

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

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

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Тема работы
Исследование состава донных отложений реки Кисловки в составе инженерно-экологических изысканий на территории перспективной застройки (Томский район)

УДК 551.312.4(282.256.141)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ВМ91	Бровченко Наталья Андреевна		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Савичев Олег Геннадьевич	Д. Г. Н., профессор		

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

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

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Пашков Евгений Николаевич	К. Т. Н., доцент		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Инженерные изыскания в строительстве	Савичев Олег Геннадьевич	Д. Г. Н., профессор		

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ООП

Код компетенции	Наименование компетенции
Универсальные компетенции	
УК(У)-1	Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий
УК(У)-2	Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла
УК(У)-3	Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели
УК(У)-4	Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном (-ых) языке (-ах), для академического и профессионального взаимодействия
УК(У)-5	Способен анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия
УК(У)-6	Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки
Общепрофессиональные компетенции	
ОПК(У)-1	способность и готовность руководить коллективом в сфере своей профессиональной деятельности, толерантно воспринимая социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия
ОПК(У)-2	способность использовать на практике умения и навыки в организации исследовательских и проектных работ, находить и принимать управленческие решения, формировать цели команды, воздействовать на ее социально-психологический климат в нужном для достижения целей направлении, оценивать качество результатов деятельности
ОПК(У)-3	готовность к изучению, анализу и сопоставлению отечественного и зарубежного опыта по разработке и реализации проектов природообустройства и водопользования
ОПК(У)-4	способность использовать знания методов принятия решений при формировании структуры природно-техногенных комплексов, методов анализа эколого-экономической и технологической эффективности при проектировании и реализации проектов природообустройства и водопользования, проектов восстановления природного состояния водных и других природных объектов
ОПК(У)-5	способность профессионально использовать современное научное и техническое оборудование и приборы, а также профессиональные компьютерные программные средства
ОПК(У)-6	способность собирать, обобщать и анализировать экспериментальную и техническую информацию
ОПК(У)-7	способность обеспечивать высокое качество работы при проектировании, строительстве и эксплуатации объектов природообустройства и водопользования, при проведении научно-исследовательских работ
Профессиональные компетенции	
Проектно-изыскательская деятельность	
ПК(У)-1	способность определять исходные данные для проектирования объектов природообустройства и водопользования, руководить изысканиями по оценке состояния природных и природно-техногенных объектов
ПК(У)-2	способность использовать знания методики проектирования инженерных сооружений, их конструктивных элементов, методики инженерных расчетов, необходимых для проектирования систем, объектов и сооружений для природообустройства и водопользования
ПК(У)-3	способность обеспечивать соответствие качества проектов природообустройства и водопользования международным и государственным нормам и стандартам

Научно-исследовательская деятельность	
ПК(У)-6	способность формулировать цели и задачи исследований, применять знания о методах исследования при изучении природных процессов, при обследовании, экспертизе и мониторинге состояния природных объектов, объектов природообустройства и водопользования и влияния на окружающую среду антропогенной деятельности
ПК(У)-7	способность разрабатывать и вести базы экспериментальных данных, производить поиск и выбор методов и моделей для решения научно-исследовательских задач, проводить сравнение и анализ полученных результатов исследований, выполнять математическое моделирование природных процессов
ПК(У)-8	способность делать выводы, формулировать заключения и рекомендации, внедрять результаты исследований и разработок и организовывать защиту прав на объекты интеллектуальной собственности
ПК(У)-9	способность проводить поиск, получение, обработку и анализ данных полевых и лабораторных исследований, обследований, экспертизы и мониторинга объектов природообустройства, водопользования
Профессиональные компетенции университета	
ДПК(У)-1	способность осуществлять педагогическую деятельность в области профессиональной подготовки

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

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

УТВЕРЖДАЮ:
 Руководитель ООП
 _____ Савичев О.Г.

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Магистерской диссертации

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

Студенту:

Группа	ФИО
2ВМ91	Бровченко Наталья Андреевна

Тема работы:

Исследование состава донных отложений реки Кисловки в составе инженерно-экологических изысканий на территории перспективной застройки (Томский район)

Утверждена приказом директора (дата, номер)	12.01.2021 № 12-11/с
---	----------------------

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе</p> <p><i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<p>Литературные источники и фондовый материал; данные о химическом составе донных отложений и речных вод, минеральном составе донных отложений и микробиологического состава донных отложений и вод р. Кисловки, полученные в 2020 г. в ТПУ при участии студента</p>
---	--

<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>	<p>1. Природные условия формирования эколого-геохимического состояния р. Кисловки. 2. Антропогенные условия формирования эколого-геохимического состояния р. Кисловки. 3. Закономерности изменения эколого-геохимического состояния р. Кисловки в зимнюю межень 2020 г.</p>
--	---

<p>Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<p>1. Схема расположения пунктов гидрохимических и гидрологических наблюдений на р. Кисловке и на прилегающих территориях. 2. Методика исследования. 3. Изменения химического и микробиологического состава вод по длине р. Кисловки в зимнюю межень 2020 г. 4. Пространственные изменения химического и минерального состава донных отложений по длине р. Кисловки в зимнюю межень 2020 г. 5. Изменения химического и микробиологического состава вытяжек из донных отложений р. Кисловка по глубине.</p>
--	--

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы
(с указанием разделов)

Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Рыжакина Татьяна Гавриловна
Социальная ответственность	Пашков Евгений Николаевич
Иностранный язык (английский)	Кемерова Наталья Сергеевна

Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:
State of knowledge and environmental conditions

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	10.10.2020
--	------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Савичев Олег Геннадьевич	Д. Г. Н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ВМ91	Бровченко Наталья Андреевна		

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

Студенту:

Группа	ФИО
2ВМ91	Бровченко Наталья Андреевна

Школа	ИШПР	Отделение школы	отделение геологии
Уровень образования	магистратура	Направление	20.04.02. Природообустройство и водопользование

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

1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	<i>Стоимость материальных ресурсов и специального оборудования определены в соответствии с рыночными ценами г. Томска. Тарифные ставки исполнителей определены штатным расписанием НИ ТПУ</i>
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	<i>Норма амортизационных отчислений на специальное оборудование</i>
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	<i>Ставка налога на прибыль 20 %; Страховые взносы 30%; Налог на добавленную стоимость 20%</i>

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. <i>Оценка коммерческого и инновационного потенциала НТИ</i>	<i>Проведение предпроектного анализа. Определение целевого рынка и проведение его сегментирования. Выполнение SWOT-анализа проекта</i>
2. <i>Формирование плана и графика разработки внедрения ИП</i>	<i>Структура работ; Определение трудоемкости; Разработка графика проведения исследования</i>
3. <i>Планирование процесса управления НТИ: структура и график проведения, бюджет, риски и организация закупок</i>	<i>Определение бюджета научного исследования. Определение рисков</i>
4. <i>Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности</i>	<i>Проведение оценки экономической эффективности, ресурсоэффективности и сравнительной эффективности различных вариантов исполнения</i>

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Оценка конкурентоспособности технических решений
2. Матрица SWOT
3. График проведения и бюджет НТИ
4. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НТИ

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	31.01.2021
---	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Рыжакина Татьяна Гавриловна	Кандидат экономических наук		31.01.2021

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ВМ91	Бровченко Наталья Андреевна		31.01.2021

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

Группа	ФИО
2ВМ91	Бровченко Наталья Андреевна

Школа	Инженерная школа природных ресурсов	Отделение (НОЦ)	Отделение геологии
Уровень образования	Магистратура	Направление/специальность	20.04.02 «Природообустройство и водопользование»

Тема ВКР:

Исследование состава донных отложений реки Кисловки в составе инженерно-экологических изысканий на территории перспективной застройки (Томский район)	
Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	<p>Объект исследования: состав донных отложений</p> <p>Область применения: инженерно-экологические изыскания</p>
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
<p>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</p> <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"> – ГОСТ 12.2.032-78 ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. -Общие эргономические требования. – ГОСТ 12.2.033-78 ССБТ. Рабочее место при выполнении работ стоя. Общие эргономические требования. – Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 27.12.2018). – СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03. Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы. – ПНД Ф 12.13.1-03. Методические рекомендации. Техника безопасности при работе в

	аналитических лабораториях (общие положения).
<p>2. Производственная безопасность: 2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов 2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия</p>	<p>Вредные факторы: – Повышенная или пониженная температура воздуха рабочей среды и объектов исследования; повышенный уровень шума; недостаток освещения; пониженная световая и цветовая контрастность; повышенная яркость света; прямая и отраженная блескость; электромагнитное излучение; – Динамические нагрузки, статические нагрузки Опасные факторы: – Неисправность оборудования; – Повышенная или пониженная температура воздуха рабочей среды и объектов исследования; – Ветер и вихри.</p>
<p>3. Экологическая безопасность:</p>	<p>– Атмосфера: выброс парниковых газов автотранспортом – Гидросфера: разлив нефтепродуктов (бензина, масел) и др. хим. Веществ на воду – Литосфера: загрязнение почвы хим. веществами и бытовыми отходами.</p>
<p>4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</p>	<p>– Возможные ЧС: ураганный ветер, очень сильный снег, чрезвычайная пожарная опасность, автомобильная авария – Наиболее типичная ЧС: автомобильная авария, бытовые пожары</p>

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	28.02.2021
--	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Пашков Евгений Николаевич	К. Т. Н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ВМ91	Бровченко Наталья Андреевна		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа объемом 150 с., включает в себя 29 рис., 37 табл., 60 источников, 1 прил.

Ключевые слова: донные отложения, химический, микробиологический и минеральный состав, речные воды, река Кисловка.

Объектом исследования являются донные отложения и речные воды реки Кисловка.

Цель работы – выявление пространственных изменений и факторов формирования эколого-геохимического состояния донных отложений р. Кисловки в зимнюю межень 2020 г.

В процессе исследования проводились: 1) работы по отбору проб донных отложений и речных вод и определению их химического, микробиологического состава; 2) анализ ранее выполненных (другими авторами) исследований и анализ результатов изучения р. Кисловки в зимнюю межень 2020 г. для выявления изменений состояния донных отложений по длине р. Кисловки и по глубине; 3) сопоставление выявленных изменений химического состава донных отложений и речных вод с данными о хозяйственной деятельности для выявления факторов формирования эколого-геохимического состояния р. Кисловки в зимнюю межень при наихудших условиях разбавления сточных вод.

В результате исследования показано, что: 1) максимумы содержаний соединений N и P в речной воде приурочены к местам сброса хозяйственно-бытовых стоков; 2) максимумы содержаний редкоземельных элементов в воде и донных отложениях – к территории недавней застройки на участке долины реки Томь, вместе с территорией частного водосбора реки Кисловки, где была произведена отсыпка привозным грунтом; 3) соединения Fe (и P) – к участку сброса стоков станции обезжелезивания Томского подземного водозабора. Влияние выпуска стоков станции обезжелезивания в р. Кисловку прослеживается в изменении химического и минерального состава донных

отложений, а также химического состава вод ниже по течению (0.86 км ниже сброса станции водоподготовки), но это влияние заметно снижается в пределах 5-6 км ниже по течению.

В результате исследования показано, что: 1) максимумы содержаний соединений Fe (и P) приурочены к участку сброса стоков станции обезжелезивания Томского подземного водозабора. Влияние выпуска стоков станции обезжелезивания в р. Кисловку прослеживается в изменении химического и минерального состава донных отложений, а также химического состава вод ниже по течению (0.86 км ниже сброса станции водоподготовки), но это влияние заметно снижается в пределах 5-6 км ниже по течению; 2) максимумы содержаний N и P в речной воде – к местам сброса хозяйственно-бытовых стоков; 3) максимумы содержаний редкоземельных элементов в воде и донных отложениях – к территории недавней застройки на участке долины реки Томь, вместе с территорией частного водосбора реки Кисловки, где была произведена отсыпка привозным грунтом.

Основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики: результаты исследования как часть инженерно-экологического обоснования хозяйственного освоения левобережной части долины р. Томи в пределах водосбора р. Кисловки – протоки Бурундук в соответствии с требованиями Градостроительного кодекса РФ.

Степень внедрения: статья по теме ВКР (в соавторстве) принята к печати в журнале «Геоэкология» (2021, №3).

Область применения: результаты исследования являются частью инженерно-экологического обоснования хозяйственного освоения левобережной части долины р. Томи в пределах водосбора р. Кисловки – протоки Бурундук в соответствии с требованиями Градостроительного кодекса РФ.

Экономическая эффективность/значимость работы: выполненные исследования необходимы при проектировании, строительстве и

эксплуатации производственных и жилых объектов в водосборе р. Кисловки – протоки Бурундук согласно Градостроительному кодексу РФ.

В будущем планируется: 1) изучение эколого-геохимического состояния р. Кисловки в половодье и паводки; 2) разработка математической модели формирования химического состава донных отложений р. Кисловки.

Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки

В данной работе применены следующие термины с соответствующими определениями:

ГОСТ – государственный стандарт;

ИШПР – Инженерная школа природных ресурсов;

НДС – налог на добавочную стоимость;

НИ ТПУ – Национальный исследовательский Томский политехнический университет;

ОГ – Отделение геологии;

ООО – общество с ограниченной ответственностью;

ПК – персональный компьютер;

СанПиН – санитарно-эпидемиологические правила и нормы;

ЧС – чрезвычайная ситуация;

ПДК – предельно допустимая концентрация.

Оглавление

ЗАДАНИЕ	4
РЕФЕРАТ	9
Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки.....	12
Оглавление	13
Введение.....	15
ГЛАВА 1. Гидрогеохимическая и гидрологическая изученность р. Кисловки и ее водосбора.....	17
ГЛАВА 2. Природные условия формирования эколого-геохимического состояния р. Кисловки	23
2.1 Географическое и административное положение	23
2.2 Климатические условия.....	24
2.3 Геологические и геоморфологические условия.....	26
2.4 Почвенный и растительный покров	30
2.5 Гидрологические и гидрогеологические условия	32
ГЛАВА 3. Антропогенные условия формирования эколого-геохимического состояния р. Кисловки	37
3.1 Антропогенная нагрузка на исследуемую территорию	37
ГЛАВА 4. Объект и методы исследования.....	39
4.1 Объект исследования	39
4.2 Методика исследования	40
ГЛАВА 5. Химический и микробиологический состав вод р. Кисловки	44
5.1. Среднемноголетний химический состав вод р. Кисловки.....	44
5.2. Химический и микробиологический состав вод р. Кисловки в зимнюю межень 2020 г.	45
ГЛАВА 6. Химический, микробиологический и минеральный состав донных отложений (кислотных вытяжек из донных отложений) р. Кисловки в зимнюю межень 2020 г.	62
6.1 Химический состав кислотных вытяжек из донных отложений	62
6.2. Минеральный состав фракции до 1 мм донных отложений.....	69

6.3. Микробиологический состав водных вытяжек из донных отложений .	71
ГЛАВА 7. Раздел «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение».....	76
7.1 Предпроектный анализ	77
7.2 Инициация проекта	84
7.3 Планирование управления научно-техническим проектом	86
7.4 Бюджет научного исследования	90
7.5 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности	98
ГЛАВА 8. Раздел «Социальная ответственность»	107
8.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	107
8.2 Производственная безопасность	109
8.3 Экологическая безопасность.....	119
8.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	120
Выводы.....	121
Заключение	123
Список использованных источников	126
Приложение А	133

Введение

Малые реки селитебных территорий часто оказываются под антропогенным воздействием, что негативно влияет на речные экосистемы. В большем масштабе это в разной мере сказывается на состоянии больших рек и подземных вод, что определяет актуальность исследований изменения состояния и развития природно-антропогенных водных объектов.

Эта проблема была рассмотрена на примере малой реки Кисловка у г. Томска (Российская Федерация, Сибирский федеральный округ, административный центр Томской области) – элемента речной системы «Кисловка – Томь – Обь».

В пределах водосбора расположен ряд населенных поселков и микрорайонов г. Томска и Томского района (п. Кисловка, п. Тимирязево, с. Петрово и ряд других, включая новый микрорайон «Северный Парк» с многоэтажной застройкой) с выпусками в реку очищенных и неочищенных хозяйственно-бытовых стоков. Главной же особенностью рассматриваемой территории является наличие одновременно эксплуатационных скважин и выпуска (в р. Кисловку, пункт №3) сточных вод станции обезжелезивания Томского подземного водозабора.

На различных участках р. Кисловка подвержена различного рода антропогенным воздействиям. На территории водосбора в непосредственной близости находятся садоводческие общества, территории, используемые для сельского хозяйства, животноводческие комплексы, коттеджные посёлки, а в последние годы и жилые микрорайоны.

Целью работы является выявление пространственных изменений и факторов формирования эколого-геохимического состояния донных отложений р. Кисловки в зимнюю межень 2020 г.

Для достижения цели были рассмотрены задачи:

- 1) проведение работ по отбору проб донных отложений и речных вод и определению их химического, микробиологического состава;

2) выполнение анализа ранее выполненных (другими авторами) исследований и анализа результатов изучения р. Кисловки в зимнюю межень 2020 г. для выявления изменений состояния донных отложений по длине р. Кисловки и по глубине;

3) сопоставление выявленных изменений химического состава донных отложений и речных вод с данными о хозяйственной деятельности для выявления факторов формирования эколого-геохимического состояния р. Кисловки в зимнюю межень при наихудших условиях разбавления сточных вод.

Личный вклад студента в решении исследуемого вопроса заключается в участии в отборе проб донных отложений и речных вод в зимнюю межень 2020 г., анализе данных о химическом и микробиологическом составе донных отложений и вод р. Кисловки, формулировании и обосновании основных выводов.

ГЛАВА 1. Гидрогеохимическая и гидрологическая изученность р.

Кисловки и ее водосбора

Наблюдения на данной территории проводит Томский центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды - филиал Федерального государственного бюджетного учреждения «Западно-Сибирское управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды» («Томский ЦГМС – филиал ФГБУ Западно-Сибирское УГМС»).

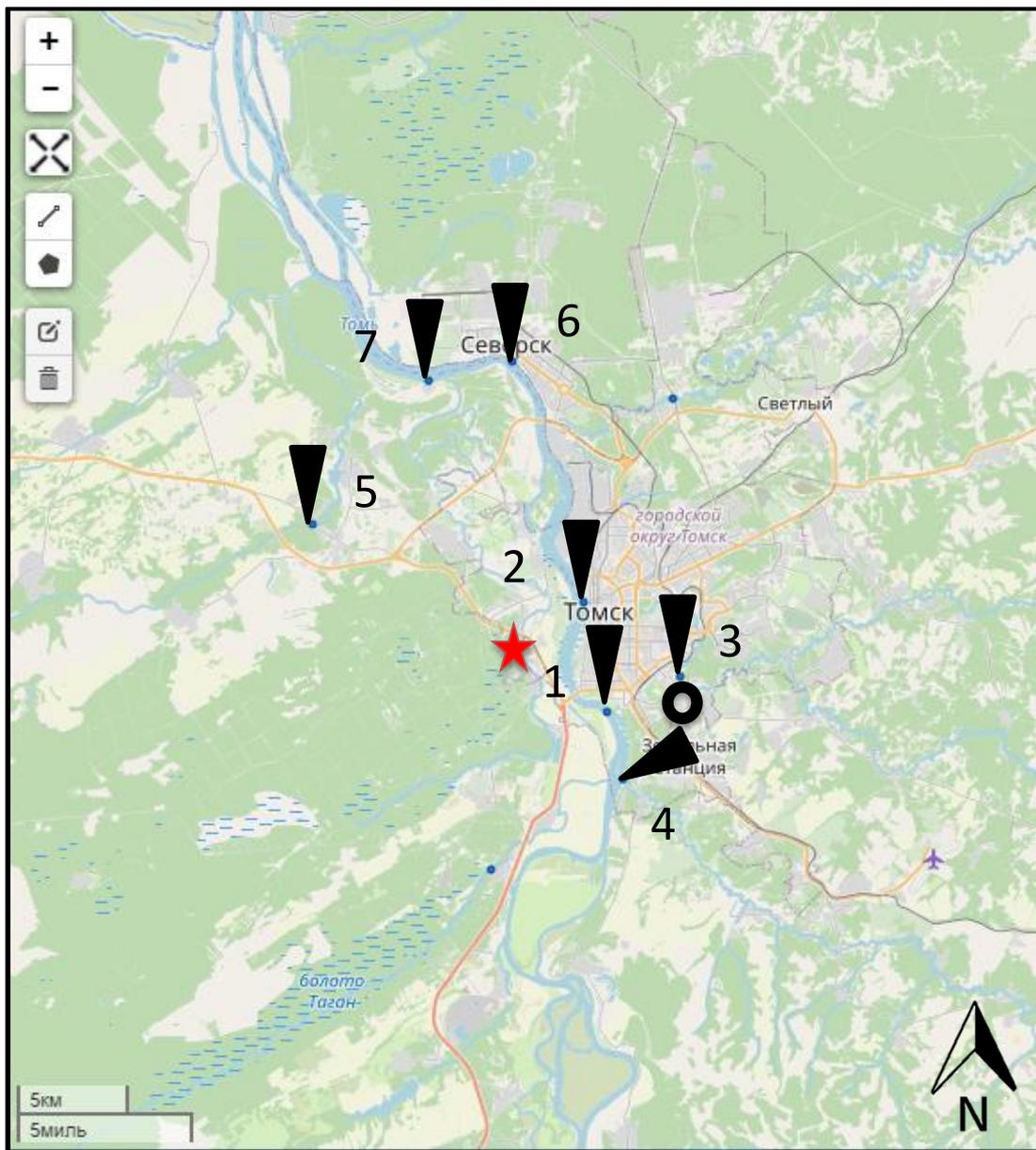


Рисунок 1 – Схема гидрометеорологической изученности [5]

1 - номер гидрологического поста
▼ - гидрологический пост

★ - объект исследования
○ - метеостанция

Исследуемая территория является недостаточно изученной. Имеющиеся посты (станции) не отвечают хотя бы одному из условий, характеризующих территорию как изученную [52]. На самой реке Кисловка нет гидрологических постов. Но на территории вокруг исследуемого объекта есть гидрологические посты.

Таблица 1 – Основные данные по водомерным постам

№ п/п	Река - пункт	Площадь водосбора, км ²	Расстояние (км) от		Период наблюдения		Отметка нуля высот	
			источника	устья	Открыт	Закрит	Высота, м	система
1	р.Томь - г.Томск	57000	753	75	15.08.1963	Действ.	69.98	БС (77)
2	р.Томь - г.Томск (пристань)	57800	759	68	14.01.1918	Действ.	69.29	БС (77)
3	р.Ушайка - пос.Степановка	713	52	13	30.09.1953	01.06.1990		
4	р.Томь - д.Аникина (Басандайка)	56100	746	81	23.04.1931	13.05.1935		
5	р.Порос - с.Зоркальцево	316	41	16	13.07.1973	Действ.	82.37	БС (77)
6	р.Томь - с.Белобородово	58300	770	57	18.10.1893	19.02.1952		
7	р.Томь - д.Попадейкино	60000	776	51	01.11.1967	11.06.1973		

Изучением состава вод Средней Оби и ее крупных притоков занимались О.Г. Савичев, В.А. Льготин, С.Л. Шварцев, Н.М. Рассказов, В.В. Янковский, Ю.В. Макушин и другие. С 1990 г. комплексные работы по изучению экологогеохимического состояния рр. Обь, Томь и их притоков стали проводиться под руководством проф. С.Л. Шварцева в ТПУ и ТФ ИГНГ СО РАН.

