

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 Природообустройство и водопользование
 Отделение геологии

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Тема работы
Распространенность соединений азота в системе почва–подземные воды в условиях агроландшафтов (на примере Томского района)

УДК 550.43:556.31:556.324

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ВМ71	Зиновик Ксения Вадимовна		12.06.19

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Солдатова Е.А.	К.Г.-М.Н.		11.06.19

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ОГН	Волкова А.Л.	-		31.05.2019

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ООД	Атепаева Н.А.	-		31.05.2019

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ОГ	Савичев О.Г.	Д.Г.Н.		12.06.19

Планируемые результаты обучения

Код	Результат обучения	Требования ФГОС ВО, СУОС, критериев АИОР, и/или заинтересованных сторон
Общие по направлению подготовки		
P1	<p>Демонстрировать глубокое знание правовых, социальных, экологических и культурных аспектов инновационной инженерной деятельности, осведомленность в вопросах безопасности жизнедеятельности, быть компетентным в вопросах устойчивого развития</p>	<p>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ, CDIO Syllabus, Критерий 5 АИОР (п. 2.1, 2.10), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI, требования профессиональных стандартов: 01.004 «Педагог профессионального обучения, профессионального образования и дополнительного профессионального образования»; 3.018 «Специалист по эксплуатации мелиоративных систем»; 40.011 «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским работам»</p>
P2	<p>Самостоятельно приобретать с помощью новых информационных технологий знания и умения и непрерывно повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности</p>	<p>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ, CDIO Syllabus, Критерий 5 АИОР (п. 2.1, 2.10), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI, требования профессиональных стандартов: 01.004 «Педагог профессионального обучения, профессионального образования и дополнительного профессионального образования»; 3.018 «Специалист по эксплуатации мелиоративных систем»; 40.011 «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским работам»</p>
P3	<p>Активно владеть иностранным языком на уровне, позволяющем работать в иноязычной среде, включая разработку документации и презентацию результатов проектной и инновационной деятельности</p>	<p>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ, CDIO Syllabus, Критерий 5 АИОР (п. 2.1, 2.10), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI, требования профессиональных стандартов: 01.004 «Педагог профессионального обучения, профессионального образования и дополнительного профессионального образования»; 3.018 «Специалист по эксплуатации мелиоративных систем»; 40.011 «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским работам»</p>

Р4	Использовать педагогически обоснованные формы, методы и приемы организации деятельности обучающихся, применять современные технические средства обучения и образовательные технологии образовательных программ «Природообустройство и водопользование» и «Прикладная геология»	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ, CDIO Syllabus, Критерий 5 АИОР (п. 2.1, 2.10), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI, требования профессионального стандарта: 01.004 «Педагог профессионального обучения, профессионального образования и дополнительного профессионального образования»
Р5	Проводить учебные занятия по учебным предметам, курсам, дисциплинам образовательных программ «Природообустройство и водопользование» и «Прикладная геология»	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ, CDIO Syllabus, Критерий 5 АИОР (п. 2.1, 2.10), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI, требования профессионального стандарта: 01.004 «Педагог профессионального обучения, профессионального образования и дополнительного профессионального образования»
Р6	Использовать знания в области водного хозяйства и природообустройства (мелиорации, рекультивации, инженерной защиты территорий) для надлежащей эксплуатации сооружений и систем природообустройства и водопользования, охраны водных объектов	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ, CDIO Syllabus, Критерий 5 АИОР (п. 2.1, 2.10), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI, требования профессиональных стандартов: 3.018 «Специалист по эксплуатации мелиоративных систем»; 40.011 «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским работам»
Р7	Разрабатывать документацию по эксплуатации мелиоративных систем, рекультивации нарушенных земель и водных объектов	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ, CDIO Syllabus, Критерий 5 АИОР (п. 2.1, 2.10), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI, требования профессиональных стандартов: 3.018 «Специалист по эксплуатации мелиоративных систем»; 40.011 «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским работам»

P8	Проводить эксплуатацию и мониторинг сооружений и систем природообустройства и водопользования, обеспечивать выполнение требований по безопасности гидротехнических сооружений, охраны природы	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ, CDIO Syllabus, Критерий 5 АИОР (п. 2.1, 2.10), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI, требования профессиональных стандартов: 3.018 «Специалист по эксплуатации мелиоративных систем»; 40.011 «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским работам»
P9	Использовать знания о геологических, геохимических, гидрологических, гидрогеологических, климатических процессах для определения параметров проектируемых сооружений и систем природообустройства и водопользования, выявления опасных природных и техногенных процессов	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ, CDIO Syllabus, Критерий 5 АИОР (п. 2.1, 2.10), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI, требования профессиональных стандартов: 10.003 «Специалист в области инженерно-технического проектирования для градостроительной деятельности»; 10.006 «Градостроитель»
P10	Разрабатывать раздел проектной документации «Охрана окружающей среды»	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ, CDIO Syllabus, Критерий 5 АИОР (п. 2.1, 2.10), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI, требования профессиональных стандартов: 10.003 «Специалист в области инженерно-технического проектирования для градостроительной деятельности»; 10.006 «Градостроитель»
P11	Проводить инженерно-геологические, инженерно-экологические, инженерно-гидрометеорологические изыскания, экологический мониторинг, руководить проведением инженерных изысканий и экологического мониторинга	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ, CDIO Syllabus, Критерий 5 АИОР (п. 2.1, 2.10), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI, требования профессиональных стандартов: 10.003 «Специалист в области инженерно-технического проектирования для градостроительной деятельности»; 10.006 «Градостроитель»

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 (специальность) *Природообустройство и водопользование*
 Отделение геологии

УТВЕРЖДАЮ:
 Руководитель ООП
 13.5.19 Савичев О.Г.
 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Магистерской диссертации

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

Студенту:

Группа	ФИО
2ВМ71	Зиновик Ксении Вадимовне

Тема работы:

Распространенность соединений азота в системе почва–подземные воды в условиях агроландшафтов (на примере Томского района)	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	№ 3633/С от 13.05.2019 г.

Срок сдачи студентом выполненной работы:	11.06.2019 г.
--	---------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе <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>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Объект исследования – система почва-подземные воды (на примере почв и подземных вод Томского района Томской области). 2. Исходные данные – литературные данные, химического, микробиологического анализов подземных вод и почв, а также изотопного анализа нитратов подземных вод.
---	--

<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <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>	<ol style="list-style-type: none"> 1) Постановка проблемы исследования и анализ изученности проблемы. 2) Описание физико-географических и социально-экономических условий района исследований. 3) Химический, микробиологический анализы подземных вод и почв. 4) Изотопный состав нитратов, растворенных в подземных водах. 5) Модель миграции соединений азота в системе почва-подземные воды. 6) Финансовый менеджмент, ресурсо-эффективность и ресурсосбережение. 7) Социальная ответственность.
--	---

Перечень графического материала
(с точным указанием обязательных чертежей)

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы
(с указанием разделов)

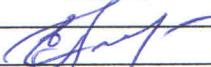
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Ассистент ОСГН, Волкова А.Л.
Социальная ответственность	Старший преподаватель ООД, Атепаева Н.А.
Английский язык	Доцент ОИЯ, Айкина Т.Ю.

Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:

Распространенность соединений азота в системе почва-подземные воды в условиях агроландшафтов. / Distribution of nitrogen compounds in the soil-groundwater system (Приложение А)

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	11.12.2017 г.
---	---------------

Задание выдал руководитель / консультант (при наличии):

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Солдатова Е.А.	К.Г.-М.Н.		11.06.19

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ВМ71	Зиновик К.В.		12.06.19

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 (специальность) Природообустройство и водопользование
 Уровень образования высшее профессиональное образование
 Отделение школы (НОЦ) Отделение геологии
 Период выполнения (осенний / весенний семестр 2018 /2019 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: 11.06.19

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
07.05.2018	Разработка пояснительной записки ВКР	50
15.05.2018	Разработка графической части ВКР	20
01.06.2018	Устранение недостатков	10
	<i>Итого</i>	80

СОСТАВИЛ:

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Солдатова Е.А.	К. Г.-М. Н.		11.06.19

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ОГ	Савичев О.Г.	д.г.н.		11.6.19

Реферат

Выпускная квалификационная работа 147 с., 23 рис., 42 табл., 79 источников, 5 прил.

Ключевые слова: подземные воды, почвы, соединения азота, система почва-подземные воды, агроландшафты, Томский район.

Тема выпускной квалификационной работы «Распространенность соединений азота в системе почва–подземные воды в условиях агроландшафтов (на примере Томского района)».

Объект исследования – система почва–подземные воды (на примере почв и подземных вод Томского района Томской области).

Цель работы – изучение поведения соединений азота в системе почва – подземные воды в пределах сельскохозяйственных ландшафтов.

Описаны физико-географические, геологические и гидрогеологические условия района исследований, изучен химический, микробиологический составы подземных вод и почв, также изучен изотопный состав нитратов, растворенных в подземных водах. Полученные данные использованы для описания миграции соединений азота в системе почва–подземные воды.

Работа выполнена в текстовом редакторе Microsoft Word, при работе использовались возможности программных продуктов ArcGIS, Microsoft Excel, Statistica.

Определения, сокращения, обозначения

ГГИ – Государственный гидрологический институт.

ГИС – геоинформационная (географическая информационная) система.

ГОСТ – государственный стандарт.

ЕГРПР РФ – Единый государственный реестр почвенных ресурсов Российской Федерации.

НД – нормативная документация.

РД – руководящий документ.

СанПиН – санитарные правила и нормы.

СБЦ – справочник базовых цен.

СНиП – строительные нормы и правила.

СТ – садовое товарищество.

УЭП – удельная электрическая проводимость.

ЧС – чрезвычайная ситуация.

Введение

Азот является одним из наиболее распространенных элементов всех земных оболочек. От соединений азота во многом зависит продуктивность ландшафтов их экологическое состояние. Широкое использование соединений азота в сельском хозяйстве и их поступление в подземные воды часто приводит к проблеме загрязнения подземных и поверхностных вод. Поскольку элементы геохимического цикла азота являются важными показателями при выявлении антропогенного воздействия на экосистемы, они активно изучаются учеными из разных областей науки. Опубликовано довольно большое количество работ, посвященных обогащению соединениями азота подземных вод и почв, их преобразованию под влиянием жизнедеятельности микроорганизмов, выявлению источников азотного загрязнения, накоплен большой объем информации об изотопном составе соединений азота в различных веществах.

Актуальность работы. Систему почва–подземные воды необходимо рассматривать как единое целое, поскольку формирование химического состава подземных вод начинается еще в почвенном горизонте. То есть, внесение удобрений в почву и хранение отходов животноводства на поверхности земли может негативно влиять на состав подземных вод, особенно грунтовых. При этом подземные воды неглубокого залегания часто являются основным источником питьевой воды в сельской местности. Кроме того, в сельской местности не везде есть централизованная система канализации, а значит, бытовые стоки также могут попадать в подземные воды, обогащая их соединениями азота. Исследуемая территория не является исключением в этом отношении. Несмотря на наличие Томского водозабора, значительная часть населения Томского района Томской области использует децентрализованные источники водоснабжения без предварительной водоподготовки. Изучение системы почва–подземные воды, знание механизмов трансформации и особенностей миграции соединений азота

Содержание

Введение.....	11
1 Обзор литературы по тематике исследования	14
2 Природные условия исследуемого района	18
2.1 Административное положение исследуемого района.....	18
2.2 Климат	19
2.3 Геоморфология.....	20
2.4 Гидрология	23
2.5 Почвенный и растительный покровы	24
2.6 Геологическое строение.....	26
2.7 Гидрогеологические условия.....	29
3 Методика получения и обработки геохимической информации.....	34
3.1 Полевые методы	34
3.2 Методики химического анализа подземных вод и изотопного анализа растворенных компонентов.....	36
3.3 Методика химического анализа почв	38
3.4 Методика микробиологического анализа проб воды	41
3.5 Методика микробиологического анализа проб почвы.....	42
3.6 Камеральная обработка данных.....	43
4 Химический состав подземных вод и почв района исследований	46
4.1 Химический состав подземных вод района исследований	46
4.2. Химический состав почв района исследований	54
5 Микробиологический состав подземных вод и почв района исследований	57
5.1 Микробиологический состав подземных вод района исследований	57
6 Изотопный состав нитратов, растворенных в подземных водах	63
7 Модель миграции соединений азота в системе почва–подземные воды	67
8 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	74
9 Социальная ответственность	107
Заключение	121
Список публикаций автора.....	122
Список литературы.....	123
Приложение А.....	132
Приложение Б	144
Приложение В.....	145
Приложение Г	146
Приложение Д.....	147
Графический материал	
Лист 1	

Введение

Азот является одним из наиболее распространенных элементов всех земных оболочек. От соединений азота во многом зависит продуктивность ландшафтов их экологическое состояние. Широкое использование соединений азота в сельском хозяйстве и их поступление в подземные воды часто приводит к проблеме загрязнения подземных и поверхностных вод. Поскольку элементы геохимического цикла азота являются важными показателями при выявлении антропогенного воздействия на экосистемы, они активно изучаются учеными из разных областей науки. Опубликовано довольно большое количество работ, посвященных обогащению соединениями азота подземных вод и почв, их преобразованию под влиянием жизнедеятельности микроорганизмов, выявлению источников азотного загрязнения, накоплен большой объем информации об изотопном составе соединений азота в различных веществах.

Актуальность работы. Систему почва–подземные воды необходимо рассматривать как единое целое, поскольку формирование химического состава подземных вод начинается еще в почвенном горизонте. То есть, внесение удобрений в почву и хранение отходов животноводства на поверхности земли может негативно влиять на состав подземных вод, особенно грунтовых. При этом подземные воды неглубокого залегания часто являются основным источником питьевой воды в сельской местности. Кроме того, в сельской местности не везде есть централизованная система канализации, а значит, бытовые стоки также могут попадать в подземные воды, обогащая их соединениями азота. Исследуемая территория не является исключением в этом отношении. Несмотря на наличие Томского водозабора, значительная часть населения Томского района Томской области использует децентрализованные источники водоснабжения без предварительной водоподготовки. Изучение системы почва–подземные воды, знание механизмов трансформации и особенностей миграции соединений азота

позволит прогнозировать изменения качества подземных вод и эффективно управлять им.

Объектом исследования является система почва–подземные воды (на примере почв и подземных вод Томского района Томской области).

Целью данной работы является изучение поведения соединений азота в системе почва–подземные воды в пределах сельскохозяйственных ландшафтов.

Задачи исследования:

1. По литературным данным изучить основные факторы формирования химического состава почв и подземных вод.
2. Изучить особенности химического состава подземных вод и почв на основе данных, полученных в ходе полевых исследований.
3. Изучить особенности микробиологического состава подземных вод и почв на основе данных, полученных в ходе полевых исследований.
4. Изучить изотопный состав нитратов, растворенных в подземных водах.
5. Проанализировать особенности миграции и трансформации соединений азота в системе почва–подземные воды и выявить источники соединений азота в подземных водах района исследований.

Научная новизна и практическая значимость. На данной территории были исследованы верхние горизонты почвы и подземные воды неглубокого залегания, с целью рассмотрения поведения азота в системе почва–подземные воды. Был определен химический и микробиологический состав почв и подземных вод, изучены процессы, которые оказывают влияние на цикл азота в системе почва–подземные воды. С помощью анализа стабильных изотопов $\delta^{15}\text{N-NO}_3^-$ и $\delta^{18}\text{O-NO}_3^-$ определены основные источники соединений азота в подземных водах. Подобные комплексные исследования вносят вклад в изучение цикла азота, а также распространения азотного загрязнения в пределах сельскохозяйственных территорий.

Апробация результатов работы. По теме выпускной квалификационной работы было опубликовано 3 работы, из них одна статья

включена в перечень рецензируемых научных журналов и изданий, две другие работы представлены на Международном научном симпозиуме студентов и молодых ученых имени академика М.А. Усова «Проблемы геологии и освоения недр» (2018, 2019 гг., г. Томск).

1 Обзор литературы по тематике исследования

Исследуемая территория расположена на стыке Западно-Сибирской плиты и Колывань-Томской складчатой зоны. Первые исследования по питьевым водам данного Томского района были обобщены в работе [1], благодаря сотрудникам кафедры гидрогеологии и инженерной геологии ТПУ в 60-е годы прошлого века. Был дан прогноз наличия Томского месторождения подземных вод, одни из первооткрывателей которого были П.А. Удодов и Н.М. Рассказов. Для обоснования проекта строительства водозаборного сооружения, которое запущено в эксплуатацию в 1973 году, проводились гидрогеологические и гидрогеохимические исследования Обь-Томского междуречья. Начиная с этого момента гидрогеологические и гидрогеохимические наблюдения на территории Обь-Томского междуречья стали регулярными и вошли в основу многочисленных опубликованных материалов таких авторов как: В.Д. Мокренко [2], В.Я. Герасимов [3], Н.А. Ермашова [4], и др.

С 1995 года по настоящее время мониторингом состояния геологической среды занимается филиал «Сибирского регионального центра ГМСН» ФГБУ «Гидроспецгеология». Данная организация ежегодно выпускает бюллетени, которые содержат отчеты по изменению гидродинамических и гидрогеохимических параметров Томского месторождения подземных вод.

Среди научных работ, рассматривающих геохимию подземных вод в нижнем течении р. Томи, следует отметить монографию С.Л. Шварцева [5], которая содержит материалы по региональной гидрогеохимии за последние 20 лет; диссертацию Н.А. Ермашовой [6], которая затрагивает вопросы формирования ресурсов и состава подземных вод Обь-Томского междуречья; диссертацию О.С. Наймушиной [7], которая рассматривает геохимическую эволюцию природных вод нижней части бассейна реки Томи; диссертацию О.В. Колоковой [8], посвященную геохимии подземных вод района Томского

водозабора и выявлению процессов формирования состава вод в условиях природного и антропогенного режимов; так же работа О.Е. Лепокуровой, И.С. Ивановой, С.Л. Шварцева и других авторов [9], затрагивающая вопрос о химическом и микробиологическом составе подземных вод децентрализованного водоснабжения южных и центральных районов Томской области.

По состоянию почвы можно выявить и оценить основные экологические проблемы той или иной территории. На сегодняшний день почвы изучались многими исследователями, и большинство работ связаны с изучением содержания различных химических элементов. Особый интерес представляют работы А.П. Виноградова [10]; В.И. Вернадского [11]; А.И. Перельмана [12]; А.А. Беуса [13]; М.А. Глазовской [14]; Ю.В. Алексеева [15]; Ю.Е. Саета и др. [16]; В.А. Алексеенко [17]; В.В. Добровольского [18], а также других исследователей. Первыми работами по загрязнению почв считаются труды И.Н. Антипова-Каратаева о состоянии и поведении меди в почвах [19].

На территории Томской области многие годы исследования почв выполняются сотрудниками ТГУ (Г.Е. Пашнева, А.В. Квасников [20], Н.В. Ильченко [21] и др.), а также НИИБиБ при ТГУ (Л.А. Изерская и др. [22]). Начиная с 1990-х годов, изучение загрязнения почвенного покрова проводится на базе кафедры геоэкологии и геохимии Томского политехнического университета (Л.П. Рихванов, Т.А. Архангельская, Е.Г., С.И. Арбузов, Л.В. Жорняк и др. [23], Язиков и др. [24]).

В настоящее время довольно активно занимаются изучением форм нахождения азота, их миграции и трансформации. Основным обобщением по нитратному загрязнению подземных вод России является работа В.П. Закутина, Д.А. Фетисенко, З.Н. Пантелеевой, А.А. Богомолова, Н.Н. Чугуновой «Нитратное загрязнение подземных вод территории СНГ и сопредельных стран» [25]. В ней охарактеризованы основные особенности распределения нитрат-иона на территории России и стран ближнего

зарубежья. Отмечается, что концентрации нитратов в грунтовых и напорных водах ряда регионов России в 30–50% случаев превышают ПДК. Наиболее высокие концентрации нитратов характерны для водоносных горизонтов со значительной техногенной или антропогенной нагрузкой и слабой защищенностью подземных вод от загрязнения.

Много исследований посвящено азотному загрязнению подземных вод, в связи с антропогенной нагрузкой. К таким работам относятся: Крайнов С.Р., Закутин В.П. Загрязнение подземных вод в сельскохозяйственных регионах [26], Брилинг И.А. Нитратное загрязнение подземных вод удобрениями [27], Ибрагимов Р.Л., Ханнанов Р.Г., Федотов В.М. [18] Современное состояние мониторинга подземных и поверхностных вод на территории деятельности НГДУ и др.

Данную тему затронули в своих работах Шварцев С.Л., Солдатова Е.А., Гусева Н.В. [28, 29], которые изучили химический состав подземных вод верхней гидродинамической зоны района оз. Поянху и условия его формирования под влиянием природных и антропогенных факторов и выяснили, что основными загрязнителями в этом районе являются соединения азота.

Vjörn Küstermann [30] с соавторами в статье описал модель, предназначенную для анализа взаимосвязанных потоков азота (N) в системах земледелия. Он сочетает в себе анализ всех соответствующих источников N между подсистемами почва-растения-животные-среда и отражает сущность управления этими потоками. Такой системный подход позволяет выявить причины различного избытка N и использования N.

Так же Messer и Brezonik [31] было проведено сравнение между различными методами естественного накопления и моделью баланса для оценки годовых показателей денитрификации озера Окичоби, штат Флорида, крупного мелкого озера.

Однако большинство вышеперечисленных авторов рассматривают поведение соединения азота в отдельных средах (почва, подземные воды,

поверхностные воды и т.д.), а не систему почва–подземные воды. В то время как данную систему следует рассматривать в комплексе, так как формирование химического состава вод начинается еще в почвенном горизонте.

2 Природные условия исследуемого района

2.1 Административное положение исследуемого района

Согласно административно-территориальному делению Томской области исследуемая нами территория расположена в Томском районе Томской области. Томский район граничит на юге с – Кемеровской областью, на севере – с Кривошеинским и Асиновским районами Томской области, на востоке – с Асиновским и Зырянским районами, на западе – с Кожевниковским и Шегарским районами. Административным центром Томского района является город Томск.

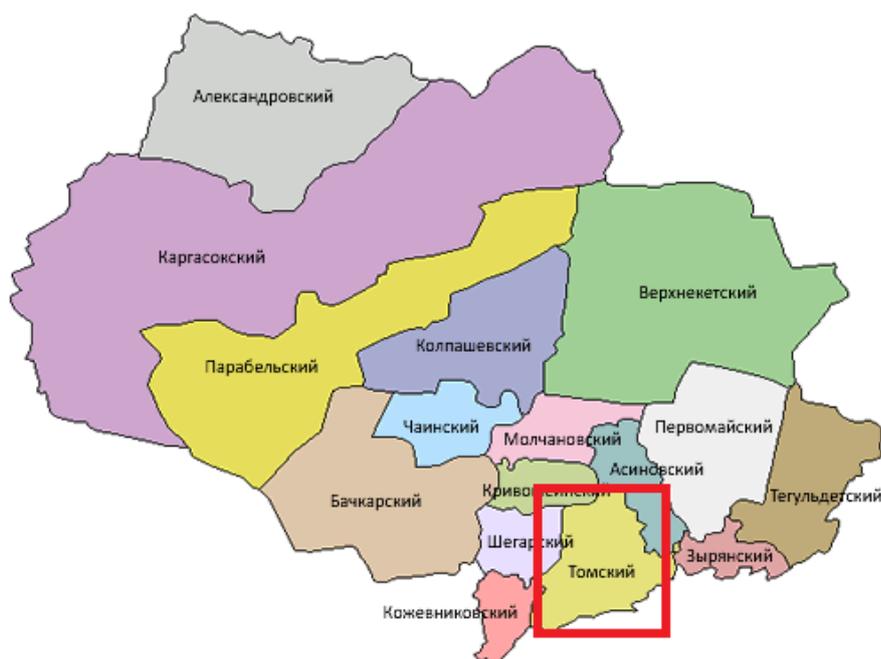


Рисунок 1 – Административное положение района исследований (красным цветом отмечена территория района исследований)

С географической позиции Томский район относится к зоне тайги, подзоне подтайги, за исключением небольшого участка на правом берегу реки Томи, относящийся к южно-таежной зоне [32].

Исследуемый район характеризуется высокой интенсивностью развития сельскохозяйственного производства. Агропромышленный

комплекс района включает 38 сельскохозяйственных организаций (31 % всех сельхозорганизаций области), более 100 крестьянских (фермерских) хозяйств и около 30 тысяч ЛПХ (25 % от общего областного показателя) [33].

2.2 Климат

Одной из ведущих закономерностей формирования климата района исследований является расположение его в центральной части Западно-Сибирской равнины. Воздушные массы Атлантики достигают таежной зоны и определяют формирование умеренно-континентального климата. Сложное взаимодействие воздушных потоков создает неустойчивую погоду во все сезоны года. Из местных факторов существенное влияние на климат оказывает сильная заболоченность и большое количество озер, что обуславливает большие затраты тепла на испарение [32].

Среднегодовая температура воздуха варьирует в диапазоне от минус 0,5 до минус 1,5 °С (табл. 1), суточный и среднемесячный максимумы приходятся на июль, минимумы – на январь [34]. Холодный период с отрицательными температурами длится 180–200 дней в году. Продолжительность теплого периода, когда температура выше 0 °С составляет 165–185 дней в году [35].

По количеству осадков территория относится к зоне умеренного увлажнения [32]. Годовое количество осадков варьируется от 500 до 600 мм (табл. 2). Наибольшее месячное количество осадков в среднем наблюдается в июле–августе, наименьшее – в январе.

