intakes.

During the work, the following tasks were set:

- to characterize the natural conditions of the object of study;
- to characterize the factual material and methods of information processing;
- identify the causes and factors that determine the formation of the geochemical composition of groundwater in the operated aquifer complex;
- to give a geocological description of groundwater in the Ordovician aquifer.

Carrying out this work is connected with the problem of the content of radon ( $^{222}\text{Rn}$ ) in groundwater in the territory of the Krasnoyarsk Territory, since

rocks with high concentrations of uranium occur here.

The normalized indicator of radiation safety of water is the specific activity of radon ( $^{222}\text{Rn}$ ), which is formed in earth rocks and groundwater as a result of the successive radioactive decay of nuclides in the natural uranium series. Radioactive gas  $^{222}\text{Rn}$  enters the water from rocks that are in contact with underground aquifers. Thus, the concentration of  $^{222}\text{Rn}$  in water depends on the content of parent elements in the rocks washed by it, the coefficient of emanation of these rocks, porosity, fracturing, and the speed of water movement. Water is also an additional source of  $^{222}\text{Rn}$  getting into the air. Therefore, the water from underground sources needs constant radiation monitoring. In Russia, the intervention level for  $^{222}\text{Rn}$  in drinking water is 60 Bq/l.

The novelty of the scientific work lies in the assessment of the current state of the object of study, carried out taking into account retrospective data, which makes it possible to identify the main factors of formation and causes of changes in the geochemical parameters of the object of study and give recommendations for the further use of groundwater.

#### GENERAL INFORMATION ABOUT THE LOCATION AREA OF THE OBJECT UNDER STUDY

According to the administrative division, the territory under consideration belongs to the Emelyanovsky district of the central part of the Krasnoyarsk Territory. The village of Minino is located 17 km west of the regional center of Krasnoyarsk right on the railway line in the middle of the Trans-Siberian Railway, which connects the West Siberian and East Siberian roads, being the main transit line.

The population of the village of Minino is around 1975 (01/01/2022).

The industry is represented by enterprises of agriculture, forestry and crushed stone mining.

The climate is sharply continental with short, warm, quite humid summers and long, severe winters. According to the amount of precipitation, the territory is classified as normally humid. Rains most often fall in the form of short-term,

heavy showers, less often in the form of prolonged rains (5-7 days). The wind regime is characterized by the prevailing western and southwestern direction.

The river network of the study area belongs to the Yenisei River basin. The Karaulnaya River is its left-bank tributary. It flows in the mountainous part of the left bank of the Yenisei.

## GEOECOLOGICAL ASSESSMENT OF WATER SUPPLY SOURCES

### Water supply conditions of the study site

Household and drinking water supply of the village of Minino is carried out only at the expense of groundwater by two water intakes - microdistrict. Geologist and Art. Minino, located 2 km from each other. And small wells (up to 10 m deep), which are drilled privately for the personal use of the population, are marginal. Quaternary deposits in this area are not developed, their watering is very low. Surface waters are not used for domestic and drinking water supply, as they are not suitable in terms of quality.

Water intake st. Minino is located 250 m north of the railway. It consists of two wells located at a distance of 90 m from each other (Well No. 1 is the main working one, No. 2 is a reserve one). The depth of the wells is 134.2 m and 120 m, respectively. Capital brick pavilions with a concreted floor were built above the wells, and there is a concrete pavement around each pavilion. The territory of the WSS 1 of the belt of water intake well No. 1 is surrounded with an iron fence. On the northern and eastern sides of the fence, the private sector. An ACV 8-25-110 pump is installed in the well at a depth of 68 m. The well operates with manual control.

The water intake in the microdistrict "Geologist" is located in the left root side of the river valley. Karaulnaya, 1.0 km southwest of the Geologist microdistrict (1.2 km from the bed of the Karaulnaya river). Here, in 1985, 2 wells were drilled at a distance of 2 m from each other, each with a depth of 97.3 m. One well is working, the other is reserve. Working well No. 27D is operated year-round, constantly in automatic mode. Reserve well No. 275em (identical to the working one) is put into operation only for the period of shutting down the

working well for scheduled technical inspection and repair, provided for by the technological regulations.