В 2007 году О.Г. Савичевым в работе «Сток наносов реки Томь (Западная Сибирь)» были приведены результаты изучения стока влекомых и взвешенных наносов р. Томи у г. Томска. В результате анализа данных многолетних гидрологических наблюдений и математического моделирования русловых деформаций было установлено, что наиболее подходящий для использования метод – метод Г.И. Шамова.

В 2008 году О.Г. Савичевым и В. А. Льготиним в работе «Пространственные изменения химического состава донных отложений рек Томской области» было выполнено обобщение данных о химическом составе речных отложений на территории Томской области. В результате исследования была разработана классификация донных отложений по содержанию нефтепродуктов, с ее помощью возможно оценивать антропогенное воздействие на окружающую среду и уровень загрязнения водных объектов Томской области.

В 2008 году О.Г. Савичевым в работе «Математическое моделирование и прогноз русловых деформаций р. Томи в черте г. Томска (Западная Сибирь)» была разработана и апробирована математическая модель деформации русла р. Томи в черте г. Томска на участке реки 74,8...58,3 км от устья. С ее помощью возможно прогнозировать изменение скоростного поля, твердого стока и русловых деформаций. Для последующего ее использования необходимо обновить и уточнить данные о рельефе дна и прибрежной части.

В 2009 году О.Г. Савичевым в работе «Влияние взаимодействий в системе вода-порода на формирование состава речных вод бассейна Оби» На основе физико-химических расчетов насыщенности речных вод в бассейне Оби относительно ряда минералов и органико-минеральных соединений было установлено, что речные воды в течение всего года способны активно взаимодействовать с донными отложениями и речными наносами. Наиболее активные взаимодействия были приурочены к районам и периодам с повышенными модулями водного стока. Было показано, что рост концентрации растворенных неорганических веществ в речных водах

ограничивается низкой растворимостью соединений металлов с карбонатами и гуминовыми кислотами.

В 2018 О.Г. Савичевым, В.А. Домаренко, Е. В. Перегудиной, О.Е. Лепокуровой в работе «Трансформация минерального состава донных отложений от истоков к устьям рек» было проведено обобщение данных о минеральном составе донных отложений водотоков в бассейнах рек Обь (Российская Федерация: реки Томь, Актру, Правая Сарала, Киргизка, Омутная) и Хонг (Вьетнам: реки Бан Тхи, Ченгу, Дай, Намду, Фодай), полученных в 2000-2017 гг. Была отмечена двойственная роль геохимические процессы при уменьшении размеров частиц донных отложений по длине рек: 1) вначале процессы растворения и выщелачивания ослабляют механическую прочность крупных частиц 2) затем, после механического разрушения частиц в результате столкновения с другими частицами, происходит резкое увеличение площади соприкосновения воды и породы; 3) это приводит к усилению растворения и/или выщелачивания.

Е.П. Янин в 2018 году в книге «Техногенные речные илы (условия формирования, вещественный состав, геохимические особенности)» рассмотрел результаты многолетнего изучения вещественного состава, геохимических особенностей, условий и процессов формирования техногенных речных илов – нового вида современных речных отложений, образующихся в реках в зонах влияния различных источников загрязнения. Были исследованы источники техногенного осадочного материала и геохимические условия среды аллювиального осадконакопления, особенности морфологии и строения техногенных илов, их гранулометрические характеристики, минеральный и химический составы.

В 2019 году О.Г. Савичевым в работе «Исследование взаимосвязей между химическим составом вод и донных отложений рек Сибири» была разработана математическая модель взаимосвязей концентраций Fe, Cu, Pb, Zn, As в водах и донных отложениях реки в условиях таежной зоны и горно-

таежных районов Сибири, был предложен алгоритм определения параметров этой модели.

В 2020 году О.Г. Савичевым, В.А. Домаренко, О.Е. Лепокуровой в работе «Пространственно-временные изменения вещественного состава донных отложений и речных вод Туганского россыпного узла (Томская область)» были представлены результаты исследований изменений химического и минерального состава донных отложений и вод реки Омутной (элемент речной системы Омутная-Киргизка-Томь-Обь) в основные фазы водного режима в 2018-2019 гг. в пределах Туганского россыпного узла (рудные минералы – ильменит и циркон). Геохимические показатели были оценены с использованием масс-спектрометрического метода с индуктивно связанной плазмой. Было установлено, что пространственно-временные изменения валовых содержаний химических элементов в целом взаимосвязаны с формами их миграции: в весеннее половодье было отмечено общее увеличение концентраций веществ с преобладающей взвешенной формой, в зимнюю межень – с растворенной.

Е.П. Янин в 2020 году книге «Геохимия речной эпифитовзвеси в зоне влияния промышленного города» рассмотрел результаты изучения особого компонента речной среды – эпифитовзвеси, т. е. осадочного материала, связанного с макрофитами, на необходимость геохимического исследования которого одним из первых указал В.И. Вернадский. Были изучены источники и процессы формирования эпифитовзвеси, ее вещественный состав, геохимические особенности, экологическое значение.

Файзова Л.В. в 1980 году в своей работе «Донные животные водоемов окрестностей Томска как индикаторы сапробности» привела данные о видовом составе и развитии олигохет, пиявок, личинок хирономид и моллюсков р. Томи, в том числе и р. Кисловка. Было установлено, что некоторые виды животных являются биоиндикаторами сапробности и могут быть использованы в санитарной оценке речных стоков. В целом для рр. Томи, Басандайки, Ушайки, Черной и Кисловки были характерны в основном альфа-

и мезосапробные организмы. Олигосапробы (*Pisidium amnicum*) встречались в незначительных количествах. Исходя из этого было определено, что воды р. Томи и ее притоков в значительной степени загрязненные [39].

Брюшко Е.П., Бычков О.А., Ольховатенко В.Е. в 2017 году в своей работе «Оценка воздействия производственной деятельности животноводческого комплекса ООО «Заречное» на состояние окружающей среды в черте д. Кисловка Томского района» сопоставили максимальные содержания некоторых загрязняющих веществ в сточных водах ООО «Заречное» и р. Кисловка, на основе данных Департамента природных ресурсов и охраны окружающей среды Томской области. Выявили значительные превышения ПДК загрязняющих веществ и для р. Кисловка и для сточных вод. Заключили о необходимости дополнительных исследований по уточнению экологических условий территории [6].

ГЛАВА 2. Природные условия формирования эколого-геохимического состояния р. Кисловки

2.1 Географическое и административное положение

Река Кисловка – левобережный приток р. Томи. Ее водосборная территория располагается в границах Обь-Томского междуречья. В административном отношении входит в состав Томского района Томской области. В пределах изучаемого района расположены г. Томск и несколько населённых пунктов.

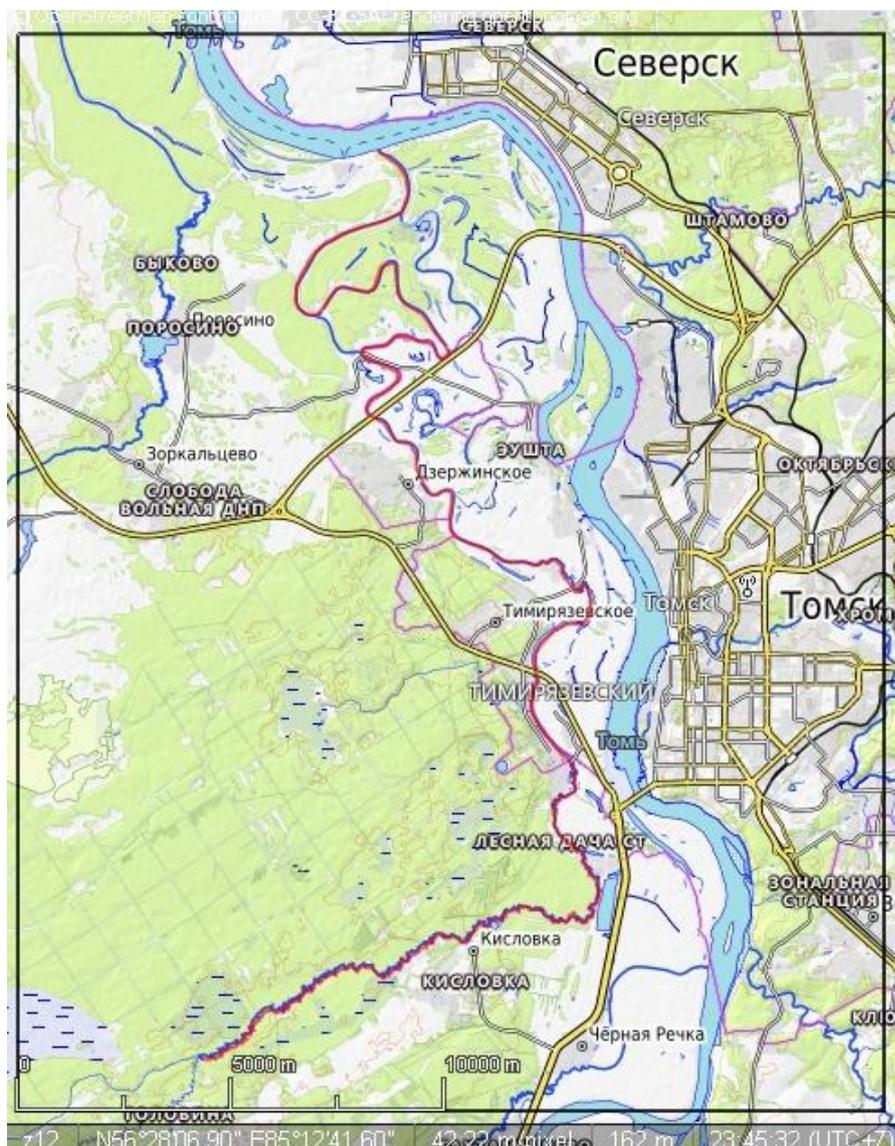


Рисунок 2 – Схема района исследования (река Кисловка)

В данной работе объектом исследования являются донные отложения реки Кисловка. Кисловка – река в Томске и Томском районе Томской области. Является левобережным притоком р. Томь.

Река Кисловка образуется в результате слияния рек Еловки (слева) и Жуковки (справа) в 1,5 км от деревни Головина, на территории Тимирязевской лесной дачи. От истока 13,7 км река протекает с юга-запада на северо-восток. Затем поворачивает почти на 90 градусов влево и протекает в направлении с юга на север. Возле села Тимирязевское р. Кисловка протекает через Тояново озеро и перед впадением в р. Томь называется протока Бурундук. Технически в долине Томи Кисловка превращается в протоку (Томи) Бурундук, которая гидравлически связана с Томью. Впадает в Томь в напротив города Северска. На своем пути река Кисловка протекает рядом с деревней Кисловка, сёлами Тимирязевское и Дзержинское, деревнями Петрово и Борики, микрорайоном «Северный парк».

Длина р. Кисловка составляет 48,7 км, площадь водосбора 458 км², средний уклон от истока до поворота реки влево 0,0009. Русло р. Кисловка не перегорожено плотинами различных типов. Русло р. Кисловка сложено аллювиальными отложениями. Средний коэффициент извилистости реки составляет 1,7. В пределах обследуемого участка р. Кисловка не судоходна. Лесосплав по р. Кисловка не производится.

2.2 Климатические условия

Город Томск по климатической классификации Б.П. Алисова расположен в умеренном поясе с континентальным типом климата, где лето теплое, а зима холодная с устойчивым снежным покровом. На территории наблюдается равномерное увлажнение, а также резкое изменение погодных условий, связанное со сложностью циркуляции воздушных масс над Западно-Сибирской низменностью.

Томск располагается примерно на 56° с. ш, его расположение обуславливает количество солнечной радиации, поступающей на его территорию. От режима облачности зависит длительность солнечного сияния. Максимальная самая длинная средняя продолжительность солнечного сияния отмечается летом с максимумом в июне-июле – 276-272 часа, а минимальная в декабре – 21 час [8].

Рельеф играет важную роль в создании климата в городе. Томск можно охарактеризовать как город с большим перепадом высот около 60-70 м. Среди элементов речной долины можно выделить: пойму, террасы и междуречье [8].

Амплитуда температур воздуха в Томске за год выражена хорошо, в среднем составляет 37,4°C.

Зима в Томске сначала характеризуется большими изменениями температур, сильными ветрами, серостью, затем ближе к середине погода становится ясная морозная, ослабевает сила ветра. Устойчивый снежный покров и последующее наступление морозов происходит довольно в короткие сроки – около 2-3 дней. Ледостав наступает, когда среднесуточная температура становится менее 5°C. Для Томи наступление ледостава происходит с 6 по 12 ноября. Среднесуточная температура колеблется в пределах от -10 до -25°C. Максимальное понижение температуры может достигать -45, -50°C. Продолжительность зимнего периода составляет примерно 150 дней. Завершение зимы приходится на конец марта [3].

Весной возможно повторное похолодание в конце мая и в начале июля. Самые теплые дни лета приходятся на середину июля. Среднесуточная температура в июле становится более 19°C. Количество дней, когда среднесуточная температура превышает 18°C для Томска составляет 32-34 дня. С середины августа наблюдается спад фазы лета, начинаются туманы и дожди, местами заморозки.

Основная часть осадков выпадает в теплый период года. Годовое количество осадков – 568 мм. Сезон гроз приходится на период с апреля по октябрь. Их частота составляет 25 раз в год. Наблюдается неравномерное выпадение осадков, где минимум приходится на январь-апрель (22-35 мм), а максимум на июль (76 мм).

Снежный покров в среднем залегает примерно на 176 дней, в это время его высота составляет около 59 см. Средняя дата образования устойчивого снежного покрова 31 октября. Его разрушение и сход приходится на 19 и 27 апреля соответственно.

В городе Томске преобладает юго-западный и южный ветер. Его среднегодовая скорость составляет 1,6 м/с. Максимальные скорости ветра наблюдаются зимой (декабрь-февраль), а минимальные – летом (июль- август) [20].

Преобладающим направлением ветра для Томска в зимний период является южное и юго-западное, в то время как летом – южное и северо-восточное. Отсюда можно заключить, что преобладающими ветрами являются южные и юго-западные.

2.3 Геологические и геоморфологические условия

Район исследования расположен в пределах Обь-Томского междуречья, на левобережье р. Томи.

В региональном плане территория исследования приурочена к краю Западно-Сибирской плиты и погружению под неё палеозойских структур Колывань-Томской складчатой зоны. Сама Западно-Сибирская плита относится к молодым эпигерцинским плитам. Чехол сложен мезозой-кайнозойскими стратифицированными осадочными комплексами и включает в себя отложения карбона, нижнего мела, олигоцена. Фундамент платформы слагают Палеозойские породы [4, 7, 19, 25].

Каменноугольная система. По особенностям литологического состава в каменноугольной системе выделяются верхнедевонсконижнекаменноугольная нерасчлененная саламатовская и ярская свита, нижнекаменноугольная лагерносадская свита, нижнесреднекаменноугольная басандайская свита [26].

Меловая система. Меловая система представлена континентальными отложениями нижнего и верхнего отделов. В составе нижнемеловых отложений выделяются илекская свита, ниже-верхнемеловые отложения включают в себя кийскую свиту. Верхнемеловые отложения расчленяются на симоновскую и сымскую свиту.

Палеогеновая система. Палеогеновые отложения расчленяются на морскую люлинворскую свиту нижнего-среднего эоцена, прибрежно-морскую

кусковскую свиту среднего эоцена, континентальную юрковскую свиту верхнего эоцена, а также континентальные новомихайловскую свиту нижнего олигоцена и лагернотомскую свиту верхнего олигоцена. Эоценовые отложения в своем развитии ограничиваются на юго-востоке района склоном Томского выступа фундамента, олигоценовые отложения с фациальными взаимопереходами распространены повсеместно [26].

Четвертичная система. На карте четвертичных отложений показаны породы различных генетических типов, возраст которых обозначается в соответствии с общепринятой легендой. В связи с тем, что в пределах листа О-45-XXXI невозможно расчленить верхнеплиоценовые и нижнечетвертичные осадки, описание их дается совместно и они выделяются под наименованием кочковской свиты. Затем выделяется средний отдел, представленный федосовской свитой, аллювиальными отложениями IV надпойменной террасы (alQ_2IV). Далее средний – верхний отделы включающие аллювиальные отложения III надпойменной террасы ($alQ_{2-3}III$) и элювиально-делювиальные отложения ($e1+dQ_{2-3}$). Затем верхний отдел представленный аллювиальными отложениями II надпойменной террасы (alQ_3II) и аллювиальными отложениями I надпойменной террасы (alQ_3I). Верхний и современные отделы представлены эоловыми отложениями ($eolQ_{3-4}$). И в заключении современный отдел [28].

Первая надпойменная терраса прослеживается в виде узких площадок в долинах рек Томи и Оби. Относительная высота ее колеблется от 8 до 10 м. Терраса аккумулятивная. Мощность отложений 25 м. Представлены они серовато-желтыми и серыми горизонтально-косослоистыми кварц-полевошпатовыми песками с включением гравия и плохо окатанной гальки. Местами в толще аллювия встречаются прослои и линзы серых, светло-серых и других глин и супесей.

Эоловые образования имеют широкое развитие на Обь-Томском междуречье и на надпойменных террасах Оби и Томи.

На Обь-Томском междуречье они залегают на озерно-аллювиальных осадках федосовской свиты и на отложениях высоких надпойменных террас, где навешанные пески образуют своеобразный дюнно-холмисто-бугристый рельеф. Эоловые пески серые, светло-серые, реже светло-желтые. Они обычно среднезернистые, имеют хорошую сортировку и окатанность обломочного материала. Палеонтологические остатки в них отсутствуют. Мощность равна 5-10 м.

Современные четвертичные отложения представлены осадками высокой и низкой террас, озерными и болотными образованиями.

К современным аллювиальным отложениям относятся осадки низкой и высокой пойменных террас, повсеместно развитых по долинам рек и их притоков. Аллювиальные отложения высокой поймы (до 6 м относительной высоты) сравнительно редко обнажаются, так как чаще всего по долинам рек прослеживается низкая пойма (относительная высота ее 1,5-2 м). Пойменные террасы сложены серыми и светло-серыми разномернистыми песками с гравием и галькой. Пойменный аллювий состоит из иловатых суглинков и супесей, содержащих фауну современных пресноводных моллюсков. Мощность отложений до 20 м.

Современные болотные и озерные отложения представлены торфяниками, илами, глинами с органическими остатками, содержащими прослой мергеля, известкового туфа и болотной железной руды. Особенно развиты болотные и озерные отложения на поверхности первой надпойменной террасы, пойме и меньше на второй и третьей надпойменных террасах и на междуречных пространствах.

Отложения реки Кисловки относятся к современным аллювиальным отложениям. Сама река Кисловка врезается в отложения первой надпойменной террасы реки Томь. Она протекает через озерно-болотные отложения $1hQ_4$, аллювиальные отложения пойменных террас alQ_4 , эоловые отложения $eoIQ_3$ и аллювиальные отложения первой надпойменной террасы alQ_3I .

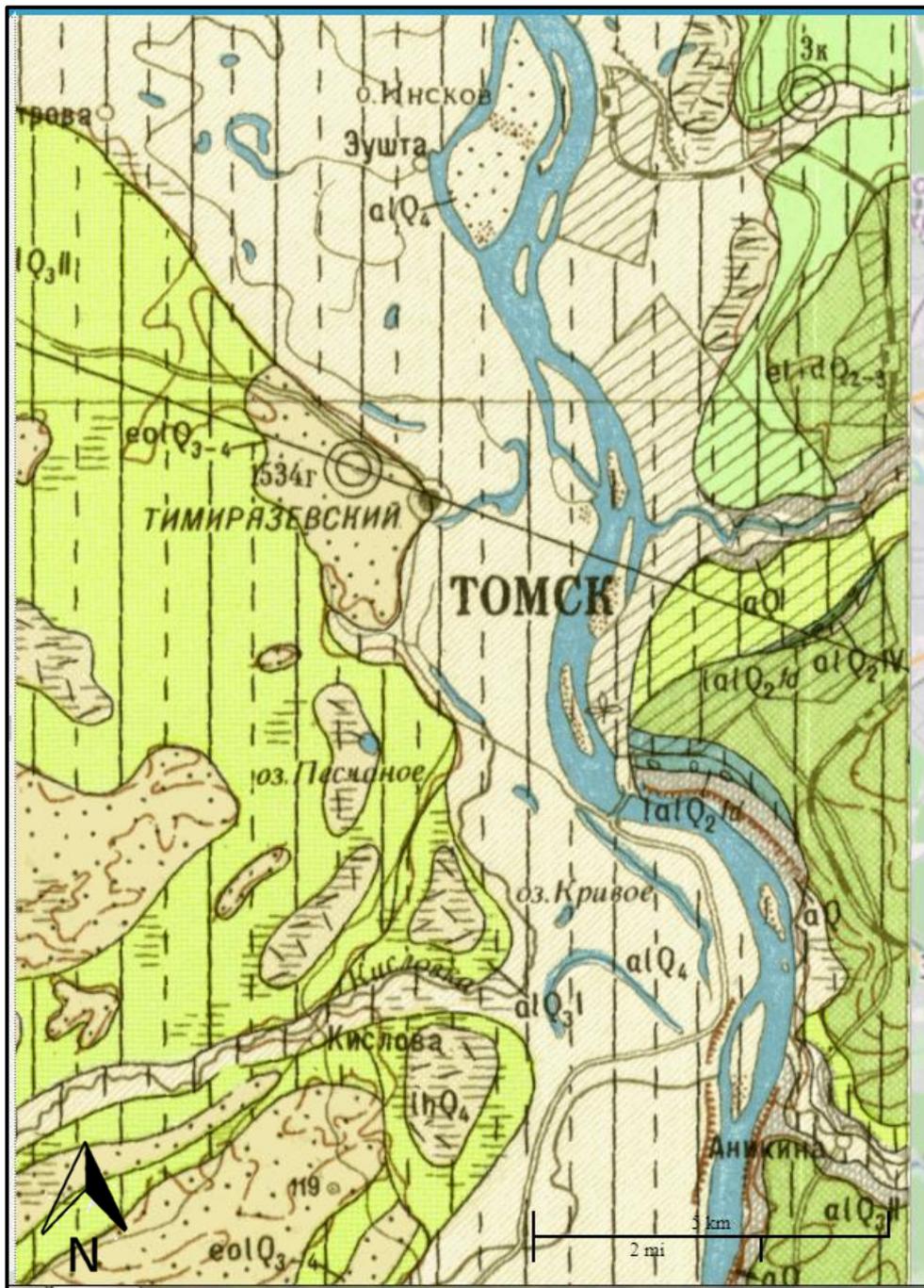


Рисунок 3 – Карта четвертичных отложений [22]

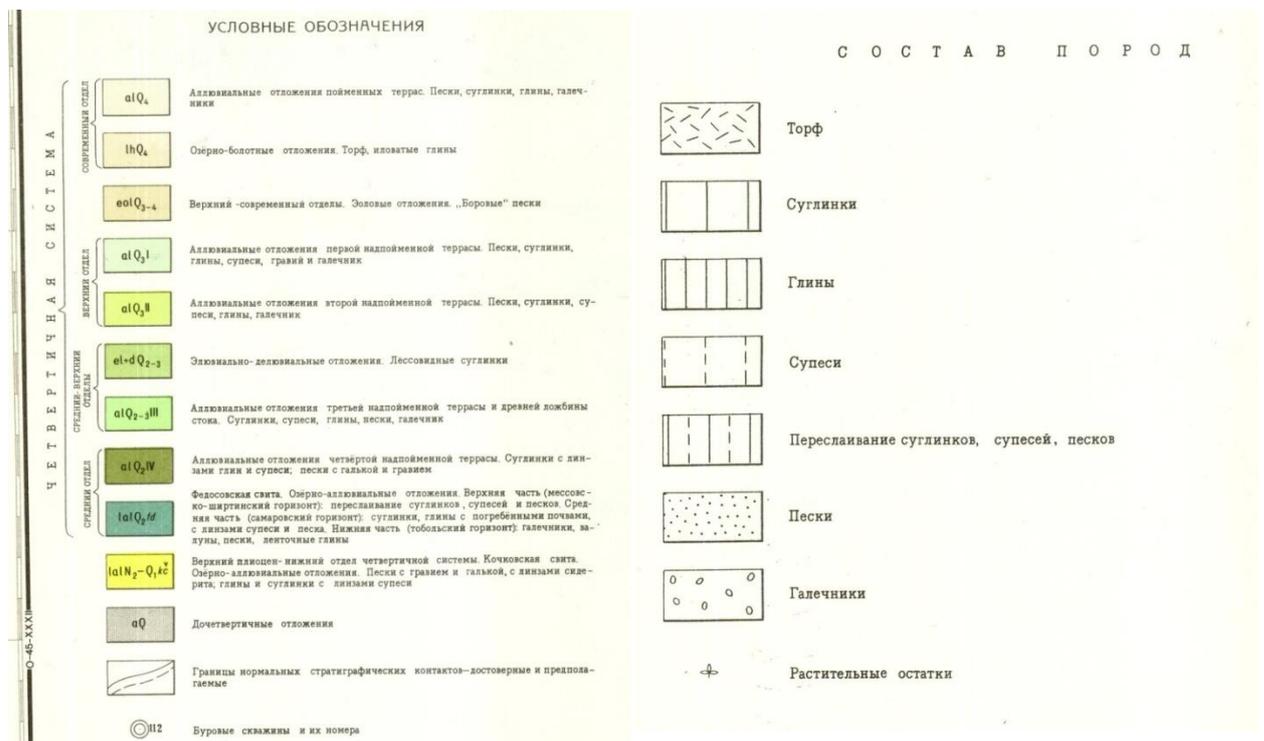


Рисунок 4 – Условные обозначения [22]

2.4 Почвенный и растительный покров

Ландшафтной зоной исследуемой территории является подтаежная подзона. Она выступает в качестве переходной зоны от тайги и хвойных лесов до лиственных лесов и лугов.