Таблица 1 – Основные термические характеристики климата южно-таежной зоны Западной Сибири [32]

Зона, подзона	Температура, °С			Сумма температур воздуха >10°С	Сумма активных температур почвы, °С	Суммарная радиация, МДж/м ²	Радиационный баланс МДж/м ²
	Января	Июля	среднегодовая				
Южная тайга	-22–(-23)	17–18	-0,5–(-1,5)	1500–1700	1590	156	83

Таблица 2 – Среднее многолетнее количество осадков в г. Томске с учетом поправки на смачивание и выдувание, мм [36]

Месяц												Год
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
39	27	33	34	51	68	81	76	52	60	67	49	637

Температурные ресурсы почвенного климата отличаются от атмосферных, что связано с более поздним прогреванием и ранним выхолаживанием почв. Глубина промерзания суглинков почв в южной тайге под естественной темнохвойной растительностью не превышает 40 см, но на непродолжительное время, уже в период оттаивания в мае происходит «проваливание» нижней границы мерзлоты на глубину 1,5–2,0 м. Пространственно-временные различия в термическом режиме почв наиболее выражены на поверхности до глубины 20 см [32].

2.3 Геоморфология

Исследуемый район, представляет собой аллювиально-аккумулятивную водораздельную равнину внеледниковой зоны, рельеф которой сформировался с участием новейших блоковых тектонических движений (рисунок 2, 3). Здесь В.А. Льготиним (1989) выделены следующие разновозрастные геоморфологические зоны: плиоценовые,

раннесреднечетвертичные и среднечетвертичные денудационно-аккумулятивные водораздельные равнины, древние ложбины стока (эрозионно-аккумулятивные равнины) и долины современных рек [37].



Рисунок 2 – Фрагмент орографической схемы Западно-Сибирской равнины [20]

Плиоценовая денудационно-аккумулятивная водораздельная равнина развита на Обь-Томском междуречье, где занимает её северо-восточную часть. Рельеф равнины мягкий, сглаженный, осложненный более молодыми дюнно-грядовыми формами.

Раннесреднечетвертичные денудационно-аккумулятивные равнины расположены на Томь-Яйском и Обь-Томском междуречьях. На Томь-Яйском междуречье водораздельная равнина имеет расчлененный рельеф. Приречные склоны водоразделов осложнены оврагами и балками, а его центральные части – западинами и просадочными формами рельефа. Обь-Томское междуречье имеет асимметричное строение с крутым и высоким западным склоном и пологим восточным. Равнина плоская, слаборасчлененная.

Среднечетвертичная равнина слагает Томь-Яйское междуречье, которое в своей восточной части характеризуется ровным и пологоволнистым рельефом, осложненным суффозионно-просадочными явлениями.

Древние ложбины стока развиты на междуречье Оби и Томи. Ложбины формируют гривисто-ложбинный и грядово-западинный рельеф.

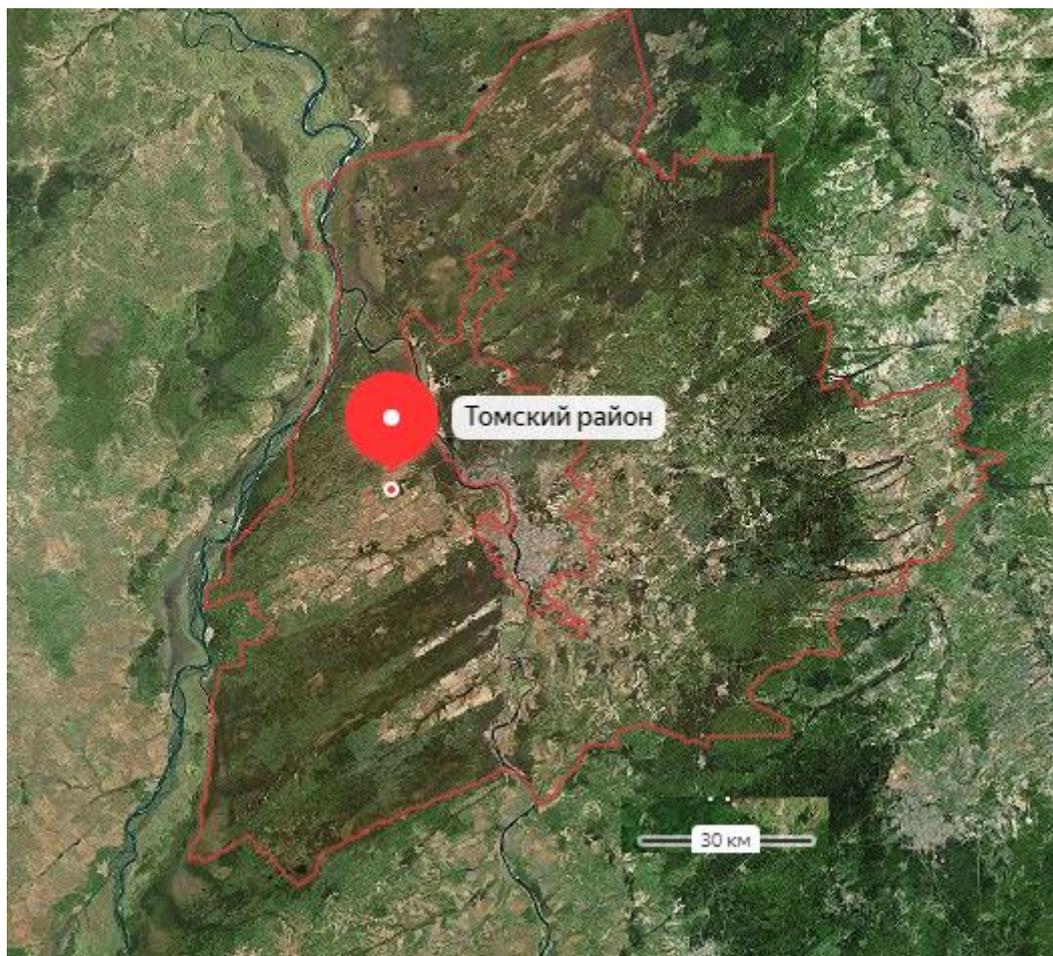


Рисунок 3 – Карта рельефа Томского района

В соответствии с особенностями рельефа на правобережье р. Томь выделяются 6 типов геосистем типологического уровня местностей [7]:

- 1) гривно-ложбинный лесо-луговой поймы р. Томи;
- 2) мелкогривистый березово-еловый долин притоков р. Томи;
- 3) плосковолнистый болотно-лесной первой надпойменной террасы р. Томи и ее крупных притоков;
- 4) холмисто-западинный боровой второй надпойменной террасы р. Томи;
- 5) гривно-лощинный лесоболотный ложбины древнего стока
- 6) пологоволнистый сосново-мелколиственный междуречной равнины.

2.4 Гидрология

Плоский рельеф и слабая дренированность большей части рассматриваемой территории в сочетании с избыточным атмосферным увлажнением, достаточно суровым термическим режимом и рядом других факторов обусловили исключительно широкое распространение болот и заболоченных земель, занимающих не менее половины ее площади [38].

Реки изучаемого района относятся к бассейну Карского моря и принадлежат к системе р. Оби. Наиболее крупной водной артерией на территории исследования второй после Иртыша по водности приток р. Оби – река Томь. Её водосбор площадью 62000 км² расположен в пределах республики Хакассия, Кемеровской, Новосибирской и Томской областей.

Общая протяженность реки – 827 км, из которых участок нижнего течения длиной 125 км расположен в Томской области. Годовой модуль стока Томи достигает 20 л/с с 1 км², годовой объем стока у г. Томска составляет 32,6 км³ /год, а среднегодовой расход – 1031 м³ /с. Река по характеру внутригодового режима в верхнем течении относится к рекам горно-лесной зоны с весеннее-летним половодьем, летними и осенними дождевыми паводками, относительно высокой летней меженью и ледоставом средней продолжительности. На участке среднего и нижнего течения водный режим р. Томи носит сложный характер, обусловленный трансформацией различных типов водного режима притоков [39]. Среднегодовой сток формируется преимущественно за счет зимних осадков, доля снегового питания составляет 50–80 %. Основная часть водного стока формируется в горно-таежных районах Кузнецкого Алатау и Горной Шории, соответствующих водосборам наиболее крупных притоков Томи [39].

Левые притоки р. Томи (реки Кузьминка, Порос, Кисловка, Черная, Ум) текут в северо-восточном направлении, имеют неглубокий врез, очень извилистые русла и заболоченные долины. Большинство из них приурочено к

ложбинам стока. Питание реки получают от весеннего таяния снега, обильных летних осадков и грунтовых вод [39].

Правые притоки р. Томи – реки Черная, Шишкобойка, Мостовка, Камышка, Самуська и Киргизка, соответствуют нечетко выраженной границе лесной и лесостепной природных зон, где обычно характерно весеннее половодье, паводки в летне-осенний период и низкая зимняя межень.

Кроме водотоков на рассматриваемой территории широко распространены озера и болота. Озера в основном расположены на пойменных участках Томи. Питание их смешанное и осуществляется за счет снеготалых, дождевых, грунтовых и болотных вод. Болота в долинах рек и на водоразделах преимущественно низинные мощностью до 3 м и более [39].

2.5 Почвенный и растительный покровы

Развитые в исследуемом районе почвы относятся в основном к дерново-подзолистым в среднем поясе, подзолистым на севере, серым лесным и черноземам на юге. Все типы почв характеризуются небольшой мощностью, преимущественно 20–50 см. Лесная подстилка и переходный органоминеральный горизонт образуют слой мощностью от 3 до 20 см. Органическая часть обычно представлена растительными остатками разной степени разложения, частично гумусом. Минеральная часть состоит из преимущественно глин каолинового и гидрослюдистого состава, частично супесями и песками.

В зоне подтайги, к которой приурочена большая часть территории исследований, наибольшее развитие приходится на дерново-подзолистые почвы, кроме того здесь распространены пойменные, серые лесные оподзоленные и болотные почвы [41].

Среди болотных почв, приуроченных к пониженным элементам рельефа, широко распространены болотно-подзолистые, торфянисто- и торфяно-болотные почвы, торфяники низинных и верховых болот. Болотные почвы приурочены к самым пониженным элементам рельефа

водораздельных пространств, поймам рек, долинам ручьев, логов и глубоким депрессиям [41].

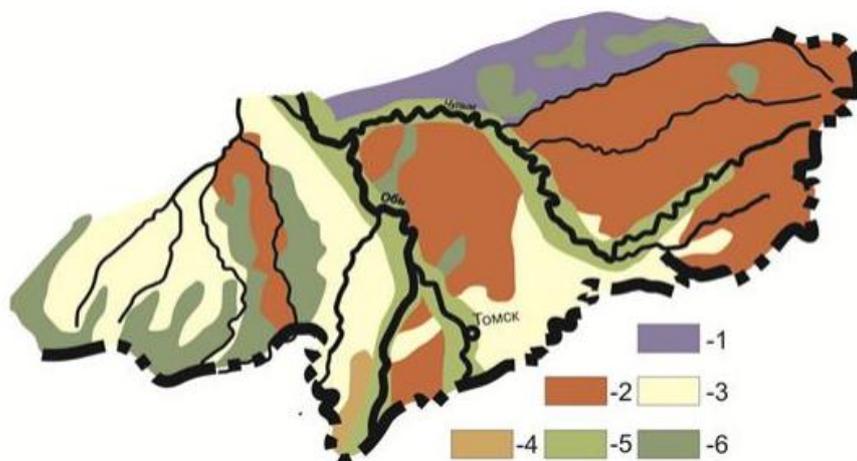


Рисунок 4 – Почвы Томского района [40]: 1 – подзолистые, 2 – дерново-подзолистые, 3 – серые лесные, 4 – черноземы, 5 – пойменные, 6 – болотные

Для южной подзоны тайги, к которой относится наша исследуемая территория, характерно наличие темно-хвойных и смешанных лесов с преобладанием пихты. Эти леса распространены преимущественно в приречных и более дренированных полосах. Наиболее типичными группами ассоциаций являются зеленомошниковая, на легких подзолах – травянистая, в поймах рек – кустарниковая [42].

Низовье р. Томи характеризуется господством лишайниковых и травянистых боров, развитых на подзолистых почвах легкого механического состава. Эти боры чередуются с водораздельными гипново-сфагновыми болотами, вторичными осиново-березовыми высокотравяными лесами и островами темно-хвойных насаждений. В лишайниковых борах произрастает редкая травянистая растительность, часто встречаются среди сосновых лесов брусничниковые, черничниковые, долгомошниковые боры, сфагновые сосняки. По слабодренированным участкам широко распространены заболоченные елово-кедрово-пихтовые леса с примесью березы и осины и совершенно безлесные сфагновые болота [42].

2.6 Геологическое строение

В геологическом строении района принимают участие отложения палеозойского фундамента и мезо-кайнозойского осадочного чехла, а также современные четвертичные отложения (Лист 1). Фундамент представлен осадочными породами: глинистыми сланцами, песчаниками, алевролитами, органогенными известняками, яшмами и эффузивными породами: кварцевыми порфирами, диабазами, порфиритами девонского и каменноугольного возраста. На границе с мезозойскими осадками чехла породы фундамента часто выветрелые и разрушенные, они представлены гравелитами, брекчиями, образованиями коры выветривания. Рыхлые отложения платформенного чехла представлены осадками мезозойской и кайнозойской групп [43].

Палеозойская эратема

Палеозойские образования в обнажениях распространены достаточно ограниченно, представлены частью саламатовской – ярской толщами, лагерносадской толщей и басандайской свитой и наблюдается по реки Томи и ее правым притокам.

Девонская система

Средний отдел

Отложения среднего девона слагают наиболее глубокие части разреза герцинского складчатого комплекса и в пределах исследуемой территории не имеют выходов на поверхность, скважинами не вскрывались и их присутствие предполагается на основании анализа геофизических данных и геологического строения смежных площадей [7].

Верхний отдел

Верхнедевонские отложения представлены пачинской и юргинской свитами. В пределах Колывань-Томской зоны удаленных фаций они сложены терригенными отложениями и представлены глинистыми сланцами,

алевролитами, песчаниками, рифогенными известняками. На исследуемой территории коренные выходы не наблюдались [7].

Девонская и каменноугольная системы нерасчлененные

Отложения второго седиментационного цикла выделены в инскую серию, охватывающую абышевский горизонт верхнего девона и почти весь нижний карбон. Представлены саламатовской толщей верхнего фемена и ярской толщей турнейского ярус.

Четвертичная система

Осадки четвертичной системы сплошным чехлом перекрывают междуречья и заполняют речные долины на территории исследования. Они залегают на размытой поверхности палеогена, а на правобережье – частично на породах мела.

Нижний отдел

Доледниковый горизонт лежит в основании четвертичной толщи на отложениях новомихайловской и ажарминской свит. Слагается песками с гравийно-галечниковым материалом в основании. Выше по разрезу наблюдаются разнородные серые пески с включениями гравия и гальки.

Демьяновская свита прослеживается повсеместно и выходит на поверхность в долинах рек Камышки, Мостовки, Шишкобойки. Свита представлена толщей алевролитистых глин.

Средний отдел

К среднему отделу отнесены тобольская свита, самаровская свита и отложения четвертой надпойменной террасы.

Обнажения тобольской свиты, встреченные в долинах рек Шишкобойки, Мостовки и Камышки, представлены серыми, светло-серыми, зеленоватыми песками. Пески иногда имеют косую диагональную слоистость, содержат в основании толщи гравий и гальку, а выше по разрезу сменяются тонкозернистыми разностями.

Самаровская свита представлена суглинками и глинами голубовато-синими, серыми, плотными, часто песчанистыми, с неясно выраженной

горизонтальной слоистостью. В нижней части разреза встречаются бурые суглинки или прослой глинистого песка и супеси с редкой галькой и гравием, указывающие на слабый размыв нижележащих отложений тобольской свиты, содержатся горизонты и линзы погребенных торфяников.

Средний – верхний отделы

Нерасчлененные отложения среднего и верхнего отделов представлены элювиально-делювиальными покровными образованиями и аллювием III надпойменной террасы.

Основная часть разреза представлена суглинками желтоватыми, желтовато-бурыми, пылеватыми, макропористыми, местами лессовидными, суглинки карбонатизированы и содержат известковые конкреции. В низах разреза наблюдается слабая-тонкогоризонтальная слоистость.

Аллювиальные отложения III надпойменной террасы наибольшую площадь распространения имеют на правом берегу р. Томи. Отложения представлены песками серыми, кварц-полевошпатовыми редко с линзами суглинков. Пески хорошо сортированы, имеют серую, светло-серую и желто-серую окраску, мелкозернистую структуру и полевошпатовый состав. Значительное содержание кварца (50-68%) и хорошая окатанность зерен свидетельствует о значительной транспортировке и неоднократном перемешивании материала.

Верхний отдел

Осадки верхнечетвертичного отдела слагают II надпойменную террасу. Аллювиальные отложения II надпойменной террасы развиты и обнажены на правом берегу реки Томи. В основании террасы залегает горизонт галечника, состоящего из хорошо окатанных обломков кварца, кремня, магматических и осадочных пород. Основную часть разреза террасы составляет вышележащий горизонт песков, редко содержащий линзы супеси, часто известковые.

Современный отдел

Современные четвертичные отложения представлены осадками высокой и низкой пойменных террас и образованиями современных болот.

Аллювиальные отложения пойменных террас состоят из аллювия низкой и высокой пойм, широко развитого по рекам Оби и Томи и их притокам. Низкая пойма имеет ограниченное распространение и представлена песками кос и прирусловых волнов. Высокая пойменная терраса сложена в основании песками серыми, кварц-полевошпатовыми, разнозернистыми, с линзами галечника и гравия. Выше по разрезу пойменные осадки представлены песками с прослоями супеси, суглинка и глины. Верхняя часть разреза поймы сложена суглинками, глинами, илами и торфяниками.

2.7 Гидрогеологические условия

Особенностью гидрогеологических условий рассматриваемого района является его приуроченность к области сочленения двух крупных гидрогеологических структур: Западно-Сибирского артезианского бассейна и Колывань-Томской складчатой зоны.

По условиям залегания, циркуляции, питания и разгрузки на территории выделяются два гидрогеологических этажа со свободным и затрудненным водообменом, разделенные мощным водоупором верхнемелового-среднепалеогенового возраста мощностью от 0 до 50 м [44].

Зона свободного водообмена подразделяется на два водоносных этажа. Верхний этаж сложен рыхлыми мезозойско-кайнозойскими отложениями, содержащими поровопластовые воды. Нижний этаж – складчатый фундамент палеозойских образований, представленный осадочными вулканогенными и метаморфическими породами, обводненными преимущественно в верхней трещиноватой зоне, представлен водонесными зонами нижне-среднего карбона и верхнего девона.

Верхний водоносный этаж, который вызывает наибольший интерес в данной работе, включает в себя следующие водоносные комплексы: неоген-четвертичных отложений; палеогеновых отложений; верхнемеловых отложений [44].

Водоносный комплекс неоген-четвертичных отложений включает в себя гидравлически взаимосвязанные водоносные и водоупорные горизонты озерно-болотных отложений, отложений пойм рек; надпойменных террас, древних ложбин стока и аккумулятивных равнин [45].

Водоносный комплекс распространен повсеместно в пределах Обь-Томского междуречья и локально на правом берегу р. Томи. В кровле водоносного комплекса лежат глины, суглинки, эоловые пески. Мощность перекрывающих глинистых отложений изменяется от 3–10 м в поймах р. Томь, до 62–72 м – на Обь-Томском водоразделе. В подошве водоносного комплекса залегают чаще всего глины олигоценовых отложений новомихайловской, реже – лагернотомской свит, а в юго-восточной части района – глинистые продукты выветривания палеозойских образований.

Водоносные отложения представлены песками, гравийно-галечниковыми отложениями, супесями, мощностью от 13 до 46 м. Воды безнапорные или слабонапорные в случае, когда в кровле лежат водоупорные отложения. Величины напоров изменяются от первых метров до 28 м.

Воды голоценовых озерно-болотных отложений развиты на поймах рек, террасах, ложбинах стока и водоразделах. Сложены они торфом, илами, илистыми суглинками мощностью до 6 м, характеризуются низкой водоотдачей [46].

Глубина залегания болотных вод на повышенных участках достигает 0,3 м, на пониженных – они заливают пространства между кочками или образуют мелкие озерки площадью до первых десятков метров. Местами разобщенные заболоченные участки укрупняются, соединяются между собой и образуют болота значительных размеров. Значения коэффициентов

фильтрации болотных отложений колеблются в широких пределах, чаще всего 0,1–3,0 м/сут.

Кровля отложений сложена маломощными (2–3 м) слабопроницаемыми суглинками, которые являются хотя и слабым, но все же водоупором для болотных вод, образующих верховодку. Ниже суглинков залегают преимущественно песчаные и гравийно-галечниковые аллювиальные отложения с прослоями глин и суглинков, неравномерно развитых по территории. Воды безнапорные или слабо напорные в случае, когда в кровле лежат водоупорные отложения. Величины напоров изменяются от первых метров до 28 м [47].

Водоносный горизонт пойменных отложений р. Томи, первой и второй надпойменных террас. Водоносный горизонт пойменных отложений р. Томи, первой и второй надпойменных террас. Водовмещающие породы пойменных осадков сложены песками и гравийно-галечниковыми отложениями мощностью от 5 до 23 м.

Первая надпойменная терраса имеет ограниченное распространение в виде небольших по площади останцев. Водовмещающими породами являются пески и гравийно-галечниковые отложения, залегающие в подошве слоя. Верхняя часть разреза террасы представлена преимущественно суглинками и глинами, которые в виде отдельных прослоев и линз встречены и в водоносном слое. Мощность водовмещающих пород колеблется от 5 до 20 м.

Отложения второй надпойменной террасы р. Томи на территории исследований распространены широко. Водовмещающие породы – песок верхней части разреза и гравийно-галечниковые отложения подошвы слоя мощностью до 28 м. Песчано-гравийно-галечниковая толща представляет единый водоносный горизонт. Воды безнапорные, зеркало грунтовых вод находится на глубинах от 0 до 25 м на возвышенных участках надпойменных террас. Водообильность зависит от мощности водовмещающих пород, их проницаемости и гранулометрического состава [47].

Водоносный горизонт отложений древних ложбин стока развит на левом берегу р. Томь и четко вырисовываются в рельефе по вытянутым в юго-западном направлении формам болот, песчаных грив и межгривных понижений. Водовмещающие породы сложены песчано-валунно-галечниковыми отложениями мощностью от 10 до 20 м, перекрыты глинами, илами, торфяниками и суглинками. Воды напорные, величина напора достигает 30 м.

Водоносный комплекс палеогеновых отложений является основным источником централизованного водоснабжения г. Томска и частично г. Северска. Данный комплекс приурочен к отложениям новомихайловской, юрковской и кусковской свит, сложенных песками, алевритами, глинами с прослоями бурых углей и лигнитов. Воды новомихайловской, юрковской и кусковской свит находятся в тесной гидравлической связи и образуют единый гидродинамический комплекс, изолированный от водоносного верхне-четвертичного комплекса глинами, алевритами и лигнитами лагернотомской и новомихайловской свит.

Мощность перекрывающих водоупорных отложений изменяется от 1–3 м до 65–70 м. Однако, на отдельных участках, преимущественно на поверхности поймы р. Томи и ее надпойменных террас, перекрывающие отложения отсутствуют и через песчаные литологические «окна» происходит перетекание вод из первого от поверхности водоносного комплекса в эксплуатируемый комплекс [48].

Мощность водовмещающих пород варьирует от 10 до 100 м, глубина залегания – от 40 до 125 м от поверхности. Подошвой комплекса на большей части территории являются аргиллитоподобные глины люлинворской свиты, выклинивающиеся в юго-восточной части Обь-Томского междуречья и на правобережье р. Томь, на отдельных площадях – глины сымской или симоновской свит. Вблизи границы выклинивания песчаных отложений палеогена подошвой комплекса служит, преимущественно, глинистая кора выветривания палеозойских образований.

Воды комплекса повсеместно напорные, величина напора изменяется от 13 до 90 м. Уровни подземных вод в пределах водоразделов устанавливаются на глубинах от 28 м в средней части междуречья, до 40 м – в северной. Наиболее обводнены песчаные отложения юрковской свиты, наименее – пески новомихайловской и кусковской свит [47].

3 Методика получения и обработки геохимической информации

3.1 Полевые методы

Опробование на территории Томского района проходило в период сентябрь–октябрь 2017 г, июнь 2018 г, октябрь 2018 г., т.е. в начале и в конце сельскохозяйственного сезона.

Пробы подземных вод были отобраны из частных скважин и колодцев, используемых для нецентрализованного водоснабжения населения, также в непосредственной близости от точки отбора пробы воды отбирали пробы почвы с двух глубин – 0,3 м и 1,0 м. Общее количество точек пробоотбора за указанный период составило 8. Пробы были отобраны в д. Малое Протопопово, п. Мирный, п. Трубачево, п. Аникино, садовом товариществе (СТ) «Нерудник» в районе Сенной Курьи (рис. 5). При отборе выбирали колодцы и скважины, пробуренные на первый от поверхности водоносный горизонт (грунтовые воды), однако в п. Мирный и Трубачево были опробованы подземные воды более глубоких горизонтов (17–20 м).



Рисунок 5 – Карта точек опробования

Для определения концентрации основных компонентов химического состава подземных вод (HCO_3^- , SO_4^{2-} , Cl^- , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+), а также концентрации соединений азота (NO_3^- , NO_2^- , NH_4^+), PO_4^{3-} , $\text{C}_{\text{орг}}$, $\text{N}_{\text{общ}}$, Fe, Mn, CO_2 , отбирали 1,5 л воды в пластиковые бутылки, предварительно трижды промытые исследуемой водой.

При отборе *in situ* с помощью портативного мультипараметрового измерителя HI991301 (Hanna Instruments, USA), анализаторов PH-200, ORP-200, COM-100 (HM Digital, Inc., USA) и оксиметров AMT08 (Amtast USA Inc, Китай) и DO meter 8401 (AZ Instruments, Китай) были определены быстроменяющиеся показатели – pH, Eh, температура, электропроводность и содержание растворенного кислорода (рис. 6).