The water intake is located on the territory surrounded by garden plots, about 20 m east of the gravel road leading to the garden plots of the right-bank part of the valley (slope) of the river Guard. A brick pavilion was built over the well. The second (reserve) well, 2 m from the first, is closed with a metal formwork, access to which is available only to service personnel. The wellhead is securely protected to prevent possible ingress of surface (melt) water. Around the wells, a 20x20 m fence made of chain-link mesh was installed. There is no possibility of organizing a ZSO with a size of 30x30 m due to dense suburban development.

#### *Geoecological conditions of the study area*

##### *Characteristics of technogenic load within the study area*

The ecological state of the environment is understood as its quality, or the living conditions and economic activities of people and the functioning of ecosystems. This state is formed under the influence of natural and man-made factors.

In particular, within urban areas, the geological environment is a complex constantly changing natural and man-made system. Polluted atmospheric precipitation, surface waters, soils, rocks of the aeration zone, underground waters are a single chain of negative anthropogenic impact on the natural environment.

Under natural conditions, natural systems are also not always favorable for human life. It is possible to exceed the radiation background, the excess in soils and water of the components normalized by the sanitary and epidemiological service.

The state of groundwater depends on the geochemical state of other components of the natural environment: soils, water-bearing sediments, surface waters hydraulically interconnected with them, air of the surface atmosphere, as well as on technogenic load. In the near-surface part of the lithosphere, in the soil layer, pollutants that enter the earth's surface accumulate.

In the village of Minino, a rural settlement, the sources of pollution of soils, rocks of the aeration zone, surface and ground waters are mainly domestic sewage, numerous septic tanks, as a rule, without waterproof coatings, solid waste dumps.

One of the sources of areal pollution of soils, surface and ground waters are mineral fertilizers and pesticides applied to cultivated lands.

The intensive growth of horticultural complexes has led to the replacement of vegetation by cultivated plants not only in selected areas, but also in the adjacent territory. The problem of disposal of construction and household waste has become an acute problem of garden and summer cottage areas. Unresolved for 2-3 decades, it led to littering of the territory and, as a result, pollution of soils and surface waters over large areas.

The territory of the village of Minino is crossed by the Trans-Siberian Railway.

The main types of impact of railway transport on the environment are: emissions of solid, liquid and gaseous substances into all components of the environment; alienation of territories; noise and vibration. One of the types of impact potentially hazardous to the environment is the transportation of explosive, chemical and other dangerous goods. According to a number of criteria, the Krasnoyarsk railway is classified as a source of a high degree of pollution. In this case, the width of the pollution can reach 300 m.

#### *Hydrogeochemical conditions of the study area*

Despite the significant technogenic load, the composition of groundwater in the existing water intakes in the study area has not undergone significant changes and remains stable over time.

Analysis of the chemical composition of groundwater at the water intake st. Mininos have been performed since 1971. The water intake well exploits groundwater of the Ordovician aquifer (O).

Groundwater is fresh with mineralization up to 0.75 g/dm<sup>3</sup>. According to the chemical composition, they belong to the type of hydrocarbonate magnesium-

calcium. Bicarbonates predominate among the anions, sulfates are present in smaller amounts in water. According to the cationic composition, the waters are mixed, but the calcium ion usually dominates. The water environment is alkaline (pH up to 8.0). In terms of hardness, water is hard (up to 8 mmol/dm<sup>3</sup>).

According to radiological indicators, the water does not meet the standards for the specific total alpha-radioactivity and radon content. A detailed analysis for the content of radionuclides showed that the content of radionuclides does not exceed the permissible level. At the same time, the condition  $A\alpha - \sum K_i A_i \leq 0.2$  Bq/kg is fulfilled, all the main dose-forming alpha-emitting radionuclides are determined.

The condition  $\sum(A_i/UB_i)$  is exceeded by no more than 10 times, the water is recognized as complying with the requirements of radiation safety with the mandatory establishment of production control over the content of the main radionuclides in water. An increased indicator of total alpha-radioactivity is associated with an increased content of radon-222 in groundwater, which is of natural origin associated with the tectonic structure of the area.

In epidemiological terms, according to microbiological indicators, groundwater meets the standards and is healthy.

The chemical composition of groundwater used for domestic and drinking water supply md. "Geologist", began to be studied from the beginning of the operation of the well (since 1985).