В лесах наблюдается преобладание разнотравных типов насаждения. Среди них хвойные (кедры, сосны) и лиственные (березы, осины) насаждения. В местах, где леса больше нет появились материковые луга, похожие на луга лесостепи. В озеленении города принимают участие около 40 видов насаждений. Самые распространенные из них: береза, тополь, ель, сосна, клен и т. д.

Пойма р. Томи представлена аллювиально-дерновыми почвами. Почвы пойм малых рек – аллювиально-болотные.

Преобладающими почвами на исследуемой территории являются пойменные кислые почвы. А почвообразующие породы характеризуются

частой сменой пород различного механического состава с преобладанием песков и супесей.

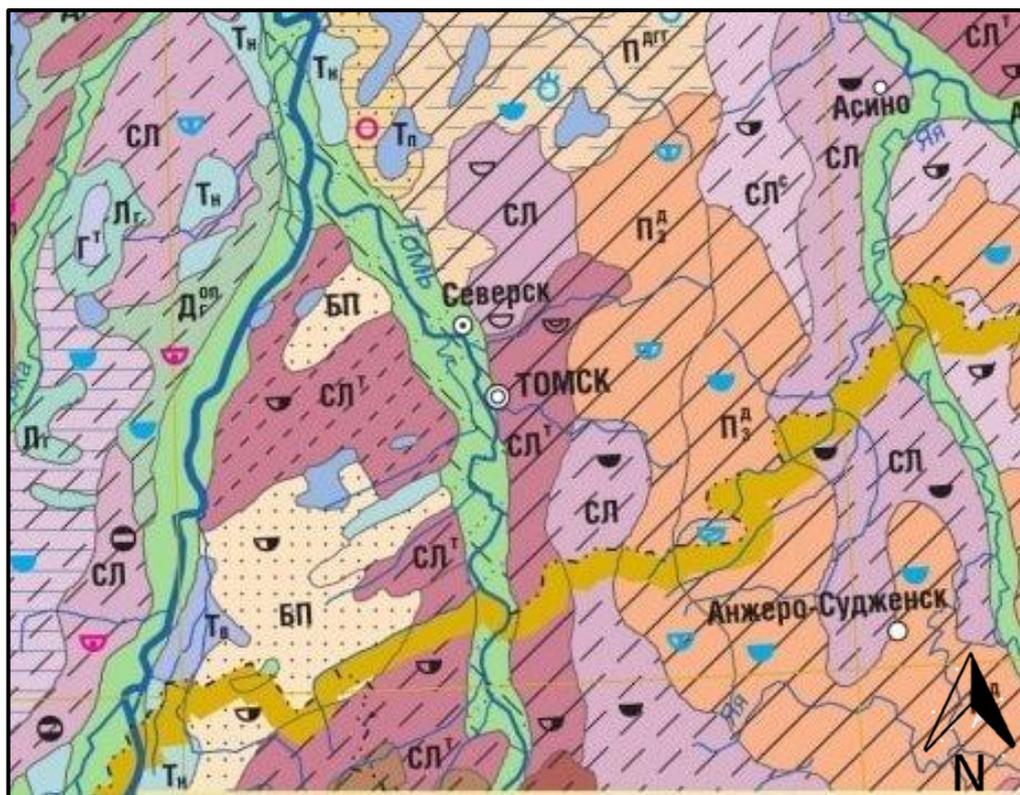


Рисунок 5 – Почвенная карта, масштаб 1:2 500 000 [33]



Рисунок 6 – Условные обозначения. Почвы и почвообразующие породы [33]

Деятельность человека оказывает большое влияние на формирование почвенно-растительного покрова. В городе уже нет четкой зональности, большую территорию занимают здания и сооружения, а также асфальт или видоизмененные почвы. В пределах жилой зоны создается слой

антропогенных отложений. Его составляющими могут быть: бытовые отходы, перемешанные грунты, органика [11, 21, 24].

2.5 Гидрологические и гидрогеологические условия

Поверхностные водные ресурсы

Территория Томской области расположена в пределах бассейна Карского моря. Водные объекты этой территории в основном относятся к бассейнам Верхней и Средней Оби, также малая часть принадлежит к бассейну Енисея на северо-востоке области.

Речная сеть Томской области представлена около 18,1 тыс. реками. Их общая протяжённость составляет около 95 тыс. км, многие из них относятся к малым рекам и ручьям. Реки области равнинные, как правило, извилисты, с малыми уклонами и медленным течением. Питание рек области преимущественно снеговое (до 80%). Для водного режима большинства рек характерно растянутое сравнительно невысокое весенне-летнее половодье, повышенный сток в летне-осенний период и низкая зимняя межень. Ледостав на реках наблюдается осенью (конец октября – начало ноября), освобождение ото льда весной (конец апреля – май). Главными реками Томской области является Обь с притоками Васюганом, Кетью, Парабелью, Томью, Тымом, Чаей, Четью, Чулымом, Шегаркой и другими. Бассейн Енисея представлен верховьями реки Малый Кас и некоторых его притоков [32].

Одной из рек в Томской области является исследуемая в данной работе река Кисловка.

Гидрографическая сеть Кисловки входит в территорию Томской области. Реки области извилистые, с медленным течением, малым падением, незначительными уклонами. Медленное таяние снега в лесах, обилие болот делают реки полноводными в течение длительного времени, весеннее половодье растягивается более чем на 2 месяца. Питание рек смешанное, основными источниками являются снеговые, грунтовые и дождевые воды.

Непосредственно на исследуемой территории пункты гидрологических наблюдений отсутствуют. Ближайшие водомерные посты расположены в г. Томск, на которых ведутся наблюдения за р. Томь:

- г. Томск, гидроствор (выше города) – 69,25 мБС;
- г. Томск, пристань – 69,32 мБС.

Стоковый режим. В питании рек участвуют талые воды сезонных снегов, осадки и подземные воды. Основным источником питания являются зимние осадки, которые формируют 60-90% годового стока.

По характеру водного режима реки относятся к типу рек с весенне-летним половодьем и паводками в теплое время года.

Основной фазой рек является половодье, в период которого проходит 60-90% годового стока, а также наблюдаются максимальные расходы и наибольшие уровни воды.

Половодье. Начало половодья приходится на конец апреля – начало мая. Средняя продолжительность половодья – 83-140 дней. Основным источником питания рек в период половодья являются осадки. Количество поверхностного притока талых вод определяет суммарный слой весеннего стока. Снеговой сток составляет 75-100% годового, дождевой – 0-10%, грунтовый – 0-20%.

Летне-осенняя межень. После прохождения половодья на реках территории на 3-4 месяца (с июня по октябрь) устанавливается летне-осенняя межень.

Летне-осенняя межень почти ежегодно нарушается прохождением дождевых паводков. Летние паводки начинаются еще на спаде половодья и продолжаются до начала ледовых явлений. Наименьшие расходы за период летне-осенней межени наблюдаются в августе сентябре.

Зимняя межень. Зимняя межень устанавливается в конце октября - начале ноября и продолжается до начала подъема половодья. Наименьшие расходы воды за период межени наблюдаются, как правило, в конце периода. Водный режим рек в период зимней межени находится в тесной связи с

режимом грунтовых вод и ледовым режимом на реках. Реки характеризуются устойчивым ледоставом.

Уровенный режим. Подъем уровня воды происходит весной, ближе к концу апреля. На данном этапе подъем уровня может достигать до 80 см/сут.

Спад половодья характеризуется как более плавный процесс и его интенсивность варьируется от уровня половодья – высокое или низкое (от 10 до 60 см/сут).

В начале осени наблюдаются самые низкие уровни. Их средняя амплитуда колебаний в среднем составляет 0,60-1,80 м.

Самые низкие уровни за год прослеживаются в зимнюю межень. Они приходятся на вторую половину зимы (февраль-март). В среднем их высота меньше самых низких уровней летом на 5-25 см.

Температурный режим. Средняя многолетняя температура воды в реках за теплый период (апрель – октябрь) в среднем составляет 9,5°C. Переход температуры воды через 0,2°C весной происходит в начале мая. Наивысшая температура наблюдается в июле, средние месячные значения – 16 -18°C. В августе начинается понижение температуры воды, в результате которого месячная температура в сентябре на реках составляет 9 - 11°C. В октябре в связи с дальнейшим охлаждением температура воды в реках падает до 2-5°C, оставаясь, однако, до конца периода, свободного ото льда, выше температуры воздуха на 1,5 – 2°C. Переход температуры воды через 0,2°C происходит в конце октября – первых числах ноября.

Ледовый режим. Ледостав в среднем наступает в начале ноября. Максимальная толщина ледового покрова достигает величины 105 – 107 см. Толщина льда к началу ледохода уменьшается до 50-70 см. Весенний ледоход начинается в среднем 8 мая и продолжается 5-6 дней. Полное очищение ото льда происходит в середине мая. Воды характеризуются как: пресные, гидрокарбонатные кальциевые, нейтральные, в летний период слабощелочные.

Гидрогеологические условия. Река Кисловка и ее водосбор расположены на левобережье р. Томи в пределах Обь-Томского междуречья.

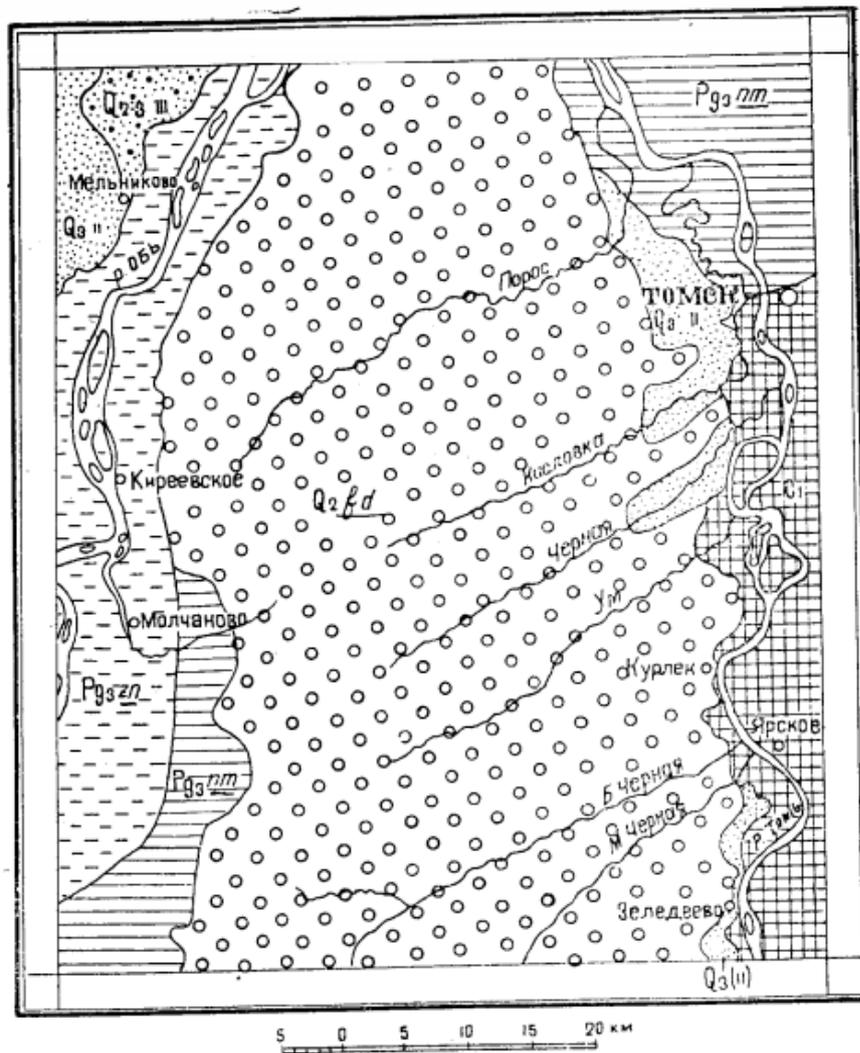
Расположение водосборного бассейна в зоне притока подземных вод, обеспечивает местный центр питьевой водой. В этих условиях изменение естественного питания и разгрузки подземных вод может вызвать нарушения режима речного стока.

В сравнении с европейской частью России, Западная Сибирь гидрологически изучена слабо и неравномерно. Это выражено недостаточной изученностью гидрологического режима рек и отсутствием повсеместной сети гидрометрических пунктов.

Река Кисловка протекает по древней ложбине. Значительную часть снега и дождевой воды со всей площади водосбора, накапливают аллювиальные отложения. Подземные воды этой территории участвуют в формировании расхода, благодаря разгрузке в реку.

Поверхностный водный сток воды является большей частью питания (62%) реки Кисловки, чем подземный сток (38%) [34].

Левобережные притоки Томи часто вытянуты с юго-запада на северо-восток. Поймы рек отличаются заболоченностью и залесённостью. Водосбор Кисловки имеет залесённость (74%) и заболоченность (10-14%) [9]. Наличие болот определяет присутствие органических веществ.



1 — грунтово-межпластовые воды второй надпойменной террасы (дебиты скважин 0,36–5 л/сек при понижениях уровня на 0,2–7,6 м); 2 — грунтово-межпластовые воды третьей надпойменной террасы (дебит скважин 1,18–5 л/сек при понижениях уровня на 0,2–1,9 м); 3 — межпластовые воды песчано-галечниковых отложений Федосовской свиты (дебит скважин 0,31–4,7 л/сек при понижениях уровня на 0,6–23,4 м); 4 — межпластовые воды знаменской свиты (дебиты скважин 0,414–2 л/сек); 5 — межпластовые артезианские воды новомихайловской свиты (дебиты скважин 0,55–7,77 л/сек при понижениях уровня на 0,4–33,85 м); 6 — трещинные и трещинно-жильные воды нижнекаменноугольных отложений (дебиты скважин 0,1–5,8 л/сек при понижениях уровня на 0,65–29,1 м); 7 — гидрогеологические границы

Рисунок 7 – Схематическая карта гидрогеологического районирования по условиям водоснабжения [10]

ГЛАВА 3. Антропогенные условия формирования эколого-геохимического состояния р. Кисловки

3.1 Антропогенная нагрузка на исследуемую территорию

На исследуемой территории ведется различная хозяйственная деятельность. Прежде всего свою деятельность осуществляет Томский водозабор. На настоящий момент в работе подземного водозабора задействовано 198 скважин, из них постоянно функционирует 93 источника, а остальные находятся в резерве. Самая глубокая скважина 198 метров. Ежедневно в город подается 136 тысяч кубометров артезианской воды. Очистку и обеззараживание производят, используя горелую горную породу и хлорид натрия. Экономия ресурсов достигается повторным использованием промывной воды, которая направляется на технологические нужды.

Также ведется сельскохозяйственная деятельность. Сельскохозяйственные угодья выделяются в виде нескольких массивов и приурочены к наиболее плодородным серым лесным почвам и пойменным ландшафтам. Площадь сельскохозяйственных угодий 61,3 тыс. га, из которых 70% составляет пашня. Свою деятельность осуществляет Тимирязевское крестьянское хозяйство, занимаясь содержанием птицефабрики и животноводческого хозяйства, а затем реализацией продукции.

На территории, где река Кисловка переходит в пойму реки Томь, располагается озеро Калмацкое (на правом берегу). На данный момент времени озеро обнесено дамбой, которая образует пруд. Из реки Кисловки в весенний период происходит забор воды насосной станцией, эта вода поступает в образованное озером водохранилище. В летний период накопленные воды используются для орошения земель.

В пределах водосбора Кисловки расположены населенные поселки и микрорайоны г. Томска и Томского района (д. Кисловка, п. Тимирязево, с. Петрово и ряд других, включая новый микрорайон «Северный Парк» с многоэтажной застройкой) с выпусками в реку очищенных и неочищенных хозяйственно-бытовых стоков.

В настоящее время происходит активная застройка левобережья, в том числе многоэтажная. Активно развивается микрорайон «Северный парк» расположенный в 15 км от города Томска. Планируемая площадь жилого комплекса составляет 1.65 км² (170000 м² жилья эконом класса), на начало 2020 года микрорайон занимает территорию площадью 0,35 км² [31, 40].

На сегодняшний день введены в эксплуатацию: первая очередь автоматической газовой котельной; ливневая канализации с локальными очистными сооружениями; канализационные очистные сооружения; водопроводные насосные станции; распределительный пункт с сетью трансформаторных подстанций.

Для обращения с хозяйственно-бытовыми стоками в микрорайоне была разработана полная раздельная система канализации, с самостоятельными сетями и сооружениями бытовой и дождевой канализации. Производительность очистных сооружений для хозяйственно-бытовых стоков составляет 2000 м³/сут., с разбивкой на 2 этапа по 1000 м³/сут. Минимальный объём стоков, при котором очистные сооружения функционируют стабильно составляет 150 м³/сут. Первая очередь очистных сооружений для хозяйственно-бытовых стоков была введена в эксплуатацию в январе 2017 года.

Активное пространственное распределение антропогенных факторов способствует загрязнению малых рек. На данной территории это создает угрозу загрязнения подземных вод, используемых для хозяйственно-питьевого водоснабжения, при возможном подтоплении с затопленной территории. Также и загрязнению более крупных рек – Томи. Для предупреждения негативных последствий необходимо продолжить изучение территории и вести постоянный мониторинг.

ГЛАВА 4. Объект и методы исследования

4.1 Объект исследования

Объектом исследования в данной работе являются донные отложения и речные воды реки Кисловка. Река Кисловка протекает по территории Обь-Томского междуречья. На исследуемом участке она граничит с Томским водозабором.

Томский подземный водозабор – один из крупнейших подземных водозаборов в Российской Федерации – обеспечивает хозяйственно-питьевое водоснабжение г. Томска – центра Томской области с населением (с учетом пригорода и г. Северска) более 0.5 млн человек. Водозабор функционирует с 1973 г. и эксплуатирует Томское месторождение пресных вод в Обь-Томском междуречье. Отбор подземных вод проводится из песчано-галечниковых отложений палеогенового возраста с глубин 80–198 м [27, 36, 41].

В исходном состоянии подземные воды – пресные, гидрокарбонатные кальциевые и кальциево-магниевые, по величине рН – от слабокислых до слабощелочных; их химический состав в целом соответствует нормативам качества питьевых вод, но последние достаточно часто нарушаются по содержанию железа, находящегося в подземных водах (в основном в виде иона Fe^{2+} и его соединений) в количестве до 12 мг/дм³ и более [2, 23, 44, 49, 50, 51].

По этим причинам на станции водоподготовки производительностью 207,5 тыс. м³/сут осуществляют обезжелезивание подземных вод путем их аэрирования. Затем их пропускают самотеком сверху вниз с расчетной скоростью 8–10 м/час через скорые фильтры, загруженные слоем от 1,40 до 1,65 м отсевом дробленых горных пород крупностью 2–5 мм. В результате образуется железосодержащий осадок в размере около 150 т/год. Этот осадок поступает в реку Кисловка и ее водосбор вместе с промывными водами.

На данный момент времени создана система повторного использования промывных вод, которая способствовала значительному уменьшению сбросов промывных вод и содержащихся в них загрязняющих веществ. Но можно предположить, что за предыдущий период в русле Кисловки сформировались

природно-техногенные отложения с повышенным содержанием железа и ряда других химических элементов, особенно с учетом поступления в реку и значительного количества хозяйственно-бытовых стоков с разной степенью очистки (от п. Кисловка, Тимирязево, Дзержинский, садовых обществ, нового микрорайона Томска «Северный Парк»).

4.2 Методика исследования

В ходе работ сотрудниками Томского политехнического университета (ТПУ) был выполнен комплекс полевых, лабораторных и камеральных работ. Автор принимал участие в отборе проб и камеральных работах.



Рисунок 8 – Отбор проб автором в зимнюю межень 2020 г.