Рисунок 6 – Определение pH, температуры и УЭП с помощью мультипараметрового измерителя HI991301

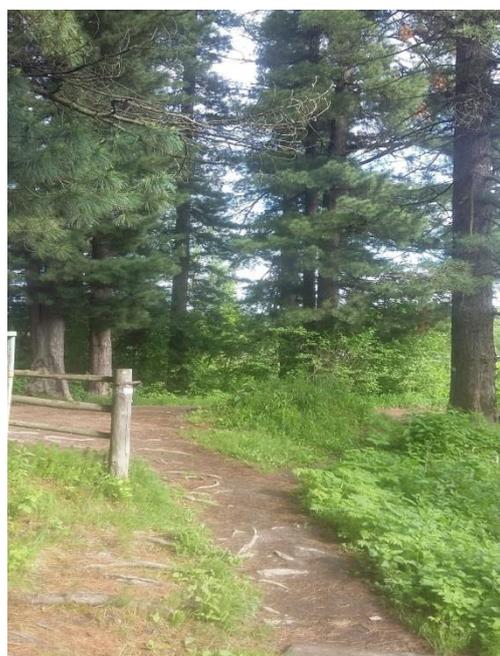


Рисунок 7 – Окрестности района опробования в точке ТО1

Для определения содержания стабильных изотопов азота и кислорода нитратов, растворенных в воде, на точке отбора пробу воды фильтровали через стерильный полиэфирсульфонный (PES) мембранный фильтр с размером пор 0,22 мкм с помощью шприца, предварительно промытого исследуемой водой в пластиковые бутылки объемом 0,5 л, также

предварительно трижды промытые исследуемой водой. Первые 5 мл пробы при фильтрации исключались. До проведения анализа пробы хранили при температуре 4 °С для снижения вероятности протекания реакций, связанных с жизнедеятельностью микроорганизмов.

Для микробиологического анализа пробы воды отбирались в стерильные стеклянные бутылки объемом 250 мл, используя стерильные перчатки при отборе. Стерильную емкость для отбора проб открывают под струей воды или в емкости, заполненной исследуемой водой, удаляя пробку вместе со стерильным колпачком. Пробка и края емкости не должны касаться посторонних поверхностей. После наполнения емкость немедленно закрывают стерильной пробкой, обеспечивающей герметичность, и стерильным колпачком. При заполнении емкости должно оставаться пространство между пробкой и поверхностью воды, чтобы пробка не смачивалась при транспортировании и для обеспечения перемешивания пробы перед анализом [48].

Образцы почвы были отобраны в стерильные полиэтиленовые пакеты отдельно для проведения химического и микробиологического анализов. Впоследствии образцы почвы были высушены и измельчены в лаборатории для проведения химического анализа.

3.2 Методики химического анализа подземных вод и изотопного анализа растворенных компонентов

Аналитические исследования химического состава подземных вод проводились в Проблемной научно-исследовательской лаборатории гидрогеохимии (ИШПР ТПУ) методами титриметрии, потенциометрии, ионной хроматографии, фотоколориметрии, высокотемпературного каталитического окисления (табл. 3).

Таблица 3 – Методы анализа химического состава подземных вод

Наименование показателя	Метод испытаний
pH	Потенциометрия
HCO ₃ ⁻	Потенциометрическое титрование (0,1н раствор HCl)
CO ₂ (св)	Титриметрия (0,1н раствор NaOH)
SO ₄ ²⁻ , Cl ⁻ , Ca ²⁺ , Mg ²⁺ , Na ⁺ , K ⁺ , NO ₃ ⁻ , PO ₄ ³⁻ , F ⁻ , Br ⁻	Ионная хроматография
NO ₃ ⁻ , NO ₂ ⁻ , NH ₄ ⁺ , PO ₄ ³⁻ , Fe _{общ} , Si	Фотоколориметрия
C _{орг}	Высокотемпературное каталитическое окисление
Примечание: количество исследованных образцов – 17.	

Определение изотопного состава нитрат-иона ($\delta^{15}\text{N}-\text{NO}_3^-$ и $\delta^{18}\text{O}-\text{NO}_3^-$) в пробах подземных вод произведено в лаборатории Гентского Университета, Бельгия (Isotope Bioscience Laboratory, ISOFYS), методом бактериальной денитрификации [49, 50] с использованием изотопного масс-спектрометра SerCon 20-20 IRMS (Sercon Ltd., Великобритания), соединенного с дополнительным модулем для пробоподготовки следовых газов ANCA TGII (Automated nitrogen carbon analyser – Trace gases, PDZ Europa Ltd., Великобритания). Данный метод позволяет одновременно определять значения $\delta^{15}\text{N}$ и $\delta^{18}\text{O}$ в образцах природных вод.

В основе метода лежит трансформация растворенного NO_3^- в N_2O (газ) денитрифицирующими бактериями *Pseudomonas aureofaciens*. Далее изотопный состав N_2O анализируется с использованием изотопного масс-спектрометра и корректируется по методике, описанной в [53]. Погрешность метода, включающая в себя инструментальную погрешность и погрешность, связанную с пробоподготовкой, составляет $\leq 2,2\%$ и $\leq 2,5\%$ для $\delta^{15}\text{N}-\text{NO}_3^-$ и $\delta^{18}\text{O}-\text{NO}_3^-$, соответственно [52].

Содержания изотопов выражены через δ в ‰ относительно мировых стандартов и определяются по уравнению:

$$\delta = \frac{R_{\text{обр}} - R_{\text{ст}}}{R_{\text{ст}}} * 1000, \quad (1)$$

где $R_{обр}$ и $R_{ст}$ – изотопные отношения $^{18}O/^{16}O$ или $^{15}N/^{14}N$ для образца и стандарта соответственно. Значения $\delta^{18}O$ приведены относительно стандарта V-SMOW (Vienna Standard Mean Oceanic Water), содержания $\delta^{15}N$ – относительно стандарта N_2 в атмосферном воздухе ($\delta^{15}N$ AIR).

3.3 Методика химического анализа почв

Аналитические исследования химического состава почв проводились в химической лаборатории Сибирского научно-исследовательского института Сельского хозяйства и торфа (г. Томск), а также в Федеральном государственном бюджетном учреждении «Станция агрохимической службы «Томская» (г. Томск).

Так, в Сибирском научно-исследовательском институте Сельского хозяйства и торфа были определены такие показатели как: рН сол., нитраты и обменный аммоний (табл. 3).

В Федеральном государственном бюджетном учреждении «Станция агрохимической службы «Томская» проводились измерения содержания массовой доли общего азота в почвах (табл. 4).

Таблица 4 – Методики испытания образцов почвы

Наименование показателя, единицы измерения	НД на метод испытаний	Наименование показателя, единицы измерения	НД на метод испытаний
рН сол., (ед. рН)	ГОСТ 26483-85	Обменный аммоний, ($млн^{-1}$)	ГОСТ 26489-85
Нитраты, ($млн^{-1}$)	ГОСТ 26488-85	Массовая доля общего азота (%)	ГОСТ 26107, п. 4.2
Примечание: количество исследованных образцов – 26.			

Кроме того, магистрант проводил самостоятельное измерение содержания органического углерода в почвах района исследований. Анализ $C_{орг}$ почв проводился в учебной лаборатории ТПУ по методу Тюрина, сущность которого описана ниже.

1. Навеску с отобранными корешками и стертую в агатовой ступке, просеянную через сито 0,25 мм помещали в колбу на 100 мл (рис. 8–9).



Рисунок 8 – Взвешивание навесок



Рисунок 9 – Взвешенная навеска в колбе на 100 мл

2. К навеске почвы бюреткой каждый раз спускали по каплям 10 мл 0,4 н сернокислого раствора бихромата калия (разбавленного серной кислотой 1:1), чтобы раствор бихромата медленно стекал по стенке.
3. Содержимое колбы перемешивали круговыми движениями, чтобы частицы почвы не остались на стенках.
4. Колбы, закрытые воронкой $d = 3,5$ см, ставили на электроплитку.
5. Смесь кипятили 5 мин с момента появления первого пузырька, не допуская бурного кипения и пара из воронки. При этом наблюдали изменение окраски из оранжево-красной до буровато-коричневой. При изменении окраса на зеленый необходимо было уменьшить навеску (рис. 10).
6. Колбу снимали с плиты и давали остыть до комнатной температуры.
7. Обливали горло колбы 10–20 мл воды и добавили 5–6 капель 0,2 % фенилтраниловой кислоты. Затем титровали смесь 0,2 н раствором соли Мора до перехода окраски в зеленую (рис. 11). В результате происходит окисление органического вещества и восстановление $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ до Cr^{3+} .



Рисунок 10 – Нагревание навесок с бихроматом на электроплитке



Рисунок 11 – Титрование проб раствором соли Мора

Расчеты:

$$C\% \text{ (на в-с почву)} = [(a \cdot N_1 - v \cdot N_2)] \cdot 0,003 \cdot 100 \cdot K_1 / \Gamma, \quad (2)$$

где а – объем $K_2 Cr_2O_7$;

N_1 – нормальность бихромат-ионов;

v – объем $FeSO_4$, пошедшего на титрование;

N_2 – нормальность эквивалентов углерода;

0,003 – величина мг.экв С;

Γ – навеска возд. сухой почвы.

$$C\% \text{ (на высуш. почву)} = (V - V_2) \cdot n \cdot 100 \cdot M_2 / m \cdot K_1, \quad (3)$$

где V_1 – объем $FeSO_4$, пошедший на титрование $K_2 Cr_2O_7$;

V_2 – объем $FeSO_4$, пошедший на титрование избытка $K_2 Cr_2O_7$;

n – нормальность железа;

m – навеска почвы;

M_2 – молярная масса экв.углерода г/ммоль.

3.4 Методика микробиологического анализа проб воды

Микробиологический анализ воды проводился в Проблемной научно-исследовательской лаборатории гидрогеохимии (ИШПР ТПУ). Проводилось определение следующих групп бактерий: нитрифицирующие, денитрифицирующие и аммонифицирующие.

Нитрифицирующие бактерии.

Образующийся при разложении белков и мочевины аммиак в виде аммонийных солей усваивается растениями или претерпевает дальнейшие микробиологические превращения. В результате деятельности особой группы бактерий аммонийные соли окисляются в соли азотной кислоты. Этот процесс называется нитрификацией, а возбудители его – нитрифицирующими бактериями. Нитрифицирующие бактерии окисляют аммиак до нитритов и нитратов, осуществляя заключительный этап.

Материалы и оборудование:

Реактивы для приготовления питательной среды, колбы на 0,5 или 1 л, пробирки или колбочки, объемом 50 мл; пипетки градуированные на 10 мл и 1 мл, фарфоровые чашки (или фарфоровые палетки); пипетки, 20 % серная кислота, концентрированная серная кислота, дифениламин, реактив Несслера, реактив Грисса, предметные стекла, водный раствор генцианвиолета или фуксина, спиртовка, маркер, предметные и покровные стекла, микроскоп.

Денитрифицирующих бактерии.

Микробиологическое восстановление нитратов и нитритов с образованием свободного азота, поступающего в атмосферу, называется денитрификацией. Этот процесс осуществляется специфической группой бактерий, которые называются денитрифицирующими.

Для выявления денитрифицирующих бактерий используют среду Гильтая.

Аммонифицирующие бактерии

Процесс разложения органических азотсодержащих веществ с выделением аммиака носит название аммонификации.

Выделение аммиака обнаруживают по посинению красной лакмусовой бумаги, выделение сероводорода – по почернению бумаги, смоченной уксуснокислым свинцом. Из нижних слоев жидкости готовят накопительный мазок, окрашивают его фуксином или генцианвиолетом и микроскопируют.

3.5 Методика микробиологического анализа проб почвы

Микробиологический анализ проб почв проводился в Проблемной научно-исследовательской лаборатории гидрогеохимии (ИШПР ТПУ) и в микробиологической лаборатории Сибирского научно-исследовательского института Сельского хозяйства и торфа (г. Томск). На всех жидких средах учет вели методом предельных разведений [54].

Азотфиксаторы.

Для выделения свободноживущих аэробных азотфиксаторов использовали среды Эшби и Федорова, в модификации Калининской [54].

Для выделения свободноживущих анаэробных азотфиксирующих бактерий рода *Clostridium* использовали среду Виноградского и среду Эшби.

Для количественного определения аммонификаторов были сделаны посевы методом предельных разведений [55]. Актуальная активность азотобактера определяется методом Виноградского [55].

Нитрификаторы.

Для обнаружения нитрифицирующих бактерий использовалось несколько сред [55]. Так как энергетическим субстратом и источником азота для нитрифицирующих бактерий I фазы является NH_4^+ , то для культивирования этих микроорганизмов использовали среду Сориана и Уокера.

О развитии нитрификаторов судили по появлению в среде нитритов и (или) нитратов. Для их обнаружения проводили качественные реакции на нитриты – с реактивом Грисса, и на нитраты с дефениламином [55].

Денитрификаторы.

Для получения накопительной культуры денитрифицирующих микроорганизмов использовали среду Гильтая [55].

Для количественного определения денитрификаторов были сделаны посевы методом предельных разведений [55], а также произведены посевы на твердую питательную среду Омелянского и МПА.

Также дополнительно производился посев на простую среду для денитрификаторов, так как численность микроорганизмов этой группы в почвах, отобранных в 2018 г. была очень низкая. Состав простой среды, г/л: K_2HPO_4 - 0,5; $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ - 0,2; KNO_3 - 2,0; сегнетова соль – 20,0.

3.6 Камеральная обработка данных

При обработке данных химического и микробиологического состава подземных вод и почв и изотопного состава растворенных нитратов были использованы программные продукты MS Excel и Statistica.

Расчёт средних концентраций компонентов химического состава подземных вод осуществлён с учетом закона распределения. Согласно опыту использования аппарата прикладной математической статистики, абсолютное большинство случайных явлений в природе могут быть описаны с помощью всего нескольких типов функций. Они называются основными законами распределения случайных величин и в настоящий момент являются широко применяемыми и детально изученными.

Наиболее распространенными среди них являются *нормальный* и *логнормальный* законы распределения.

Критерий Шапиро-Уилка является наиболее предпочтительным, поскольку он чаще выявляет различия между распределениями в тех случаях, когда они действительно есть.

Статистика критерия Шапиро-Уилка имеет вид:

$$W = \frac{1}{s^2} \left[\sum_{i=1}^n a_{n-i+1} (x_{n-i+1} - x_i) \right]^2, \quad (4)$$

где

$$s^2 = \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2, \bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i. \quad (5)$$

Числитель является квадратом среднеквадратического отклонения Ллойда. При $W < W(\alpha)$ гипотеза нормальности (или логнормальности) распределения отклоняется на уровне значимости α .

Для проверки значимости различий между выборками использовался двухвыборочный Т-критерий Стьюдента для зависимых выборок, если распределение подчинялось нормальному закону, а также критерий Уилкоксона для зависимых выборок, если закон распределения был отличен от нормального. Расчеты проводились в программе STATISTICA 10.

Т-критерий Стьюдента находится по формуле:

$$T = 2 \frac{\bar{x} - \bar{y}}{w_1 + w_2}, \quad (6)$$

где $w_1 = x_{\max} - x_{\min}$ и $w_2 = y_{\max} - y_{\min}$ – размахи сравниваемых выборок.

Критерий Уилкоксона имеет вид:

$$T = \frac{T - \frac{n(n+1)}{4}}{\sqrt{n(n+1)(2n+1)}}, \quad (7)$$

Так же был проведен корреляционный анализ при помощи коэффициента Пирсона для нормального распределения и Спирмена для распределений отличных от нормального.

Критерий Пирсона:

$$K = \sum \frac{(n_i - np_i)^2}{np_i} \quad (8)$$

где p_i — вероятность попадания в i -й интервал случайной величины, распределенной по гипотетическому закону.

Критерий Спирмена:

$$P = 1 - \frac{6 \cdot \sum(D^2)}{n \cdot (n^2 - 1)}, \quad (9)$$

где n - количество ранжируемых признаков (показателей, испытуемых);

D - разность между рангами по двум переменным для каждого испытуемого;

$\sum(D^2)$ - сумма квадратов разностей рангов.

Кроме того, полученные данные были разбиты на однородные группы с помощью кластерного анализа. Плюс данного метода в том, что он эффективен даже при малом объеме выборки и при законе распределения отличном от нормального.

4 Химический состав подземных вод и почв района исследований

4.1 Химический состав подземных вод района исследований

Согласно полученным данным подземные воды района исследований являются в основном умеренно пресными (минерализация 200–500 мг/л), в точках пробоотбора ТО2, ТО3, ТО4, ТО5 и ТО7 отмечается относительно повышенная минерализация (более 500 мг/л), расположенных в п. Аникино и СТ Нерудник. Средняя величина минерализации составляет 443 мг/л (табл. 5). По кислотно-щелочным свойствам подземные воды преимущественно являются нейтральными, рН изменяется от 6,68 до 7,8 (табл. 5). Слабощелочными воды встречены в точках пробоотбора ТО1 (д. Малое Протопопово) и ТО8 (СТ Нерудник).

Рассматривая рисунок 12а, следует отметить, что по мере роста минерализации подземных вод, отобранных в летний период, рН возрастает. Такое распределение связано с активной минерализацией органического вещества, ведущей к увеличению водородного показателя. Пробы, отобранные в осенний период, не имеют четкой зависимости рН от минерализации (рис. 12 б).

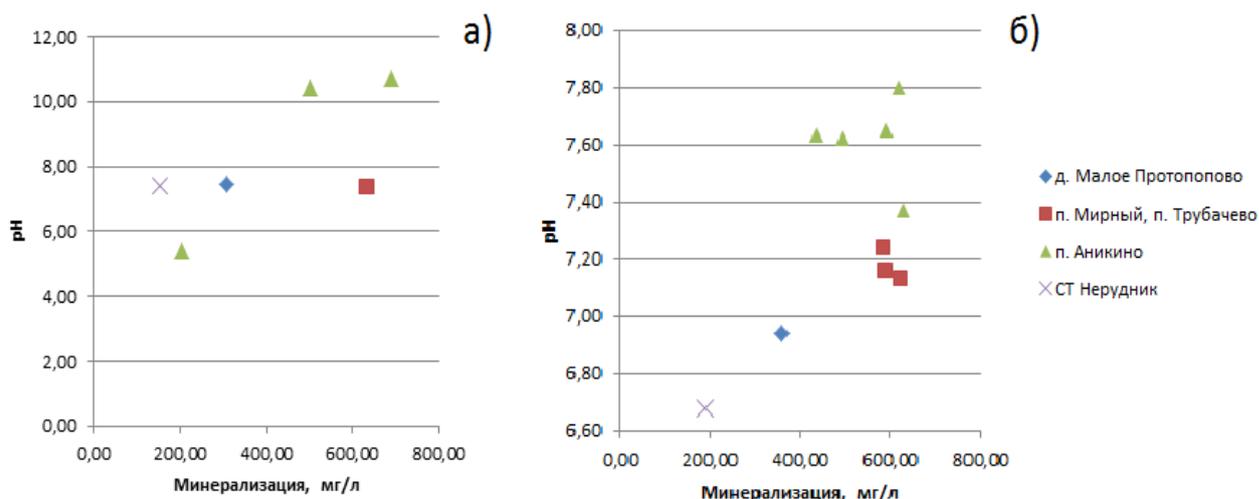


Рисунок 12 – Зависимость минерализации от кислотно-щелочных свойств в подземных водах (а – отобранных в летний период, б – отобранных в осенний период)

По химическому типу подземные воды в большей степени относятся к гидрокарбонатным кальциевым, что характерно для данной геохимической провинции (рис. 13). В точках ТО5, ТО6, ТО7, ТО8 (п. Аникино, СТ Нерудник) встречены также гидрокарбонатные кальциево-магниевые подземные воды (рис. 13).

Таблица 5 – Химический состав подземных вод района исследований

Компонент	Закон распределения	Значение концентрации, мг/л			
		min	max	среднее	фоновое значение*
pH	нормальный	6,68	7,80	7,35	7,12
Eh, мВ		-140	201	-3,2	-
HCO ³⁻		94,3	453	317	312
SO ₄ ²⁻		<2	49,2	20,8	8,04
Cl ⁻		1,05	51,4	19,7	12,4
NO ₃ ⁻		0,107	14	3,87	1,09
NO ₂ ⁻		<0,02	0,22	0,06	0,08
Mg ²⁺		6,1	34,8	14,9	22,1
Ca ²⁺	логнормальный	23,3	122,3	78,06	49,8
Na ⁺		4,16	37,38	13,1	32,3
K ⁺		0,73	16,60	2,7	3,38
NH ₄ ⁺		<0,05	0,76	0,19	0,41
PO ₄ ³⁻		<0,05	0,84	0,123	-
Минерализация		153,90	690,67	443	457
C _{орг}		1,09	5,9	2,22	5,06
N _{общ}	нормальный	<1	3,10	1,32	-
CO ₂		3,52	82,2	24,7	-
ПОК**		0,76	8,00	3,50	-
ХПК***		1,73	23,5	9,45	-

Примечания:

*За фоновые значения приняты средние значения показателей для подземных вод зоны гипергенеза провинции умеренного влажного климата ландшафта южной тайги по С.Л. Шварцеву [55].

**ПОК-перманганатная окисляемость.

***ХПК-химическое потребление кислорода.

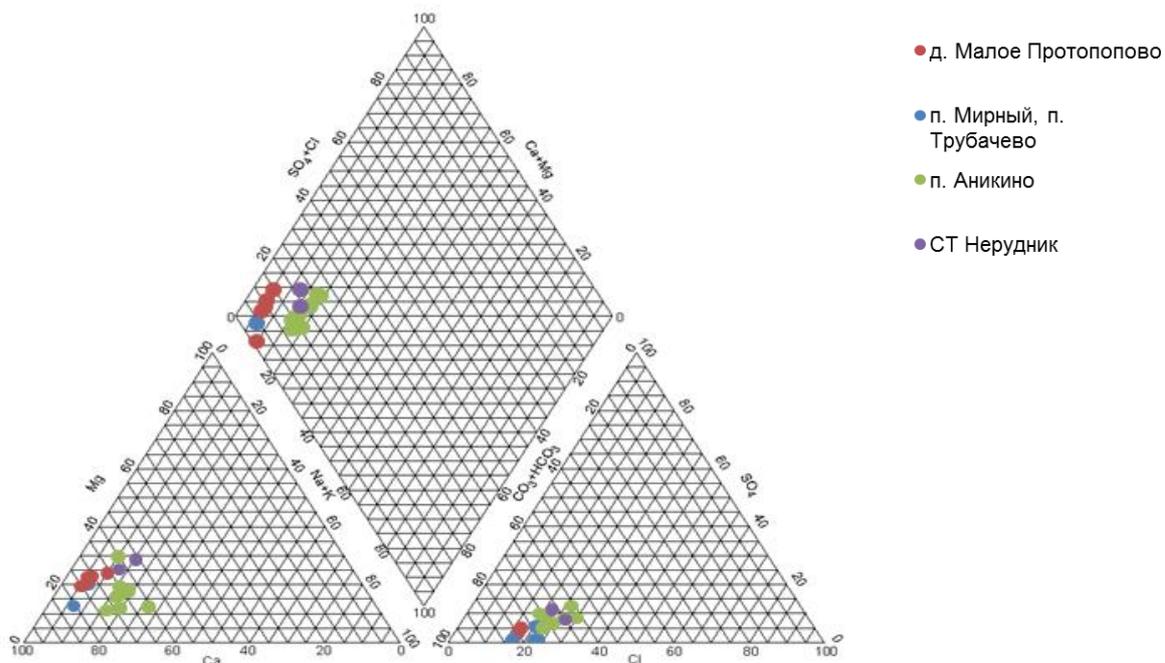


Рисунок 13 – Диаграмма Пайпера с нанесением данных по химическому составу исследуемых подземных вод

Значения Eh подземных вод варьируются в широких пределах, от минус 140 до 167 мВ, однако преобладают воды с окислительной обстановкой. Восстановительная обстановка характерна для подземных вод, отобранных на территории поселков Мирный и Трубачево (ТО2, ТО3, ТО4) (Приложение Б). Кроме того, подземные воды, отобранные в п. Мирный и Трубачево, характеризуются низкими концентрациями растворенного кислорода, которые варьируют от 0,75 до 1,03 мг/дм³. Глубина скважин, из которых проводился отбор, составляла 17–20 м, при отборе был зафиксирован слабый запах сероводорода. Причины формирования восстановительной обстановки в верхней гидродинамической зоне в данном районе не ясны. Предположительно это может быть связано с окислением органических веществ, поступающих в подземные воды в результате сельскохозяйственной деятельности. Однако не исключена и возможность влияния природных условий на изменение окислительно-восстановительного потенциала подземных вод, например, наличие сульфидов во вмещающих породах. Сероводородное заражение косвенно свидетельствует о влиянии

микроорганизмов (сульфатовосстанавливающих бактерий) на формирование восстановительных условий в данном районе.

Катионный состав рассматриваемых вод, в целом, соответствует фоновым значениям содержания катионов в подземных водах провинции умеренного влажного климата ландшафта южной тайги [56]. Исключением являются значения кальция, которые в большинстве опробованных точек превышает фоновое значение, вероятно это связано с особенностями водовмещающих пород. Так среднее значение содержания кальция составляет 78,06 мг/л, при фоновом значении 49,8 мг/л (табл. 5).

Содержание магния изменяется от 6,1 мг/л до 34,8 мг/л (Приложение Б). В целом концентрации магния в районе исследования соответствуют фоновому значению, определенному для подземных вод зоны гипергенеза провинции умеренного влажного климата (табл. 5).

Концентрация натрия в исследуемых водах колеблется от 4,16 мг/л до 37,4 мг/л., среднее значение составляет 13,1 мг/л. В общем, концентрации натрия в исследуемых водах находятся в пределах фонового значения и даже несколько ниже.