The following components were determined in different years: sodium and potassium (total), calcium, magnesium, ammonia, sulfates, chlorites, nitrates, nitrites, bicarbonates, carbonates, free carbon dioxide, oxidizability, iron, manganese, copper, beryllium, fluorine, boron, zinc, oil products, general  $\alpha$ - and  $\beta$ -radioactivity, physical properties and microbiological indicators of water. The results of the analyzes indicate that the water from water wells (and, consequently, in the aquifer) in terms of quantitative chemical, microcomponent composition and microbiological indicators meets the requirements of SanPiN 1.2.3685-21 "Hygienic standards and requirements for ensuring safety and (or) harmlessness

for humans of environmental factors. For all microbiological indicators, during the entire life of the well, there were no cases of non-compliance of water with standard indicators. According to the chemical composition, underground waters are bicarbonate, of mixed cationic composition, but calcium ions predominate, fresh, of medium hardness.

The exception is the excess of the specific total  $\alpha$ -radioactivity. This is due to an increase in the background radioactivity of water-bearing rocks, since there are no sources of anthropogenic radioactive contamination within a radius of at least 10-15 km from the water well in the area of formation (feeding) of groundwater.

Considering the entire period of time during which the groundwater of the Ordovician aquifer (O) of the study area is exploited, it can be concluded that since 2010 the composition of groundwater has remained stable. The water is hydrocarbonate, calcium predominates in the cationic composition. According to generalized indicators, the values do not change over a long period of time.

The map of the ecological state of the geological environment shows that the state of groundwater in the study area is favorable in terms of pollution levels (the content of normalized components is acceptable).

The ecological state of surface waters is very unfavorable, therefore they cannot be used for water supply purposes.

Despite the fact that the state of groundwater in the Ordovician aquifer in the study area is favorable, however, according to radiological indicators, water for drinking purposes often does not meet the standards for the total alpha-radioactivity and radon content.

The normalized indicator of radiation safety of water is the specific activity of radon ( $^{222}\text{Rn}$ ), which is formed in earth rocks and groundwater as a result of the successive radioactive decay of nuclides in the natural uranium series. Radioactive gas  $^{222}\text{Rn}$  enters the water from rocks that are in contact with underground aquifers. Thus, the concentration of  $^{222}\text{Rn}$  in water depends on the content of parent elements in the rocks washed by it, the coefficient of emanation

of these rocks, porosity, fracturing, and the speed of water movement.

Within the development of the aquifer Ordovician zone, there is the contour of the Berezovskaya uranium-radon-radium hydrochemical anomaly

A feature of this study area is high concentrations of radon in groundwater. I have carried out studies of this feature of groundwater and analyzed the data of daily measurements of radon indicators for the period from 2012 to 2021.

The concentration of radon-222 in groundwater can be influenced by various factors: tectonic changes (seismic activity in the area), seasonality and water withdrawal.

The analysis carried out revealed regularities in the change in the radon concentration in the groundwater of the Ordovician aquifer zone of the study area, depending on the season of the year.

In the seasonal context, the following relationship can be traced: in winter, in the absence of infiltration nutrition, groundwater levels decrease, and during the same period, the concentration of radon in the water increases. In spring and summer, when the level rises, the concentration of radon decreases. The winter period from the end of 2012 to 2014 is characterized by the maximum decrease in the level and the maximum average content of radon concentration.

The decrease in radon concentration in recent years to the level of the maximum allowable concentration or slightly above the maximum allowable concentration can be explained by the rise in groundwater levels, associated both with a general rise in groundwater levels in the area, and, possibly, with a decrease in water withdrawal.

It is possible that seismic activity within the area may contribute to the increase in the content of radon in groundwater. Tangible earthquakes in Krasnoyarsk occur on average once every couple of years. Most often in autumn and winter. Recently, seismic activity has decreased.

It turned out to be difficult to trace the dependence of radon concentrations on the amount of water withdrawal, due to the fact that water is supplied to consumers through a storage tank and the daily water intake is uneven.

Water is also an additional source of  $^{222}\text{Rn}$  getting into the air. Getting into the human body by airborne droplets,  $^{222}\text{Rn}$  increases the risk of lung cancer. Therefore, the water from underground sources needs constant radiation monitoring.