Отбор проб воды и донных отложений р. Кисловки (протоки Бурундук) проведен в зимнюю межень 2020 г., в условиях ледостава. В это время ожидаются наихудшие условия разбавления стоков и самоочищения из-за уменьшения водного стока и содержания растворенного кислорода. Отбор проб выполнялся с помощью ледового бура и пробоотборников для воды (из слоя 0,3 – 0,5 м от поверхности воды в лунке) и донных отложений (верхний слой 0,2 м) с учетом требований [1, 18] в шести пунктах (рисунок 8),

расположенных последовательно от п. Кисловка к устью: k1 – в 29,8 км от Томи; k2, k3 – выше и ниже нового микрорайона «Северный Парк», расположенного в пойме Томи; k4 – ниже по течению от перехода дороги Томск – Тимирязево, на границе поймы и первой надпойменной террасы Томи; k5 – в 0,86 км ниже по течению от створа выпуска стоков станции обезжелезивания Томского подземного водозабора; k6 – в 7.5 км от устья. K1 и k2 – пункты собственно на реке Кисловка, прочие пункты – в пределах поймы р. Томи, в русле протоки Бурундук. В пунктах k1 и k5 дополнительно отобраны пробы донных отложений послойно через 0,1 м на глубину 0,5 м для изучения распределения микробиологических показателей по вертикали.

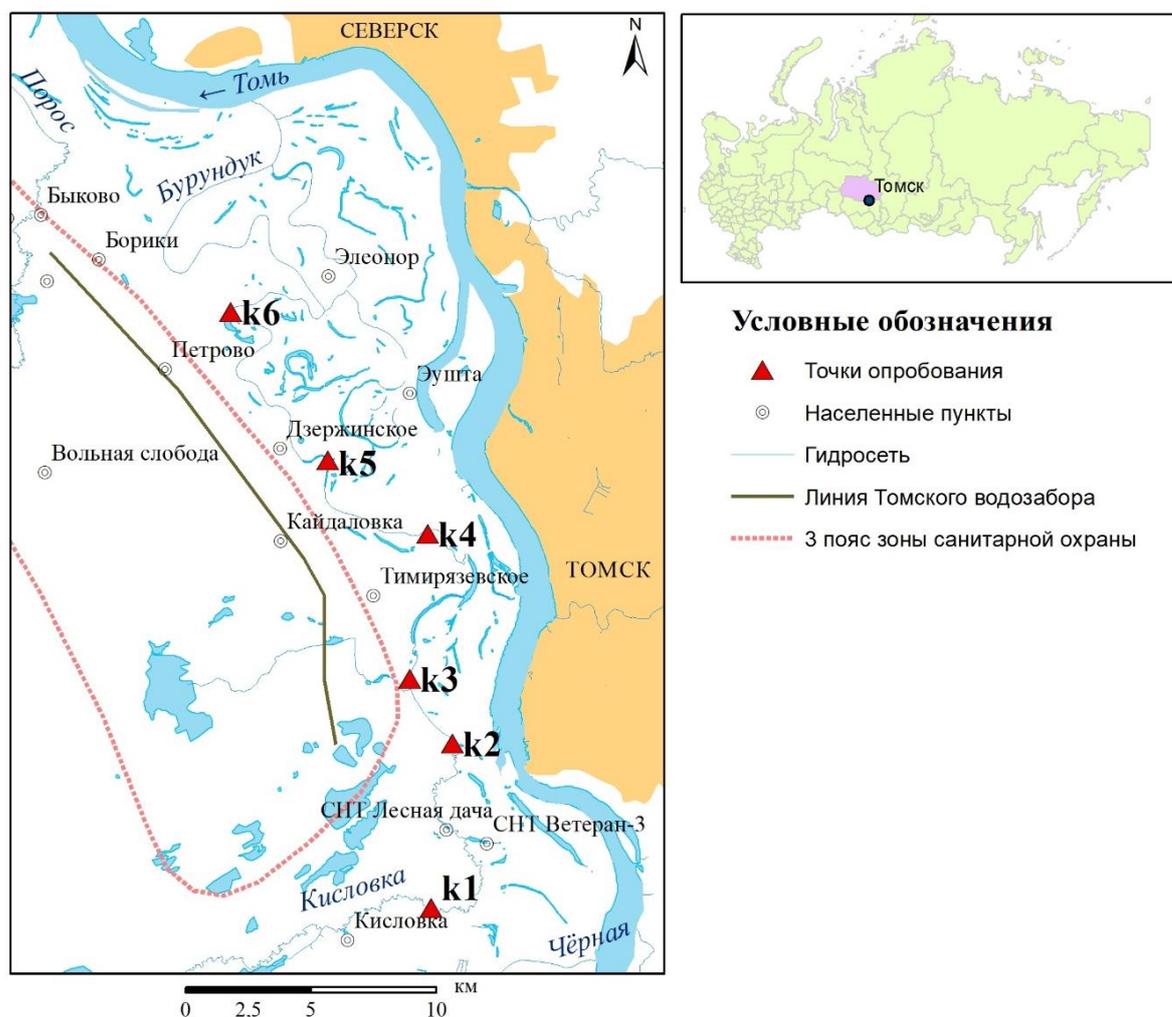


Рисунок 9 – Схема расположения р. Кисловка и пунктов отбора проб воды и донных отложений в зимнюю межень 2020 г.

В аккредитованных лабораториях ТПУ и ООО «Химико-аналитический центр «Плазма» (г. Томск) были доставлены пробы воды и донных отложений помещенные в специально приготовленные емкости. В ТПУ произведено определение физико-химических, гидрохимических и микробиологических показателей (Ракул Л.А., Кривцова К.Б., Погуца А.С., Бублий Н.В., Куровская В.В. под руководством А.А. Хващевской). Использовались следующие методы: pH – потенциометрический; удельная электропроводность (УЭП) – кондуктометрический; CO_2 , CO_3^{2-} , HCO_3^- , Cl^- , Ca^{2+} , Mg^{2+} , перманганатная окисляемость (ПО) – титриметрический; SO_4^{2-} – турбидиметрический; NH_4^+ , NO_2^- , NO_3^- – фотометрический; Na^+ , K^+ – ионная хроматография; Fe, Si и ряд микроэлементов – масс-спектрометрический с индуктивно-связанной плазмой (с использованием масс-спектрометра NexION 300D).

В ООО «Химико-аналитический центр «Плазма» была выполнена оценка химического состава донных отложений (фракция с диаметром частиц до 1 мм с извлечением кислоторастворимых форм элементов) также с использованием масс-спектрометрического метода с индуктивно связанной плазмой (МВИ № 001-ХМС-2007; ФР.1.31.2007.04107; Филипас Т.А., Маковенко А.Н. под руководством Федюниной Н.В.). В ТПУ произведено определение минерального состава методами порошковой рентгеновской дифрактометрии (дифрактометр D2 Phaser) и сканирующей электронной микроскопии (микроскоп TESCAN VEGA 3 SBU). Более подробное описание методики анализа вещественного состава донных отложений приводится в [30, 56].

В ТПУ выполнено изучение микрофлоры (Наливайко Н.Г.). Процесс изучения включает в себя выявление различных физиологических групп гетеро- и литотрофных микроорганизмов (включая гетеротрофные железобактерии, аммонифицирующие, нитрифицирующие, денитрифицирующие, сульфатовосстанавливающие и тионовые бактерии) в пробах речной воды и водных вытяжках из донных отложений (в пунктах k1 и

к5) с использованием классических методик, принятых в микробиологии [60].
Ближе познакомиться с методикой о пробоподготовке и методах химического анализа можно в [29].

ГЛАВА 5. Химический и микробиологический состав вод р. Кисловки

5.1. Среднегодовое химическое содержание вод р. Кисловки

В среднем за многолетний период воды р. Кисловки в целом характеризуются как пресные, гидрокарбонатные кальциевые, нейтральные и слабощелочные. Воды эксплуатируемого палеогенового водоносного комплекса тоже характеризуются как пресные, гидрокарбонатные кальциевые, нейтральные (таблица 2).

По сравнению с подземными водами отложений палеогенового возраста, воды р. Кисловки отличаются более высоким значением pH, меньшей суммой главных ионов, меньшим содержанием кальция, магния, натрия, калия, гидрокарбонатов, хлора, железа, цинка. Большим содержанием нитратов, диоксида азота, аммония, кремния, марганца, меди, свинца

Таблица 2 – Средний химический состав вод р. Кисловки и подземных вод эксплуатируемого горизонта Томского месторождения

Показатель	Единицы измерения	р. Кисловка (участок от п. Кисловки до устья) ¹		Подземные воды отложений палеогенового возраста ²	
		A	N	A	N
pH	Ед. pH	7.74	48	7.3	72
O ₂	мгО ₂ /дм ³	8.5	26	–	–
Σ _{mi}	мг/дм ³	330.3	48	457.1	72
Ca ²⁺	мг/дм ³	58.5	15	75.8	72
Mg ²⁺	мг/дм ³	11.5	15	14.5	72
Na ⁺ +K ⁺	мг/дм ³	9.2	15	15.6	72
HCO ₃ ⁻	мг/дм ³	237.0	28	345.0	72
Cl ⁻	мг/дм ³	3.3	46	6.2	72
SO ₄ ²⁻	мг/дм ³	10.9	40	–	–
NO ₃ ⁻	мг/дм ³	5.569	48	0.03	72
NO ₂ ⁻	мг/дм ³	0.081	48	0.004	72
NH ₄ ⁺	мг/дм ³	0.808	47	0.62	72
Фосфаты	мг/дм ³	0.247	41	–	–

Показатель	Единицы измерения	р. Кисловка (участок от п. Кисловки до устья) ¹		Подземные воды отложений палеогенового возраста ²	
		A	N	A	N
Si	мкг/дм ³	2.67	10	2.19	72
Fe	мг/дм ³	1.265	47	4.4	72
Mn	мкг/дм ³	110.90	26	10.7	72
Cu	мкг/дм ³	3.8	27	1.1	72
Zn	мкг/дм ³	10.6	27	55.0	72
Pb	мкг/дм ³	2.26	26	1.4	72
БПК ₅	мгО ₂ /дм ³	2.77	42	–	–
ПО	мгО/дм ³	9.60	14	2.1	72
БО	мгО/дм ³	27.81	44	–	–
Фенолы	мг/дм ³	0.0014	37	–	–
Нефтепродукты	мг/дм ³	0.149	32	–	–

Примечание: 1 – обобщение опубликованных [Льготин, Савичев, Нигороженко, 2005; Савичев, 2010] и фондовых материалов ТПУ и АО «Томскгеомониторинг; 2 – по [Колоколова, 2003]; Σ_{mi} – сумма главных ионов Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+ , HCO_3^- , CO_3^{2-} , SO_4^{2-} , Cl^- ; БПК₅, ПО, БО – биохимическое потребление кислорода за 5 суток, перманганатная и бихроматная окисляемости.

5.2. Химический и микробиологический состав вод р. Кисловки в зимнюю межень 2020 г.

Показатели химического состава речных вод в зимнюю межень 2020 г. представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Химический состав вод р. Кисловки в зимнюю межень 2020 г.

Показатель	Пункты наблюдений (рис. 1)					
	k1	k2	k3	k4	k5	k6
	ниже п. Кисловка	выше мкр. «Северный Парк»	ниже мкр. «Северный Парк»	ниже сброса п. Тимирязево	0.86 км ниже сброса станции водоподготовки	с. Петрово
L_y , км	29.8	23.7	21.8	16.6	13.2	7.5
Дата	24.01.20	24.01.20	24.01.20	06.02.20	06.02.20	06.02.20
Широта, °	56.426	56.459	56.472	56.501	56.516	56.546
Долгота, °	84.900	84.908	84.892	84.899	84.862	84.828
L_y , км	29.8	23.7	21.8	16.6	13.2	7.5
Q_a , м ³ /с	0.21	0.31	0.34	0.42	0.47	0.56
Речные воды						
УЭП, мкс/см	312	324	306	411	430	496
pH, ед. pH	7.62	7.53	7.28	7.86	7.66	7.63
ПО, мгО/дм ³	3.2	2.3	2.7	3.5	3.5	3.6
БО, мгО/дм ³	3.4	2.0	2.1	2.8	2.3	3.4
Речные воды, мг/дм ³						

Показатель	Пункты наблюдений (рис. 1)					
	k1	k2	k3	k4	k5	k6
CO ₂	3.5	3.5	3.5	6.2	4.4	6.2
Σ _{mi}	336.6	342.9	308.2	330.5	361.5	412.2
Ca ²⁺	60.0	62.0	55.0	57.3	65.0	73.0
Mg ²⁺	8.2	8.5	8.8	8.5	8.8	11.8
Na ⁺	8.7	9.8	9.7	11.3	12.8	13.0
K ⁺	1.0	1.1	1.6	1.0	1.7	1.6
HCO ₃ ⁻	254.0	254.0	224.0	244.0	265.0	299.0
Cl ⁻	3.7	4.8	5.5	6.3	6.6	7.5
SO ₄ ²⁻	1.0	2.7	3.6	2.1	1.6	6.3
NO ₃ ⁻	0.68	0.45	0.32	2.62	1.98	4.5
NO ₂ ⁻	0.066	0.22	0.43	0.01	0.01	0.01
NH ₄ ⁺	0.91	1.39	2.3	0.085	0.066	0.066
N _{неорг.}	0.880	1.248	1.989	0.661	0.502	1.071
Фосфаты	0.025	0.083	0.312	0.025	0.025	0.025
P (ICP MS)	0.018	0.044	0.208	0.079	0.129	0.081

Показатель	Пункты наблюдений (рис. 1)					
	k1	k2	k3	k4	k5	k6
Si	7.52	7.16	6.78	7.74	7.47	9.50
F ⁻	0.26	0.23	0.08	0.22	0.24	0.25
Fe	0.218	0.329	3.530	0.324	0.576	0.687
Речные воды, мкг/дм ³						
Li	1.73	1.82	1.97	1.91	1.86	2.44
Be	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00
B	23.53	22.47	18.84	26.91	30.55	29.94
Al	1.29	1.31	7.42	2.44	3.16	2.65
Sc	0.54	0.57	0.55	0.53	0.50	0.71
Ti	0.32	0.53	0.95	1.28	0.71	0.41
V	0.04	0.06	0.18	0.07	0.10	0.13
Cr	1.67	1.73	1.68	1.63	1.63	2.02
Mn	86.3	558.9	106.6	780.7	708.7	854.6
Co	0.07	0.12	0.16	0.18	0.17	0.22
Ni	0.44	0.50	0.58	0.39	1.24	0.82

Показатель	Пункты наблюдений (рис. 1)					
	k1	k2	k3	k4	k5	k6
Cu	1.26	1.03	0.59	0.59	1.52	0.93
Zn	2.27	2.11	2.55	3.16	7.46	3.50
Ga	0.0103	0.0189	0.0066	0.0155	0.0189	0.0414
Ge	0.0005	0.0020	0.0093	0.0005	0.0005	0.0005
As	0.9922	1.2060	10.8373	1.3793	1.0816	1.1212
Se	0.2685	0.3456	0.1296	0.5000	0.5000	0.2300
Br	9.6	14.4	14.4	6.3	7.2	8.7
Rb	0.6285	0.9675	0.9038	0.0025	1.7098	1.1508
Sr	271.9	280.9	222.5	296.4	273.7	330.0
Y	0.0075	0.0109	0.0419	0.0155	0.0264	0.0231
Zr	0.0172	0.0056	0.0555	0.0294	0.0323	0.0374
Nb	0.0025	0.0054	0.0051	0.0037	0.0041	0.0068
Mo	0.1002	0.1316	0.1821	0.2037	0.2341	0.2992
Ru	0.0025	0.0025	0.0026	0.0033	0.0056	0.0056
Rh	0.0052	0.0046	0.0053	0.0057	0.0061	0.0079

Показатель	Пункты наблюдений (рис. 1)					
	k1	k2	k3	k4	k5	k6
Pd	0.0016	0.0004	0.0013	0.0012	0.0011	0.0025
Ag	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025
Cd	0.0053	0.0211	0.0169	0.0073	0.0137	0.0082
In	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0016	0.0008
Sn	0.0356	0.0025	0.0025	0.0308	0.2803	0.1173
Sb	0.0139	0.0146	0.0235	0.0198	0.0248	0.0443
Te	0.0025	0.0043	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025
I	6.7	7.4	8.3	9.0	8.0	12.2
Cs	0.0010	0.0025	0.0030	0.0010	0.0054	0.0064
Ba	44.9	53.2	54.6	54.8	70.0	80.1
Lu	0.0003	0.0002	0.0010	0.0003	0.0003	0.0002
Hf	0.0009	0.0013	0.0038	0.0094	0.0082	0.0062
Ta	0.0050	0.0043	0.0021	0.0003	0.0003	0.0007
W	0.0050	0.0181	0.0151	0.0039	0.0052	0.0127
Re	0.0005	0.0005	0.0005	0.0003	0.0006	0.0009

Показатель	Пункты наблюдений (рис. 1)					
	k1	k2	k3	k4	k5	k6
Os	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003
Ir	0.0005	0.0001	0.0025	0.0025	0.0005	0.0025
Pt	0.0025	0.0006	0.0006	0.0025	0.0025	0.0025
Au	0.0007	0.0025	0.0025	0.0025	0.0023	0.0021
Hg	0.0250	0.0250	0.0029	0.0250	0.0250	0.0250
Tl	0.0018	0.0040	0.0040	0.0047	0.0054	0.0043
Pb	0.1186	0.0450	0.0675	0.0276	0.1094	0.0637
Bi	0.0015	0.0015	0.0015	0.0263	0.1354	0.0509
La	0.0024	0.0075	0.0205	0.0056	0.0082	0.0051
Ce	0.0040	0.0106	0.0496	0.0105	0.0112	0.0112
Pr	0.0003	0.0011	0.0060	0.0023	0.0031	0.0024
Nd	0.0033	0.0047	0.0217	0.0086	0.0051	0.0069
Sm	0.0003	0.0038	0.0170	0.0014	0.0012	0.0015
Eu	0.0057	0.0084	0.0093	0.0059	0.0080	0.0080
Gd	0.0009	0.0031	0.0087	0.0070	0.0093	0.0107

Показатель	Пункты наблюдений (рис. 1)					
	k1	k2	k3	k4	k5	k6
Tb	0.0003	0.0001	0.0009	0.0005	0.0006	0.0017
Dy	0.0003	0.0011	0.0071	0.0007	0.0015	0.0020
Ho	0.0003	0.0002	0.0013	0.0008	0.0003	0.0006
Er	0.0003	0.0003	0.0034	0.0003	0.0011	0.0003
Tm	0.0003	0.0003	0.0004	0.0002	0.0007	0.0003
Yb	0.0003	0.0011	0.0045	0.0003	0.0003	0.0003
Th	0.0003	0.0003	0.0046	0.0054	0.0068	0.0083
U	0.0114	0.0194	0.0253	0.0305	0.0199	0.0881

Примечание L_y – расстояние от устья р. Кисловки (пролоки Бурундук), км; Q_a – расчетный среднемноголетний расход воды, м³/с; $N_{\text{неорг.}}$ –

Сумма содержаний азота нитратного, нитритного и аммонийного; прочие обозначения приведены в табл. 1

Произведен анализ соответствия речных вод нормативным показателям по ПДК.

По санитарным правилам и нормам [42] среди ряда химических элементов (Mg^{2+} , Na^+ , Cl^- , SO_4^{2-} , NO_3^- , NO_2^- , NH_4^+ , P (ICP MS), Si, F⁻, Fe), измеряемых в мг/дм³, были выделены превышения по ПДК для NH_4^+ , P (ICP MS), Fe (рисунок 12).

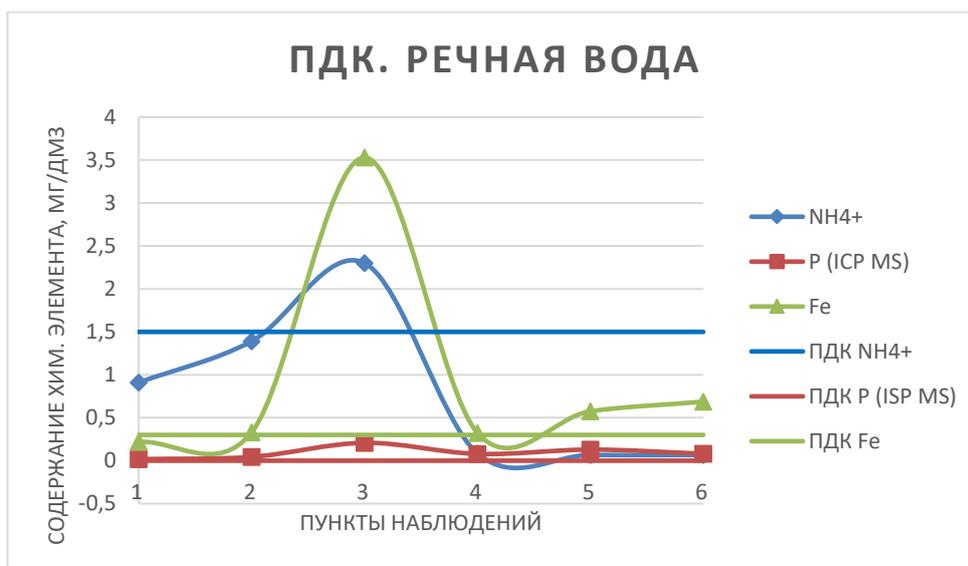


Рисунок 10 – ПДК в речной воде, мг/дм³

Превышения по всем элементам наблюдаются в точке 3, которая находится ниже нового микрорайона «Северный Парк», расположенного в пойме Томи.

Для NH_4^+ превышение ПДК в к3 составляет 2,3 мг/дм³ и превышает норму (1,5 мг/дм³) в 1,5 раза. Источниками азотосодержащих веществ (аммонийных солей) могут служить удобрения или бытовые стоки.

Для Fe со 2 по 6 точку максимальное превышение ПДК наблюдается в 3 точке и составляет 3,53 что, больше нормы (0,3 мг/дм³) в 11 раз.

Главными источниками железа в воде служат процессы выветривания железосодержащих минералов, таких как: гематит и сидерит. Соотнести результаты анализа минерального состава донных отложений и химического состава воды р. Кисловка в зимнюю межень 2020 г не предоставляется возможным, данные минералы не исследовались. Возможно, большое

количество Fe в воде обусловлено близостью станции обезжелезивания (точка 5).

Для P превышение наблюдается по всем пунктам от 0,018 до 0,208 мг/дм³, и превышает норму (0,0001 мг/дм³) в среднем 560 раз. К источникам нахождения фосфора в сточной воде относятся моющие средства, а также органика растительного и животного происхождения, в том числе стоки пищевых и животноводческих производств, кроме того, они могут поступать в стоки при вымывании из почвы удобрений, в состав которых входит фосфор.

По санитарным правилам и нормам [42] среди ряда химических элементов (Li, Be, B, Al, Ti, V, Cr, Mn, Co, Ni, Cu, Zn, As, Br, Rb, Sr, Nb, Mo, Pd, Ag, Cd, Sn, Sb, Te, I, Ba, W, Hg, Tl, Pb, Bi, U), измеряемых в мкг/дм³, были выделены превышения по ПДК для Mn (рисунок 13).