Минимальная и максимальная концентрации калия в подземных водах района исследований составляют 0,73 мг/л и 16,6 мг/л, соответственно, при среднем значении 2,7 мг/л. Наиболее высокие концентрации калия (более 15 мг/л) зафиксированы в п. Аникино. Стоит отметить, что СанПиН не даёт рекомендаций по максимально допустимым концентрациям основных катионов в составе питьевых вод.

Во всех сезонах прослеживается зависимость распределения кальция от минерализации: содержание кальция увеличивается с увеличением значений минерализации (рис. 14). Отмечается нарушение зависимости распределения для ионов натрия и калия в осенний период, в отличие от летнего периода. Скорее всего, это связано с антропогенными нагрузками в осенний период.

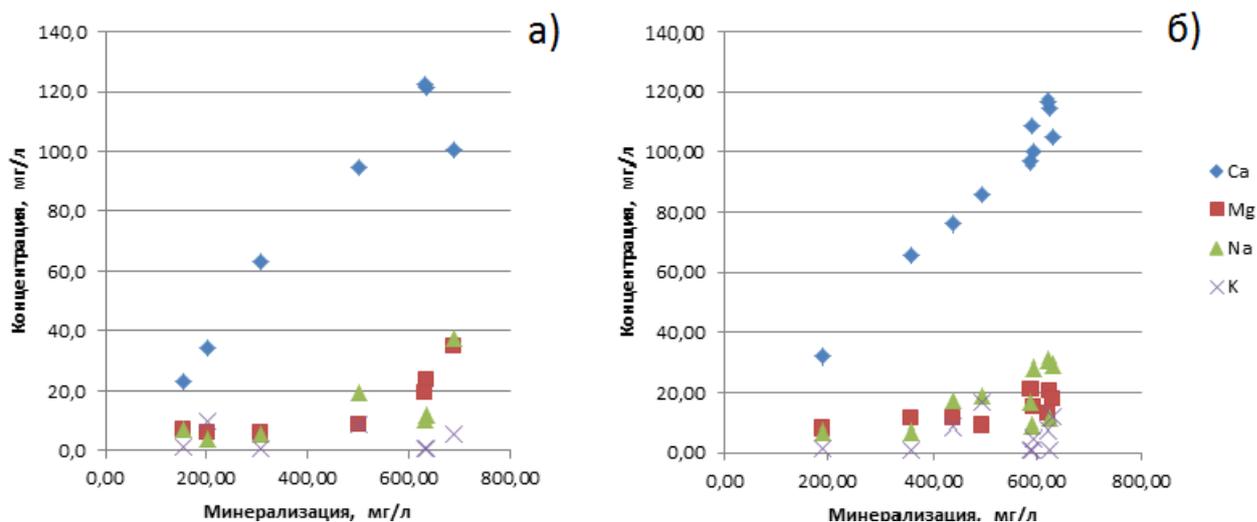


Рисунок 14 – Зависимость содержания катионов от минерализации в подземных водах (а – отобранных в летний период, б – отобранных в осенний период)

Анионный состав исследуемых вод отличается высокими концентрациями сульфат-иона, хлорид-иона, нитрат-иона, но доминирующим анионом все же является гидрокарбонат-ион (табл. 5) (Приложение Б). Минимальная и максимальная концентрации гидрокарбонат-иона в подземных водах района исследований составляют 94,3 мг/л и 453,3 мг/л, соответственно, при среднем значении 317 мг/л (табл.5). Значения концентрации гидрокарбонат-иона соответствуют фоновым значениям для подземных вод зоны гипергенеза провинции умеренного влажного климата.

Концентрации SO_4^{2-} изменяются от 7,41 мг/л до 49,2 мг/л, при среднем значении 20,8 мг/л. Следует отметить, что среднее содержание сульфат-иона в исследуемых водах превышает, фоновое значение согласно данным С.Л. Шварцева (табл. 5) на 16,6 мг/л. Подземные воды с повышенными относительно фоновых концентрациями SO_4^{2-} зафиксированы в большей части опробованных подземных вод. Однако эти значения не превышают предельно допустимой концентрации в 500 мг/л, установленной СанПиН 2.1.4.1074-01[57] для вод питьевого водоснабжения.

Минимальная концентрация Cl^- в подземных водах составляет 1,05 мг/л, максимальная – 51,4 мг/л. Средним содержанием хлорид-иона является 19,7 мг/л. В большинстве опробованных подземных вод наблюдаются превышения фонового содержания (табл. 5), эти точки расположены в п. Мирном, п, Аникино, СТ Нерудник. Следует отметить, что концентрации иона хлора в исследуемых водах не превышают предельно допустимого значения, установленного СанПиН 2.1.4.1074-01 (350 мг/л) [56].

Рассматривая зависимость анионного состава от минерализации, отмечается её нарушение для ионов хлора и сульфата в осенний период, что является следствием антропогенной загрязненности (рис. 15 б). Так же гидрокарбонат ион имеет хаотичное распределение в осенний период, причиной является поступление и последующая минерализация органического вещества в течении сезона (рис. 15 б).

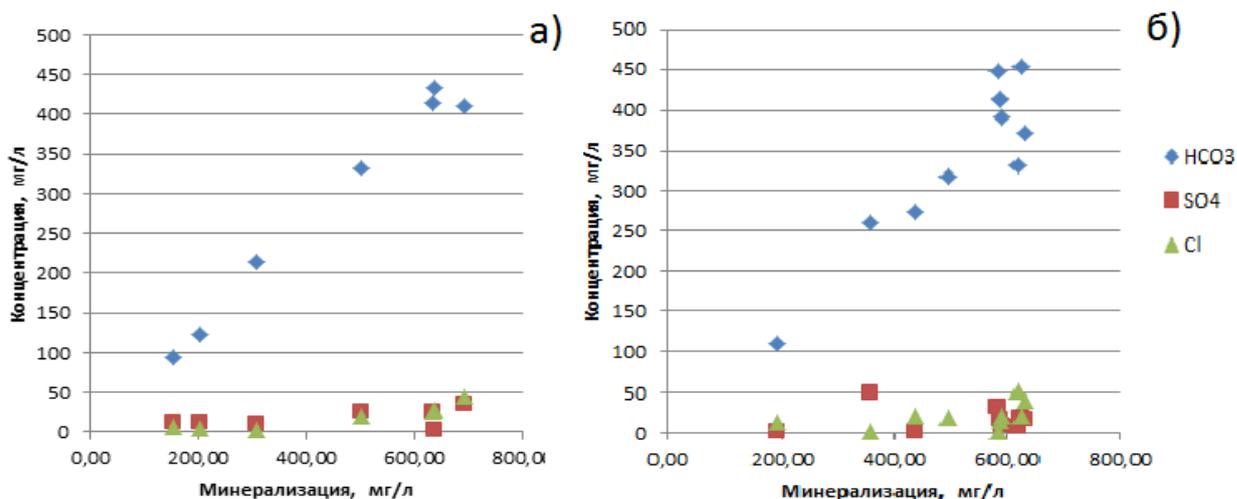


Рисунок 15 – Зависимость содержания анионов от минерализации в подземных водах (а – отобранных в летний период, б – отобранных в осенний период)

Концентрация $\text{C}_{\text{орг}}$ изменяется от 1,09 до 5,9 мг/л. Среднее значение составляет 2,22 мг/л. Значительных отличий в распределении по сезонам выявлено не было. Максимальные концентрации характерны для проб, отобранных в п. Аникино. Также ведут себя и значения ХПК. Что касается

значений ПОК, то наблюдается некоторое их повышение в летний период (среднее 4,90 мгО₂/л), по сравнению с осенним (среднее 2,52 мгО₂/л).

Концентрация СО₂ изменяется от 3,5 до 82,2 мг/л, среднее значение составляет 24,7 мг/л. При этом наблюдается очевидное повышение концентрации растворенной углекислоты в осенний период. Среднее значение для проб, отобранных в осенний период составляет 38,3 мг/л, в то время как для проб, отобранных в летний период среднее значение составляет 5,33 мг/л и не превышает 8,0 мг/л. Это может быть связано с процессом минерализации органического вещества, который, протекая в течении летнего сельскохозяйственного сезона, вызывает накопление СО₂ к осени. Максимальные концентрации растворенной углекислоты характерны для проб, отобранных в окрестностях п. Мирный в осенний период (Приложение Б).

Следует отметить, что статистически значимые отличия между выборками проб, отобранных в различные вегетационные периоды, отмечаются только для концентрации СО₂ и значения ПОК.

Что касается соединений азота, концентрация нитрат-иона в пробах подземных вод изменяется от 0,1 мг/л до 14 мг/л (табл. 5). Минимальные концентрации нитрат-иона встречены в подземных водах п. Мирный и п. Трубачево, что вероятно связано с формированием в этой зоне восстановительных условий. В точке ТО1 (д. Малое Протопопово), которая располагается на границе припоселкового кедровника, памятника природы областного значения, и изначально была выбрана как фоновая, наблюдается повышение концентрации нитрат-иона до 6,16 мг/л в летний период, при этом концентрация нитрит-иона составляет 0,147 мг/л, что почти на порядок превышает фоновое значение [56]. В осенний период концентрация нитрат-иона в точке ТО1 составляла 3,11 мг/л, при этом концентрация СО₂ составляла 44 мг/л, что свидетельствует о протекании процессов разложения значительной массы органического вещества. Таким образом, несмотря на то, что ведение хозяйственной деятельности в пределах припоселкового

кедровника ограничено, в грунтовых водах не его границе наблюдаются признаки антропогенного загрязнения, выражающиеся в повышении концентрации соединений азота (нитратов и нитритов).

Концентрация нитрит-иона изменяется от значений меньше предела обнаружения до 0,22 мг/л, при среднем значении 0,06 мг/л. Незначительные превышения относительно фонового значения содержания нитрит-иона наблюдаются в точках опробования в п. Аникино и д. Малое Протопопово.

Концентрация иона аммония колеблется изменяется от значений меньше предела обнаружения до 0,76 мг/л, среднее значение составляет 0,19 мг/л. В целом значения концентрации иона аммония в исследуемых водах соответствуют фоновым.

Концентрация общего азота изменяется от значений меньше предела обнаружения до 3,10 мг/л, при среднем значении 1,32 мг/л. В летний период значения концентрации общего азоту чуть выше, чем в осенний, а определённые расчётным путем значения $N_{\text{орг}}$ показывают, что эту разницу между летним и осенним периодом обуславливает повышение концентрация именно органических соединений азота в летний период.

Таким образом, можно отметить, что превышение значений общей минерализации относительно фоновых для подземных вод провинции умеренного влажного климата обусловлено возрастанием содержание таких компонентов-загрязнителей как сульфат-ион, хлорид-ион и калий, а в ряде случаев также нитрат-ион. Повышенные относительно фона концентрации кальция в катионном составе компенсируются пониженными концентрациями натрия, что вероятно связано с особенностями состава вмещающих пород. Поведение азота и его соединений, $C_{\text{орг}}$, значений ХПК, ПОК и концентрации CO_2 указывают на поступление органического вещества в летний период в начале вегетационного и сельскохозяйственного сезона и его минерализацию, ведущую к накоплению CO_2 в осенний период.

4.2. Химический состав почв района исследований

Объектом, представленного исследования, являются пробы серых лесных почв населенных пунктов Томского района, где сконцентрировано значительное количество предприятий агропромышленного комплекса, а также частные подсобные хозяйства.

В сельскохозяйственном отношении серые лесные почвы представляют собой наиболее важный ресурс для развития всех отраслей растениеводства. Большая часть серых и темно-серых почв засеяна пшеницей или занята картофелем, подсолнечником. Не менее хорошо на этих почвах растут кукуруза, лен, огурцы и другие овощные культуры [58].

Водородный показатель исследуемых почв изменяются в пределах от 4,14 до 7,76. Среднее содержание в верхнем горизонте почвы составляет 6,25, несколько уменьшаясь с глубиной (табл. 6). Таким образом, реакция среды в основном нейтральная, либо слабокислая, что характерно для данного типа почв [58]. При этом следует отметить, что нейтральная реакция среды характерна для почв, отобранных в п. Аникино, в то время как слабокислая – для окрестностей п. Мирный и СТ Нерудник (Приложение В).

Таблица 6 – Содержание соединений азота и гумуса в почвах района исследований

Компонент	Глубина, м	Min	Max	Среднее значение
рН	0,3	4,31	7,27	6,25
	1,0	4,14	7,76	5,93
NO ₃ ⁻ , мг/кг	0,3	2,97	26,3	9,64
	1,0	1,40	9,20	3,67
N _{общ} , %	0,3	0,102	0,60	0,27
	1,0	0,04	0,212	0,08
NH ₄ ⁺ , мг/кг	0,3	4,58	25,8	12,1
	1,0	3,39	10,5	6,06
Гумус, %	0,3	5,30	10,68	8,18
	1,0	1,75	8,16	5,15

Концентрация общего азота в исследуемых почвах за осенний период колеблется от 0,04% до 0,30%. Содержание в летний период изменяется от 0,041% до 0,60% (Приложение В). Более высокие значения азота общего проявляются в образцах, отобранных в летний период, что напрямую зависит от вегетационного периода растений и активной деятельности микроорганизмов, а также может быть связано с дополнительным поступлением азота вместе с удобрениями. С глубиной содержание общего азота снижается (табл. 6). Максимальный контраст между содержанием азота в различных почвенных горизонтах выявлен для точек ТО1 (припоселковый кедровник), ТО3 (п. Мирный), минимальный контраст – в точках ТО4 (п. Трубачево) и ТО8 (СТ Нерудник).

Содержание аммонийного азота в осенний период варьирует в пределах от 3,39 мг/кг до 16,2 мг/кг. Содержание аммонийного азота в пробах, отобранных в осенний период меньше, чем в пробах, отобранных в летний период. Так, количественные значения содержания аммонийного азота в летний период находятся в пределах от 5,18 мг/кг до 25,8 мг/кг (Приложение В). Данное распределение можно связать с процессом аммонификации органических веществ, поступающих в начале сельскохозяйственного сезона с удобрениями, которая происходит за счет деятельности аммонифицирующих бактерий. Если рассматривать содержание элемента по горизонтам, то наибольшее его количество приходится на верхний слой почвы (до 0,3 м) (табл. 6). При этом максимальный контраст содержания иона аммония по глубине как в летний, так и в осенний период характерен для точки ТО8 и ТО3.

Исследования показали, что содержание нитратов в гумусово-элювиальном слое в осенний период составляет от 1,42 до 16,6 мг/кг (Приложение В), что соответствует очень низкой обеспеченности данным элементом питания. Содержания нитратов в пробах, отобранных в осенний период обычно ниже, чем в пробах отобранный в летний период (Приложение В), где содержание нитрат-иона изменяется от 1,40 до

26,3 мг/кг. Можно предположить, что это связано с деятельностью почвенной микрофлоры и возможным внесением азотосодержащих удобрений в начале сельскохозяйственного сезона, а также с выносом нитрат-иона из почвенной толщи. Влияние на содержание и вынос нитратов из почвенного горизонта могут оказать возделываемые культуры, сумма осадков за вегетационный период, урожайность, степень окультуренности и предшествующей удобренности почв. С глубиной содержание данного элемента заметно уменьшается: в верхнем горизонте содержание нитрат-иона изменяется от 2,97 до 26,3 мг/кг, в то время как на глубине 1 м его содержание составляет от 1,4 до 9,2 мг/кг (табл. 6). Максимальный контраст между содержанием нитрат-иона по глубине наблюдается в точках ТО5 и ТО6, минимальный контраст – в точках ТО4 и ТО8.

Содержание гумуса в осенний период изменяется от 1,53 до 9,37 %. Содержание гумуса в образцах, отобранных летом варьируют в пределах от 2,47 до 10,68 % (Приложение В). Преимущественно большее содержание гумуса в летний период, можно объяснить результатом деятельности почвенной микрофлоры и большого количества растительных остатков в виде корней травянистых растений. С глубиной содержание гумуса закономерно уменьшается с 8,18 до 5,15 мг/кг по среднему значению (табл. 6).

Таким образом, наблюдается снижение содержания всех компонентов к осени по сравнению с началом лета, исключения составляют только значения рН, которые в осенний период незначительно повышаются (Приложение В). Однако эти различия не были признаны статистически значимыми. С глубиной наблюдается снижение всех показателей, и эти различия в распределении компонентов по глубине согласно значениям t -критерия Стьюдента являются статистически значимыми, за исключением показателя рН.

5 Микробиологический состав подземных вод и почв района исследований

5.1 Микробиологический состав подземных вод района исследований

Из исследуемых подземных вод было отобрано 16 проб для микробиологического анализа (Приложение Г). Мезофильные сапрофиты наибольшую численность показали в пробах, отобранных в осенний период (до 510 кл/мл). В летний период были обнаружены всего в двух пробах: ТО1 (д. Малое Протопопово) – 180 кл/мл и ТО6 (п. Аникино) – 120 кл/мл. Мезофильная аллохтонная микрофлора в воде была представлена микроорганизмом протей вульгарный. Этот микроорганизм является космополитом и присутствуют в местах, содержащих органическое вещество животного происхождения.

Психрофильные сапрофиты так же максимальные значения достигают в осенний период (до 4240 кл/мл). В летний период численность доходит до 1640 кл/мл. Наибольшие значения приурочены к пробам, отобранных в п. Аникино, что может говорить о загрязнении подземных вод, ведь именно этим бактериям принадлежит основная роль в процессах самоочищения экосистем различного характера (Приложение Г).

Олиготрофы активно себя проявляют в летний период и достигают численности до 68000 кл/мл. В осенний период их содержание колеблется от 4400 до 21700 кл/мл. Территориально, наибольшие значения приурочены к пробам, отобранных в п. Аникино и СТ Нерудник.

Азотофиксирующие бактерии наибольшую активность проявляют в летний период (от 140 до 5260 кл/мл), максимальная численность характерна для подземных вод, отобранных в окрестностях п. Мирный и д. Малое Протопопово. Исключение составляет проба ТО5, отобранной осенью 2017 г. в п. Аникино, содержание анаэробных азотофиксирующих бактерий в

которой достигает 200000 кл/мл, такой пик численности азотфиксирующих микроорганизмов сложно объяснить (Приложение Г).

Аммонифицирующие бактерии в наибольшем количестве представлены в пробах, отобранных в осенний период. Так их содержание колеблется от 100 до 452550 кл/мл. Источниками азотсодержащих веществ для аммонифицирующих бактерий могут являться хозяйственно-бытовые стоки (Приложение Г).

Нитрифицирующие бактерии в наибольшем количестве представлены в осенний период и их содержание колеблется от 10 до 502000 кл/мл. В летний период количество бактерий содержится от 10 до 100 кл/мл. Наибольшее количество приходится на пробы, отобранные в д. Малое Протопопово и п. Мирном (Приложение Г).

Содержание денитрифицирующих бактерий колеблется от 10 до 52200 кл/мл. Максимальное количество в подземных водах фиксируется в осенний период. Максимумы представлены в пробах подземных вод, отобранных п. Мирном и п. Аникино. Денитрифицирующие бактерии являются анаэробами и окисляют органическое вещество за счет кислорода, получаемого не из O_2 , а из других окислителей неорганической природы, например, они могут использовать кислород нитратов как акцептор электрона («нитратное дыхание»). Увеличение численности денитрифицирующих микроорганизмов в осенний период согласуется с увеличением численности нитрифицирующих бактерий в этот период в почве и подземных водах. Нитрификаторы, окисляя аммоний, могут поставлять денитрификаторам источник кислорода (нитрат-ион), необходимый им для функционирования.

5.2 Микробиологический состав почв района исследований

Микроорганизмы, фиксирующие молекулярный азот атмосферы, называют азотфиксаторами, или diaзотрофами, т.е. использующими как N_2 , так и связанные формы азота.



Рисунок 16 – Глобальный цикл азота и микроорганизмы, участвующие в нем

Одна из основных ветвей круговорота азота – микробы-азотфиксаторы. Наши наблюдения проводились за группой свободноживущих фиксаторов азота *Azotobacter* и *Clostridium*.

Источником азота для бактерии рода *Clostridium* могут служить соли аммония, азотной кислоты и многие содержащие азот органические соединения. При отсутствии указанных соединений бактерии усваивают молекулярный азот.

Все виды азотобактера являются аэробами. Источником азота для них могут служить соли аммония, нитриты, нитраты и аминокислоты. В отсутствие связанных форм азота азотобактер фиксирует молекулярный азот. Азотобактер проявляет высокую потребность в органических веществах, поэтому в больших количествах встречается в хорошо удобренных почвах.

Установлено, что азотобактер в серой лесной почве встречается часто (Приложение Д), особенно в летний период. Число почвенных комочков, обросших азотобактером на среде Эшби составляло 5,85–100 % в зависимости от фона удобренности и генетического горизонта, что связано с чувствительностью этого азотфиксатора к кислотности почвы. Так наибольшая численность приурочена к верхним горизонтам (0,2–0,3 м) (Приложение Д).

В исследуемой почве наиболее многочисленной группой несимбиотических азотфиксаторов являются бактерии рода *Clostridium*, которые, в отличие от *Azotobacter*, обладают значительной толерантностью к повышенной почвенной кислотности. Исследования показали, что в летний период наблюдается тенденция к снижению численности этих микроорганизмов (Приложение Д), что возможно связано с применением удобрений, которые уменьшают плотность изучаемой почвы (Кенжегулова, 2008), следовательно, приводит к развитию аэробных процессов, и количество анаэробных азотфиксаторов из рода *Clostridium* снижается. Следует также отметить, что в осенний период большая численность бактерий рода *Clostridium* характерна для верхнего горизонта почвы, в то время как в летний период их численность с глубиной практически не изменяется, а в некоторых точках даже наоборот, увеличивается (при общем снижении численности на фоне осеннего сезона). Возможно, это связано с увеличением влажности верхнего горизонта почвы в осенний период.

В сохранении и пополнении запасов азота в почве большую роль играет олигонитрофильная микрофлора. Отмечено, что в изучаемой почве олигонитрофилы распространены обильно (Приложение Д). Явных количественных различий по сезонам не проявляется.

Разложение белков и других азотсодержащих соединений при участии микроорганизмов (минерализация) называют аммонификацией, так как при этом происходит отщепление аминокислоты от аминокислоты с выделением свободного аммиака в процессе дезаминирования.

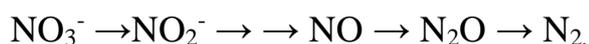
При аэробном распаде белка основными конечными продуктами процесса бывают CO₂, аммиак, сульфаты и вода. В анаэробных условиях при распаде белка образуются аммиак, амины, CO₂, органические кислоты (жирные и ароматические – бензойная, ферулиновая и др.), меркаптаны, а также вещества с неприятным запахом – индол, скатол и сероводород.

Наибольшая численность аммонифицирующих бактерий приходится на летний период (до $1686,7 \cdot 10^4$ клеток). Вероятно, это связано с

поступлением органического вещества с удобрениями в начале сельскохозяйственного периода, что стимулирует рост численности микроорганизмов. В осенний период максимальное число бактерий достигает $141,0 \cdot 10^4$ клеток. Все отмеченные максимумы за оба периода проявляются в пробах, отобранных в п. Аникино, однако и в п. Мирном содержание аммонифицирующих микроорганизмов в почве достаточно велико. Что касается распределения с глубиной, то в основном прослеживается уменьшение численности с увеличением глубины, однако для некоторых точек опробования (ТО1, ТО8 – летний период, ТО5, ТО6 – осенний период) наблюдается обратная зависимость.

Образующийся при микробном разложении азотсодержащих органических соединений аммиак частично адсорбируется в почве, потребляется как источник азота в процессе метаболизма почвенных микроорганизмов и в аммонийной форме растениями (иммобилизуется), выделяется в атмосферу, а также окисляется в нитриты и нитраты в процессе нитрификации. Нитрифицирующие бактерии активно себя проявили в пробах, отобранных в осенний период, так содержание колеблется от 32 до 3210 кл/г. абсолютно сухого вещества почвы на среде Сориано и Уокера; от 50 до $1 \cdot 10^7$ кл/г. абсолютно сухого вещества почвы на среде Ватсона и Вотербари. Однако в некоторых точках (ТО1, ТО3) присутствие нитрификаторов не было выявлено. В летний период нитрифицирующие бактерии содержатся от 32 до 1002 кл/г. абсолютно сухого вещества почвы на среде Сориано и Уокера; от 42 до 305 кл/г. абсолютно сухого вещества почвы на среде Ватсона и Вотербари (Приложение Д). Зачастую для нитрифицирующих микроорганизмов наблюдается увеличение численности с глубиной, что не характерно для рассмотренных выше групп.

Денитрификация – это процесс восстановления нитратов до нитритов и далее до какой-либо из газообразных форм азота (окиси азота, закиси азота и молекулярного азота):



Наибольшее количество денитрификаторов как на среде Гильтая, так и на среде Омелянского, было выявлено в осенний период. Возможно, оказали роль погодные условия, а именно влажность почвы. Денитрифицирующие бактерии широко распространены во влажных почвах, особенно богатых неразложившимися органическими остатками. Денитрификация – одна из причин обеднения почв азотом и неполного использования растениями вносимых в почву азотных удобрений. Кроме того, в большинстве проб наблюдается тенденция изменения численности бактерий с глубиной: на верхний слой почвы находятся максимумы численности денитрификаторов, с увеличением глубины их количество снижается.

Наблюдения показывают, что в развитии микроорганизмов круговорота азота определяющим фактором служит поступление органического вещества в начале сельскохозяйственного сезона.