### *Recommendations for the operation of water intakes*

The main measures and recommendations for the operation of water intakes in the study area are aimed at preventing pollution and depletion of groundwater reserves, as well as at maintaining the operational characteristics of water intakes.

The list of measures was developed taking into account the natural hydrogeological conditions of the area of work, the operating conditions of wells and the actual arrangement and maintenance of the sanitary protection zone.

All water wells should be equipped with water meters for systematic control of water withdrawal and piezometric tubes for measuring groundwater levels.

Radiation safety of drinking water is regulated by SanPiN 1.2.3685-21 "Hygienic standards and requirements for ensuring the safety and (or) harmlessness of environmental factors for humans."

Since the main radio-forming element in the groundwater of the Ordovician aquifer, according to the extended radionuclide analysis, is radon and the ratio ( $1 < \sum_i^N \frac{A_i}{y_{Bi}} > 10$ ) indicator of specific total alpha, beta radioactivity and radon in accordance with the requirements of SanPiN.

In our case, within the underground runoff of the river basin. Karaulnaya marked a radiohydrochemical halo of uranium nature (Kuzmin, Domarenko, 1999) and at  $\sum_i^N \frac{A_i}{y_{Bi}} > 10$  it is necessary to carry out seasonal monitoring of the content of total  $\alpha$ -radioactivity, radon and uranium in the water.

With a significant contribution of  $^{222}\text{Rn}$  ( $\sum_i^N \frac{A_i}{y_{Bi}} > 10$ ), water treatment should be provided before drinking water is supplied to the consumer.

An effective method of dealing with radon in water, i.e. method of water purification from radon - water aeration. Aeration is part of the standard water treatment procedure at urban wastewater treatment plants. As for individual users

of well water, studies have shown a fairly high efficiency of activated carbon. An activated carbon filter can remove up to 99.7% of radon, although over time this figure drops to 79%.

Reducing the radon content in tap water can also be achieved by boiling water and cooking hot dishes, in which a significant part of the radon evaporates.

It should be noted that studies on the content of radon in water, sources of its entry into domestic water, de-emanation in the process of water consumption, are not always carried out by subsoil users, although the annual quality control of drinking water, which consists in determining the indicators of specific total alpha, beta radioactivity, is a mandatory requirement in accordance with SanPiN.

In order to improve studies of drinking water for radiation safety, the Administration of the Krasnoyarsk Territory in various years adopted relevant resolutions and developed the "Concept for providing the population of the Krasnoyarsk Territory with drinking quality water until 2023". However, in this concept, there are no small water intakes with a water withdrawal of less than 100 m<sup>3</sup>/day, which have problems with water quality in terms of radiological indicators. Often, such subsoil users in rural settlements do not have the financial means to perform expensive analyzes for the determination of radionuclides.

For such small water intakes, which provide water to rural settlements, additional programs are needed at the regional level, which allow monitoring the quality of drinking water according to radiological indicators in accordance with regulatory requirements.

### *Conclusion*

In accordance with the goal and objectives of the final qualifying work, the geological and hydrogeological conditions of the study area were studied, and a characteristic of the natural conditions of the territory was given. Materials of predecessors on geological, hydrogeological and ecological conditions are collected. Based on the studied materials, geological and hydrogeological maps of the study area were built.

The geochemical features of the territory are characterized, in which the change in the qualitative composition of groundwater occurs in connection with natural processes. Within the development of the aquifer Ordovician zone, there is a contour of the Berezovskaya uranium-radon-radium hydrochemical anomaly, which causes a high content of radon in groundwater.

Observations of the chemical composition of groundwater showed the stability of the ionic composition, pH values, hardness and salinity values.

The main source of changes in the quality of groundwater is the conditions of their occurrence and the lithological composition of the rocks.

The geoecological state of the water supply facilities in the village of Minino is generally assessed as favorable and conditionally favorable in terms of pollution levels. Within the boundaries of the distribution contour of the hydrochemical anomaly, a site with an unfavorable state of groundwater in terms of radiological indicators (high radon content), which is of a natural nature, has been identified.

Since there are no alternative sources of water supply within the study area, the main thing in this situation is quality control and taking the necessary measures when the situation worsens.

When writing this thesis, the author studied several foreign articles on the problem of radon content in groundwater.