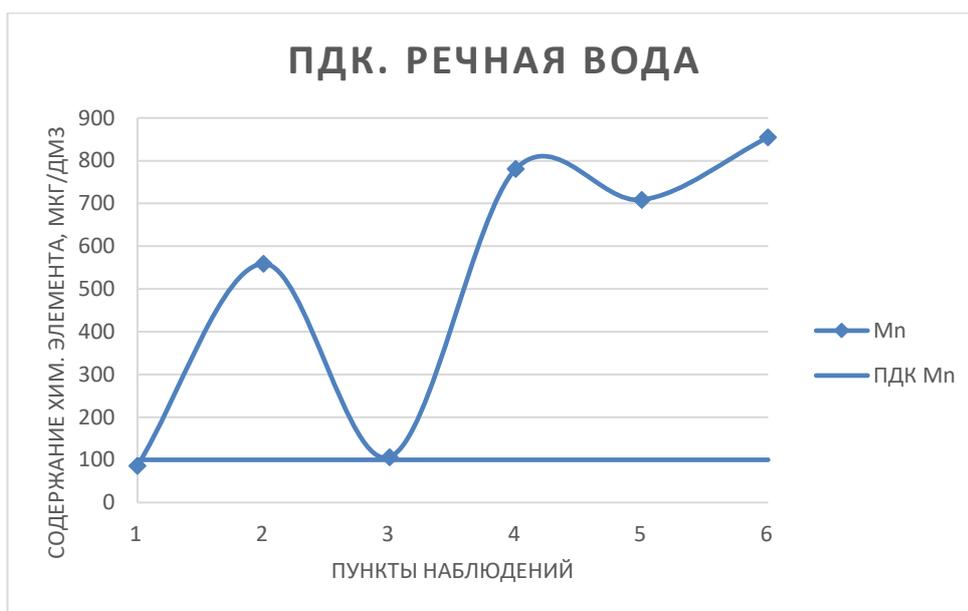


Рисунок 11 – ПДК в речной воде, мкг/дм³

Превышение Mn выявлено со 2 по 6 точку от 106,6 до 854,6 мкг/дм³, что превышает норму (100 мкг/дм³) в среднем в 6 раз. Источниками появления марганца в воде могут быть: гидробионты и гидрофиты в стадии разложения; выщелоченные минералы; сточные воды химического металлургического производства.

После обработки данных получены диаграммы распределения элементов по длине реки. Для наглядности элементы разбиты на условные группы.

В группе редкоземельных элементов в речных водах наблюдается превосходящее содержание Sc, Ce, Y, Nd, La.

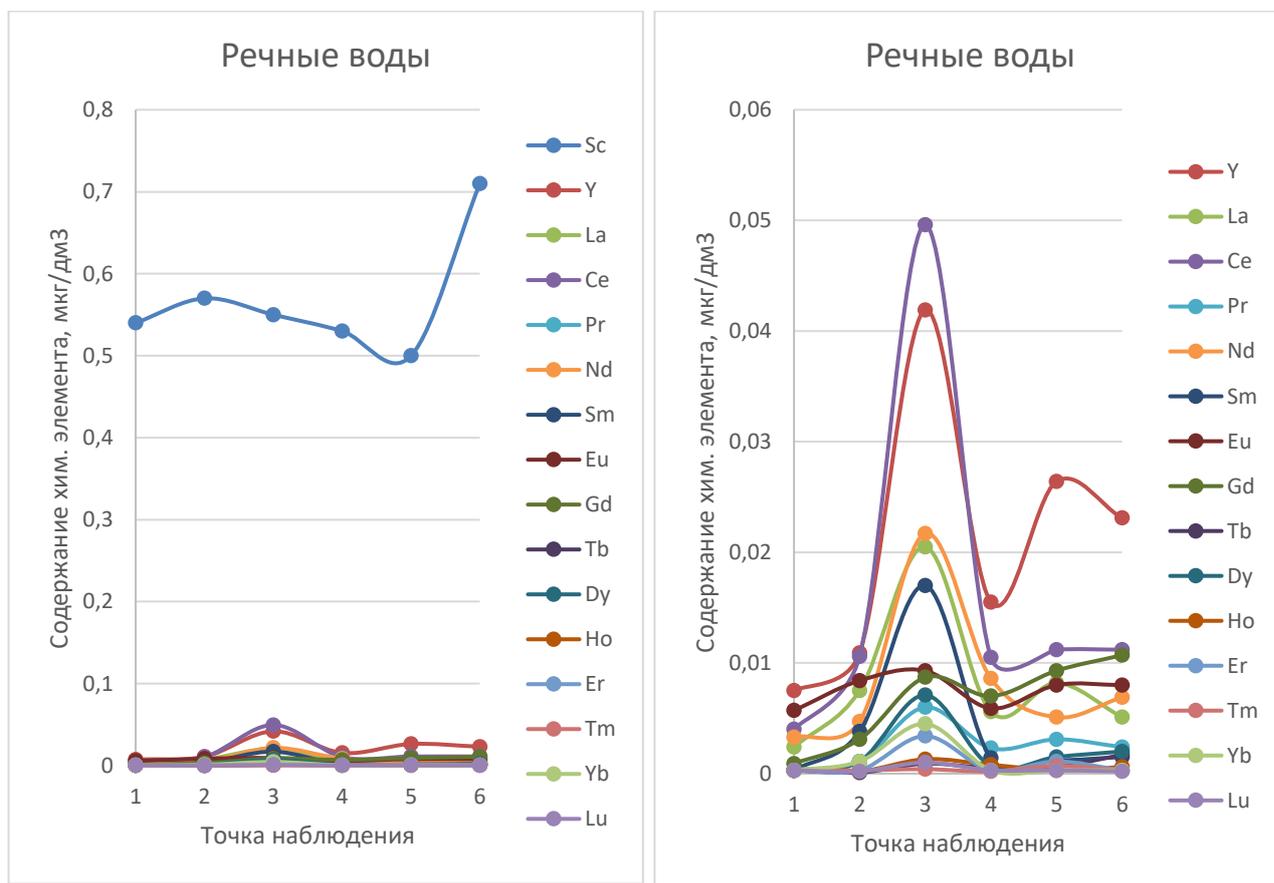


Рисунок 12 – Диаграмма распределения хим. элементов в речных водах по длине реки Кисловка

Значения Sc варьируются от 0,50 до 0,71 $\mu\text{g}/\text{dm}^3$; Ce от 0,004 до 0,0496 $\mu\text{g}/\text{dm}^3$; Y от 0,0075 до 0,0419 $\mu\text{g}/\text{dm}^3$; Nd от 0,0033 до 0,0217 $\mu\text{g}/\text{dm}^3$; La от 0,0024 до 0,0205 $\mu\text{g}/\text{dm}^3$.

Для V, As, Th, U, Bi в речных водах по содержанию выделяется As. Th и U – радиоактивные элементы. V, As и Bi – циклические элементы.

Значение содержания As варьируются от 0,9922 до 10,8373 $\mu\text{g}/\text{dm}^3$. Высокое значение мышьяка в речных водах наблюдается в точке 3.

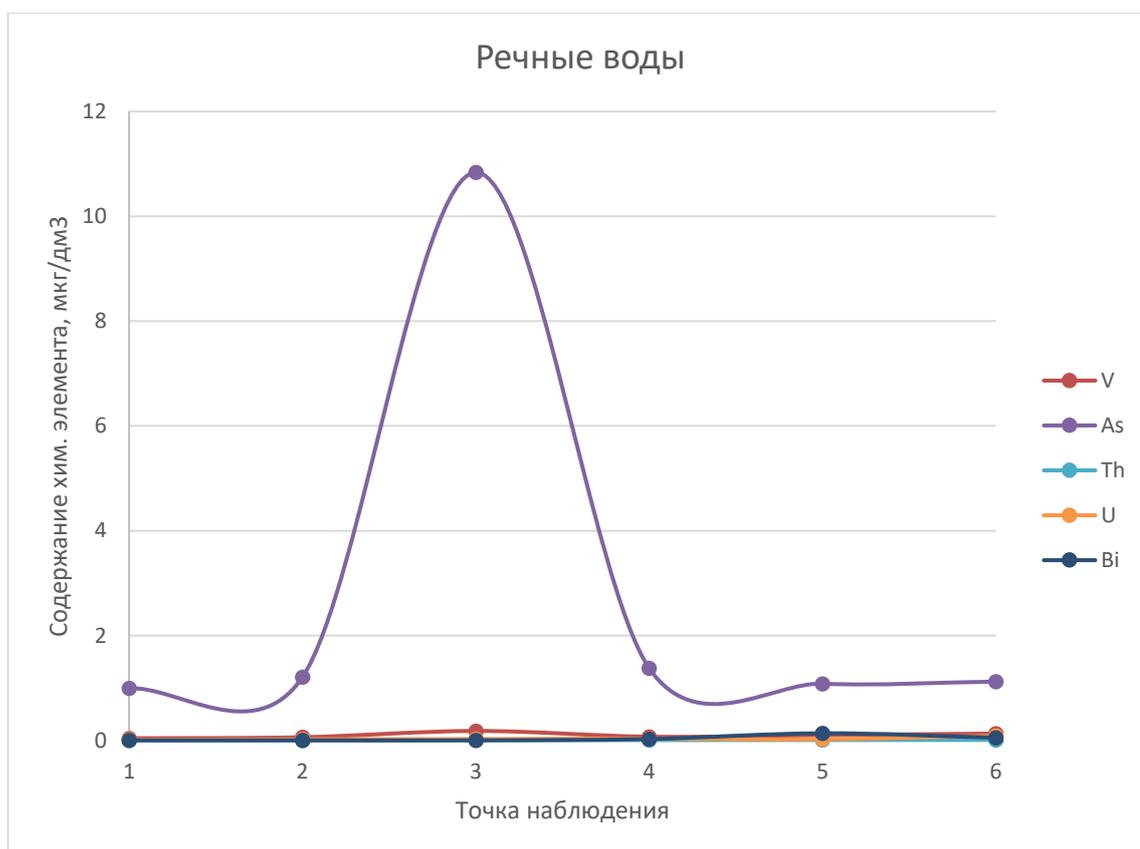


Рисунок 13 – Диаграмма распределения хим. элементов в речных водах по длине реки Кисловка

Источниками поступления мышьяка в гидросферу могут являться природные и антропогенные факторы.

Антропогенные поступают со сточными водами, выбросами электростанций, отходами от сжигания угля, смывом с сельскохозяйственных территории. Природные источники связаны с процессами выщелачивания и выветривания из горных пород.

В чистых поверхностных и грунтовых водах содержание мышьяка в основном не превышает 1—10 мкг/дм³. В точке 3 показатель равен 10,84, что немного больше.

В диаграмме для химических элементов, измеряемых в мг/дм³ оценивая пространственные изменения можно отметить уменьшение к точке 3 суммы главных ионов, концентраций HCO_3^- и Ca^{2+} , а затем их плавное увеличение к точке 6.

В точке 3 наблюдается максимальные концентрации в речной воде следующих элементов: NH_4^+ , NO_2^- , $\text{N}_{\text{неорг.}}$, P, Fe.

Содержание железа от 0,218 до 3,530 мкг/дм³, фосфора от 0,018 до 0,208 мкг/дм³. По графикам видно, что максимальное содержание железа и фосфора в речных водах наблюдается в точке 3.

Содержание аммония от 0,066 до 2,3 мкг/ дм³, оксида азота от 0,01 до 0,43 мкг/ дм³.

В точке 6 максимальные концентрации в речной воде отмечены для следующих элементов: Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , Si , Cl^- , SO_4^{2-} , NO_3^- , HCO_3^- . Точка 6 ближе всего расположена к устью, она располагается в зоне часто наблюдаемого подпора от р. Томь.

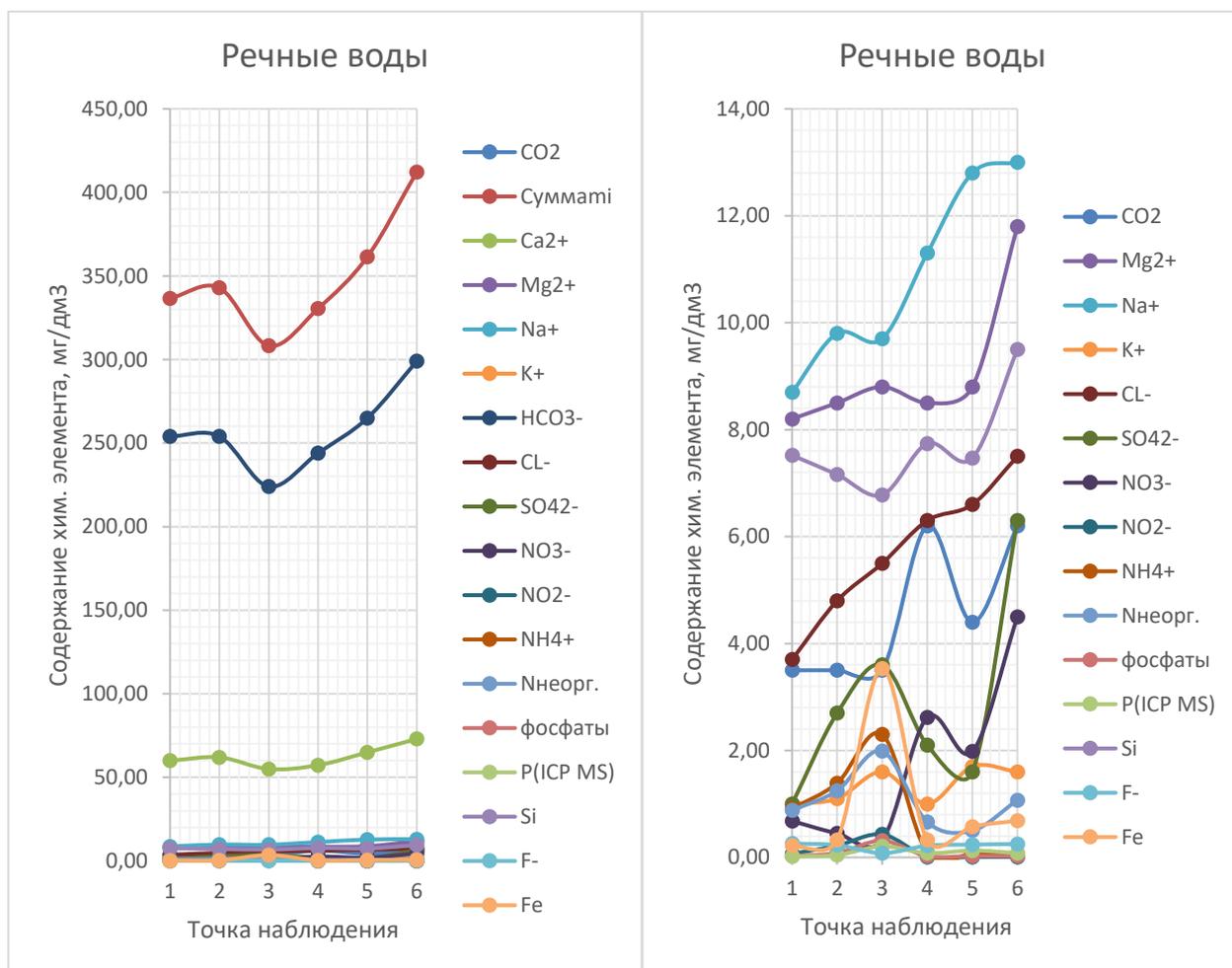


Рисунок 14 – Диаграмма распределения показателей в речных водах по длине реки Кисловка

При химическом анализе речных вод можно выявить 2 наиболее встречающиеся закономерности распределения содержания показателей. Первая – содержание показателя резко увеличивается в точке 3, затем уменьшается примерно до предыдущих значений. Вторая – содержание показателя резко увеличивается в точке 3, уменьшается в точке 4 и снова сильно возрастает в точке 5, уменьшаясь к точке 6.

По микробиологическому составу вод (таблица 4), можно наблюдать, что максимальное количество исследуемых групп микроорганизмов располагается в районе моста. Это связано с тем, что в течение нескольких лет строительства микрорайона на данной территории продолжается активная антропогенная нагрузка. Здесь выявлено максимальное количество психрофильных сапрофитов и олиготрофов.

Увеличение мезофильных и психрофильных сапрофитов и уменьшение олиготрофов к 2 и 3 точке свидетельствует об ухудшении качества воды и условий самоочищения.

Таблица 4 – Микробиологический состав вод р. Кисловки в зимнюю межень 2020 г., кл/мл

Группы бактерий	Пункты наблюдений (рис. 1)					
	k1	k2	k3	k4	k5	k6
Мезофильные сапрофиты	390	780	390	40	550	7300
Психрофильные сапрофиты	3250	13910	7090	70	1460	170
Олиготрофы	4600	5260	2620	150	10100	3830
образующие гидроксиды Fe	0	360	180	0	110	160
гетеротрофные Fe-окисляющие	1000	1000	1000	10000	100	100
Аммонифицирующие	100	1000	1000	100	10	10
Нитрифицирующие	1000	1000	100000	10000	100000	100000
Денитрифицирующие	10000	10000	1000	100000	100000	100000
Нефтеокисляющие	370	360	1040	3550	4700	3930

Группы бактерий	Пункты наблюдений (рис. 1)					
	k1	k2	k3	k4	k5	k6
Сульфатовосстанавливающие	10	100	10	10000	1000	100
<i>Thiobacillus thioarvus</i>	100	1000	1000	0	0	0
<i>Thiobacillus novellus</i>	450	4100	910	-	-	-
<i>Thiobacillus intermedius</i>	5200	4500	6250	910	830	1440

Также об этом свидетельствует повышенные концентрации аммонифицирующих, нитрифицирующих и денитрифицирующих бактерий, которые участвуют в трансформации первичного органического вещества.

Точка 3 после сброса сточных вод отличается максимальным содержанием нитрифицирующих бактерий 100000 кл/л. Также к третьей точке увеличилось содержание нефтеокисляющих бактерий 1040 кл/л.

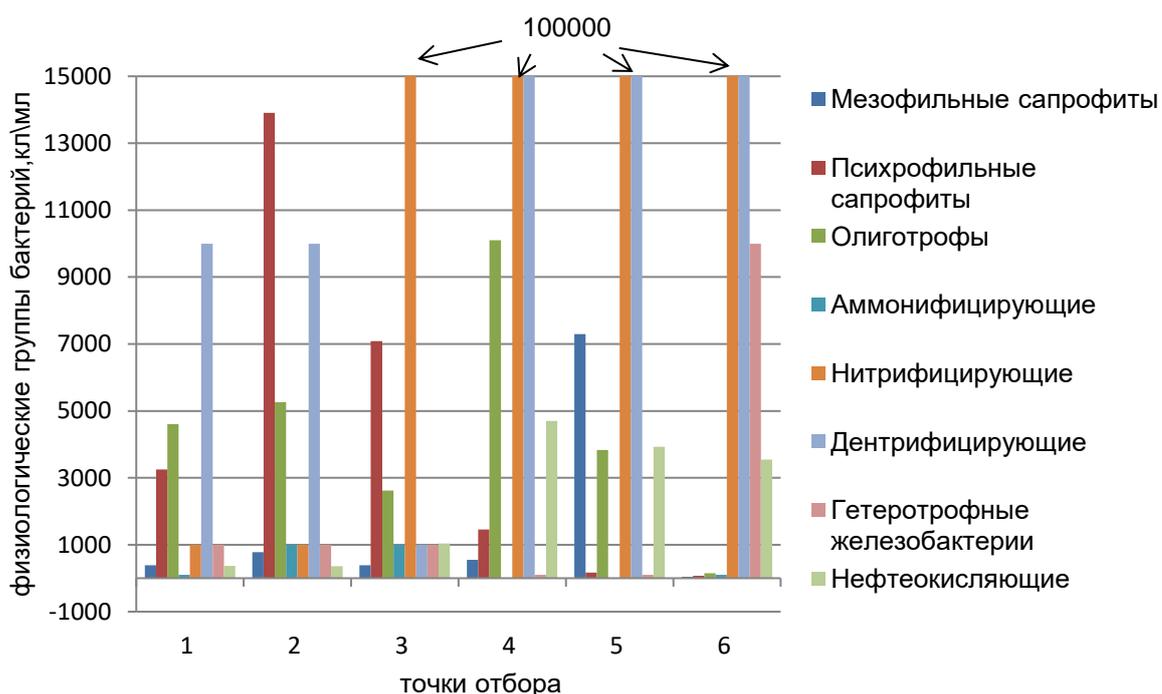


Рисунок 15 – Микробиологический состав вод р. Кисловка

В целом просматривается закономерность – более высокие концентрации нитрифицирующих и денитрифицирующих бактерий от 3 (ниже мкр. «Северный парк») до 6 точки (ближе к устью).

А для тионовых бактерий наоборот – высокие концентрации наблюдаются от 1 (ниже д. Кисловка) до 3 точки (ниже мкр. «Северный парк»).

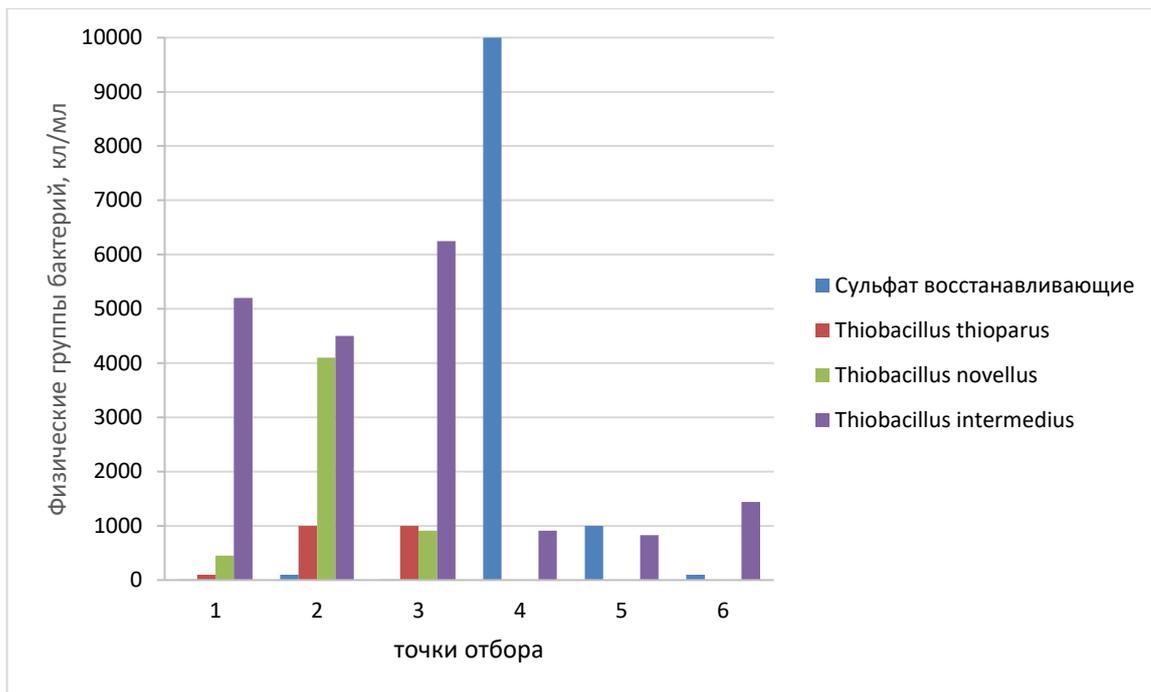


Рисунок 16 – Микробиологический состав вод р. Кисловка

В ходе работы были получены бактериальные пейзажи вод Кисловки (рисунок 19) и кристаллы на мясопептонном агаре (рисунок 20).