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

Студенту:

Группа	ФИО
2ВМ71	Зиновик Ксении Вадимовне

Школа	Инженерная школа природных ресурсов	Отделение школы (НОЦ)	Отделение геологии
Уровень образования	Магистр	Направление/специальность	20.04.02 Природообустройство и водопользование/ Инженерные изыскания в области природообустройства

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

<p>1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i></p>	<p>Оценка стоимости материально-технических и человеческих ресурсов полевых и камеральных работ при проведении мониторинга подземных вод. Стоимость сырья и материалов принять среднерыночными для г. Томска, стоимость специального оборудования принять 67710,93 руб.</p>
<p>2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i></p>	<p>Надбавки 20%, премии 30%, доп. заработная плата 10%, накладные расходы 80%, районный коэффициент для территории г. Томска 1,3. Себестоимость работ определить на основании планируемых затрат. Сметный расчет стоимости работ выполнить согласно справочнику базовых цен на инженерно-гидрологические изыскания, а также инженерно-геологические и инженерно-экологические изыскания для строительства за 1999 год (СБЦ -99) с учетом индекса изменения сметной стоимости на I квартал 2019 г. – 47,12, согласно Письма Минстроя России от 05.03.2019 N 7581-ДВ/09 . Расходы по внешнему транспорту – 11,5 % от сметной стоимости полевых работ.</p>
<p>3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i></p>	<p>Упрощенная; коэффициент отчислений во внебюджетные фонды – 30% согласно: Налоговому кодексу РФ и Закону от 24.07.1998г. №125-ФЗ «Об обязательном социальном страховании от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний».</p>

2. Разработка устава научно-технического проекта	Определить цели и результаты проекта, составить организационную структуру проекта.
3. Планирование процесса управления НИТ: структура и график проведения, бюджет, риски и организация закупок	Определить этапы выполнения работ, трудоемкость этапов работ, затраты на выполнение работ (себестоимость); капиталовложения по этапам работ; рентабельность. Разработать график Ганта (календарного план-графика проекта).
4. Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности	Выполнить расчёты интегрального финансового показателя, интегрального показателя ресурсоэффективности, интегрального показателя эффективности, сравнительной эффективности вариантов исполнения.

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. «Портрет» потребителя НИТ;
2. Карта сегментирования рынка;
3. Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений;
4. Диаграмма FAST
5. Матрица SWOT
6. Степень готовности научного проекта к коммерциализации
7. Контрольные события проекта;
8. Календарный план проекта и график Ганта;
9. Бюджет исследования;
10. Сметная стоимость работ
11. Группировка затрат по статьям;
12. Рентабельность проекта;
13. Капиталовложения по видам работ;
14. Матрица ответственности;
15. Реестр рисков;
16. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности исследования.

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	11.12.17
--	----------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ОСГН ШБИП	Волкова А.Л.	-		31.05.19

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ВМ71	Зиновик К.В.		31.05.19

8 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

8.1 Устав научно-технического проекта

8.1.2 Цели и результат

Соединения азота относятся к важнейшим компонентам гидросферы. От них во многом зависит продуктивность ландшафтов и их экологическое состояние. Широкое использование азота в сельском хозяйстве и их поступление в подземные воды часто приводит к проблеме загрязнения подземных и поверхностных вод этими соединениями. Поскольку элементы геохимического цикла азота являются важными показателями при выявлении антропогенного воздействия на экосистемы, они активно изучаются учеными из разных областей науки. При этом грунтовые воды часто являются основным источником питьевой воды в сельскохозяйственных районах. Кроме того, в сельской местности не везде есть централизованная система канализации, а значит, бытовые стоки также могут попадать в подземные воды, обогащая их соединениями азота. Исследуемая территория не является исключением в этом отношении. Несмотря на наличие Томского водозабора, значительная часть населения Томского района Томской области использует децентрализованные источники водоснабжения без предварительной водоподготовки.

Исследование подземных вод в районах сельскохозяйственной деятельности, знание механизмов трансформации и особенностей миграции соединений азота позволит прогнозировать изменения качества подземных вод и эффективно управлять им.

Так одна из целей работы – мониторинг химического состава подземных вод на территории, где ведется сельскохозяйственная деятельность. Результат – выявление экологических аспектов, которые возникают при влиянии антропогенной деятельности на подземные воды и рекомендации для использования исследуемых подземных вод для населения.

Область применения относится как к инженерно-гидрологическим и инженерно-экологическим изысканиям.

Целевая аудитория результата исследования представлена юридическими лицами, ведущими свою деятельность в сфере инженерных изысканий, в частности экологического мониторинга (табл. 8).

Таблица 8 – «Портрет» потребителя НТИ

Параметры	Краткое описание
Организационно-правовая форма	Юридические лица
Географическое местоположение	Сибирский федеральный округ (СФО)
Отрасль экономики	Инженерные изыскания (раздел экологические изыскания)
Вид деятельности	Выполнение комплекса работ по ведению экологического мониторинга водных объекта.

Ведение мониторинга геологической среды, куда входит и экологический мониторинг подземных и поверхностных вод, на региональном уровне на территории СФО осуществляется филиалом ФГБУ «Гидроспецгеологии» Сибирский региональный центр государственного мониторинга состояния недр (ГМСН), а мониторинговые исследования территориального уровня в пределах субъектов Федерации выполняются, как отделениями филиала, так и подрядчиками - Территориальными центрами ГМСН (в г. Томске АО «Томскгеомониторинг») с использованием действующих скважин.

Реальные пользователи исследования представлены филиалы и центры по мониторингу состояния недр (экологическое состояние подземных вод), к потенциальным пользователям можно отнести инженеров-проектировщиков.

Цели и результаты проекта в области ресурсоэффективности представлены в таблице 10.

Таблица 9 – Заинтересованные стороны проекта

Заинтересованные стороны проекта	Ожидания заинтересованных сторон
Филиалы по мониторингу состояния недр	Рекомендации по выполнению мониторинга, а также выявление экологических аспектов, которые вытекают при влиянии антропогенной деятельности на подземные воды
Инженеры-проектировщики	Тоже что и для филиалов
Недропользователи	Ознакомление с рекомендациями по мониторингу, выявленными аспектами

Таблица 10 – Цели и результат проекта

Цели проекта:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Для выявления, оценки состояния и прогнозирования экологического состояния подземных вод. 2. Оценка воздействия на население, используемое исследуемые подземные воды. 3. Информационное обеспечение о пригодности подземных вод в использовании населением для бытовых нужд.
Ожидаемые результаты проекта:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Предупреждение об экологической опасности исследуемого объекта. 2. Повышения информирования не только филиалов по мониторингу, но и населения о непригодности использования подземных вод для хозяйственных нужд.
Критерии приемки результата проекта:	Соответствие результатов целям проекта.
Требования к результату проекта:	<i>Требование:</i>
	Сокращение случаев негативных экологических последствий от загрязнения подземных вод
	Повышение информационного материала о подземных водах Томского района.

8.1.3 Организационная структура проекта

Таблица 11 – Рабочая группа исследования (Источник данных: [Составлено автором работы])

№ п/п	ФИО, основное место работы, должность	Роль в проекте	Функции	Трудозатраты, час.
1.	Солдатова Е.А., ТПУ, ИШПР, доцент	Руководитель исследования	Отвечает за исследования, координирует деятельность участников исследования	80

№ п/п	ФИО, основное место работы, должность	Роль в проекте	Функции	Трудозатраты, час.
1.	Волкова А.Л., ТПУ, ОСГН ШБИП, ассистент	Эксперт исследования	Консультация по вопросам ресурсоэффективности и ресурсосбережения при реализации исследования	10
2.	Атепаева Н.А., ТПУ, ООД ШБИП, ст. преподаватель	Эксперт исследования	Консультация по вопросам охраны труда и экологической безопасности при реализации исследования	10
3.	Зиновик К.В., ТПУ, магистрант	Исполнитель исследования	Реализация исследования	600

8.1.4 Ограничения и допущения проекта

Таблица 12 – Ограничения проекта (Источник данных: [Составлено автором работы])

Фактор	Ограничения
Источник финансирования	грант РФФ № 17-77-10017
Бюджет проекта	600000 рублей
Сроки проекта	20.09.2017-31.05.2019

8.2 Потенциальные потребители результатов исследования

Сегментирование рынка – разделение покупателей (потребителей) на однородные группы, для каждой из которых может потребоваться определенный товар (услуга). Потребителями данного исследования: филиалы по мониторингу состояния недр, инженеры-проектировщики и недропользователи.

В таблице 6 приведена карта сегментации рынка услуг по проведению мониторинга. Для сравнения и проведения анализа были выбраны различные потребители (филиал по мониторингу, проектная организация и недропользователь) и виды услуг (комплексный продукт, экологические изыскания, мониторинг).

Таблица 13 – Карта сегментирования рынка услуг по выполнению мониторинга экологического состояния подземных вод

		Услуга		
		Изыскания+мониторинг	Экологические изыскания	Мониторинг
Заказчик	Филиал мониторинга			
	Проектные организации			
	Недропользователи			

Так как услуга изыскания+мониторинг менее востребована, стоит произвести разработку комплексного продукта, который привлечет больший интерес.

8.3. Анализ конкурентных технических решений

Для того чтобы вовремя вносить коррективы и изменения в работу и оставаться конкурентно способными заказчикам необходимо проведение детального анализа конкурирующих фирм и разработок, а также нововведений в законодательство необходимо проводить систематически.

Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения позволяет провести оценку сравнительной эффективности потребителей. Проведем данный анализ с помощью оценочной карты, представленной в таблице 7.

Для этого отобрали организацию, осуществляющую деятельность по мониторингу (Бк1), в сфере инженерных изысканий (Бк2) и недропользователи (Бк3), которые осуществляют локальный мониторинг по лицензии недропользователя. Позиция продукта каждой организации оценивается по показателям экспертным путем по пятибалльной шкале, где 1

– наиболее слабая позиция, а 5 – наиболее сильная. Веса показателей, определяемые экспертным путем, в сумму должны составлять 1.

Конкурентоспособность конкурента К

$$K = \sum B_i * \text{Б}_i, \quad (10)$$

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

Таблица 14 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (Источник данных: [Составлено автором работы])

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Бк1	Бк2	Бк3	Кк1	Кк2	Кк3
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1.Повышение производительности труда пользователя	0,10	3,00	3,00	4,00	0,3	0,30	0,4
2.Удобство эксплуатации	0,10	5,00	5,00	3,00	0,50	0,50	0,5
3.Энергоэкономичность	0,10	4,00	4,00	3,00	0,40	0,40	0,30
4. Надежность	0,10	3,00	3,00	4,00	0,3	0,3	0,4
5. Достоверность	0,15	4,0	4,0	2,0	0,6	0,6	0,3
6.Экологическая безопасность при проведении работ	0,15	4	3	3	0,6	0,45	0,45
1	2	3	4	5	6	7	8
Экономические критерии оценки эффективности							
1.Конкурентоспособность продукта	0,10	4,00	4,00	2	0,4	0,4	0,2
2. Цена	0,15	4	4	2	0,6	0,6	0,3
3. Срок выполнения работ	0,05	4,00	3,00	2,00	0,2	0,15	0,1
<i>Итого</i>	1	35	37	27	3,9	3,7	2,95

В ходе анализа выявлено, что недропользователи уступают в конкуренции организациям, предлагающие мониторинг и изыскания. Такой критерий, как повышение производительности труда, больше у недропользователей, так как они определяют только то, что их интересует и

это увеличивает производительность, если же определять комплекс показателей, то производительность уменьшается. Надежность так же больше у недропользователей за счет узкого профиля определений, так как при комплексности может снизиться данный критерий. Удобство в эксплуатации, энергоэкономичность, цена, конкурентоспособность, срок выполнения работ больше у компаний осуществляющие мониторинг и изыскания. Достоверность который предположительно самый низкий у обычных недропользователей.

8.4 FAST-анализ

Суть FAST-анализа базируется на том, что затраты, связанные с созданием и использованием любого объекта, выполняющего заданные функции, состоят из необходимых для его изготовления и эксплуатации, и дополнительных, функционально неоправданных, излишних затрат, которые возникают из-за введения ненужных функций, не имеющих прямого отношения к назначению объекта, или связаны с несовершенством конструкции, технологических процессов, применяемых материалов, методов организации труда и т.д.

Объектом FAST-анализа являются антропогенные факторы, оказывающие воздействие на подземные воды и их мониторинг (подземных вод). Главная, основная и вспомогательная функции, представим в таблице 15.

Таблица 15 – Классификация функций

Наименование этапа работ	Выполняемая функция	Ранг функции		
		Главная	Основная	Вспомогательная
Мониторинг подземных вод	1 - Экологическая безопасность			

Наименование этапа работ	Выполняемая функция	Ранг функции		
		Главная	Основная	Вспомогательная
Прогноз и рекомендации по дальнейшему мониторингу и использованию подземных вод населением	2 - Обеспечение заказчика необходимой информацией			
Определение антропогенных факторов, влияющих на состав подземных вод	3 - Направляющая			

Далее, для построения функционально-стоимостной диаграммы (FAST) необходимо определить и рассчитать значимость выделенных на различных этапах функций. Для расчета этих значений была составлена матрица смежности функций и количественных соотношений этих функций - результат представлен в таблицах 16 и 17.

Также для каждой из выделенной нами функций была рассчитана значимость (табл.17) относительно ранга функции.

Таблица 16 – Матрица смежности функций

	1	2	3
1	=	>	>
2	<	=	>
3	<	=	=

Примечание: < – менее значимая, > – более значимая, = – одинаковые.

Таблица 17 – Матрица количественных соотношений функций

	1	2	3	Итого	Относительная значимость
1	1	1,5	1,5	4	0,42
2	0,5	1	1,5	3	0,32
3	0,5	1	1	2,5	0,26
Всего				9,5	1

Затем выполним анализ стоимости функций с применением нормативного метода – по трудозатратам.

Затраты труда (в чел.-сменах) исполнителя работы – численно равны нормам длительности соответствующих работ. Показатель трудозатрат рассчитывается по формуле:

$$T = L * t, \quad (11)$$

где T – трудозатраты на создание определенного объема продукции, в человеко-смены рабочего времени; L – численность работников, занятых в производственном процессе; t – среднее количество фактически отработанных, нормативных или плановых часов рабочего времени в расчете на одного работника.

Всего количество времени составляет 60 дней: среднее количество времени для мониторинга 3 суток, для обработки результатов двух других этапов 57 день (во второй 20, в третий 37). Расчет стоимости функций представим в таблице 18.

Для графического отображения полученных результатов применяют построение функционально-стоимостной диаграммы (рис. 21), где отображается зависимость значимости функции от относительных затрат (общую себестоимость делим на поэтапные) на её выполнение.

Таблица 18 – Определение стоимости функций, выполняемых объектом исследования (Источник данных: [Составлено автором работы])

Наименование этапа работ	Выполняемая функция	Кол-во рабочих	Трудозатраты, чел/см	Стоимость сырья и материалов, руб.	Заработная плата, руб.	Себестоимость, руб.	Относительные затраты
Мониторинг подземных вод	1	2,0	6,0	3000,0	22440,0	25440	0,44
Прогноз и рекомендации по дальнейшему мониторингу и использованию подземных вод населением	2	2,0	40,0	1520,0	18000,0	19520	0,34
Наименование этапа работ	Выполняемая функция	Кол-во рабочих	Трудозатраты, чел/см	Стоимость сырья и материалов, руб.	Заработная плата, руб.	Себестоимость, руб.	Относительные затраты
Определение антропогенных факторов, влияющих на состав подземных вод	Направляющая	2,0	74,0	3645,0	8000,0	11645	0,22
Итого						56605	1,0

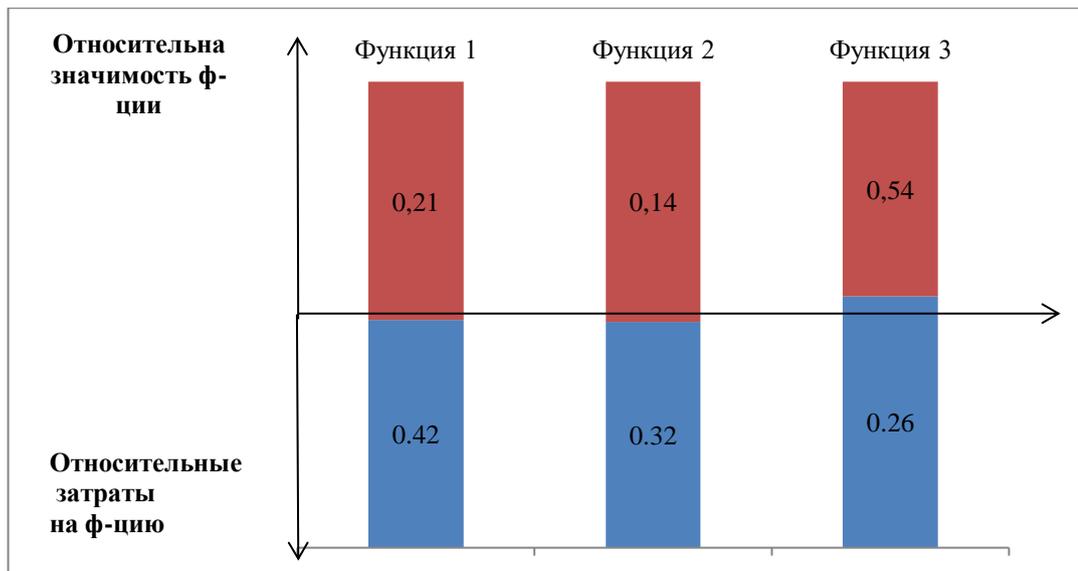


Рисунок 21 – Функционально-стоимостная диаграмма

На диаграмме отмечена диспропорция между важностью функции 3 (определение антропогенных факторов, влияющих на состав подземных вод) и затратами на нее.

В качестве оптимизации можно предложить сокращение количества участвующих человек в функции 3.

8.5 SWOT –анализ

SWOT – представляет собой комплексный анализ научно-исследовательского проекта, применяется для исследования внешней и внутренней среды проекта. Укажем сильные и слабые стороны проекта, возможности и угрозы, результаты сведем в матрицу SWOT, представленную в таблице 12. Затем выявим соответствие сильных и слабых сторон проекта внешним условиям окружающей среды, для этого построим интерактивные матрицы проекта, представленные в таблице 20.

Таблица 19 – Матрица SWOT (Источник данных: [Составлено автором работы])

	Сильные стороны проекта:	Слабые стороны проекта:
	С1. Заявленная экономичность и энергоэффективность	Сл1. Надежность и достоверность результатов может быть сперва под сомнением
	С2. Возможность прогноза и рекомендаций для территории исследования, без дальнейших полевых работ	
	С3. Экологическая безопасность	Сл2. Необходимость доп. обучения сотрудников
Возможности:		
В1. Появление спроса со стороны недропользователей и проектных организаций		
В2. Новые рабочие места		
В3. Прогноз и рекомендации по дальнейшему мониторингу и использованию территории		
Угрозы:		
У1. Введение дополнительных государственных требований к мониторингу		
У2. Отсутствие спроса на данную проблему		
У3. Завышенные затраты		

Таблица 20 – Интерактивная матрица проекта

		С1	С2	С3	Сл1	Сл2
Возможности проекта	В1	+	+	+	+	-
	В2	0	-	0	0	0
	В3	0	+	+	0	-
	У1	-	-	0	0	-
	У2	0	0	-	+	+
	У3	+	+	+	-	-

8.6 Оценка готовности проекта

Для выявления существующих и возможных затруднений и проблем в ходе выполнения проекта необходимо оценить степень его готовности, уровня собственных знаний для осуществления проекта. Показатели о степени проработанности проекта с позиции коммерциализации и компетенциям разработчика научного проекта представлены в таблице 21.

Таблица 21 – Бланк оценки степени готовности научного проекта к коммерциализации (Источник данных: [Составлено автором работы])

№ п/п	Наименование	Степень проработанности проекта	Уровень имеющихся знаний у разработчика
1	Определён имеющийся научно-технический задел	4	4
2	Определены перспективные направления коммерциализации	5	4
3	Определены отрасли и технологии для предложения на рынке	4	4
4	Проработаны вопросы финансирования и коммерциализации научной разработки	5	5
5	Имеется команда для научной разработки	5	5
6	Проработан механизм реализации научного проекта	4	4
Итого		27	26

Оценка готовности научного проекта по уровню знаний, имеющихся у разработчика, определяется по формуле:

$$B_{\text{сум}} = \sum B_i, \quad (12)$$

где $B_{\text{сум}}$ – суммарное количество баллов по каждому направлению, B_i – балл по i -му направлению.

Итоговые значения проработанности научного проекта и знания у разработчика лежат в диапазоне от 27 до 26, что говорит о перспективности ниже среднего.

8.7 Планирование работ проекта

8.7.1 Контрольные события проекта и план проекта

Ключевые события проекта, даты и результаты, которые должны быть получены представлены в таблице 22.

И в рамках планирования научного проекта необходимо построить календарный и сетевой графики. Контрольные события проекта представлены в таблице 22. Календарный график представлен в таблице 23.

Таблица 22 – Контрольные события проекта (Источник данных: [Составлено автором работы])

№ п/п	Контрольное событие	Дата	Результат (подтверждающий документ)
1.	Полевые работы (мониторинг)	27.09.2017-11.10.2017; 15.06.2018-25.06.2018	Фото
			Первичная обработка результатов
			Отбор проб
2.	Камеральные работы	12.10.2017-15.02.2018; 16.06.2018-25.10.2018	Химический, микробиологический и изотопный анализы и их результаты расчетов
			Рекомендации по мониторингу
3.	Написание отчета	1.04.2019-31.05.2019	Отчет по соответствию отобранных проб для использования населением в качестве бытовых нужд.

Таблица 23 – Календарный план проекта (Источник данных: [Составлено автором работы])

№ п/п	Название	Длительность, дни	Дата начала работ	Дата окончания работ	Состав участников
1	Составление программы работ	3	20.09.2017	23.09.2017	Руководитель

Продолжение таблицы 23

№ п/п	Название	Длительность, дни	Дата начала работ	Дата окончания работ	Состав участников
2	Полевые работы	Первый этап (14); Второй этап (11)	27.09.2017(первый этап); 15.06.2018(второй этап)	11.10.2017(первый этап); 25.06.2018(второй этап)	Полевая группа: инженер-гидролог (дипломник), водитель).
3	Камеральные работы (расчеты и рекомендации)	Первый этап (125); Второй этап (132)	12.10.2017 (первый этап); 16.06.2018(второй этап)	15.02.2018(первый этап); 25.10.2018(второй этап)	Инженер-гидролог (дипломник)
4	Камеральные работы (составление технического отчета)	61	30.04.2019	31.05.2019	Инженер-гидролог (дипломник)
5	Проверка технического отчета	6	01.06.2019	6.06.2019	Руководитель
6	Печать технического отчета	1	7.06.2019	7.06.2019	Специалист издательского центра
Итого:		352	27.09.2017	7.06.2019	

Диаграмма – это тип столбчатых диаграмм (гистограмм), который используется для иллюстрации календарного плана проекта, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующими датами начала и окончания выполнения данных работ. График представлен в таблице 24, а на графике различным цветом выделены работы, в зависимости от ответственных исполнителей.

На основании данных календарного-план графика проекта можно сделать вывод, что продолжительность камеральных работ занимает большее количество времени и является наиболее трудоемким.

Таблица 24 – Календарный план-график проекта

Код работы	Вид работы	Исполнители	Тк., календ. дн.	продолжительность выполнения работ																																																																	
				сен.17			окт.17			ноя.17			дек.17			январ.18			фев.18			март.18			апр.18			май.18			июн.18			июл.18			авг.18			сентяб.18			окт.18			нояб.18			декаб.18			январ.19			фев.19			март.19			апр.19			май.19			июн.19		
				1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3															
1	Составление программы работ	Руководитель	3																																																																		
2	Полевые работы	Камеральная группа	24																																																																		
3	Камеральные работы (расчеты и рекомендации)	Инженер-гидролог(дипломник)	257																																																																		
4	Камеральные работы (составление технического отчета)	Инженер-гидролог(дипломник)	61																																																																		
5	Проверка технического отчета	Руководитель	6																																																																		
6	Печать технического отчета	Специалист издательского центра	1																																																																		

	-Руководитель
	-Камеральная группа
	- Инженер-гидролог (дипломник)
	-Специалист издательского центра

8.7.2. Бюджет научного исследования

При планировании бюджета научного исследования должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов планируемых расходов, необходимых для его выполнения.

8.7.2.1 Сырье и материалы

В таблице 18 сведены все затраты на приобретение различных материалов, необходимых для выполнения работы.

Расчет стоимости материальных затрат производится согласно действующим прейскурантам и договорным ценам, также в стоимость материальных затрат включают транспортно-заготовительные расходы (3 – 5% от цены). В эту же статью включаются затраты на оформление документации (канцелярские принадлежности, тиражирование материалов).

Таблица 25 – Сырье, материалы, комплектующие изделия и покупные полуфабрикаты (Источник данных: [Составлено автором работы])

Наименование	Марка, размер	Количество	Цена за ед., руб.	Сумма, руб.
Краска для принтера	-	1	600	600,00
Бумага для принтера	формат А4, пачка	3	350	1050
Ручка шариковая	-	5	25	125
Карандаш чертежный	-	10	35	350,00
Бутылка пластиковая 0,5 л		3	10	30
Всего за материалы				2 155,00
Транспортно-заготовительные расходы (5%)				86,2
Итого по статье				2 241,20

8.7.2.2 Специальное оборудование для научных работ

Включаются все затраты, связанные с приобретением оборудования (устройств и механизмов), необходимого для проведения работ. Стоимость оборудования, используемого при выполнении работы и имеющегося в организации, определяется по действующим прейскурантам и учитывается в виде амортизационных отчислений.