1. MacDonald, K. Reducing public exposure to common, harmful well water contaminants through targeted outreach to highly susceptible neighborhoods as a method of increasing the likelihood of testing and treatment of water from private wells / K. MacDonald, M. Tippet. – *Text : electronic* // Journal of Water and Health. – 2020. – Vol. 18, № 4. – P. 522-532. – DOI: 10.2166/WH.2020.059

Abstract: While the Safe Drinking Water Act mandates testing of public water supplies in the USA, private well owners are responsible for testing and treating their own water. A small percentage of well owners perform annual testing as recommended and many never test at all for common and potentially harmful groundwater contaminants. Finding effective ways to inform residents of the risks associated with their private well drinking water and promote the testing and treatment for common contaminants is a challenge faced by federal, state, and local agencies concerned with public health. Targeting residents whose wells are most at risk for having levels of regulated contaminants above the drinking water standard is a potential way to efficiently reach individuals. Results of this study show that individuals who receive

specific letters that a contaminant in a neighbor's well had exceeded the maximum contaminant levels for one of five common well water contaminants (arsenic, radon, Gross Alpha, Escherichia coli, and nitrates) were more likely to test their well than were individuals who received a general letter about common contaminants in the region. Outreach that reports more localized, specific information on contaminants in well water results in an increased chance of testing when compared with more regional and generalized contaminant information.

2. Przylibski, T. A. Radon groundwater in a radon-prone area: possible uses and problems: an example from SW part of Kłodzko Valley, Sudetes, SW Poland / T. A. Przylibski, S. Staśko, E. Domin. – *Text : electronic // Environmental Geochemistry and Health*. – 2022. – DOI: 10.1007/s10653-022-01212-0

Abstract: The paper describes research aimed at expanding scientific knowledge of radioactive isotope  $^{222}\text{Rn}$  occurrence in groundwaters flowing in crystalline rocks, including its spatial and temporal changes. The research, conducted in an area characterized by medium radon potential, was intended to determine the values of  $^{222}\text{Rn}$  activity concentration in groundwater in this type of areas. The  $^{222}\text{Rn}$  activity concentration in groundwaters discharged from investigated springs oscillated between 35.3 and 272.0 Bq/L. The authors discovered possible prevalence of radon groundwaters in areas with medium radon potential, which is the reason why all groundwaters intended for human consumption or household use in such areas should be subject to obligatory monitoring of  $^{222}\text{Rn}$  activity concentration. In the event of identifying occurrence of waters with  $^{222}\text{Rn}$  activity concentration of at least 100 Bq/L, their purification by removing radon is necessary before they are supplied to a water distribution network. At the same time, the research area can be regarded as an area with potentially medicinal radon water occurrence. Therefore, in areas with medium radon potential, groundwaters which are not suitable as a source of drinking water due to very high  $^{222}\text{Rn}$  activity concentration in them can be used as medicinal radon waters in therapeutic treatments.

3. Kang, J. Efficient radon removal using fluorine-functionalized natural zeolite / J. Kang, B. K. Singh, W. Um. – *Text : electronic // Journal of Environmental Radioactivity*. – 2021. – Vol. 233. – DOI: 10.1016/j.jenvrad.2021.106607

Abstract: Radon (Rn) can easily leak into the environment through groundwater owing to its high water solubility. Therefore, studying the chemical factors influencing the content and removal of Rn from groundwater is crucial for the evaluation and mitigation of its radiological risks to public health. In this study, we conducted a redundancy analysis (RDA) of Rn in groundwater and performed batch sorption experiments for efficient Rn removal from the groundwater collected from Daejeon using natural zeolite (NZ) and fluorine-functionalized natural zeolite (FFNZ) sorbents. The redundancy analysis revealed a positive correlation between the concentrations of Rn and fluorine (F) in groundwater, indicating that F can support the long-term retention of Rn in groundwater. NZ and FFNZ achieved ~40% and ~70% removal of Rn, respectively, following 24 h of treatment, indicating a significant impact of F (in FFNZ) toward Rn removal from groundwater. Based on the results, Rn is considered to interact with F through the van der Waals force, which limits the volatilization

of Rn from the solution. Similarly, the fluorine-functionalized sorbent would interact preferentially with Rn, thereby enhancing its sorption and removal from groundwater.