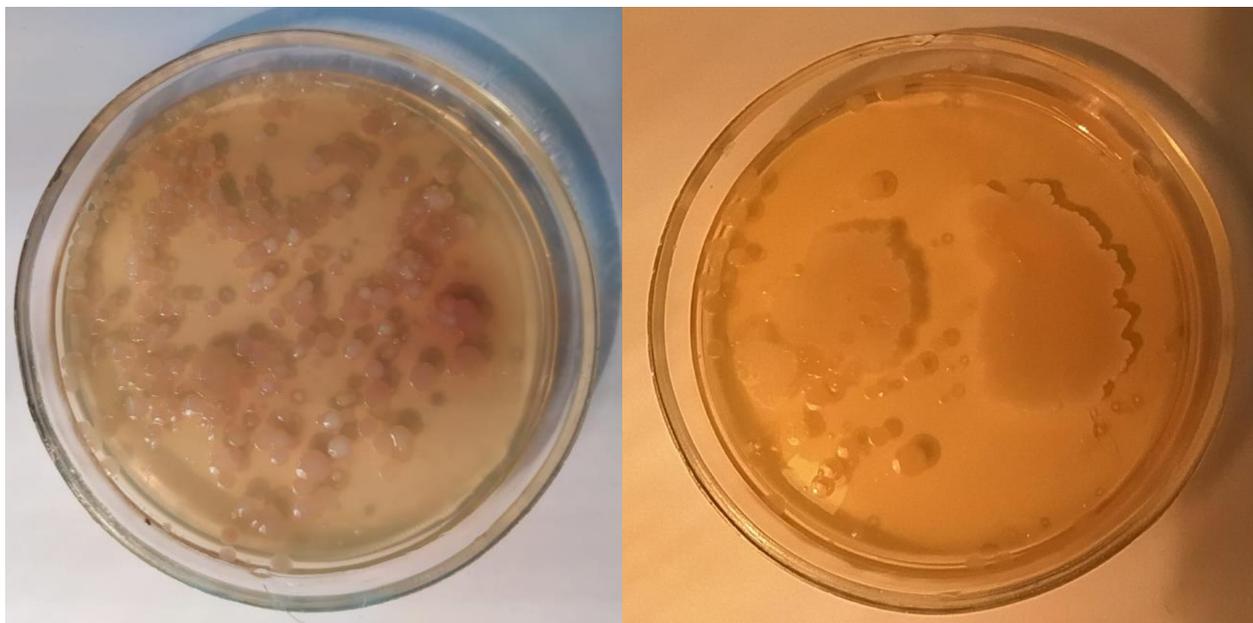


Рисунок 17 – Бактериальный пейзаж вод р. Кисловка

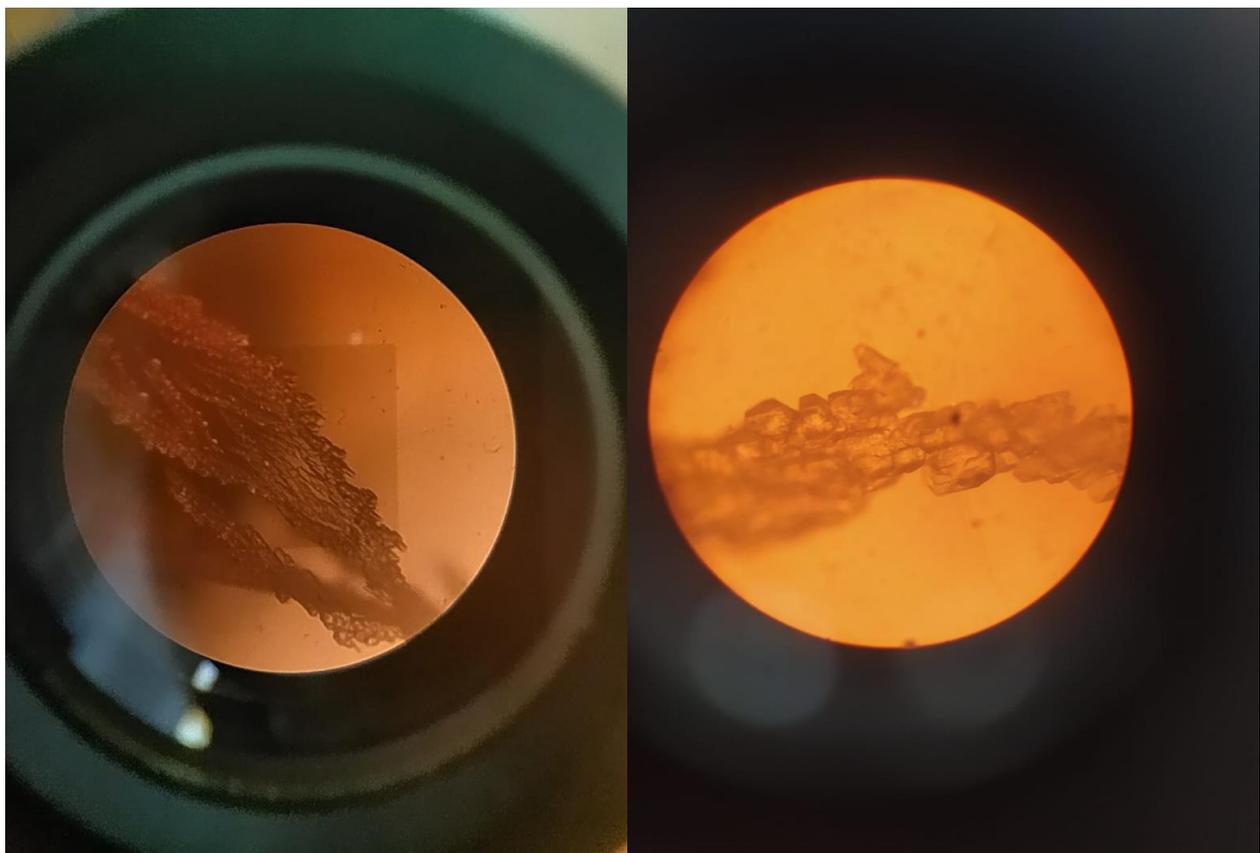


Рисунок 18 – Кристаллы на мясопептонном агаре

ГЛАВА 6. Химический, микробиологический и минеральный состав донных отложений (кислотных вытяжек из донных отложений) р.

Кисловки в зимнюю межень 2020 г.

6.1 Химический состав кислотных вытяжек из донных отложений

Результаты содержания в кислотной вытяжке из фракции до 1 мм в верхнем слое донных отложений 0.2 м, представлены в таблице 5.

Был рассмотрен ряд показателей P(s), Sc(s), V(s), Fe(s), As(s), Y(s), Lu(s), Bi(s), La(s), Ce(s), Pr(s), Nd(s), Sm(s), Eu(s), Gd(s), Tb(s), Dy(s), Ho(s), Er(s), Tm(s), Yb(s), Th(s), U(s). Среди них наибольшее содержание отмечено у Fe(s) P(s), от 35718 до 326946 мг/кг у железа и от 605 до 42248 мг/кг у фосфора. Наименьшие значения представляет ряд редкоземельных элементов. Среди редкоземельных элементов максимальные значения у Ce(s) от 8,84 до 51,68 мг/кг, а минимальные значения у Bi(s) от 0,09 до 0,21 мг/ кг.

После обработки данных получены диаграммы распределения элементов по длине реки. Для наглядности элементы разбиты на условные группы.

Таблица 5 – Химический состав донных отложений (верхний слой 0.2 м, кислотная вытяжка из фракции до 1 мм) р. Кисловки в зимнюю межень 2020 г.

Показатель	Пункты наблюдений (рис. 1)					
	k1	k2	k3	k4	k5	k6
	ниже п. Кисловка	выше мкр. «Северный Парк»	ниже мкр. «Северный Парк»	ниже сброса п. Тимирязево	0.86 км ниже сброса станции водоподготовки	с. Петрово
L_y , км	29.8	23.7	21.8	16.6	13.2	7.5
Дата	24.01.20	24.01.20	24.01.20	06.02.20	06.02.20	06.02.20
Широта, °	56.426	56.459	56.472	56.501	56.516	56.546
Долгота, °	84.900	84.908	84.892	84.899	84.862	84.828
L_y , км	29.8	23.7	21.8	16.6	13.2	7.5
Q_a , м ³ /с	0.21	0.31	0.34	0.42	0.47	0.56
Донные отложения, мг/кг						
P(s)	5068	2678	1822	605	42248	3604
Sc(s)	26.21	19.19	19.49	6.42	0.05	13.98
V(s)	43.47	47.19	73.86	64.66	15.92	61.47
Fe(s)	73237	57979	51396	35718	326946	60428

Показатель	Пункты наблюдений (рис. 1)					
	k1	k2	k3	k4	k5	k6
As(s)	51.25	18.52	14.02	8.92	36.65	19.00
Y(s)	12.96	14.28	19.97	17.52	5.87	15.78
Lu(s)	0.17	0.22	0.29	0.27	0.09	0.24
Bi(s)	0.11	0.09	0.17	0.09	0.21	0.11
La(s)	17.32	20.32	25.97	22.63	4.18	20.60
Ce(s)	30.72	41.13	51.68	45.73	8.84	42.49
Pr(s)	4.27	4.46	6.37	5.36	0.98	5.27
Nd(s)	16.59	19.15	26.67	21.26	4.12	20.89
Sm(s)	3.03	3.16	4.85	4.56	1.07	3.17
Eu(s)	0.80	0.89	1.16	1.05	0.12	0.95
Gd(s)	3.47	3.54	4.90	3.96	0.98	4.16
Tb(s)	0.46	0.49	0.64	0.58	0.14	0.52
Dy(s)	2.32	2.95	4.07	3.45	0.79	3.15
Ho(s)	0.47	0.54	0.73	0.64	0.18	0.56
Er(s)	1.34	1.47	1.97	1.89	0.55	1.80

Показатель	Пункты наблюдений (рис. 1)					
	k1	k2	k3	k4	k5	k6
Tm(s)	0.20	0.21	0.31	0.22	0.07	0.28
Yb(s)	1.22	1.33	2.01	1.77	0.52	1.77
Th(s)	4.48	5.09	6.82	4.88	1.09	4.50
U(s)	0.84	1.02	1.47	1.34	0.22	1.14

Примечание L_y – расстояние от устья р. Кисловки (протоки Бурундук), км; Q_a – расчетный среднеголетний расход воды, м³/с; (s) – символ соответствует содержанию в кислотной вытяжке из фракции до 1 мм в верхнем слое донных отложений 0.2 м; прочие обозначения приведены в табл. 1

В группе редкоземельных элементов в кислотных вытяжках донных отложений наблюдается превосходящее содержание Ce, La, Nd, Y, Sc.

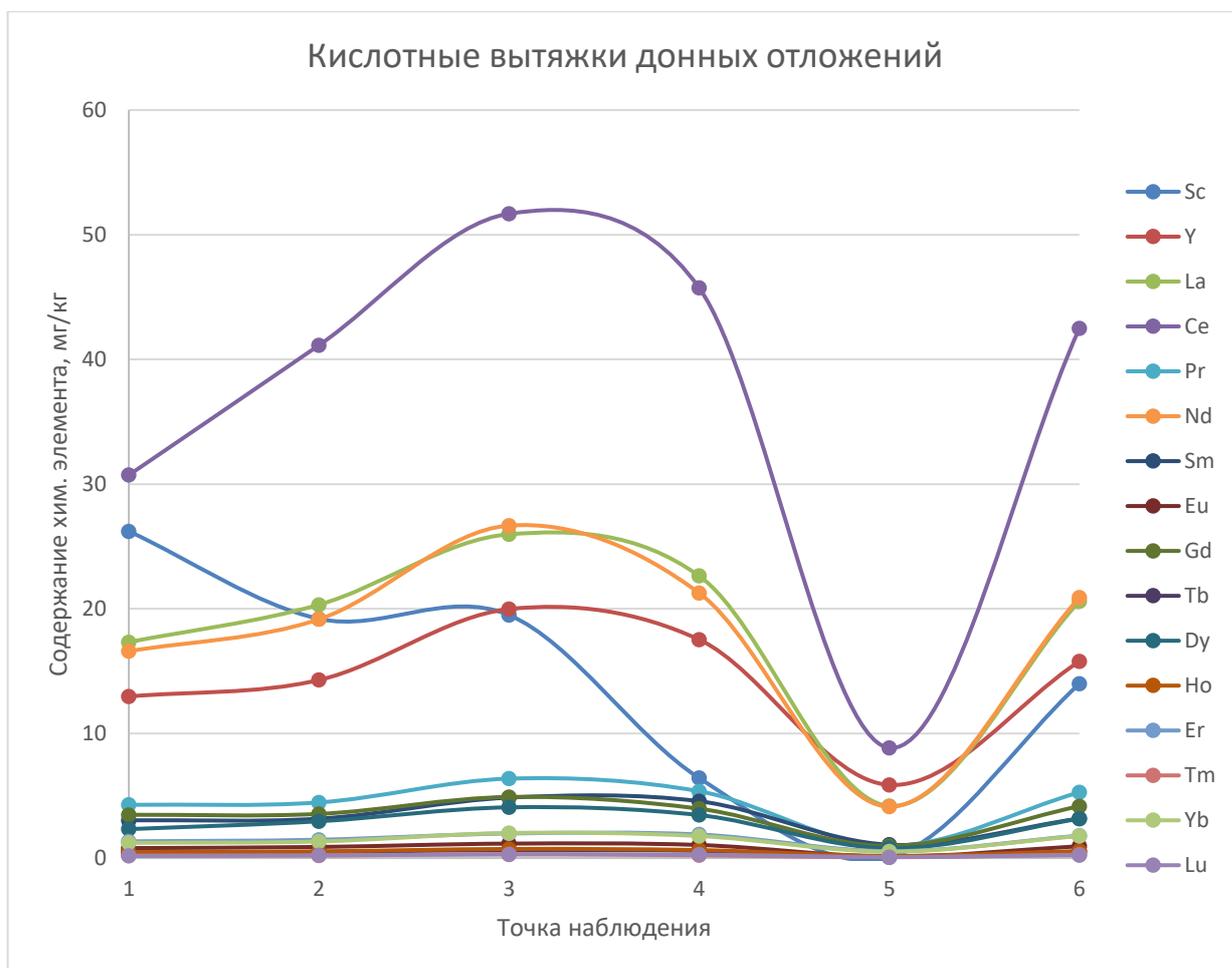


Рисунок 19 – Диаграмма распределения хим. элементов в кислотных вытяжках донных отложений по длине реки Кисловка

Между редкоземельными элементами наблюдается сходство в химических и физических свойствах. Это происходит благодаря похожему строению наружных электронных уровней.

Поэтому содержание большинства элементов возрастает к 3 точке и резко снижается в 5, снова увеличиваясь к 6 точке.

Для V, As, Th, U, Bi в кислотных вытяжках донных отложений по содержанию выделяется V и As.

Th и U – радиоактивные элементы. V, As и Bi – циклические элементы.

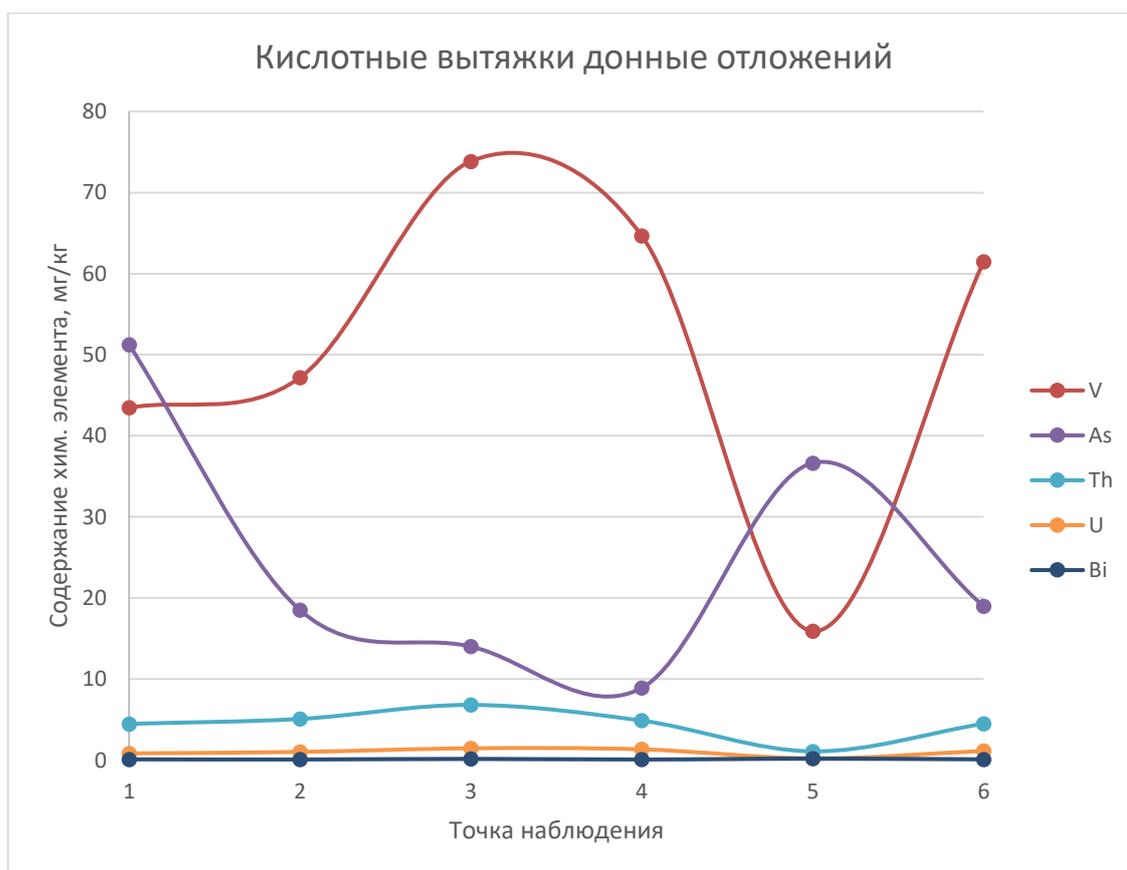


Рисунок 20 – Диаграмма распределения хим. элементов в кислотных вытяжках донных отложений по длине реки Кисловка

Элементы этой условной группы ведут себя по-разному. Содержание V плавно увеличивается к точке 3, затем резко уменьшается в 5, и снова возрастает к 6. Содержание As же наоборот уменьшается с 1 по 4 точку, а в 5 увеличивается, снова уменьшаясь к 6 точке. Похоже изменение содержания Th и U, также, как и V плавно увеличивается к третьей точке, затем резко уменьшается в 5, и снова возрастает к 6. А вот содержание Bi то уменьшается, то увеличивается от 1 до 6 точки.

В кислотных вытяжках донных отложений Fe больше чем P. Резкое увеличение обоих показателей наблюдается в 5 точке.

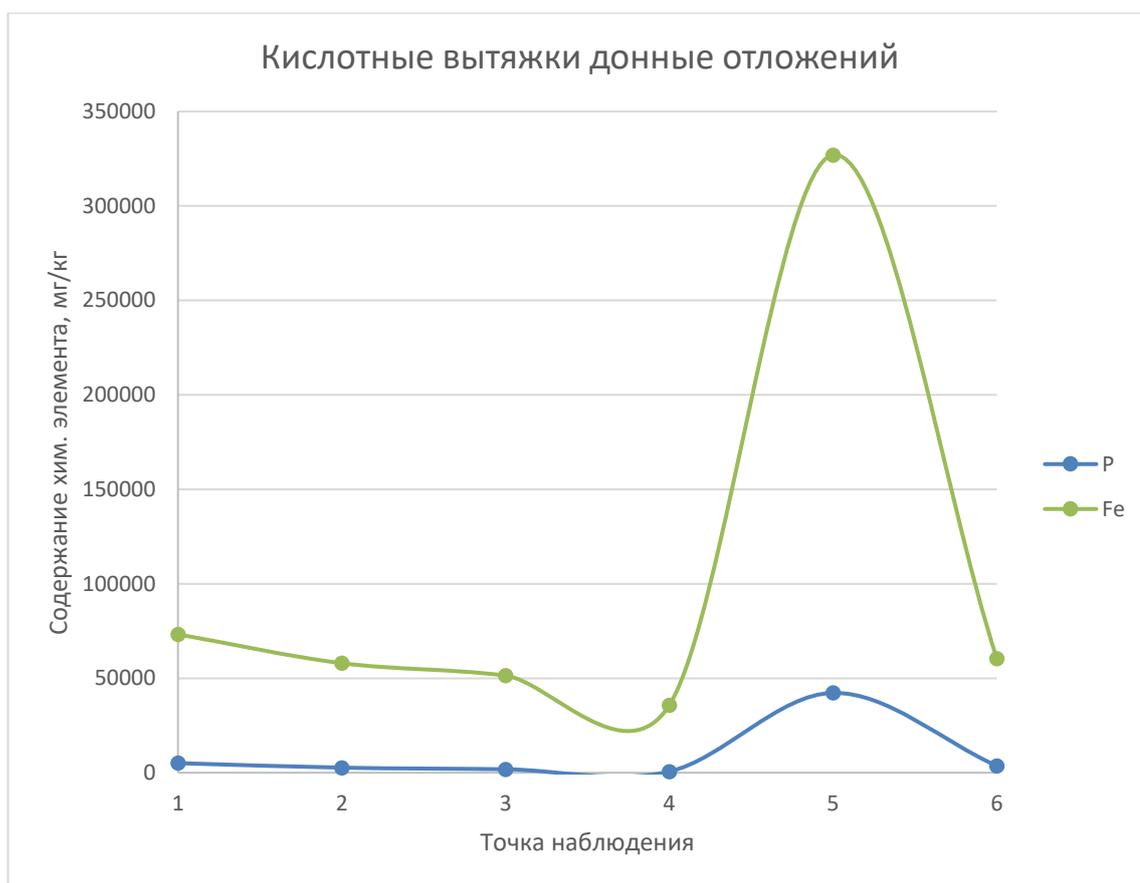


Рисунок 21 – Диаграмма распределения хим. элементов кислотных вытяжках донных отложений по длине реки Кисловка

При химическом анализе кислотных вытяжек донных отложений можно выявить 2 наиболее встречающихся закономерности распределения содержания показателей. Первая – содержание показателя резко возрастает в точке 5, затем уменьшается примерно до предыдущих значений. Вторая – содержание показателя резко уменьшается в точке 5, а затем увеличивается примерно до предыдущих значений.

Точка 3 располагается ниже микрорайона «Северный парк» 21,8 км от устья. Расход составляет $Q=0,34 \text{ м}^3/\text{с}$. В точке 3 происходит выпуск сточных вод станции обезжелезивания. Ранее промывные воды (от скорых фильтров) с содержанием большого количества железосодержащего осадка сбрасывались в р. Кисловка. Сейчас сброс уменьшен, но за длительный период сброса промывных вод, на участке реки сформировались донные отложения содержащие железосодержащий остаток.

По графикам видно, что максимальное содержание железа в кислотных вытяжках донных отложений располагается ниже по течению от выпуска сточных вод станции обезжелезивания, в точке 5.

Такая же динамика распределения как у железа наблюдается у фосфора. По графикам видно, что наибольшее содержание фосфора в кислотных вытяжках донных отложений тоже располагается в точке 5.