Таблица 26 – Специальное оборудование для научных работ
(Источник данных: [Составлено автором работы])

Наименование оборудования	Количество единиц оборудования	Цена единицы оборудования, тыс.руб.	Общая стоимость оборудования, тыс.руб.
Портативный мультипараметровый измеритель HI991301 (Hanna Instruments, USA)	1	16520,93	16520,93
Анализаторы (PH-200, ORP-200, COM-100 (HM Digital, Inc., USA))	1	16280	16280
Оксиметр АМТ08 (Amtast USA Inc, Китай)	1	18360	18360
Оксиметр DO meter 8401 (AZ Instruments, Китай)	1	16550	16550

8.7.2.3 Основная заработная плата

В настоящую статью включается основная заработная плата работников, непосредственно участвующих в выполнении работ. Величина расходов по заработной плате определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы оплаты труда. Расчет основной заработной платы производится по формуле и сводится в таблице 27:

$$C_{зп} = Z_{осн} + Z_{доп} \quad (13)$$

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

Основная заработная плата ($Z_{осн}$) рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} \times T_{\text{раб}}, \quad (14)$$

где $T_{\text{раб}}$ – продолжительность работ, выполняемых, раб.дн.; $Z_{\text{дн}}$ – среднедневная заработная плата работника, руб.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_{\text{м}} \times M}{F_{\text{д}}}, \quad (15)$$

где $Z_{\text{м}}$ – месячный должностной оклад работника, руб; M – количество месяцев работы без отпуска в течение года: при отпуске в 45 раб. дней $M=10,4$ месяца, 6 - дневная неделя; $F_{\text{д}}$ – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала (в рабочих днях) (247 дней).

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_{\text{м}} = Z_{\text{б}} \times (k_{\text{пр}} + k_{\text{д}}) \times k_{\text{р}}, \quad (16)$$

где $Z_{\text{б}}$ – базовый оклад, руб.; $k_{\text{пр}}$ – премиальный коэффициент (30%); $k_{\text{д}}$ – коэффициент доплат и надбавок (20%); $k_{\text{р}}$ – районный коэффициент, равный 1,3 для г. Томска.

Таблица 27 – Расчет результатов заработной платы (Источник данных: [Составлено автором работы])

Исполнители	$Z_{\text{б}}$, тыс.руб	$k_{\text{пр}}$	$k_{\text{д}}$	$k_{\text{р}}$	$Z_{\text{м}}$, руб.	$Z_{\text{дн}}$, руб.	$T_{\text{р}}$, раб. дн.	$Z_{\text{осн}}$, руб	$Z_{\text{доп}}$, руб	$C_{\text{зп}}$, руб
Руководитель	50	0,3 0	0, 2 0	1, 3 0	32500	263,15	9	2368,4	236,8	2605, 2
Инженер-гидролог (дипломник)	10				6500	289,4	343	99289,4	9928,4	10921 7,8
Водитель	20				14950	161,9	25	4048,5	404,8	4453, 3
Итого	80				53950	1343,9	377	105706, 3	10570	11627 6,3

Дополнительная заработная плата рассчитывается исходя из 10-15% от основной заработной платы, работников, непосредственно участвующих в выполнении темы и сводится в таблице 20:

$$Z_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \times Z_{\text{осн}} \quad (17)$$

где $Z_{\text{доп}}$ – дополнительная заработная плата, руб.; $k_{\text{доп}}$ – коэффициент дополнительной зарплаты (10%); $Z_{\text{осн}}$ – основная заработная плата, руб.

8.7.2.4 Сметная стоимость работ

В целом единичная сметная расценка согласно СБЦ, в которой представлены отдельные виды инженерных работ, предполагает включение в сметную стоимость человеческого труда, как следствие, заработная плата персонала дополнительно не рассчитывается. Так сметная стоимость составляется на основании справочников базовых цен на изыскания для строительства за 1999], сам расчет сметы затрат на проведение работ приведен в таблице 28.

Таблица 28 – Расчет сметной стоимости (Источник данных: [Составлено автором работы])

№ п/п	Наименование работ и затрат	Ед. измерения	Объем	Единичная расценка	Обоснование (по СБЦ)	Полная стоимость, руб.
1. Полевые работы						
п.1.1	Инженерно-геологическая рекогносцировка местности, II категория сложности	1 км	15	23,3	часть 1 О/у, п.2, табл.7; часть 1 гл.1 п 1 таб 9 §1	349,5
п.1.2	Рекогносцировочное обследование водных объектов, категория II	1 км	10	30,0	часть 1 Гл.4. п. 3, табл.19; часть 2 гл.8 п 3 таб 43 §1	300,00

п.1.5	Фотоработы	1 снимо к	25	7,0	гл.10 п 4 таб 48 §15	175,00
ИТОГО по полевым работам						666,5
при выполнении изысканий в неблагоприятный период для Томской области 1,3					О/у п.8 г	866,45
С учетом коэффициента						3708,4
ИТОГО по полевым работам в текущих ценах с учетом инфляционного коэф.(47,12) согласно Письму Минстроя России от 05.03.2019 N 7581-ДВ/09						174740,09
2.Прочие расходы						
п.2.1	Внутренний транспорт	Согласно СБЦ О/у п.9.1а-определяется по фактическим затратам в ценах текущего периода: при сметной стоимости полевых изыскательских работ до 5 тыс. руб				
п.2.2	Внешний транспорт. Расстояние св. 25 км до 100 км			0,115 от полевых	О/у п.10,табл.5	206,66
п.2.3	Организация и ликвидация работ			0,06	О/у, п.13	107,82
ИТОГО по прочим затратам						314,48
ИТОГО по прочим затратам в текущих ценах с учетом инфляционного коэф.(47,12) согласно Письму Минстроя России от 05.03.2019 N 7581-ДВ/09						14818,1
3.Камеральные работы						
п.3.1	Камеральная обработка инженерно-геологической рекогносцировки	1 км	15	13,5	часть 1 гл.1 п 1 таб 9 §1	202,50
п.3.2	Камеральная обработка рекогносцировочного обследования бассейна реки	1 км маршрута	10	6	часть 2 гл.8 п 3 таб 43 §1	60,00
п.3.4	Составление схемы гидромет. изученности	1 схема	1	61,0	часть 2 Гл.11, п.3,табл.51 §3	61,00
п.3.5	Составление программы производства работ	1 программа	1	300,0	часть 2 Гл.11,п.3, табл.53§1	300,00

п.3.7	Выбор аналога при отсутствии данных наблюдений в исследуемом створе	1 расчет	1	206,0	часть 2 Гл.11, п.8, табл.56 §18	206,00
п.3.8	Расчет расхода и объема ливневого стока для бассейнов близкими показателями категории впитывания	1 бассейн	3	9,0	часть 1 Гл.4, п.8, табл.23 §1	27,00
п.3.9	Полный анализ воды	-	30	96,2	табл.73	2886
п.3.10	Анализ воды подземных источников хозяйственно-питьевого водоснабжения	-	30	226,4	Гл.6, табл.11	6792
п.3.11	Анализ соляно-кислой вытяжки	-	14	51,97	Гл.6, табл.9	769,58
п.3.12	Валовой анализ грунтов и почв, анализ нерастворимого остатка	-	14	142,9	Гл.6, табл.9	2000,6
п.3.13	Сокращенный комплекс определений физических свойств	-	14	43,09	Гл.6, табл.9	603,26
ИТОГО по камеральным работам						11108,86
ИТОГО по камеральным работам в текущих ценах с учетом инфляционного коэф.(47,12) согласно Письму Минстроя России от 05.03.2019 N 7581-ДВ/09						523449,48
ИТОГО стоимость по всем работам						713007,67
ИТОГО, с учетом коэффициента к итогу сметной стоимости изысканий(1,15)					О/у п.8д), табл.3	819958,8

Таким образом, сметная стоимость без учетов налогов составляет 819958,8 рублей.

8.7.2.5 Отчисления на социальные нужды

Отчисления во внебюджетные фонды - по пенсионному страхованию; направляемые на медицинское страхование в рамках ОМС; взносы на социальное страховое обеспечение на случай заболеваний и материнства.

Вычисляются по формуле:

$$C_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \times (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}), \quad (18)$$

где $k_{\text{внеб}}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (30%).

Так согласно расчетам, отчисления на социальные нужды составят 34882,8 руб. на всех работников.

8.7.2.6 Накладные расходы

Расчет накладных расходов ведется по следующей формуле:

$$C_{\text{накл}} = k_{\text{накл}} * (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}) \quad (19)$$

где $k_{\text{накл}}$ – коэффициент накладных расходов (80%).

Накладные расходы составляют 93021 руб.

8.7.2.7 Группировка затрат по статьям

Сгруппируем планируемые затраты по статьям и представим их в таблице 29.

Таблица 29 – Группировка затрат по статьям (Источник данных: [Составлено автором работы])

№ п/п	Статья затрат	Сумма, руб.
1	Сырье, материалы	2241,20
2	Специальное оборудование для выполнения работ, руб.	67710,93
3	Основная заработная плата, руб.	105706,3
4	Дополнительная заработная плата, руб.	10570
5	Отчисления во внебюджетные фонды, руб.	34882,8
6	Накладные расходы, руб.	93021
7	Итого плановая себестоимость, руб.	314132,23

Таким образом, плановая себестоимость работ составляет 314132,23 рублей без учета налогообложения.

Чтобы рассчитать прибыль, нужно из сметной стоимости вычесть себестоимость: получаем $819958,8 - 314132,23 = 505826,5$ руб.

8.7.2.8. Рентабельность

Рентабельность – это относительный показатель экономической эффективности и рассчитывается как отношение прибыли к затратам(себестоимости).

Получаем рентабельность 161%, что является хорошим показателем и говорит о высоком экономическом эффекте: один вложенный рубль должен приносить прибыль 1,61 руб.

8.7.2.9 Капиталовложения по видам работ

Объем капиталовложений по видам работ делается на основе группируемых затрат, представлен в таблице 30.

Таблица 30 – Капиталовложения по видам работ (Источник данных: [Составлено автором работы])

№ п/п	Статья затрат	Этап работ	
		Полевые	Камеральные
1	Сырье, материалы	2241,2	34862,28
2	Специальное оборудование для выполнения работ (амортизация), руб.	67710,93	0
3	Основная заработная плата, руб.	19452,2	86254,1
4	Отчисления во внебюджетные фонды (30,2%), руб.	3420,54	31462,26
5	Накладные расходы (80% от п. 3+10% доп. зарплаты), руб.	13349,1	79621,9
6	Итого капиталовложений, руб.	106173,24	200738,28
		306911,52	
7	Итого капиталовложения %	34	66

Получаем, что в данном проекте наибольший объем капиталовложений приходится на камеральный этап работ (66%), а на полевой этап приходится 34%. Что совпадает и с трудозатратами, которые наибольшие в камеральных условиях.

8.8 Матрица ответственности

Для распределения ответственности между участниками проекта сформируем матрицу ответственности в таблице 31.

Таблица 31 – Матрица ответственности* (Источник данных: [Составлено автором работы])

Этапы проекта	Руководитель	Инженер-гидролог(дипломник)
Составление программы работ	О,И	
Полевые работы	С	О,И
Камеральные работы (расчеты, рекомендации)	С	О,И
Камеральные работы (составление технического отчета)	С	О,И
Проверка технического отчета	О,И,У	
Печать технического отчета		О,И

*Примечание: О – ответственный; И – исполнитель; У – утверждающее лицо; С – согласующее лицо.

Получаем, что каждый из участников проекта за что-то ответственен на определенном этапе.

8.9 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.

Так рисков для данного проекта, представлены в таблице 32, наиболее возможны и могут сильно повлиять такие риски, как изменение законодательства в части мониторинга недр, повышение затрат на выполнение работ.

Таблица 32 – Реестр рисков (Источник данных: [Составлено автором работы])

№	Риск	Потенциальное воздействие	Вероятность наступления (1-5)	Влияние риска (1-5)	Уровень риска	Способы смягчения	Условия наступления
1	Изменение законодательства в части мониторинга	Временная потеря заказов	4	4	Средний	Мониторинг изменений в законодательстве	Внесение поправок и изменений в регламентирующие документы
2	Повышение затрат на выполнение работ	Незапланированные издержки	4	4	Средний	Формирование финансовых резервов	Изменение стоимости чего-то составляющего проект
3	Погодные условия	Невозможность отбора проб	2	4	Низкий	Отслеживать прогноз погоды	Изменения погодных условий
4	Увольнение специалиста	Срыв сроков выполнения работ	4	5	Высокий	Поощрения и премии+ поддержка молодых специалистов	Низкая заработная плата или недовольство работой

8.10 Оценка сравнительной эффективности исследования

Определение ресурсоэффективности происходит на основе интегрального показателя ресурсоэффективности, который связан с

Таблица 33 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта по показателю ресурсоэффективности (Источник данных: [Составлено автором работы])

Критерии оценки	Весовой коэффициент параметра	Бальная оценка разработки			Показатель ресурсоэффективности		
		Проект	Аналог 1	Аналог 2	Проект	Аналог 1	Аналог 2
1. Повышение производительности труда пользователя	0,10	4,00	5,00	5,00	0,4	0,5	0,5
2. Удобство в эксплуатации	0,10	5,00	3,00	3,00	0,5	0,3	0,3
3. Энергоэкономичность	0,10	5,00	4,00	4,00	0,5	0,4	0,4
4. Надежность	0,15	4,5	5,00	5,00	0,675	0,75	0,75
5. Достоверность	0,15	4,5	4,5	3	0,675	0,675	0,45
6. Экологическая безопасность при проведении работ	0,15	3	3	3	0,45	0,45	0,45
7. Конкурентоспособность продукта	0,10	5,00	4,00	2	0,5	0,4	0,2
8. Цена	0,1	4	3	3	0,4	0,3	0,3
9. Срок выполнения работ	0,05	5,00	4,00	4,00	0,25	0,2	0,2
Итого	1	40	35,5	32	4,35	3,98	3,55

8.10.2 Интегральный финансовый показатель

Интегральный финансовый показатель разработки определяется по формуле:

$$I_{\Phi}^p = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{max}}, \quad (21)$$

где I_{Φ}^p – интегральный финансовый показатель разработки; Φ_{pi} – стоимость i -го варианта исполнения; Φ_{max} – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта (в т.ч. аналоги).

Варианты исполнения сведем в таблице 34.

определением двух средневзвешенных величин: финансовой эффективности и ресурсоэффективности.

8.10.1 Интегральный показатель ресурсоэффективности

Интегральный показатель ресурсоэффективности можно определить:

$$I_m^a = \sum_{i=1}^n a_i b_i^a \quad (20)$$

где I_m - интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов; a_i – весовой коэффициент i -го параметра; b_i^a, b_i^p - балльная оценка i -го параметра для аналога и разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания; n – число параметров сравнения.

Так аналогами проекта являются: организация, осуществляющая деятельность по мониторингу (аналог 1) и еще есть недропользователи (аналог 2), которые осуществляют локальный мониторинг по лицензии недропользователя. Отдельно организация в сфере инженерных изысканий (текущий проект).

Экспертным путем устанавливается балльная оценка для текущего проекта и аналогов. Расчеты проводим по формуле, а результаты расчетов представлены в таблице 33.

Сравнение значений показателей ресурсоэффективности позволяет судить о приемлемости существующего проекта (решения поставленной в магистерской диссертации технической задачи) с позиции финансовой и ресурсной эффективности. А также говорит о более высокой эффективности текущего проекта по сравнению с аналогами, что связано с такими критериями как удобство в эксплуатации, энергоэкономичность, цена, конкурентоспособность, срок выполнения работ.

Таблица 33 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта по показателю ресурсоэффективности (Источник данных: [Составлено автором работы])

Критерии оценки	Весовой коэффициент параметра	Бальная оценка разработки			Показатель ресурсоэффективности		
		Проект	Аналог 1	Аналог 2	Проект	Аналог 1	Аналог 2
1. Повышение производительности труда пользователя	0,10	4,00	5,00	5,00	0,4	0,5	0,5
2. Удобство в эксплуатации	0,10	5,00	3,00	3,00	0,5	0,3	0,3
3. Энергоэкономичность	0,10	5,00	4,00	4,00	0,5	0,4	0,4
4. Надежность	0,15	4,5	5,00	5,00	0,675	0,75	0,75
5. Достоверность	0,15	4,5	4,5	3	0,675	0,675	0,45
6. Экологическая безопасность при проведении работ	0,15	3	3	3	0,45	0,45	0,45
7. Конкурентоспособность продукта	0,10	5,00	4,00	2	0,5	0,4	0,2
8. Цена	0,1	4	3	3	0,4	0,3	0,3
9. Срок выполнения работ	0,05	5,00	4,00	4,00	0,25	0,2	0,2
Итого	1	40	35,5	32	4,35	3,98	3,55

8.10.2 Интегральный финансовый показатель

Интегральный финансовый показатель разработки определяется по формуле:

$$I_{\Phi}^p = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{max}}, \quad (21)$$

где I_{Φ}^p – интегральный финансовый показатель разработки; Φ_{pi} – стоимость i -го варианта исполнения; Φ_{max} – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта (в т.ч. аналоги).

Варианты исполнения сведем в таблице 34.

Таблица 34 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта по финансовому показателю (Источник данных: [Составлено автором работы])

Варианты	Стоимость,	I_{ϕ}^p
Текущий проект	314132,23	0,29
Аналог 1	450 000	0,42
Аналог 2	400 000	0,37
Максимальная стоимость	1064132	

Наблюдаем удешевление нашей разработки в 0,29 раз в сравнении с аналогом и максимальной стоимостью проекта, что говорит об экономически выгодном положении данного проекта относительно других.

8.10.3 Сравнительная эффективность проекта

Сравнение интегрального показателя эффективности текущего проекта и аналога позволяет определить сравнительную эффективность проекта (табл.28) по формуле:

$$\mathcal{E}_{\text{ср}} = \frac{I_{\text{финр}}^p}{I_{\text{финр}}^a}, \quad (22)$$

где $\mathcal{E}_{\text{ср}}$ - сравнительная эффективность проекта; $I_{\text{финр}}^p$ - интегральный показатель эффективности разработки определяется $I_{\text{финр}}^p = \frac{I_m^p}{I_{\phi}^p}$; $I_{\text{финр}}^a$ - интегральный показатель эффективности аналога определяется $I_{\text{финр}}^a = \frac{I_m^a}{I_{\phi}^a}$.

Таблица 35 – Сравнительная эффективность разработки (Источник данных: [Составлено автором работы])

№ п/п	Показатели	Аналог 1	Текущий проект	Аналог 2	Текущий проект
1	Интегральный финансовый показатель проекта, I_{ϕ}^p	0,42	0,29	0,37	0,29
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности, I_m	3,98	4,35	3,55	4,35
3	Интегральный показатель эффективности, $I_{финр}^p$	9,47	15	9,59	15
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения, \mathcal{E}_{cp}	1,58		1,56	

Интегральный финансовый показатель свидетельствует об удешевлении стоимости текущего проекта. Интегральный показатель ресурсоэффективности и эффективности являются наивысшими, что говорит о более высокой эффективности реализации текущего проекта по сравнению с аналогами.

Показатель сравнительной эффективности говорит о том, что с позиций финансовой и ресурсной эффективности текущий проект в 1,58 и 1,56 раза предпочтительнее аналогов.

Вывод по разделу

На основании выполненного раздела выявлено, что данное исследование является экономически целесообразным и успешным. В результате были составлены карта сегментирования рынка услуг (потенциальных клиентов), проведен анализ технических и экономических критериев который показал, что организация, предлагающая комплексный продукт (мониторинг + инженерные экологические изыскания), обладает преимуществом по сравнению с другими.

Были сформулированы цели, результат и область применения проекта, был составлен «портрет» потребителя НТИ. Выполнены FAST- и SWOT-анализы, которые выявили функции проекта и сильные, слабые стороны проекта, возможности и угрозы соответственно. При планировании проекта были определены этапы работ, их трудоемкость, разработан график Ганта.

При оценке сравнительной эффективности было установлено, что с позиций финансовой и ресурсной эффективности текущий проект предпочтительнее аналогов.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
2ВМ71	Зиновик Ксении Вадимовне

Школа	Природных ресурсов	Отделение (НОЦ)	Отделение геологии
Уровень образования	магистр	Направление/специальность	20.04.02 Природообустройство и водопользование/ Инженерные изыскания в области природообустройства

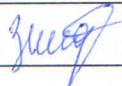
Тема ВКР: Распространенность соединений азота в системе почва–подземные воды в условиях агроландшафтов (на примере Томского района)

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	<ul style="list-style-type: none"> – Объект исследования – подземные воды в районах развития сельского хозяйства (Томский район) – Рабочая зона – аудитория для камеральной обработки результатов. Результаты данных работ используются для изучения инженерно-геокриологических условий района.
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. 	<ul style="list-style-type: none"> – Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. От 01.04.2019) ; – СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03; – СНиП 12-03-2001; – ГОСТ 12.2.032-78; – ГОСТ 12.2.033-78.
2. Производственная безопасность: 2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов 2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия	1) Анализ выявленных вредных факторов при проведении полевых работ: <ul style="list-style-type: none"> – отклонение показателей микроклимата на открытом воздухе; 2) Анализ выявленных вредных факторов при проведении лабораторных и камеральных работ: <ul style="list-style-type: none"> – отклонение параметров микроклимата в помещении; – недостаточная освещенность рабочей зоны; – отсутствие или недостаток естественного света – повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека.
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	Наиболее типичными чрезвычайными ситуациями в данном регионе являются: <ul style="list-style-type: none"> – Возникновение пожара.

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Отделение общетехнических дисциплин, старший преподаватель	Атепаева Наталья Александровна			31.05.19

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ВМ71	Зиновик Ксения Вадимовна		31.05.19

9 Социальная ответственность

Введение

Целью настоящей работы является изучение поведения химических соединений в системе почва–подземные воды в районах, где развита сельскохозяйственная деятельность. Объектом исследования является система почва – подземные воды (на примере почв и подземных вод Томского района Томской области).

В ходе работы были изучены основные факторы формирования химического состава почв и подземных вод по литературным данным; дана характеристика химического и микробиологического состава подземных вод и почв района исследований; проведен анализ миграции азота в системе почва–подземные воды и выявлен источник соединений азота.

Пользователи разрабатываемого решения данной проблемы являются инженеры-геологи. Географическое положение места проведения работ является Томский район Томской области.

Так как, в данной работе представлены полевой и камеральный этапы, которые осуществляется инженерами-геологами, следует их рассмотреть в разделе «социальная ответственность».

9.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

9.1.1 Специальные (характерные для рабочей зоны исследователя) правовые нормы трудового законодательства

Согласно Трудовому кодексу Российской Федерации нужно обеспечивать приемлемый режим труда и отдыха, который касается всех работников, связанных спецификой их труда, в первую очередь работающих с повышенными физическими и нервно-эмоциональными нагрузками, в условиях монотонности и с воздействием опасных и вредных производственных факторов. Кроме того, на работу в химико-аналитические

лаборатории принимаются лица не моложе 18 лет, прошедшие медицинское освидетельствование для решения вопроса о возможности работы в лаборатории. Все работающие в лаборатории должны быть обеспечены необходимой спецодеждой и средствами индивидуальной защиты [80].

9.1.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны исследователя

Для полевых работ производится вводный инструктаж [79], где рассказываются правила техники безопасности и условия проведения изыскательских работ в полевых условиях.

При проведении лабораторных работ, размещение оборудования в помещении лаборатории должно обеспечивать удобство и безопасность выполнения всех видов рабочей деятельности. Кроме того, геометрические размеры зоны досягаемости моторного поля на рабочих местах в лаборатории должны соответствовать требованиям для положения сидя [71] и для положения стоя [72].

9.2 Профессиональная социальная безопасность

9.2.1 Анализ вредных и опасных факторов, которые может создать объект исследования

В связи с тем, что исследуемые подземные воды является важной составляющей населения в хозяйственных целях, основными загрязняющими компонентами здесь являются соединения азота, входящие в состав наибольшего числа удобрений и поступающие со сточными водами. Повышенное содержание соединений азота вызывает повышение уровня метгемоглобина в крови, приводит к нарушению дыхания клеток. В результате страдают нервная система, сердечно-сосудистая система, иммунитет, гормональный фон человека, желудочно-кишечный тракт,

состояние кожи. Для обеспечения безопасности использования подземных вод в питьевых целях, следует подвергать воду очистке.

9.2.2 Анализ вредных и опасных факторов, которые могут возникнуть в лаборатории при проведении исследований

Согласно ГОСТ 12.0.003-2015 [73] в таблице 36 приведены возможные опасные и вредные факторы при проведении работ.

Таблица 36 – Возможные опасные и вредные факторы

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Этапы работ		Нормативные документы
	Камеральный	Полевой	
1.Отклонение показателей микроклимата	+	-	СанПиН 2.2.4.548–96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.
3.Отсутствие или недостаток естественного света	+	-	СП 51.13330.2011. Защита от шума. Актуализированная редакция СНиП 23-03-2003
4.Недостаточная освещенность рабочей зоны	+	+	СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278–03. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещённому освещению жилых и общественных зданий.
5.Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека	+	-	ГОСТ 12.1.038–82 ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов

9.2.3 Обоснование мероприятий по защите исследователя от действия опасных и вредных факторов

9.2.3. Отклонение показателей микроклимата

Так как микроклимат рабочих мест и производственных помещений влияет на самочувствие, функциональное состояние, работоспособность и здоровье человека, следует соблюдать СанПиН 2.2.4.548–96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений [74]. Настоящие Санитарные правила распространяются на показатели микроклимата на рабочих местах всех видов производственных помещений и являются обязательными для всех предприятий и организаций.

Показатели микроклимата должны обеспечивать сохранение теплового баланса человека с окружающей средой и поддержание оптимального или допустимого теплового состояния организма. В целях защиты работающих от возможного перегревания или охлаждения, при температуре воздуха на рабочих местах выше или ниже допустимых величин, время пребывания на рабочих местах (непрерывно или суммарно за рабочую смену) должно быть ограничено величинами, указанными в табл.37 и табл.38.

Таблица 37 – Время пребывания на рабочих местах при температуре воздуха выше допустимых величин

Температура воздуха на рабочем месте, °С	Врем пребывания не более при категориях работ, ч.
	Ia-Iб
32,5	1
32,0	2
31,5	2,5
31,0	3
30,5	4
30,0	5
29,5	5,5
29,0	6
28,5	7
28,0	8
27,5	-
27,0	-
26,5	-
26,0	-

Таблица 38 – Время пребывания на рабочих местах при температуре воздуха ниже допустимых величин

Температура воздуха на рабочем месте, °С	Врем пребывания не более при категориях работ, ч.
	Іб
6	-
7	-
8	-
9	-
10	-
11	-
12	1
13	2
14	3
15	4
16	5
17	6
18	7
19	8
20	-

Оптимальные параметры микроклимата на рабочих местах должны соответствовать величинам, приведенным в таблице 39. [74].