4. Assessment of groundwater quality and  $^{222}\text{Rn}$  distribution in the Xuzhou region, China / J. Yang, Z. Yu, P. Yi [et al.]. – *Text : electronic // Environmental Monitoring and Assessment*. – 2018. – Vol. 190, № 9. – DOI: 10.1007/s10661-018-6937-3

**Abstract:** Evaluation of groundwater quality represents significant input for the development and utilization of water resources. Increasing exploitation of groundwater and man-made pollution has seriously affected the groundwater quality of the North China Plain, such as in the Xuzhou region which is the target of this investigation. The assessment of the groundwater quality and sources in the region was based on analyses of water chemistry and  $^{222}\text{Rn}$  activity in samples collected from wells penetrating unconfined and confined aquifers. The results indicate that most of the untreated groundwater in the region is not suitable for the long-term drinking based on permissible limits of the Chinese Environmental Agency and the World Health Organization. However, the groundwater can be used as healthy source of drinking water when they can pass the biological test and softening water treatment. Most of the groundwater is suitable for irrigation. Excessive amounts of  $\text{SO}_4^{2-}$  and  $\text{NO}_3^-$  are attributed to mainly influence of wastewater, irrigation, and dissolution of sulfate minerals in local coal strata. The major source of the groundwater is meteoric recharge with addition from irrigation and wastewater discharges. Variability of the water quality seems to be also reflecting the type of aquifers where the highest concentration of  $\text{HCO}_3^-$  occurs in water of the carbonate fractured aquifer, while the highest  $\text{Cl}^-$  concentration in the unconfined aquifer. Source of  $^{222}\text{Rn}$  activity is mainly related to the rock-water interaction with possible addition from the agricultural fertilizers. Protection of groundwater is vital to maintain sustainable drinking quality through reducing infiltration of irrigation water and wastewater.

5. Przylibski, T. A. Radon: A radioactive therapeutic element / T. A. Przylibski. – *Text : electronic // Geological Society Special Publication*. – 2018. – Vol. 451, № 1. – P. 209-236. – DOI: 10.1144/SP451.7

**Abstract:** This paper presents selected issues related to the use of  $^{222}\text{Rn}$  in therapeutic treatments. Radon is a radioactive element whose usage in medicine for more than 100 years is based on the radiation hormesis theory. However, owing to the radioactive character of this element and the fact that its alpha-radioactive decay is the source of other radionuclides, its therapeutic application has been raising serious doubts. The author points to potential sources and carriers of radon in the environment that could supply radon for use in a variety of therapies. Except for centuries-long tradition of using radon groundwaters, and later also the air in caves and underground workings, the author would also like to focus on soil air, which is still underestimated as a source of radon. The text presents different methods of obtaining this radioactive gas from groundwaters, the air in caves, mining galleries and soil air, and it presents new possibilities in this field. The author also discusses problems related to the transportation and storage of radon obtained from the environment. Within radon-prone areas, it is often necessary to de-radon groundwaters that are intended for human consumption and household usage. Also, dry radon wells are used to prevent radon migration from the ground into residential buildings. The author proposes using radon released from radon groundwaters and amassed in dry radon wells for radonotherapy treatments. Thanks to this, it is possible to

reduce the cost of radiological protection of people within radon-prone areas while still exploiting the  $^{222}\text{Rn}$  obtained for a variety of therapies. With regard to the ongoing and still unsettled dispute concerning the beneficial or detrimental impact of radon on the human organism, the author puts special emphasis on the necessity of strictly monitoring both the activity concentration of  $^{222}\text{Rn}$  in media used for therapeutic treatments and of its radioactive decay products. Monitoring should be also extended to the environments in which such treatments are delivered (inhalatoriums, baths, saunas, showers, pools and other facilities), as well as to the patients - during and after the radonotherapy treatments. It is also essential to monitor the dose of radon and its daughters that is received by persons undergoing radon therapy. This should facilitate the assessment of the effectiveness of these treatments, which may contribute to a fuller understanding of the mechanisms of radon impact, and ionizing radiation in general, on the human organism. This will make it easier to ultimately confirm or reject the radiation hormesis theory. It is also essential to monitor the effective dose that is received by medical and technical staff employed to deliver the radonotherapy treatments.