Содержание большого количества фосфора (скорее всего) связано со сбросом хозяйственно-бытовых стоков от п. Кисловка, Тимирязево, Дзержинский, мкр-н «Северный парк», садовых участков с разной степенью очистки.

6.2. Минеральный состав фракции до 1 мм донных отложений

Рентгенофазовый анализ показал, что минеральный состав представлен тремя компонентами: терригенным материалом, аутигенным и биохемогенным (таблица 6).

Таблица 6 – Минеральный состав донных отложений р. Кисловки в зимнюю межень 2020 г. (результаты рентгенофазового анализа фракции до 1 мм), %

Показатель	Пункты наблюдений (рис. 1)					
	k1	k2	k3	k4	k5	k6
Кварц	53.6	57.9	44.9	47.5	20.4	47.3
Альбит	27.1	17.7	28.4	12.3	–	31.1
Микроклин	11.7	5.5	8.9	27.5	–	7.1
Актинолит	–	–	–	–	–	6.1
Тремолит	–	3.4	–	–	–	–
Паргазит	–	–	9.9	3.3	–	–
Клинохлор	5.0	5.3	5.4	5.9	–	4.4
Иллит	2.6	2.4	2.6	3.1	–	3.9
Вермикулит	–	–	–	0.3	–	–
Вивианит	–	5.9	–	–	79.6	–

Показатель	Пункты наблюдений (рис. 1)					
	k1	k2	k3	k4	k5	k6
Гетит	–	1.7	–	–	–	–

Терригенная составляющая представлена кварцем, полевыми шпатами, амфиболами. Количество терригенной составляющей доходит до 90%.

Аутигенными минералами называют минералы, образованные непосредственно в донных отложениях, на начальных стадиях диагенеза. Они представлены: иллитом, клинохлором, вермикулитом, вивианитом и гидроокислами железа.

Биохеогенная составляющая представлена аутигенными минералами, в процессе формирования которых опосредованно принимала участие биота. В точке 3 биохеогенная составляющая представлена фромбоидальными выделениями пирита рис 15. Обращает внимание на себя связь между гетитом (гидроокислом железа) и олиготрофами образующими гидроокислы Fe. Из-за чего можно предположить, что гетит имеет биохеогенный генезис.

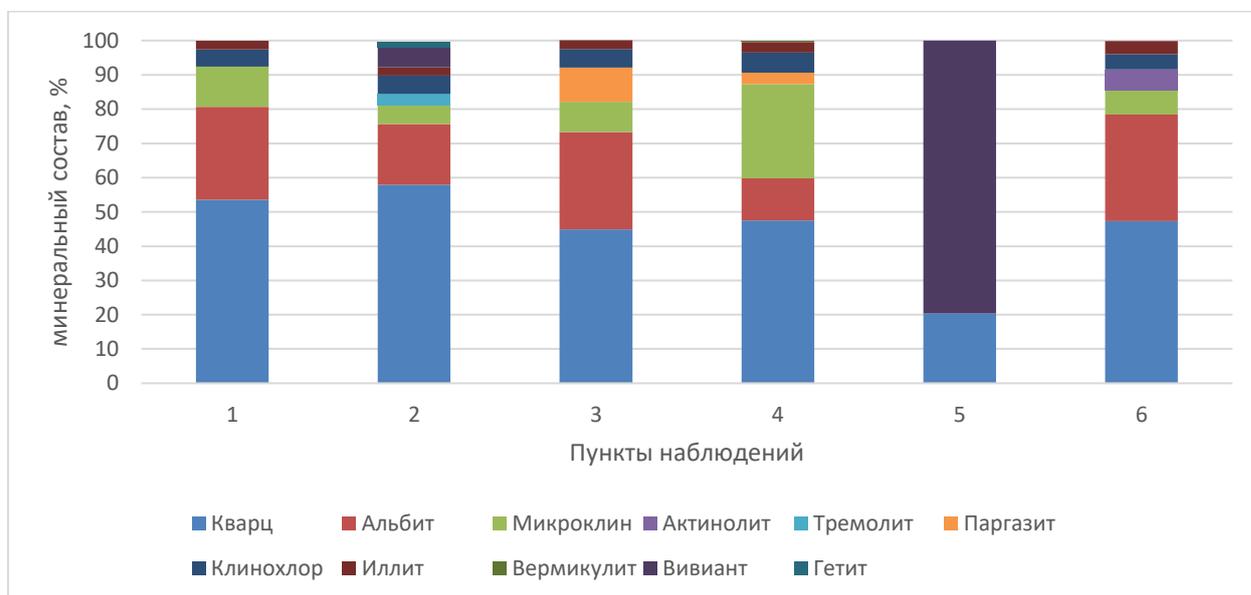


Рисунок 22 – Минеральный состав донных отложений р. Кисловки в зимнюю межень 2020 г., %

По диаграмме минерального состава донных отложений можно заключить, что породообразующими минералами являются кварц и полевые шпаты (альбит и микроклин).

Можно предположить, что нахождение в минеральном составе вивианита (фосфат железа) в 5 точке можно объяснить большим содержанием железа F и фосфора P. А также сопоставить с выпусками вод со станции обезжелезивания Томского подземного водозабора.

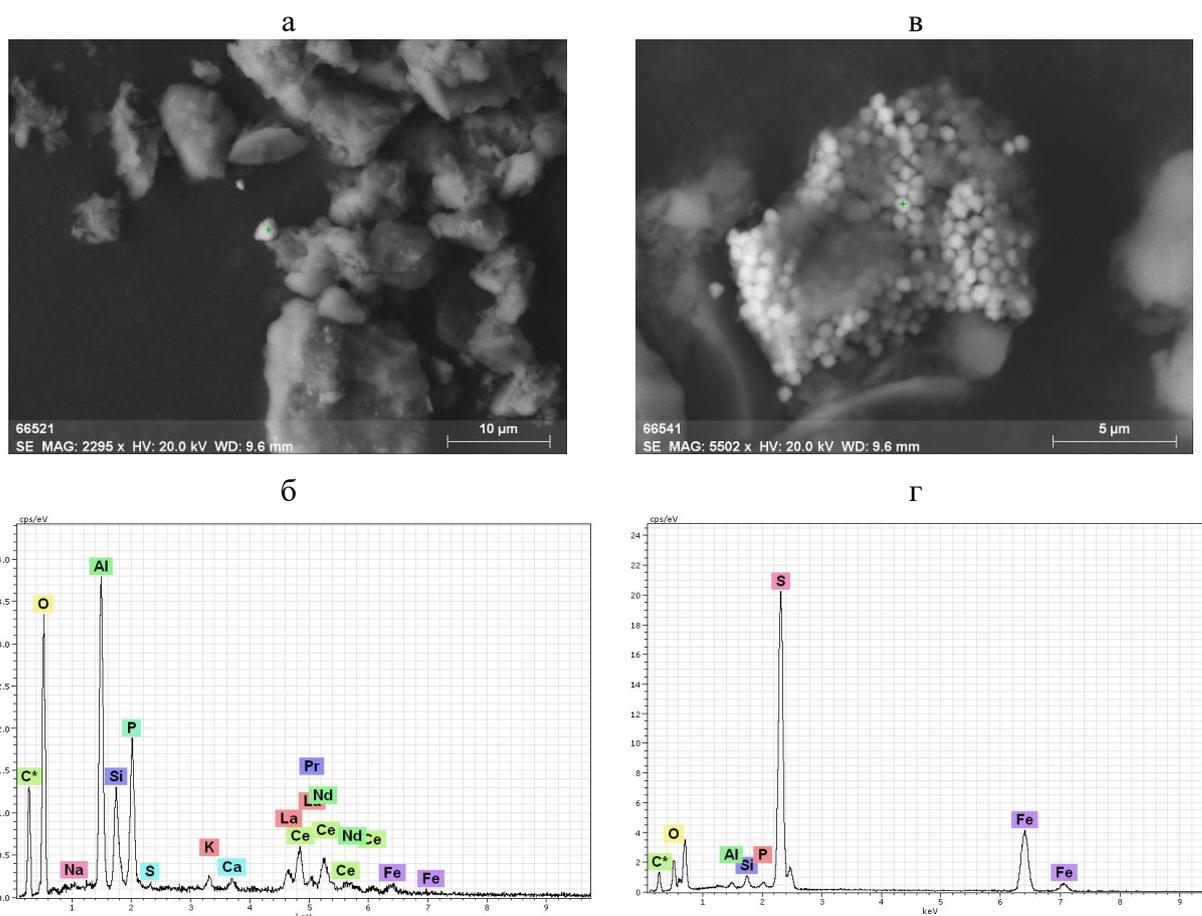


Рисунок 23 – Результаты электронной микроскопии, пункт №3, фракция до 1 мм: а, б – проба 6S (монацит); в, г – проба 15 (фрамбоидальный пирит).

6.3. Микробиологический состав водных вытяжек из донных отложений

Пробы донных отложений были отобраны в двух точках (k1 и k5). Пробы отбирались послойно с интервалом в 10 см. Результаты микробиологического состава донных отложений представлены в таблице 7.

Таблица 7 – Микробиологический состав донных отложений р. Кисловка, кл/мл

Группы бактерий	Пункт и интервал опробования (м)										
	k1					k5					
	0.0–0.1	0.1–0.2	0.2–0.3	0.3–0.4	0.4–0.5	0.0–0.1	0.1–0.2	0.2–0.3	0.3–0.4	0.4–0.5	0.5–0.6
Мезофильные сапрофиты	>10 ⁶	0	930	20	60	19370	5710	540300	1620	1400	480
Психрофильные сапрофиты	1100	1300	5600	1450	6500	7020	8400	7750	190	11650	6600
Олиготрофы	530	4230	3110	3000	760	1500	310	14700	1000	5000	1230
образующие гидроокислы Fe	30	40	380	20	780	110	80	20	40	70	190
Гетеротрофные Fe-окисляющие	10	100	10000	10	1000	10000	10000	1000	1000	100	100
Аммонифицирующие	10	100	1000	10	10	10000	1000	10	1000	10000	10000
Нитрифицирующие	1000	1000	1000	100	10000	10000	10	1000	10000	1000	1000
Денитрифицирующие	10	1000	10	10	10	1000	10	1000	1000	1000	10000
Нефтеокисляющие	1700	0	2810	2360	12760	230	670	2610	480	5320	8610
Сульфатвосстанавливающие	10	10	100	100	100	1	1000	1000	1000	1000	10000
<i>Thiobacillus thioparus</i>	1000	10000	1000	10000	10000	10000	0	0	10 ²	0	1000
<i>Thiobacillus novellus</i>	40	170	970	740	50000	60	0	0	220	1810	280
<i>Thiobacillus intermedius</i>	70	490	480	540	19600	360	890	370	780	570	3240

Первый отбор произведен на участке с минимальной антропогенной нагрузкой. Видно, что с глубиной микроорганизмы распределяются неравномерно. Их содержание в основном возрастает на глубине 30 см, а потом уменьшается.

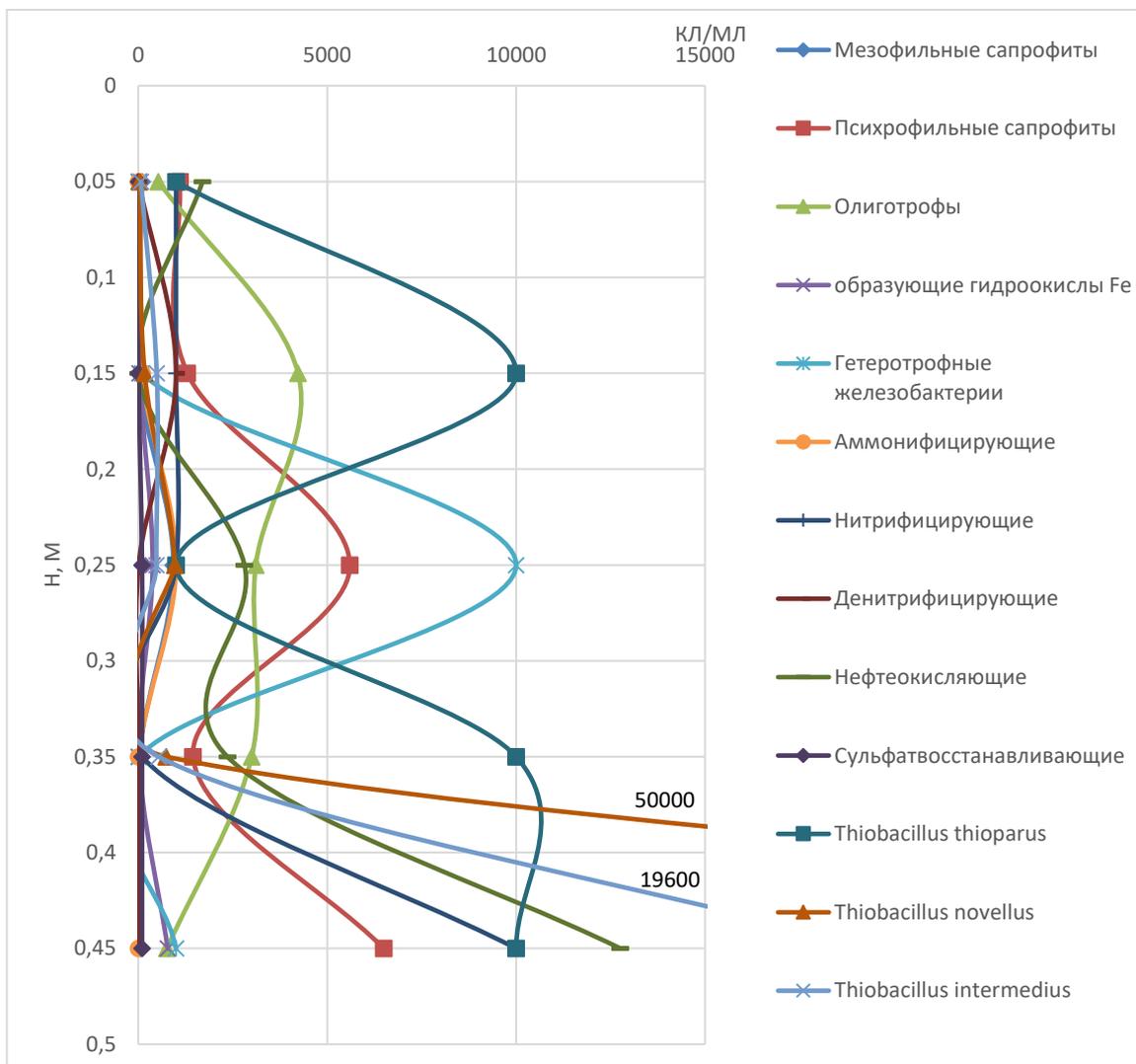


Рисунок 24 – Микробиологический состав донных отложений в т.№1 (вблизи Целофанового озера)

Судя по графикам, здесь создана благоприятная среда для тионовых бактерий тиопарус и гетеротрофных железобактерий.

Следующая проба донных отложений была отобрана ниже сброса промывных сточных вод Томскводоканала.

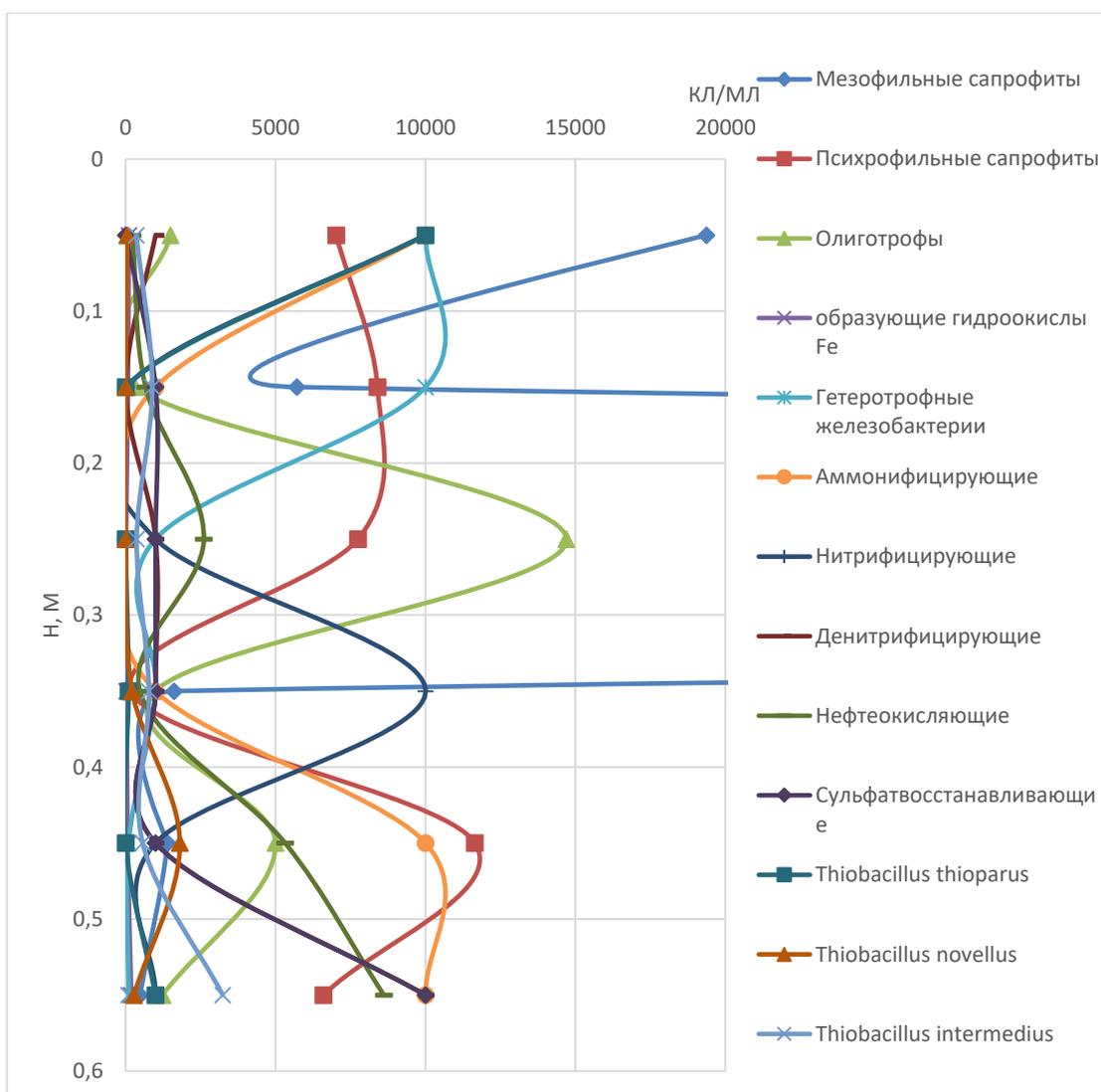


Рисунок 25 – Микробиологический состав донных ниже сброса ООО Томскводоканал

Графики ведут себя совершенно другим образом. Толща донных отложений на данном участке состоит в основном из железосодержащих осадков водоподготовки большой мощности. Поэтому процессы, проходящие с глубиной растянуты. Благоприятная среда здесь создана для сапрофитов, олиготрофов.

Сложно сказать о прямом влиянии на микробиологический состав сброса промывных вод станции обезжелезивания ОАО «Томскводоканал» во время проведения работ. Но наблюдается увеличение гетеротрофных железобактерий от точки 1 к точке 5, которые окисляют восстановленные

формы железа (Fe-окисляющие), а также увеличение сульфатвосстанавливающих и денитрифицирующих бактерий.

В точке 1 наблюдается более высокое содержание тионовых бактерий, чем в точке 5. (тионовые бактерии способны окислять соединение серы с образованием, при их полном окислении, сульфатов).

ГЛАВА 7. Раздел «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

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

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

Для достижения обозначенной цели необходимо решить следующие задачи:

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

Исследования проводились у г. Томска на территории Томской области. В качестве объекта исследования были выбраны донные отложения. Рассматривалось выявление изменений их химического, микробиологического и минерального состава, а также химического и микробиологического состава речных вод, малой р. Кисловка под влиянием

сброса сточных вод станции обезжелезивания Томского подземного водозабора и иных антропогенных факторов.

Малые реки селитебных территорий часто испытывают значительное антропогенное воздействие, в той или иной степени утрачивая черты природных объектов. На региональном уровне это может сказываться на состоянии больших рек и подземных вод, что делает актуальным исследование проблемы эволюции природно-антропогенных водных объектов и условий трансформации их состояния.

7.1 Предпроектный анализ

7.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования

Для анализа потребителей результатов исследования необходимо рассмотреть целевой рынок и провести его сегментирование.

В данном проекте сегментами рынка являются:

- Министерство природных ресурсов России;
- Управление по надзору в сфере природопользования (Росприроднадзора) по Томской области;
- Научно-исследовательские организации, университеты.
- Граждане.

7.1.2 Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

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

В данном научном исследовании, проводится анализ состава донных отложений. На территории исследования в данный момент работают 2 научные группы, занимающиеся изучением донных отложений.

В таблице 8 приведена оценка конкурентов, где Ф – разрабатываемый проект, к1 – первая научная группа, к2 – вторая научная группа.

Таблица 8 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок)

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б _ф	Б _{к1}	Б _{к2}	К _ф	К _{к1}	К _{к2}
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Объем базы данных	0,14	4	2	5	0,70	0,58	0,60
2. Точность	0,18	5	4	3	0,52	0,52	0,52
3. Скорость	0,15	3	5	4	0,75	0,45	0,56
4. Технологичность	0,15	4	3	3	0,49	0,51	0,52
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Конкурентоспособность продукта	0,12	3	4	3	0,48	0,47	0,46
2. Цена	0,14	4	3	5	0,57	0,45	0,50
3. Время	0,12	4	5	4	0,49	0,63	0,46
Итого	1	27	26	27	4,00	3,61	3,62

Критерии оценки подбираются, исходя из выбранных объектов сравнения с учетом их технических и экономических особенностей разработки, создания и эксплуатации.

Вес показателей в сумме должен составлять 1. Позиция разработки и конкурентов оценивается по каждому показателю по пятибалльной шкале, где 1 – наиболее слабая позиция, а 5 – наиболее сильная.

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum V_i \cdot B_i \quad (1)$$

где: K – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

V_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – балл i-го показателя.

Проведенный анализ конкурентов показал, что наша конкурентная способность основана на базе данных, которая была собрана за многолетние исследования и вскорости проведения работ, но конкурентная способность почти нивелируется дороговизной по сравнению с остальными.

7.1.3 SWOT-анализ

SWOT – Strengths (сильные стороны), Weaknesses (слабые стороны), Opportunities (возможности) и Threats (угрозы) – представляет собой комплексный анализ научно-исследовательского проекта. Применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта. Анализ проводится в 3 этапа.

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

Таблица 9 – Матрица SWOT-анализа

Сильные стороны	Слабые стороны
С1. Проблема загрязнения водных объектов С2. Низкая цена проекта С3. Достаточно высокая точность результатов С4. Возможность использовать данные в других исследованиях С5. Квалифицированный персонал	Сл1. Удаленность территории объекта исследования Сл2. Погрешность методов анализа Сл3. Сложность отбора материала в зимнее время
Возможности	Угрозы
В1. Создания программы работ по оценке донных отложений малых рек Западной Сибири В2. Прогнозирование экологической обстановки городской среды на локальном и региональном уровнях	У1. Неодобрение проекта со стороны властей У2. Несвоевременное финансовое обеспечение научного исследования со стороны государства

Второй этап состоит в выявлении соответствия сильных и слабых сторон научно-исследовательского проекта внешним условиям окружающей среды.