Таблица 39 – Оптимальные величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений

Период года	Категория работ по уровням энергозатрат, Вт	Температура воздуха, °С	Температура поверхностей, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	Іа (до 139)	22 - 24	21 - 25	60 - 40	0,1
	Іб (140 - 174)	21 - 23	20 - 24	60 - 40	0,1
	Іа (175 - 232)	19 - 21	18 - 22	60 - 40	0,2
	Іб (233 - 290)	17 - 19	16 - 20	60 - 40	0,2
	ІІІ (более 290)	16 - 18	15 - 19	60 - 40	0,3
Теплый	Іа (до 139)	23 - 25	22 - 26	60 - 40	0,1
	Іб (140 - 174)	22 - 24	21 - 25	60 - 40	0,1
	Іа (175 - 232)	20 - 22	19 - 23	60 - 40	0,2
	Іб (233 - 290)	19 - 21	18 - 22	60 - 40	0,2
	ІІІ (более 290)	18 - 20	17 - 21	60 - 40	0,3

Допустимые микроклиматические условия установлены по критериям допустимого теплового и функционального состояния человека на период 8-

часовой рабочей смены. Они не вызывают повреждений или нарушений состояния здоровья, но могут приводить к возникновению общих и локальных ощущений теплового дискомфорта, напряжению механизмов терморегуляции, ухудшению самочувствия и понижению работоспособности.

9.2.3.2 Отсутствие или недостаток естественного света

Свет имеет особое значение для обеспечения жизнедеятельности человека, сохранения здоровья и работоспособности. Освещение производственных помещений может осуществляться как естественным, так искусственным путём. Естественное освещение осуществляется через окна, искусственное – системой общего равномерного освещения, при работе с документами применяются системы комбинированного освещения. Всеобщим межотраслевым документом, содержащим нормы естественного и искусственного освещения предприятий, является СП 52.13330.2016 [76].

Если в зданиях полностью отсутствуют окна и другие проемы, создающие условия для использования источников естественного света, то приходится ограничиваться исключительно искусственным освещением [75].

9.2.3.3 Недостаточная освещенность рабочей зоны

Искусственное освещение помещений подразделяется на общее и комбинированное. Для общего и местного искусственного освещения следует использовать источники света с цветовой коррелированной температурой от 2400 °К до 6800 °К. Интенсивность ультрафиолетового излучения в диапазоне длин волн 320–400 нм не должна превышать 0,03 Вт/м ; наличие в спектре излучения длин волн менее 320 нм не допускается.

Световые приборы для общего и местного освещения, предназначенные к эксплуатации со светодиодами, должны иметь защитный угол, исключающий попадание в поле зрения прямого излучения.

Осветительные установки, независимо от используемых источников света и световых приборов, должны обеспечивать нормативные требования к общему искусственному освещению.

Согласно СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 для искусственного освещения регламентирована наименьшая допустимая освещённость рабочих мест, а для естественного и совмещённого - коэффициент естественной освещённости (КЕО) (таблица 40).

Таблица 40 – Нормируемые параметры естественного и искусственного освещения [75]

Помещения	Рабочая поверхность и плоскость нормирования КЕО и освещённости (Г-горизонтальная, В-вертикальная) и высота плоскости над полом, м	Естественное освещение		Совмещенное освещение		Искусственное освещение		
		КЕО e_n , %		КЕО e_n , %		Освещенность, лк		
		при верхнем или комбинированном освещении	при боковом освещении	при верхнем или комбинированном освещении	при боковом освещении	при комбинированном освещении		при общем освещении
всего	от общего							
Аналитические лаборатории	Г-0,8	4,0	1,5	2,4	0,9	600	400	500
Кабинеты информатики и вычислительной техники	Г-0,8 Экран дисплея: В-1	3,5 -	1,2 -	2,1 -	0,7 -	500 -	300 -	400 200

Рабочая зона, при проведении исследований, соответствует нормам естественного и искусственного освещения, рассмотренных выше.

9.2.3.4 Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека

Электрические установки, к которым относится большая часть оборудования ЭВМ, представляет для человека большую опасность.

Степень вредного и опасного воздействия на человека электрического тока зависит от: рода и величины напряжения тока, частоты, пути тока через тело, продолжительности воздействия электрического тока на организм, а также условий внешней среды.

Реакция человека на электрический ток возникает лишь при протекании тока через тело. Электрический ток может оказывать на организм термическое, электролитическое, биологическое, механическое воздействие.

Напряжения и токи, которые протекают через тело человека при нормальном режиме работы электроустановки не должны превышать значений, представленных в таблице 41 (согласно ГОСТ 12.1.038–82 [77]).

Таблица 41 – Предельно допустимые значения напряжений и токов

Род тока	Напряжение (U), В	Сила тока (I), мА
	не более	
Переменный, 50 Гц	2,0	0,3
Переменный, 400 Гц	3,0	0,4
Постоянный	8,0	1,0

Для предотвращения электротравматизма большое значение имеет правильная организация работ, т.е. соблюдение правил технической эксплуатации электроустановок потребителей, правил техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей (ПТЭ и ПТБ потребителей) и правил устройства электроустановок (ПУЭ).

Электробезопасность рабочего места обеспечиваться:

- конструкцией электроустановок;
- техническими способами и средствами защиты;
- организационными и техническими мероприятиями.

Электроустановки и их части выполнены таким образом, что работающие не подвергаются опасным и вредным воздействиям электрического тока и электромагнитных полей, и соответствуют требованиям электробезопасности.

9.3 Экологическая безопасность

9.3.1 Анализ влияния объекта исследования на окружающую среду

Поскольку грунтовые воды района исследований используются местным населением в питьевых целях, для обеспечения экологической безопасности местного населения необходимо обеспечить выполнение ряда природоохранных мероприятий, представленных в таблице 42.

Таблица 42 – Вредные воздействия на окружающую среду и природоохранные мероприятия, при существующих характеристиках состояния окружающей среды

Природные компоненты и ресурсы окружающей среды	Вредные воздействия	Природоохранные мероприятия
Земля и земельные ресурсы	Уничтожение и повреждение почвенного слоя, при проведении сельскохозяйственных мероприятий	Рациональное планирование мест и сроков проведения работ. Соблюдение нормативов отвода земель.
Вода и водные ресурсы	Загрязнения, поступающие со сточными водами	Отвод, складирование, обезвреживание и обеззараживание сточных вод, строительство водоотводов, отстойников

9.3.2 Анализ влияния процесса исследования на окружающую среду

Данные исследования не оказывают влияния на окружающую среду. Основное влияние оказывает объект на окружающую среду, рассмотренное ранее.

9.3.3 Обоснование мероприятий по защите окружающей среды

Для обеспечения защиты подземных вод от загрязнения следует:

1. Рационально использовать земельные ресурсы под сельскохозяйственную деятельность
2. Вносить минеральные и органические удобрения в почву в умеренных дозах, которые рассчитываются для каждого вида растения
3. Производить отвод и обеззараживание сточных вод
4. Произвести установки очистных сооружений подземных вод, используемые для питьевых нужд населения.

Помимо всего вышперечисленного, следует проводить экологический мониторинг природных компонентов, на которые происходит воздействие.

9.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

9.4.1 Анализ вероятных ЧС, которые может инициировать объект исследований

Объект исследования сам по себе не может вызвать опасных ситуаций, но при исследовании на этапах получения данных могут возникнуть чрезвычайные ситуации, которые рассмотрены далее.

9.4.2 Анализ вероятных ЧС, которые могут возникнуть в лаборатории при проведении исследований

9.4.2.1 Опасность при возгорании

При эксплуатации ЭВМ не исключена опасность различного рода возгораний. В современных компьютерах очень высока плотность размещения элементов электронных систем, в непосредственной близости друг от друга располагаются соединительные провода, коммуникационные кабели. При протекании по ним электрического тока выделяется значительное количество теплоты, что может привести к повышению температуры отдельных узлов до 80-100 °С. При этом возможны оплавление изоляции соединительных проводов, их оголение и, как следствие, короткое замыкание, сопровождаемое искрением, которое ведет к недопустимым перегрузкам элементов электронных схем. Перегреваясь, они сгорают с разбрызгиванием искр. Питание к электроустановкам подается по кабельным линиям, которые представляют особую пожарную опасность. Наличие горючего изоляционного материала, вероятных источников зажигания в виде электрических искр и дуг, разветвленность и труднодоступность делают кабельные линии местами наиболее вероятного возникновения и развития пожара.

9.4.2.2 Несчастный случай

Причинами возникновения несчастных случаев в лабораторном помещении могут служить множество факторов. Так следует помнить, что:

- Категорически запрещается работать одному в лаборатории, так как в экстренном случае будет некому оказать пострадавшему первую помощь и ликвидировать последствия.
- Необходимо соблюдать тишину, чистоту и порядок. Поспешность и неряшливость в работе часто приводят к несчастным случаям.

Запрещается держать на лабораторном столе посторонние предметы (сумки, учебники и т.д.).

- Каждый должен знать, где находятся средства индивидуальной защиты, аптечка, средства для тушения пожара. Кроме очков, в лаборатории должны быть защитные маски, респираторы и противогазы. Во всех лабораториях в легко доступных местах находятся средства для пожаротушения (ящики с песком и совком, огнетушители, противопожарные одеяла), а также аптечки, которые снабжены всеми медикаментами, необходимыми для оказания первой медицинской помощи (растворы борной кислоты, гидрокарбоната натрия, перманганата калия, танина, нашатырного спирта, а также вата, бинт, иодная настойка, активированный уголь, мазь от ожогов, склянка для промывания глаз).
- В лаборатории необходимо находиться в застегнутом хлопчатобумажном халате. Это обеспечивает некоторую индивидуальную защиту и позволяет избежать загрязнения одежды.
- Категорически запрещается пробовать химические вещества на вкус. Нюхать вещества следует осторожно, не поднося сосуд близко к лицу, а лишь направляя к себе пары или газы легким движением руки, при этом не следует делать полный вдох.
- В процессе работы необходимо следить, чтобы вещества не попадали на кожу, так как многие из них вызывают раздражение и ожоги кожи и слизистых оболочек.

9.4.3 Обоснование мероприятий по предотвращению ЧС и разработка порядка действия в случае возникновения ЧС

Требования к обеспечению пожарной безопасности изложены согласно ФЗ N 123 «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» от 22 июля 2008 г. [78].

Предотвращение распространения пожара достигается мероприятиями, ограничивающими площадь, интенсивность и продолжительность горения. К ним относятся:

- ограничения пожарной опасности строительных материалов, используемых в поверхностных слоях конструкции здания, в том числе кровель, отделок и облицовок фасадов, помещений и путей эвакуации;
- снижение технологической взрывопожарной и пожарной опасности помещений и зданий;
- сигнализация и оповещение о пожаре;
- «план эвакуации людей при пожаре»;
- установка системы автоматической противопожарной сигнализации (датчики-сигнализаторы типа ДТП).

Рабочие помещения оборудованы датчиками пожарной безопасности, имеется план эвакуации людей при пожаре и эвакуационные выходы.

При несчастном случае необходимо:

- оказать пострадавшему первую медицинскую помощь;
- организовать его доставку в больницу;
- сообщить непосредственному начальству о происшедшем.

Рабочий персонал должен быть подготовлен к оказанию первой медицинской помощи и иметь все необходимое для ее оказания, согласно принятой инструкции по безопасности, чтобы избежать замешательства и трагических последствий [79].

Выводы по разделу

Вследствие анализа раздела социальная ответственность, был рассмотрен массив документов, актов и норм, в которых установлены правила на полевом и камеральном этапах исследования. Такие правила предусматривают все необходимые нормы для безопасного и продуктивного выполнения исследовательских работ. Были также рассмотрены нормы по

эксплуатации оборудования, хранения вредной для здоровья и прочей продукции, утилизации отходов и прочее. Охрана труда является неотъемлемой частью в абсолютно любой сфере трудовой деятельности. Это четкие инструкции и правила, соблюдение которых влияет на здоровье всех служащих и рабочих.

Таким образом, исследуемый объект, представленный подземными водами, оказывает влияние, как на население, так и на окружающую среду. Кроме того, камеральная обработка так же имеет отрицательное воздействие на здоровье человека. Вследствие чего, были предложены мероприятия по защите здоровья, экологии и предотвращению чрезвычайных ситуаций при выполнении работ.

Заключение

В ходе исследования были рассмотрены физико-географические условия Томского района, изучены особенности химического и микробиологического составов подземных вод и почв, а также создана описательная модель миграции соединений азота.

Согласно полученным данным исследований подземные воды Томского района являются в основном умеренно пресными. По кислотно-щелочным свойствам подземные воды преимущественно являются нейтральными. По химическому типу в большей степени относятся к гидрокарбонатным кальциевым. Что касается соединений азота, то превышения концентраций относительно фоновых выявлены только для нитрат-иона (до 14 мг/л). Превышений относительно ПДК выявлено не было.

Анализ исследуемых почв показал, что реакция среды в основном нейтральная, либо слабокислая. Прослеживается снижение концентрации азота общего, аммонийного азота и нитратов к осени.

Анализ химического состава проб подземных вод и почв показал, что процессы гумификации и минерализации органических веществ идут на протяжении всего сельскохозяйственного сезона, продолжаясь и в осенний период. Микробиологический состав почв и химический состав подземных вод, в частности высокая активность азотфиксирующих микроорганизмов и относительно низкие концентрации соединений азота, указывают на то, что, несмотря на ведение сельскохозяйственной деятельности, природные процессы обогащения почвы соединениями азота играют большую роль.

Согласно анализу химического состава почв и подземных вод, а также изотопного состава растворенного в воде нитрат-иона в качестве основного антропогенного фактора выступает не столько сельскохозяйственная деятельность, сколько сопутствующее ей поступление бытовых сточных вод частных садовых хозяйств. Ведущим процессом, который оказывает влияние на баланс форм азота в подземных водах, является нитрификация.

Список публикаций автора

- 1) Зиновик К.В., Кицула А.М. Химический состав подземных вод в районе расположения предприятий агропромышленного комплекса (Томский район) // Проблемы геологии и освоения недр: труды XXII Международного симпозиума имени академика М. А. Усова студентов и молодых ученых, посвященного 155-летию со дня рождения академика В.А. Обручева, 135-летию со дня рождения академика М.А. Усова, основателей Сибирской горно-геологической школы, и 110-летию первого выпуска горных инженеров в Сибири, Томск, 2-7 апреля 2018 г. : в 2 т. – Томск : Изд-во ТПУ, 2018. – Т. 1. – [С. 570-572].
- 2) Зиновик К.В., Поведение соединений азота в почвах сельскохозяйственного назначения Томского района// Проблемы геологии и освоения недр: труды XXIII Международного симпозиума имени академика М. А. Усова студентов и молодых ученых, посвященном 120-летию со дня рождения академика К.И. Сатпаева, 120-летию со дня рождения профессора К. В. Радугина, Томск, 8-12 апреля 2019 г. [Принята к печати].
- 3) Зиновик К.В., Хващевская А.А., Солдатова Е.А. Химический состав подземных вод нецентрализованных источников водоснабжения Томского района Томской области// Вопросы естествознания. –Иркутск : Изд-во Иркутский государственный университет путей сообщения – 2018. – С. 97-102.

Список литературы

1. Гидрогеология СССР. Том XVI. Западно-Сибирская равнина (Тюменская, Омская, Новосибирская и Томская области). – М.: Недра, 1970. – 368 с.
2. Мокаренко В.Д. и др. Томское месторождение подземных вод. Отчет Обь-Томской партии о результатах детальной разведки в 1968-70 гг. / Фонды ГУПР ТО; Инв. №1257. – Томск, 1977.
3. Герасимов В.Я., Мокренко В.Д., М.И. Муратов и др. Томское месторождение подземных вод. Окончательный отчет Обь-Томской и Таганской партий за 1968-1974 гг. – Томск: Томская КГРЭ, 1974. – 270 с.
4. Ермашова Н.А., Никонов Б.С. Отчет гидрогеохимической партии по работам за 1976-1982 гг. «Обобщение материалов по химическому : составу питьевых подземных вод в связи с повышенным содержанием в них железа, марганца и других специфических для региона компонентов в пределах юго-восточной части Западно-Сибирского артезианского бассейна». – Томск, ОФТГГП, 1982. – 490с.
5. Шварцев С.Л. Гидрогеохимия зоны гипергенеза – 2-е изд., испр. и доп.. – Москва: Недра, 1998. – 366 с.
6. Ермашова Н.А. Геохимия подземных вод зоны активного водообмена Томской области в связи с решением вопросов водоснабжения и охраны. Дис. ... канд. Геол. – мин. Наук в форме науч. Докл. – Томск, 1998. – 44 с.
7. Наймушина О.С. Геохимическая эволюция природных вод нижней части бассейна реки Томи. Дис. ... канд. Геол. – мин. Наук – Томск, 2014. – 169 с.
8. Колокова О.В. Геохимия подземных вод Томского района. Дис. Канд.геол.-мин. Наук. – Томск, 2003. – 197с.
9. Лепокурова О.Е., Иванова И.С., Шварцев С.Л., Колубаева Ю.В., Наливайко Н.Г. Химический и микробиологический состав подземных вод децентрализованного водоснабжения южных и центральных районов

- Томской области / Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2016. – Т. 327. – № 5. – С. 29–41.
10. Виноградов А.П. «Геохимия редких и рассеянных химических элементов в почвах». – М.: Изд-во АН СССР, 1957. – 237 с.
 11. Вернадский В.И. Размышления натуралиста. Научная мысль как планетарное явление. М., 1977. – 191 с.
 12. Перельман А.И. Геохимия. М.: Изд-во: Высшая Школа, 1979. – 423 с.
 13. Беус А.А. Геохимия окружающей среды. / А.А. Беус, Л.И. Грабовская, Н.В. Тихонова. – М.: Недра, 1976. – С. 177-191.
 14. Глазовская М.А. Геохимия природных и техногенных ландшафтов СССР. – М.: Высш. шк., 1988. – 328 с.
 15. Алексеев Ю.В. Тяжёлые металлы в почвах и растениях. – Ленинград: ВО «Агропромиздат». Ленинград, отд-ние, 1987. – 142 с.
 16. Саэт Ю.Е. Геохимия окружающей среды / Ю.Е. Саэт, Б.А. Ревич, Е.П. Янин и др. – М.: Недра, 1990. – 335 с.
 17. Алексеенко В.А. Жизнедеятельность и биосфера: Учебное пособие. – М.: Логос, 2005. – 232 с.
 18. Рихванов Л.П. Содержание тяжелых металлов в почвах / Л.П. Рихванов, Е.Г. Языков. – Томск: ТПУ, 1992. – 42 с
 19. Антипов-Каратаев И.Н. О подвижности меди в почвах // Почвоведение. - 1947. – № 11. – 652 с.
 20. Евсеева Н.С., Пашнева Г.Е., Квасникова З.Н., Петров А.И. Загрязнение малых водосборов рек в агроландшафтах Томь-Яйского междуречья // Вопросы географии Сибири : Томск, 2001 Вып. 24. – С. 347-356.
 21. Ильченко Н.В. Особенности геоэкологического исследования урбосистем (исследование почво-грунтов // Проблемы геологии Сибири. Т. 2 : Тезисы докладов научной конференции, посвященной 75-летию геологического образования в Томском государственном университете, 3-5 апреля 1996 г. Томск, 1996ю – Т. 2. – С. 238-239.

22. Изерская Л. А., Воробьева Т. Е. Основные закономерности распределения микроэлементов в аллювиальных почвах Средней Оби // Экология Сибири, Дальнего Востока и Арктики (ESFEA-2001) : международная конференция : тезисы докладов, Томск, Россия, 5-8 сентября 2001 Томск, 2001 – С. 131.
23. Рихванов Л.П. Радиоактивные элементы в окружающей среде / Л.П. Рихванов, С.И. Арбузов, Н.В. Барановская, А.В. Волостонов, Т.А. Архангельская, А.М. Межибор, В.В. Берчук, Л.В. Жорняк и др. // Известия ТПУ. – 2007. – Т.311. – №1. – С. 128-136.
24. Язиков Е.Г. Мониторинг эколого-геохимического состояния природных сред населенных пунктов юга Томской области / Е.Г. Язиков, Л.П. Рихванов, А.Ю. Шатилов, Л.В. Жорняк // тяжелые металлы, радионуклеиды и элементы-биофилы в окружающей среде: Труды III Международной научно-практической конференции, Семипалатинский государственный педагогический институт, 7-9 октября 2004 г. – Т. II. – Семипалатинск, 2004. – С. 314-321.
25. Закутин В.П., Фетисенко Д.А., Пантелеева З.Н., Богомолова А.А., Чугунова Н.Н. Нитратное загрязнение вод территории МНГ и сопредельных стран // Водные ресурсы. – 1994. – Т.21, №3. – С. 374-380.
26. Крайнев С.Р., Закутин В.П. Загрязнение подземных вод в сельскохозяйственных регионах // Гидрогеология, инженерная геология. – 1993. – Вып. 2. – С. 145-197.
27. Брилинг И.А. Нитратное загрязнение подземных вод удобрениями // Гидрогеология, инженерная геология. – 1985. – С. 314-322.
28. Солдатова Е.А. Формирование химического состава подземных вод района озера Поянху (Китай): диссертация на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук : спец. 25.00.07 / Е.А. Солдатова ; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ), Институт природных ресурсов (ИПР), Кафедра гидрогеологии,

инженерной геологии и гидрогеоэкологии (ГИГЭ) ; науч. рук. С. Л. Шварцев. — Томск, 2016.

29. Солдатова, Е.А. Источники нитратов в грунтовых водах бассейна озера Поянху, Китай / Е.А. Солдатова, Н.В. Гусева // Геологическая эволюция взаимодействия воды с горными породами: материалы Второй Всероссийской конференции с международным участием, г. Владивосток, 06–11 сентября 2015 г./ Дальневосточный федеральный университет, Дальневосточный геологический институт ДВО РАН, Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Национальный исследовательский Томский политехнический университет и др.; [отв. ред.: 119 д.г.-м.н. Н.А. Харитоновна, д.г.-м.н., проф. О.В. Чудаев] – Владивосток: Изд-во Дальнаука, 2015. – С. 431–434.
30. Küstermann B., Christen O., Hülsbergen K.J. Modelling nitrogen cycles of farming systems as basis of site- and farm-specific nitrogen management // *Agriculture, Ecosystems & Environment*, January. – 2010. – p. 70-80.
31. Messer J., Brezonik P.L. Comparison of denitrification rate estimation techniques in a large, shallow lake // *Water Research*. – 1983. – 631-640.
32. Дюкарев А.Г. Ландшафтно-динамические аспекты таежного почвообразования в Западной Сибири. – Томск: Изд-во НТЛ, 2005. – 284 с.
33. Томский район. Официальный сайт [Электронный ресурс] // Управление по социально-экономическому развитию села, Томск. URL: <http://www.tradm.ru/organy-vlasti/administratsiya-tomsk/meneg.php>.
34. Савичев О.Г. Водные ресурсы Томской области. – Томск: изд-во Томского политехнического университета, 2011. – 224с.
35. Евсеева Н.С. География Томской области. Природные условия и ресурсы. – Томск: Изд-во Томского университета, 2001. – 223с.
36. Климат Томска. - Л.: Гидрометеиздат, 1982. – 176 с.
37. Парначев В.П., Парначев С.В. Геология и полезные ископаемые окрестностей города Томска: Материалы к полевой геологической экскурсии:

Справочное пособие. – Томск: Томский Государственный Университет, 2010. – 144с.

38. Савичев О.Г., Колокова О.В., Краснощекоев С.Ю., Шварцева О.С. Водный режим реки Порос как индикатор природно-антропогенных процессов в Обь-Томском междуречье // Вестник Томского государственного университета, 2003. – №3 – с.151-152.

39. Савичев О.Г. Реки Томской области: состояние, использование и охрана. – Томск: Изд-во Томск. политехн. ун-та, 2003. – 202 с.

40. Евсеева Н.С. Пояснительная записка к геоморфологической карте Томской области масштаба 1:1000000. ОАО «Томскгеомониторинг». – Томск, 2001. – 7 с.

41. Непряхин Е.М. Почвы Томской области. – Томск, 1977. – 436 с.

42. Дюкарев А.Г. Ландшафтно-динамические аспекты таежного почвообразования в Западной Сибири. – Томск: Изд-во НТЛ, 2005. – 284с.

43. Альшанский А.М., Альшанская Н.Г. и др. ГЭИК с гидрогеологическим и инженерно-геологическим доизучением листа 0-45-XXXI масштаба 1:200000. Отчет южного отряда. Кн.1. ОФ ОАО «Томскеомониторинг». – Томск, 2001 – 338 с.

44. Гидрогеология СССР, том XVI, Западно-Сибирская равнина (Тюменская, Омская, Новосибирская и Томская области) / под ред. В.А. Нуднера и др.. – М.: Изд-во «Недра», 1970. – 368 с.

45. Шварцев С.Л., Зуев В.А., Бычков В.Я. Эколого-геохимическая оценка состояния и качества подземных вод Томского водозабора. Научный отчет. ТО ОИ ГГиМ, Томск, 1994. – 153 с.

46. Герасимов В.Я., Мокренко В.Д., Муратов М.И. И др. Томское месторождение подземных вод. (Окончательный отчет Обь-Томской и таганской партий за 1968- 1974г.г.) Томск: Томская КГРЭ, 1974, 408с.

47. Мокренко В.Д., Герасимов В.Я. Гидрогеологические условия Обь-Томского междуречья // Новые данные по геологии и полезным ископаемым Западной Сибири. Вып. 9. – Томск: Изд-во ТГУ, 1974. – с. 22-29.