6. Groundwater chemistry and radon-222 distribution in Jerba Island, Tunisia / F. Telahigue, B. Agoubi, F. Souid [et al.]. – *Text : electronic // Journal of Environmental Radioactivity*. – 2018. – Vol. 182. – P. 74-84. – DOI: 10.1016/j.jenvrad.2017.11.025

**Abstract:** The present study integrates hydrogeological, hydrochemical and radiogenic data of groundwater samples taken from the Plio-Quaternary unconfined aquifer of Jerba Island, southeastern Tunisia, in order to interpret the spatial variations of the groundwater quality and identify the main hydrogeochemical factors responsible for the high ion concentrations and radon-222 content in the groundwater analysed. Thirty-nine groundwater samples were collected from open wells widespread on the island. Physical parameters (EC, pH, TDS and  $T^\circ$ ) were measured, major ions ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{NO}_3^-$  and  $\text{HCO}_3^-$ ) were analysed and  $^{222}\text{Rn}$  concentrations were determined using a RAD7-H<sub>2</sub>O. Hydrogeochemical characterisation revealed that groundwater from the Jerba aquifer has several origins. Basically, two water types exist in the island. The first one, characterized by a low to moderate salinity with a chemical facies  $\text{Ca-Mg-Cl-SO}_4$ , characterizes the central part of Jerba (a recharge area) due to carbonate and gypsum dissolution. The second water type with high salinities, dominated by  $\text{Na-K-Cl}$  type, was observed in coastal areas and some parts having low topographic and piezometric levels. These areas seem to be affected by the seawater intrusion process. The  $^{222}\text{Rn}$  concentrations in groundwater samples in Jerba varied from 0  $\text{Bq}\cdot\text{L}^{-1}$  to 2860  $\text{Bq}\cdot\text{L}^{-1}$  with an average of 867  $\text{Bq}\cdot\text{L}^{-1}$ .

The highest values were registered in the western coastal wells and near the fault of Guellala. However, the central and eastern wells showed low radon levels. Compared to  $^{222}\text{Rn}$  activity in some countries with the same lithology, radon concentrations in the Jerba unconfined aquifer have higher values influenced by the structure of the aquifer and by seawater inflow enriched with  $^{222}\text{Rn}$  resulting from the decay of uranium derived from phosphogypsum deposits in the gulf of Gabes. The EC and  $^{222}\text{Rn}$  spatial variability in the study area were mapped using ARC Map 10.3 software. Hydrochemical results in addition to geological data and radon activities confirm the existence of vertical communication between the Miocene aquifer and the unconfined Plio-Quaternary aquifer through fault system and a lateral communication with the sea via seawater intrusion.

7. Changes in groundwater radon concentrations caused by the 2016 Kumamoto earthquake / K. Kawabata, T. Sato, H. A. Takahashi [et al.]. – *Text : electronic // Journal of Hydrology*. – 2020. – Vol. 584. – DOI: 10.1016/j.jhydrol.2020.124712

**Abstract:** This study examined radon concentrations in springs in Kumamoto and Aso regions following the 2016 Kumamoto earthquake, in addition to monitoring springs near the Futagawa-Hinagu fault zone for more than two years following the earthquake to investigate the relationship between crustal deformation and the radon concentration variation. We compared these radon concentrations with those obtained prior to the earthquake. The springs that showed elevated radon concentrations were located within the compressive strain quadrant of the earthquake. The post-seismic concentration variations of the monitored springs can be explained by rock porosity changes. These results suggest that the radon concentration in spring water is affected by porosity changes caused by stress changes derived from earthquake deformation and subsequent post-seismic relaxation. Our results are consistent with the previously inferred permeability enhancement model. Mass conservation calculations for radon release yielded porosity changes ranging from 30% to 70% for some aquifer systems. This study explores the possibility of radon monitoring as a tool to investigate not only seismic precursors but also post-seismic crustal deformation and aquifer property changes due to large earthquakes on a regional scale.