48. ГОСТ 31942-2012. Вода. Отбор проб для микробиологического анализа.
49. Льготин В.А., Савичев О.Г., Нигороженко В.Я. Состояние поверхностных водных объектов, водохозяйственных систем и сооружений на территории Томской области в 2000-2005 гг. – Томск: ОАО «Томскгеомониторинг», 2006. – 88 с.
50. Sigman D.M. et al. A bacterial method for the nitrogen isotopic analysis of nitrate in seawater and freshwater // *Analytical Chemistry*. – 2001. – Vol. 73. – P. 4145–4153.
51. Xue D., Comparison of the silver nitrate and bacterial denitrification methods for determination of nitrogen and oxygen isotope ratios of nitrate in surface water // *Rapid Communications in Mass Spectrometry*. – 2010. – Vol. 24. – P. 833–840 (a).
52. Xue D., Error assessment of nitrogen and oxygen isotope ratios of nitrate as determined via the bacterial denitrification method // *Rapid Communications in Mass Spectrometry*. – 2010. – Vol. 24. – P. 1979–1984 (b).
53. Xue D., Nitrate source classification in surface water via isotopic fingerprinting : diss. ... Doctor (PhD) in Applied Biological Sciences. – Ghent, 2011. – 173 p.
54. Егоров Н.С. Руководство к практическим занятиям по микробиологии. - М.: МГУ, 1995. — 224 с.
55. Нетрусова А.И. Практикум по микробиологии. – М.: Издательский центр «Академия», 2005 – 608 с.
56. Шварцев С.Л. Гидрогеохимия зоны гипергенеза. – 2-е изд., испр. и доп.. – М.: Недра, 1998. – 366 с.
57. СанПиН 2.1.4.1074-01 Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. Гигиенические требования к обеспечению безопасности систем горячего водоснабжения.

58. Горчаковский П.Л. Серые лесные почвы Предуралья и их рациональное использование : Сборник статей / АН СССР, Урал. науч. центр; Отв. ред. П. Л. Горчаковский. Свердловск, 1982. – С. 117.
59. Widory D., Petelet-Giraud E., Brenot A., Bronders J., Tirez K., Boeckx P. Improving the management of nitrate pollution in water by the use of isotope monitoring: the $\delta^{15}\text{N}$, $\delta^{18}\text{O}$ and $\delta^{11}\text{B}$ triptych // *Isotopes in Environmental and Health Studies*. – 2013. – Vol. 49. – № 1. – P. 29–47.
60. Widory D., Kloppmann W., Chery L., Bonnin J., Rochdi H., Guinamant J.-L. Nitrate in groundwater: an isotopic multi-tracer approach / D. Widory, // *Journal of Contaminant Hydrology*. – 2004. – Vol. 72. – P. 165–188.
61. Widory D., Petelet-Giraud E., Negrel P., Ladouche B. Tracking the sources of nitrate in groundwater using coupled nitrogen and boron isotopes: A synthesis // *Environmental Science and Technology*. – 2005. – Vol. 39. – № 2. – P. 539–548.
62. Sebilo M., Billen G., Mayer B., Billiou D., Grably M., Garnier J., Mariotti A. Assessing nitrification and denitrification in the Seine River and estuary using chemical and isotopic techniques // *Ecosystems*. – 2006. – Vol. 9. – P. 564–577.
63. Casciotti K.L., Sigman M., Ward B.B. Linking diversity and stable isotope fractionation in ammoniaoxidizing bacteria // *Geomicrobiology Journal*. – 2003. – Vol. 20. – P. 335-353.
64. Aravena R., Robertson W.D. Use of multiple isotope tracers to evaluate denitrification in ground water: study of nitrate from a large-flux septic system plume // *Ground water*. – 1998. – Vol. 36. – P. 975–982.
65. Fukada T.A., Hiscock K.M., Dennis P.F., Grischek T. dual isotope approach to identify denitrification in groundwater at a river-bank infiltration site // *Water Research*. – 2003. – Vol. 37. – P. 3070–3078.
66. Needoba J.A., Sigman D.M., Harrison P.J. The mechanism of isotope fractionation during algal nitrate assimilation as illuminated by the $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$ of intracellular nitrate // *Journal of Phycology*. – 2004. – Vol. 40. – P. 517– 522.

67. Kendall C. Tracing nitrogen sources and cycling in catchments // *Isotope tracers in catchment hydrology* / Eds. C. Kendall, J.J. McDonnell. – Amsterdam: Elsevier, 1998. – P. 519–576.
68. Panno S.V., Hackley K.C., Kelly, W.R., Hwang H.H. Isotopic evidence of nitrate sources and denitrification in the Mississippi River, Illinois // *Journal of Environmental Quality*. – 2006. – Vol. 35. – Issue 2. – P. 495–504.
69. Granger J., Sigman D.M., Lehmann M.F., Tortell P.D. Nitrogen and oxygen isotope fractionation during dissimilatory nitrate reduction by denitrifying bacteria // *Limnol. Oceanogr.* – 2008. – Vol. 53. – P. 2533–2545.
70. ГОСТ 12.2.032-78. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования.
71. ГОСТ 12.2.033-78 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Рабочее место при выполнении работ стоя. Общие эргономические требования.
72. ГОСТ 12.0.003-2015 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Опасные и вредные производственные факторы.
73. Классификация СанПиН 2.2.4.548-96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.
74. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278–03. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещённому освещению жилых и общественных зданий.
75. СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95*.
76. ГОСТ 12.1.038–82 ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов.
77. Федеральный закон "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности" от 22.07.2008 N 123-ФЗ (последняя редакция).
78. ПБ 08-37-2005. Правила безопасности при геолого-разведочных работах.

79. 12.4.011-89 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Средства защиты работающих. Общие требования и классификации.

**Приложение А
(обязательное)**

Nitrogen transformation in the soil-groundwater system

Студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ВМ71	Зиновик К.В.		31.05.19

Руководитель ВКР:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Солдатова Е.А.	к.г.-м.н.		11.06.19

Консультант – лингвист отделения иностранных языков ШБИП

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Айкина Т. Ю.	к.ф.н.		31.05.19

Nitrogen compounds are the most important components of the hydrosphere. The productivity of landscapes and their ecological condition largely depend on them. The widespread use of nitrogen in agriculture and their entry into groundwater often leads to the problem of pollution of groundwater and surface water by these compounds. Since the elements of the nitrogen geochemical cycle are important indicators in identifying anthropogenic effects on ecosystems, they are actively studied by scientists from various fields of science. A fairly large number of papers have been published on the enrichment of groundwater and soil with nitrogen compounds, their transformation under the influence of the vital activity of microorganisms, the identification of sources of nitrogen pollution, and a large amount of information has been accumulated on the isotopic composition of nitrogen compounds in various substances.

At the same time, the need to consider the system “soil - groundwater” as a whole is obvious, since the formation of the groundwater chemical composition, in particular its enrichment with nitrogen compounds begins in the soil horizon. That is, fertilization in the soil and storage of animal waste on the earth surface can adversely affect the composition of groundwater, especially groundwater. However, groundwater is often the main source of drinking water in agricultural areas.

According to the condition of the soil, it is possible to identify and assess the main environmental problems of a particular territory. To date, the soil has been studied by many researchers, and most of the work related to the study of the content of various chemical elements. The works by A.P. Vinogradov; A.I. Perelman; A.A. Beusa; M.A. Glazovskaya; Yu.V. Alekseeva; Yu.E. Saetha et al.; V.A. Alekseenko; V.V. Dobrovolsky are of particular interest.

TSU (Tomsk State University) staff (A.V. Kvasnikov, N.V. Ilchenko, etc.) as well as Research Institute for Biology and Biophysics at TSU (L.A. Izerskaya et al.) have been conducting the soil research in the territory of Tomsk Oblast. Since the 1990s, the study of soil contamination has been carried out at the base of the

Department of Geocology and Geochemistry at Tomsk Polytechnic University (L.P. Rikhvanov, T.A. Arkhangelskaya, E.G., S.I. Arbuzov, L.V. Zhornyak et al.)

Soil nitrogen supply is a laboratory test that reflects the release of mineral nitrogen from organic matter by soil microorganisms. It is measured in milligrams of nitrogen per kilogram of soil (mg/kg) and is also known as potentially mineralisable nitrogen. The laboratory test is simple but time-consuming. Values of soil nitrogen supply can be classed into one of five descriptive categories from “Very Low” to “Very High”. The higher the value for soil nitrogen supply the more likely it is that the microorganisms in a soil will convert more organic nitrogen into mineral nitrogen for plant uptake.

However, in coarse textured soils with higher values of soil nitrogen supply, it is also more likely that nitrate will be leached down the soil profile out of reach of plant roots and possibly into waterways. Intermediate levels of soil nitrogen supply provide a balance between maximising nitrogen availability for plant uptake and minimising the risk of nitrate leaching.

Nitrogen can be lost from agricultural lands through soil erosion and runoff. Losses through these events normally don't account for a large portion of the soil N budget, but should be considered for surface water quality issues.

Incorporating or injecting manure and fertilizer can help protect against N loss through erosion or runoff. Where soils are highly erodible, conservation tillage can reduce soil erosion and runoff, resulting in less surface loss of N.

The level of soil nitrogen supply that best balances the benefits and risks varies depending on the clay content of soil. In sand soils, the best balance is achieved by a “Moderate” soil nitrogen supply (25 – 50 mg/kg soil). In contrast, in loam and clay soils “High” soil nitrogen supply is most suitable (50 – 75 and 75 – 125 mg/kg soil respectively) [9].

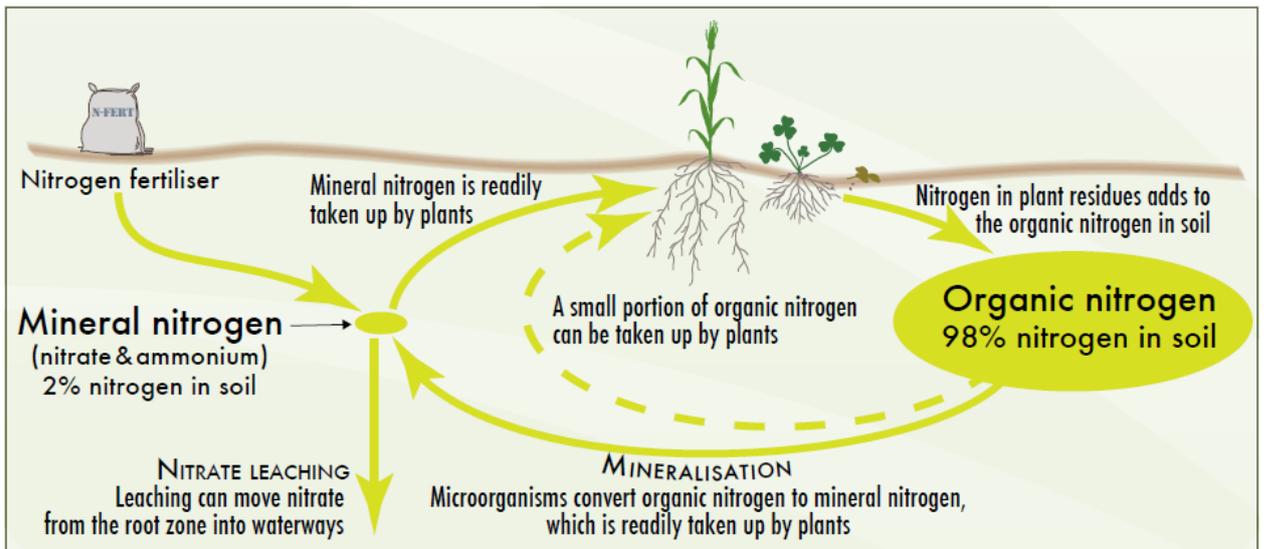


Figure 22 – The soil nitrogen cycle showing the role of mineralization in making organic nitrogen in soil available for plants to take up

Immobilization, or the temporary tying up of inorganic nitrogen by soil microorganisms decomposing plant residues, is not strictly a loss process. Immobilized nitrogen will be temporarily unavailable to plants, but will eventually become available as residue decomposition proceeds and populations of microorganisms decline (Figure 23). Fertilizer nitrogen immobilization can be reduced by placing fertilizers below crop residues rather than incorporating fertilizer into the soil with residue. This can be accomplished directly by knifing in anhydrous ammonia or solutions [9].

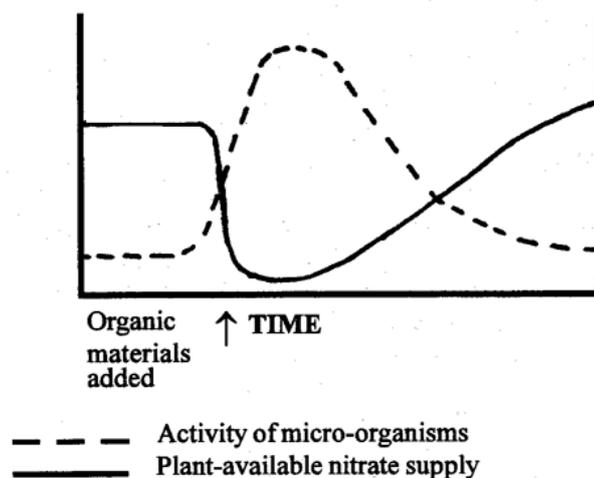


Figure 23 – The influence of tillage on organic nitrogen in soils in the Midwest

The content of soil nitrates (NO_3) is significant for the growth and development of plants. The key elements of plant nutrition are mineral forms of nitrogen and phosphorus.

In order to determine the type and amount of fertilizers to use for a specific culture, it is essential to know the basic factors that determine the fertilizer effectiveness. In serozemic soils any form of nitrogen fertilizer rapidly develops into the nitrate one (NO_3) during the vegetation. Nitrates are not fixed by soil so they move freely in it along with water run. During strong evaporation in summer, nitrates accumulate on the dried top layer and become unavailable to the plant. In autumn and winter periods, during precipitation, nitrates together with water runs sink to the deep layers. After that they are taken by groundwater and are virtually lost. The same process occurs during reserved washing irrigation. Better nitrogen and phosphorus mobilization, effective soil melioration measures and organic fertilization help to create more favorable phosphate-nitrogen nutrient status of plants [8].

Several organic compounds (compounds containing carbon) compose the organic fraction of nitrogen in soil. Soil organic matter exists as decomposing plant and animal residues, relatively stable products of decomposition-resistant compounds and humus. Nitrogen has accumulated in these various organic fractions during soil development.

Organic matter formation and stability to a great extent are related to long-term moisture and temperature trends. With higher average temperatures, soil organic matter decreases. As moisture increases, the organic matter content in the soil increases. Higher temperatures lead to more rapid and complete organic matter decomposition to soluble products which can leach from soil. Increasing moisture causes more plant growth, resulting in more organic residue as you move south and east [9].

For leaching to occur, nitrogen must be in a water soluble, mobile form and abundant enough to transport nitrogen through the soil. Although urea and nitrite are mobile, neither exists in significant concentrations in soil. Nitrate is the

nitrogen form most susceptible to leaching. Nitrate leached below the root zone (four to six meters) for most agronomic crops will eventually leach downward until it reaches a saturated zone. Nitrate leached below four to six meters is generally unrecoverable by most crops apart from deep rooted species such as alfalfa. The rate of nitrate movement downward depends on a variety of factors, including soil texture, precipitation and irrigation amounts, and crop uptake of water and nitrate. Nitrate leaching from relatively sandy soils overlying coarse-textured vadose zones (zone of material between the surface and the water table) and shallow aquifers can leave the root zone and enter the aquifer in a matter of months, while nitrate leaching from upland, silt loam soils overlying aquifers 100 meters or more below the surface can take 25 to 30 years to reach the aquifer.

Considering the many transformations and reactions of N in soils, there are some major points to keep in mind:

- Although you can add either organic or inorganic N forms to soil, plants only take up inorganic N (that is, NO_3^- -N and NH_4^+ -N).
- One form isn't more important than the other and all N sources can be converted to NO_3^- -N. Commercial N fertilizers, legumes, manures and crop residues are all initial sources of NO_3^- -N and NH_4^+ -N.
- Once it's in the plant or water supply, it's impossible to identify the initial source.
- Nitrate is always present in the soil solution and will move with the soil water.
- Inhibiting the conversion of NH_4^+ -N to NO_3^- -N can result in less N loss and more plant uptake. While it's impossible to totally prevent the movement of some NO_3^- -N to water supplies, sound management practices can keep losses within acceptable limits.

The biogeochemistry of nitrogen compounds in ground waters is exceedingly complex. The exclusive chemical monitoring of nitrates in ground waters is overly simplistic and may lead to errors in data interpretation. Nitrogen compounds are biodegradable, therefore understanding the physical, chemical, and

biologic systems through which transient water is moving is important in analyzing chemical data. Ground water nitrate contamination is generally encountered in shallow aquifers which have direct or indirect hydraulic continuity with the ground surface. Surface sources of ground water nitrate contamination related to man's activities include domestic sewage, agricultural practices, and high-density animal confinement [1].

Currently, researchers are quite actively engaged in the study of nitrogen forms, its migration and transformation. The main generalization of the nitrate pollution of groundwater in Russia is the work by V.P. Zakutina, D.A. Fetisenko, Z.N. Panteleeva, A.A. Bogomolov, N.N. Chugunova "Nitrate pollution of groundwater in the territory of the CIS and adjacent countries" [2]. It describes the main features of the nitrate-ion distribution in Russia and neighboring countries. It is noted that the nitrates concentration in the groundwater and pressure waters in several regions of Russia exceeds the MAC in 30-50% cases. The highest nitrates concentrations are characteristic of aquifers with significant anthropogenic or anthropogenic load and weak protection of groundwater from pollution.

Björn Küstermann [3] with co-authors in the article described a model designed to analyze the interrelated flow of nitrogen (N) in farming systems. It combines the analysis of all relevant sources of N among the subsystems of the soil-plant-animal-environment and reflects the essence of managing these streams. Such a systematic approach allows us to identify the causes of various excess N and the use of N.

Björn Küstermann, Olaf Christen, Kurt-Jürgen Hülsbergen consider modelling nitrogen cycles of farming systems as basis of site- and farm-specific nitrogen management. The paper describes a model designed for analysing interrelated nitrogen (N) fluxes in farming systems. It combines the partial N balance, farm gate balance, barn balance and soil surface balance in order to analyse all relevant N fluxes between the subsystems soil-plant-animal-environment and to reflect conclusive and consistent management systems. Such a

system approach allows identifying the causes of varying N surplus and N utilisation.

Messer and Brezonik [4] also compared various methods of natural accumulation and a balance model for estimating the annual denitrification of the Lake Okeechobee, Florida, a large shallow lake. Incubation techniques involving isolation of the sediment from nitrate and labile organic carbon sources tended to produce low rate estimates, while diagenetic models based on nitrate profiles tended to produce unrealistically high rate estimates. Each technique has inherent errors when used with frequently suspended sediments, but most incubation techniques were in general agreement with mass balance calculations.

Besides with the support from the National Fundamental Research Program by MOST and the Department of Science and Technology of Nam, an overview study on the groundwater resources in Nam areas has been implemented by the Institute of Geological Sciences (VAST, Hà Nội) and the Hà Nội University for Mining and Geology from 2002 to 2003. The study was focused mainly on the investigation of the hydrogeological characters, the evaluation of the groundwater potential and the identification of contaminants, if any, in the two important aquifers, the Holocene and the Pleistocene, in the area [6].

A study of inorganic nitrogen-containing compounds in the groundwater of the valley of Mexico has been conducted. A study of nitrogen compounds in the groundwater in the Valley of Mexico was prompted primarily by closing a series of wells in the southern part of the valley due to high ammonium concentrations. The study attempted to determine if the source of nitrogen compounds in the groundwater was from anthropogenic sources, namely wastewater (aguas negras). Wastewater flows throughout Mexico City in a network of unaligned canals and is also used to irrigate agricultural fields within the valley. Nitrogen compounds were studied in particular because they are a widely recognized constituent of domestic waste and their geochemical processes are reasonably well understood. The principal known risk of nitrogen compounds in drinking water is methaemoglobinaemia, a health hazard to young children. A drinking water limit

for nitrate of 10 mg/l as elemental N is recommended by the World Health Organization [5].

Contaminated surface water and well water from various locations in the valley were sampled and analysed for geochemical and environmental isotope parameters. The results were compared in an attempt to identify the presence of the surface water in the well water. Unfortunately the characteristics of the surface water were generally not different enough from the well water to determine if widespread anthropogenic contamination was occurring [5].

However, the majority of the authors listed above consider the behavior of a nitrogen compound in individual media (soil, groundwater, surface water, etc.), and not the soil – groundwater system. At the same time, this system should be considered as a complex, since the formation of the water chemical composition begins in the soil horizon. This problem is considered in the study.

Nitrate loading to groundwater in the groundwater study area is widespread and chronic, and is overwhelmingly the result of crop and animal agricultural activities. Urban wastewater, septic systems, and other sources may have significant localized impact.

Due to long transit time, the impact on groundwater resources is a legacy for years and decades to come. The application of synthetic fertilizer and manure to agricultural crops, primarily under irrigated conditions, has resulted in high crop yields and the large-scale production of affordable food. A significant fraction of nitrogen applied in food production worldwide is in excess of crop needs, resulting in nitrate leaching to groundwater, eutrophication of aquatic ecosystems via surface run off, and air pollution from toxic emissions of ammonia and ozone-depleting greenhouse gases.

Each of these negative environmental outcomes has the potential to impart significant impact on biogeochemical processes, ecosystem services, and human health. Current human activities cannot be sustained without commensurate and perhaps permanent degradation of vital natural resources, most specifically drinking water from groundwater aquifers. There are cumulative and long-term

societal, environmental, and economic costs to our excess utilization of industrially-fixed nitrogen now used in cropland agriculture. Understanding these consequences requires a better scientific understanding of nitrate sources.

Our mass balance approach to understanding the spatial and temporal dimensions of nitrogen loading is informed by observation and based on physical principles. However, it is made with inherent uncertainty. There are considerable information and data gaps in all phases of our analyses. There are few empirical studies specific to conditions found in the study area, especially with respect to agronomic practice, that document the source, transition, and fate of nitrogen in agroecosystems. Further, there are few if any data that provide for long-term composition in a manner that can explicitly quantify what was occurring where, and when. While a synoptic assessment such as ours is difficult, and is made with varying degrees of uncertainty, it does not invalidate our results. Rather, it emphasizes that despite limited information for given aspects of our study, our results made with conservative assumptions indicate that the magnitude of the problem far exceeds those degrees of uncertainty. Improvements to subsequent studies should focus on expanding the breadth and resolution of information necessary to reduce uncertainties, rather than on the methods themselves.

These findings also suggest the need to develop and implement a programmatic monitoring and evaluation mechanism to capture, collect, and analyze information critical to understanding the source, extent, and magnitude of nitrate loading in study area.

In regions with groundwater depths less than 6 m, taking samples from the near-surface groundwater is feasible to obtain relatively short-dated information about the impact of agricultural measures on groundwater quality by a suction lance. The seepage zone is penetrated by means of a drill hammer with push rod, and a lance completed by a suction cup is inserted down to max. 20 cm below the water table. In case of peaty soils and sites with higher content of fine silt, no effectual filter structure may develop outside the cup. Those samples are to be pressure-filtered prior to laboratory analysis. With regard to the probable temporal

variability of solute concentrations over the seepage period and the effect of the lateral groundwater movement, sampling beneath the water table should be repeated several times during the period of seepage flow. Water abstraction should be executed at least once a year by the end of the seepage period. Results obtained at that time at selected sampling points are best comparable with current solute inputs from the land surface because of the short transit time. Under general conditions, the local displacement of solutes (nitrates) by groundwater flow must be taken into account while interpreting the results [7].

Considering the excess of nitrates norm in ground water it is necessary to control adding nitrogen fertilizers to soil. It is necessary to conduct purification of drinking water before its usage. It is obvious that the morbidity of cancer is higher in the areas with higher percentage of polluted water. The influence of water with higher contents of nitrates increases against the background of malnutrition that is particularly in the current crisis period of life [7].

References:

1. Behnke J.A. summary of the biogeochemistry of nitrogen compounds in ground water // *Journal of Hydrology*, October 1975. – p. 155-167.
2. Zakutin V.P., Fetisenko D.A, Panteleev Z.N., Bogomolov A.A., Chugunova NN, Nitrate Pollution of Waters in the Territory of the MNG and Neighboring Countries // *Water Resources*. – 1994. – Vol. 21, No. 3. – p. 374-380.
3. Küstermann B., Christen O., Hülsbergen K.-J. Modelling nitrogen cycles of farming systems as basis of site- and farm-specific nitrogen management // *Agriculture, Ecosystems & Environment*, January 2010, p. 70-80.
4. Messer J., Brezonik P.L. Comparison of denitrification rate estimation techniques in a large, shallow lake // *Water Research*. – 1983. – p. 631-640.
5. Ryan M. C. An investigation of inorganic nitrogen compounds in the groundwater in the valley of Mexico // *Geof. Int.*, vol. 28-2, 1989. – p. 417-433.

6. Huang, J.-C., Lee, T.-Y., Kao S.-J., Hsu S.-C., Lin H.-J., Peng T.-R. Land use effect and hydrological control on nitrate yield in subtropical mountainous watersheds // *Hydrology and Earth System Sciences*. 16(3). – p. 699-714.
7. Storchous V.N., Seitumerov E.E. Meliorative condition of irrigated lands of the Republic of Crimea // *Days of Science of KFU – 2015*. WITH. – p. 118-119.
8. Satybaldin A., Umbetaev I., Khanturaev S. Effects of organic fertilizers on the content of available forms of soil nitrates and phosphates // *SCIENCE AND WORLD*, 2015, No 5. – p. 113 - 116.
9. Garmash N.Yu., Grafskaja G.A. For question of long application of waste waters sediments as organic fertilizers. Materials of the All-Russian scientific and practical conference, Belgorod, 2001. – p. 52-68.