8. An assessment of groundwater contamination risk with radon based on clustering and structural models / L. Martins, A. Pereira, A. Oliveira [et al.]. – *Text : electronic // Water*. – 2019. – Vol. 11, №. 5. – DOI: 10.3390/w11051107

**Abstract:** There is currently some controversy in the scientific community regarding the efficiency of the water–rock interaction process in the contamination of radon in groundwater. In this study, some difficulties were found in the sampling phase. Many of the water collection points are used for human consumption. As such, some municipalities did not want to collaborate. When this natural contaminant is undetectable to the human sense and may cause pulmonary neoplasms in the long term, it is difficult to obtain collaboration from the municipalities concerned. To overcome this controversy, it is important to understand that geogenic, climatic, hydrological, and topographic features may contribute to the effective transfer of radon from rocks to groundwater. In brief, this new approach combines the radon transfer from the geological substrate to the groundwater circulation through hierarchic agglomerative clustering (HAC) and partial least squares-path modeling (PLS-PM) methods. The results show that some lithologies with higher radon production may not always contribute to noticeable groundwater contamination. In this group, the high-fracturing density confirms the recharge efficiency, and the physical-chemical properties of the hydraulic environment (electric conductivity) plays the main role of radon unavailability in the water intended for human consumption. Besides, the hydraulic turnover time of the springs can be considered an excellent radiological indicator in groundwater. In the absence of an anomalous radioactive source near the surface, it means that the high-turnover time of the springs leads to a low-radon concentration in the water. Besides linking high-risk areas with a short period required to free local flow discharges, this study exposes the virtues of a new perspective of a groundwater contamination risk modeling.

9. Assessment of radon concentration of ground water in Ijero Ekiti / D. M. Akinnagbe, M. M. Orosun, R.O. Orosun [et al.]. – *Text : electronic // Manila Journal of Science*. – 2018. –

Vol. 11. – P. 32-41. – URL: <https://www.dlsu.edu.ph/wp-content/uploads/pdf/research/journals/mjs/MJS11-2018/volume-1/MJS11-4-Akinnagbe-et-al.pdf> (usage date: 25.05.2022).

**Abstract:** Assessment of radon concentration in ground water in Ijero, Ekiti State, was carried out using the RAD7/RAD H20 driven alpha spectrometry technique. The results were used to estimate the annual effective committed doses in order to establish possible radiological health hazards and to suggest necessary safety measures. Forty water samples from boreholes, wells, and streams were collected and analyzed for the radon concentration. The minimum and maximum radon concentrations in the samples were 0.168 Bq/L and 78.509 Bq/L from stream and borehole samples, respectively. Out of the samples, 18 had radon concentration exceeding 11.1 Bq/L, the maximum permissible limit. It was observed that none of the samples has radon concentration value up to 100 Bq/L, which is recommended by the European Union to be the upper bound value, above which remedial action is required. No particular trend was observed, and no relationship can be inferred to exist between the mean radon concentration, temperature, and PH of the samples. None of the samples had an annual effective dose higher than the maximum permissible limit of 0.2 mSv/y if consumed by children and 0.1 mSv/y if consumed by adults.

10. Ghernaout, D. Aeration Process for Removing Radon from Drinking Water – A Review / D. Ghernaout. – *Text : electronic // Applied Engineering*. – 2019. – Vol. 3., №. 1. – P. 32-45. – DOI: 10.11648/j.ae.20190301.15

**Abstract:** This paper presents information on various radon elimination techniques and presents knowledge on anticipated elimination performances following literature. The technologies assessed in this review comprise different aeration techniques and granular activated carbon (GAC) as tools to eliminate and decrease radon in potable water. Because radon does not bound to water molecules, it is not dissolved. Radon's low solubility and its elevated vapor pressure imply that it strongly partitions into the air through diffusion. For the reason that it readily diffuses from water to air, radon is scarcely observed in surface waters and is firstly trouble in groundwater and radon is easily removed through aeration processes. Aeration transmits the radon pollution from water to air, so precautions should be taken to avoid such air contamination hazards. Aeration is not sufficient for removing radon from drinking water; it should be supported by adsorption method. Air is mainly composed of nitrogen (N<sub>2</sub>(gas), ~80%) and oxygen (O<sub>2</sub>(g), ~20%). N<sub>2</sub> is hydrophilic and O<sub>2</sub> is hydrophobic. Injecting pure O<sub>2</sub> into water would be more efficient than air (i.e., N<sub>2</sub> + O<sub>2</sub>) in removing radon from water, thanks to its hydrophobicity. At the opposite extreme, injecting pure N<sub>2</sub> would be less performant, due to its hydrophilicity. Research should be made on this direction.