Интерактивная матрица проекта представлена в таблице 10. Каждый фактор помечается либо знаком «+» (означает сильное соответствие сильных сторон возможностям), либо знаком «-» (что означает слабое соответствие); «0» – если есть сомнения в том, что поставить «+» или «-».

Таблица 10 – Интерактивная матрица проекта

		Сильные стороны проекта				
Возможности проекта		C1.	C2.	C3.	C4.	C5.
	B1.	+	+	-	0	+
	B2.	+	+	-	0	+

		Слабые стороны проекта		
Возможности проекта		Сл1.	Сл2.	Сл3.
	B1.	-	0	+
	B2.	-	+	0

		Сильные стороны проекта				
Угрозы		C1.	C2.	C3.	C4.	C5.
	У1.	-	-	-	0	0
	У2.	0	0	-	-	0

		Слабые стороны проекта		
Угрозы		Сл1.	Сл2.	Сл3.
	У1.	-	+	+
	У2.	+	+	+

В рамках *третьего этапа* должна быть составлена итоговая матрица SWOT-анализа (таблица 11).

Таблица 11 –SWOT-анализ

	Сильные стороны	Слабые стороны
	С1. Проблема загрязнения водных объектов С2. Низкая цена проекта С3. Достаточно высокая точность результатов С4. Возможность использовать данные в других исследованиях С5. Квалифицированный персонал	Сл1. Удаленность территории объекта исследования Сл2. Погрешность методов анализа Сл3. Сложность отбора материала в зимнее время
Возможности	Мониторинг и прогнозирование загрязнения водных объектов Внедрение метода в крупные города России Введение метода в вузы для обучения	Проверка результатов, отправка проб на внешний и внутренний контроль Использование неблагоприятных погодных условий для аналитических работ
Угрозы	Создание конкурентоспособного проекта	Использование наиболее качественного оборудования
В1. Создания программы работ по оценке донных отложений малых рек Западной Сибири В2. Прогнозирование экологической обстановки городской среды на локальном и региональном уровнях		
У1. Неодобрение проекта со стороны властей У2. Несвоевременное финансовое обеспечение научного исследования со стороны государства		

7.1.4 Оценка готовности проекта к коммерциализации

На какой бы стадии жизненного цикла не находилась научная разработка полезно оценить степень ее готовности к коммерциализации и выяснить уровень собственных знаний для ее проведения (или завершения). Для этого заполнена специальную форма, содержащая показатели о степени проработанности проекта с позиции коммерциализации и компетенциям разработчика научного проекта (таблица 12).

При проведении анализа по таблице, по каждому показателю ставится оценка по пятибалльной шкале. При оценке степени проработанности научного проекта 1 балл означает не проработанность проекта, 2 балла – слабую проработанность, 3 балла – выполнено, но в качестве не уверен, 4 балла – выполнено качественно, 5 баллов – имеется положительное

заключение независимого эксперта. Для оценки уровня имеющихся знаний у разработчика система баллов принимает следующий вид: 1 означает не знаком или мало знаю, 2 – в объеме теоретических знаний, 3 – знаю теорию и практические примеры применения, 4 – знаю теорию и самостоятельно выполняю, 5 – знаю теорию, выполняю и могу консультировать.

Таблица 12 – Оценка степени готовности проекта к коммерциализации

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

№ п/п	Наименование	Степень проработанности научного проекта	Уровень имеющихся знаний у разработчика
13.	Проработаны вопросы финансирования коммерциализации научной разработки	5	4
14.	Имеется команда для коммерциализации научной разработки	4	4
15.	Проработан механизм реализации научного проекта	5	5
	ИТОГО БАЛЛОВ	49	45

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

$$B_{\text{сум}} = \sum B_i \quad (2)$$

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

B_i – балл по i -му показателю.

Значение $B_{\text{сум}}$ позволяет говорить о мере готовности научной разработки и ее разработчика к коммерциализации. В итоге получилось, что у степени проработанности научного проекта перспективность выше среднего и уровень имеющихся знаний у разработчика относится к перспективности выше средней

По результатам оценки выделяются слабые стороны исследования, дальнейшего улучшения необходимо провести маркетинговые исследования рынков сбыта, разработать бизнес-план коммерциализации научной разработки и проработать вопросы международного сотрудничества и выхода на зарубежный рынок.

7.1.5 Методы коммерциализации результатов научно-технического исследования

В качестве метода коммерциализации выбирается торговля патентными лицензиями и инжиниринг.

Для коммерциализации результатов, проведенного исследования, будут использоваться следующие методы: инжиниринг и передача интеллектуальной собственности.

Инжиниринг будет предполагать предоставление на основе договора инжиниринга одной стороной, именуемой консультантом, другой стороне, именуемой заказчиком, комплекса или отдельных видов инженерно-технических услуг, связанных с проектированием, строительством и вводом объекта в эксплуатацию, с разработкой новых технологических процессов на предприятии заказчика.

Передача интеллектуальной собственности будет производиться в уставной капитал предприятия или государства.

Данные методы коммерциализации будут наиболее продуктивными в отношении данного проекта.

7.2 Инициация проекта

Группа процессов инициации состоит из процессов, которые выполняются для определения нового проекта или новой фазы существующего. В рамках процессов инициации определяются изначальные цели и содержание и фиксируются изначальные финансовые ресурсы. Определяются внутренние и внешние заинтересованные стороны проекта, которые будут взаимодействовать и влиять на общий результат научного проекта. Данная информация закрепляется в Уставе проекта (таблица 13).

Таблица 13 – Заинтересованные стороны проекта

Заинтересованные стороны проекта	Ожидания заинтересованных сторон
НИ ТПУ	Выпуск высококвалифицированных специалистов
Министерство природных ресурсов, Росприроднадзор	Анализ и прогноз загрязнения водных объектов

В таблице 14 представить иерархия целей проекта и критериях достижения целей.

Таблица 14 – Цели и результат проекта

Цели проекта:	Исследование состава донных отложений реки Кисловка в составе инженерно-экологических изысканий на территории перспективной застройки
Ожидаемые результаты проекта:	Эколого-геохимическое районирование территории г. Томска по данным элементного анализа донных отложений
Критерии приемки результата проекта:	Найти возможные источники загрязнения водных объектов в районе г. Томска, подкрепляя доказательствами
Требования к результату проекта:	Требование:
	отобрать пробы донных отложений в районе г. Томска для лабораторных аналитических исследований
	определить химический состав донных отложений
	определить микробиологический состав донных отложений
	провести обработку полученных данных
	выявить возможные техногенные источники, влияющие на формирование химического состава донных отложений и воды

В таблице 15 представлена организационная структура проекта (роль каждого участника, их функции, трудозатраты).

Таблица 15 – Рабочая группа проекта

№ п/п	ФИО, основное место работы, должность	Роль в проекте	Функции	Трудозатраты, час.
1.	Савичев О.Г., НИ ТПУ, д.г.н., профессор ОГ ИШПР	Руководитель проекта	Консультирование, координация деятельности, определение задач, контроль выполнения.	600
2.	Бровченко Н.А., магистрант ОГ ИШПР	Исполнитель по проекту	Полевые работы, анализ литературных источников, написание работы	1800
3	Пасечник Е.Ю., НИ ТПУ, к.г.-м.н., доцент ОГ ИШПР	Консультант	Консультирование, координация деятельности, определение задач, контроль выполнения.	500
ИТОГО:				2900

Ограничения проекта – это все факторы, которые могут послужить ограничением степени свободы участников команды проекта, а также

«границы проекта» – параметры проекта или его продукта, которые не будут реализованных в рамках данного проекта (таблица 16).

Таблица 16 – Ограничения проекта

Фактор	Ограничения/ допущения
3.1. Бюджет проекта	800000
3.1.1. Источник финансирования	НИ ТПУ
3.2. Сроки проекта:	15.09.2019-31.05.2021
3.2.1. Дата утверждения плана управления проектом	15.09.2019
3.2.2. Дата завершения проекта	31.05.2021

7.3 Планирование управления научно-техническим проектом

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

План управления научным проектом должен включать в себя следующие элементы:

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

7.3.1 Иерархическая структура работ проекта

Иерархическая структура работ (ИСР) – детализация укрупненной структуры работ. В процессе создания ИСР структурируется и определяется содержание всего проекта (рисунок 1).



Рисунок 26 – Иерархическая структура работ

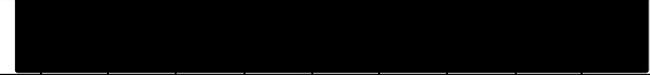
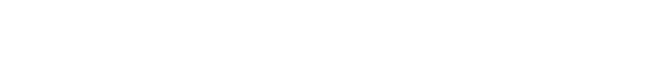
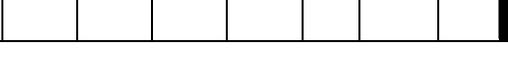
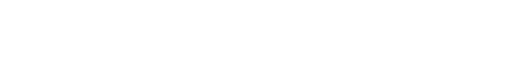
7.3.2 План проект

В рамках планирования научного проекта построены календарный график проекта (таблица 17, 18).

Таблица 17– Календарный план проекта

Название	Длительность, дни	Дата начала работ	Дата окончания работ	Состав участников
Утверждение темы магистерской диссертации	7	01.09.19	07.09.19	Бровченко Н.А. Савичев О.Г.
Согласование плана работ	7	08.09.19	15.09.19	Бровченко Н.А. Савичев О.Г.
Литературный обзор	250	16.09.19	31.01.20	Бровченко Н.А.
Полевые работы	2	24.01.20	25.01.20	Бровченко Н.А. Пасечник Е.Ю.
Обработка полученных данных и обсуждение результатов	165	01.09.20	31.01.21	Бровченко Н.А. Савичев О.Г.
Написание отчета	125	01.02.21	31.05.21	Бровченко Н.А.
Итого:	556			

Таблица 18 – Календарный план график проведения НИОКР по теме

Наименование этапа	Т, дней	2019				2020												2021					
		Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	
Утверждение темы магистерской диссертации	7																						
Согласование плана работ	7																						
Литературный обзор	250																						
Полевые работы	2																						
Обработка полученных данных и обсуждение результатов	165																						
Написание отчета	125																						

 -Савичев О.Г.
 -Бровченко Н.А.

Пас  к Е.Ю.

7.4 Бюджет научного исследования

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

1. Сырье, материалы, покупные изделия и полуфабрикаты.
2. Заработная плата.
3. Отчисления на социальные нужды и накладные расходы.
4. Специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ.
5. Оплата работ, выполняемых сторонними организациями и предприятиями.
6. Накладные расходы

Сырье, материалы, покупные изделия и полуфабрикаты (за вычетом отходов). В эту статью включаются затраты на приобретение всех видов материалов, комплектующих изделий и полуфабрикатов, необходимых для выполнения работ по данной теме (таблица 19).

Таблица 19 – Расчет затрат по статье «Сырье и материалы»

Наименование	Количество, шт.	Цена за единицу, руб.	Сумма, руб.
Тетрадь	2	40,0	80,0
Ручка шариковая	3	30,0	90,0
Ластик	2	20	40,0
Целлофановые пакеты	100	0,5	50
Маркеры	5	100	500
Пластмассовая тара	6	50	300
Всего за материалы			1060,0
Транспортно-заготовительные расходы (3-5%)			53,0
Электроэнергия			3479,0
Итого по статье			4592,0

Специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ. В данную статью включены все затраты, связанные с приобретением

специального оборудования, необходимого для проведения работ по теме НИР (таблица 20).

Таблица 20 – Расчет затрат по статье «Спецоборудование для научных работ»

№ п/п	Наименование оборудования	Кол-во единиц оборудования	Цена единицы оборудования, руб.	Общая стоимость оборудования, руб.
1	Компьютер (dexp)	1	40000	40000
2	Программное обеспечение Microsoft Office	1	5500	5500
Итого:				45500

Расчет основной заработной платы.

В настоящую статью включается основная заработная плата научных и инженерно-технических работников, рабочих макетных мастерских и опытных производств, непосредственно участвующих в выполнении работ по данной теме. Величина расходов по заработной плате определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы оплаты труда. Расчет основной заработной платы сводится в таблице 15.

$$C_{зп} = Z_{осн} + Z_{доп} \quad (3)$$

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

$Z_{доп}$ – дополнительная заработная плата

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

$$Z_{осн} = Z_{дн} \cdot T_{раб} \quad (4)$$

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

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

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

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_{\text{м}} \cdot M}{F_{\text{д}}} \quad (5)$$

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

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

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

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

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

Расчет заработной платы научно – производственного и прочего персонала проекта проводили с учетом работы 2-х человек – научного руководителя и исполнителя. Баланс рабочего времени исполнителей представлен в таблице 21.

Таблица 21 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Магистрант	Консультант
Календарное число дней	365	365	365
Количество нерабочих дней	58	62	58
- выходные дни	44	48	44
- праздничные дни	14	14	14
Потери рабочего времени	56	28	56
- отпуск	56	28	56
- невыходы по болезни	-	-	-
Действительный годовой фонд рабочего времени	251	275	251

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_{\text{м}} = Z_{\text{б}} * (k_{\text{пр}} + k_{\text{д}}) * k_{\text{р}}, \quad (6)$$

где: $Z_{\text{б}}$ – базовый оклад, руб.;

$k_{\text{пр}}$ – премиальный коэффициент (определяется Положением об оплате труда);

$k_{\text{д}}$ – коэффициент доплат и надбавок;

$k_{\text{р}}$ – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска).

Основная заработная плата рассчитывается на основании отраслевой оплаты труда. Отраслевая система оплаты труда предполагает следующий состав заработной платы:

1) оклад – определяется предприятием. В ТПУ оклады распределены в соответствии с занимаемыми должностями, например, ассистент, ст. преподаватель, доцент, профессор. Базовый оклад $Z_б$ определяется исходя из размеров окладов, определенных штатным расписанием предприятия.

2) стимулирующие выплаты – устанавливаются руководителем подразделений за эффективный труд, выполнение дополнительных обязанностей и т.д.

3) иные выплаты; районный коэффициент.

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

$$Z_m = Z_б * K_p, \quad (7)$$

где: $Z_б$ – базовый оклад, руб.;

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

Расчет основной заработной платы научно-производственного и прочего персонала проекта проводился без учета премиального коэффициента $K_{пр}$ (определяется Положением об оплате труда) и коэффициент доплат и надбавок K_d .

Расчет основной заработной платы приведен в таблице 22.

Таблица 22 – Расчет основной заработной платы

Исполнитель	$Z_б$, руб.	k_p	Z_m , руб.	$Z_{дн}$, руб.	$T_{раб}$, раб.дн.	$Z_{осн}$, руб.
Руководитель	33678	1,3	43781,4	1953,6	60	126984,0
Магистрант	2050	1,3	2665,0	108,5	625	67812,5
Консультант	29325	1,3	38122,5	1701,1	55	93560,5

Дополнительная заработная плата научно-производственного персонала. В данную статью включается сумма выплат, предусмотренных законодательством о труде, например, оплата очередных и дополнительных отпусков; оплата времени, связанного с выполнением государственных и общественных обязанностей; выплата вознаграждения за выслугу лет и т.п. (в среднем – 12 % от суммы основной заработной платы).

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

$$Z_{\text{доп}} = Z_{\text{осн}} * k_{\text{доп}}, \quad (8)$$

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

$k_{\text{доп}}$ – коэффициент дополнительной зарплаты;

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

В таблице 23 приведена форма расчёта основной и дополнительной заработной платы.

Таблица 23 – Заработная плата исполнителей НТИ

Заработная плата	Руководитель	Магистрант	Консультант
Основная зарплата	126984,0	67812,5	93560,5
Дополнительная зарплата	19047,6	10171,9	14034,1
Итого по статье $C_{\text{зп}}$	331610,6		

Отчисления на социальные нужды. Статья включает в себя отчисления во внебюджетные фонды.

$$C_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} * (Z_{\text{осн}} * Z_{\text{доп}}), \quad (9)$$

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

На 2014 г. в соответствии с Федеральным законом от 24.07.2009 №212-ФЗ установлен размер страховых взносов равный 30%.

Отчисления на социальные нужды составляют 99483,2 руб.

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

Затраты на научные и производственные командировки составляют 33161,1 руб.

Оплата работ, выполняемых сторонними организациями и предприятиями. На эту статью расходов, в данном проекте относится, использование Internet. Величина этих расходов определялась по договорным условиям и составляет 2400 руб.

Накладные расходы. Расчет накладных расходов провели по следующей формуле:

$$C_{\text{накл}} = k_{\text{накл}} \cdot (З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}}) = 0,8 \cdot (288\,357 + 43253,6) = 265288,5$$

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

Таким образом, бюджет проекта составляет 782035,4, приведен в таблице 24.

Таблица 24 – Бюджет проекта

Затраты по статьям									
Сырье, материалы (за вычетом возвратных отходов), покупные изделия и полуфабрикаты	Специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ	Основная заработная плата	Доп-ая заработная плата	Отчисления на социальные нужды	Научные и производственные командировки	Оплата работ, выполняемых сторонними организациями и предприятиями	Прочие прямые расходы	Накладные расходы	Итого плановая себестоимость
4592,0	45500	288357,0	43253,6	99483,2	33161,1	2400	-	265288,5	782035,4

7.4.1 Организационная структура проекта

Данный проект представлен в виде проектной организационной структуры. Проектная организационная структура проекта представлена на рисунке 2



Рисунок 27 – Проектная структура проекта

7.4.2 План управления коммуникациями проекта

План управления коммуникациями отражает требования к коммуникациям со стороны участников проекта (таблица 25).

Таблица 25 – План управления коммуникациями

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

7.4.3 Реестр рисков проекта

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

Информация по возможным рискам сведена в таблицу 26.

Таблица 26 – Реестр рисков

№	Риск	Вероятность наступления	Влияние риска	Уровень риска	Способы смягчения риска	Условия наступления
1	Неточность метода анализа	2	5	Низкий	Внешний и внутренние анализы	Низкая точность метода анализа
2	Погрешность расчетов	3	5	Средний	Пересчет, проверка	Невнимательность
3	Отсутствие интереса к результатам исследования	2	3	Низкий	Публикация результатов	Неактуальность работы

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

7.5.1 Оценка абсолютной эффективности исследования

В основе проектного подхода к инвестиционной деятельности предприятия лежит принцип денежных потоков. Особенностью является его прогнозный и долгосрочный характер, поэтому в применяемом подходе к

анализу учитываются фактор времени и фактор риска. Для оценки общей экономической эффективности используются следующие основные показатели:

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

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

Расчёт NPV осуществляется по следующей формуле:

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{ЧДП_{опt}}{(1+i)^t} - I_0 \quad (10)$$

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

I_0 – разовые инвестиции, осуществляемые в нулевом году;

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

n – горизонт расчета;

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

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

Расчет чистой текущей стоимости представлен в таблице 27. При расчете рентабельность проекта составляла 20 %, амортизационное отчисления 10 %.

Таблица 27 – Расчет чистой текущей стоимости по проекту в целом

№	Наименование показателей	Шаг расчета				
		0	1	2	3	4
1	Выручка от реализации, руб.	0	938442,5	938442,5	938442,5	938442,5
2	Итого приток, руб.	0	938442,5	938442,5	938442,5	938442,5
3	Инвестиционные издержки, руб.	-782035,4	0	0	0	0
4	Операционные затраты, руб.	0	468846,9	468846,9	468846,9	468846,9
5	Налогооблагаемая прибыль	0	469595,6	469595,6	469595,6	469595,6
6	Налоги 20 %, руб.	0	93919,1	93919,1	93919,1	93919,1
7	Итого отток, руб.	-782035,4	562766	562766	562766	562766
8	Чистая прибыль, руб.	0	375676,5	375676,5	375676,5	375676,5
9	Чистый денежный поток (ЧДП), руб.	-782035,4	453965,8	453965,8	453965,8	453965,8
10	Коэффициент дисконтирования (КД)	1	0,833	0,694	0,578	0,482
11	Чистый дисконтированный денежный поток (ЧДД), руб.	-782035,4	378153,5	345052,3	262392,2	218811,5
12	\sum ЧДД		1204409,5			
12	Итого NPV, млн руб.		392375			

Коэффициент дисконтирования рассчитан по формуле:

$$КД = \frac{1}{(1+i)^t} \quad (11)$$

где: i – ставка дисконтирования, 20 %;

t – шаг расчета.

Таким образом, чистая текущая стоимость по проекту в целом составляет 841633 млн. рублей, что позволяет судить об его эффективности.

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

$$PI = \sum_{t=1}^n \frac{ЧДП_t}{(1+i)^t} / I_0 \quad (12)$$

где: ЧДД - чистый денежный поток, млн. руб.;

I_0 – начальный инвестиционный капитал, млн. руб.

Таким образом PI для данного проекта составляет:

$$PI = \frac{1204409,5}{782035,4} = 1,54$$

Так как $PI > 1$, то проект является эффективным.

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

Между чистой текущей стоимостью (NPV) и ставкой дисконтирования (i) существует обратная зависимость. Эта зависимость представлена в таблице 28 и на рисунке 29.

Таблица 28 – Зависимость NPV от ставки дисконтирования

№	Наименование показателя	0	1	2	3	4	Сумма, млн. руб.
1	Чистые денежные потоки, млн. руб.	-782035,4	453965,8	453965,8	453965,8	453965,8	
2	Коэффициент дисконтирования						
	0,1	1	0,909	0,826	0,751	0,683	
	0,2	1	0,833	0,694	0,578	0,482	
	0,3	1	0,769	0,592	0,455	0,350	
	0,4	1	0,714	0,510	0,364	0,260	
	0,5	1	0,667	0,444	0,295	0,198	
	0,6	1	0,625	0,390	0,244	0,153	
	0,7	1	0,588	0,335	0,203	0,112	
	0,8	1	0,556	0,309	0,171	0,095	

№	Наименование показателя	0	1	2	3	4	
1	Чистые денежные потоки, млн. руб.	-782035,4	453965,8	453965,8	453965,8	453965,8	Сумма, млн. руб.
2	Коэффициент дисконтирования						
	0,9	1	0,526	0,277	0,146	0,077	
	1	1	0,500	0,250	0,125	0,062	
3	Дисконтированный денежный поток, млн. руб.						
	0,1	-782035,4	412654,9	374975,8	340928,3	310058,6	656582,2
	0,2	-782035,4	378153,5	315052,3	262392,2	218811,5	392374,1
	0,3	-782035,4	349099,7	268747,8	206554,4	158888,0	201254,5
	0,4	-782035,4	324131,6	231522,6	165243,6	118031,1	56893,5
	0,5	-782035,4	302795,2	201560,8	133919,9	89885,2	-53874,3
	0,6	-782035,4	283728,6	177046,7	110767,7	69456,8	-141035,6
	0,7	-782035,4	266931,9	152078,5	92155,1	50844,2	-220025,7
	0,8	-782035,4	252405,0	140275,4	77628,2	43126,8	-268600,0
	0,9	-782035,4	238786,0	125748,5	66279,0	34955,4	-316266,5
	1,0	-782035,4	226982,9	113491,5	56745,7	28145,9	-356669,4

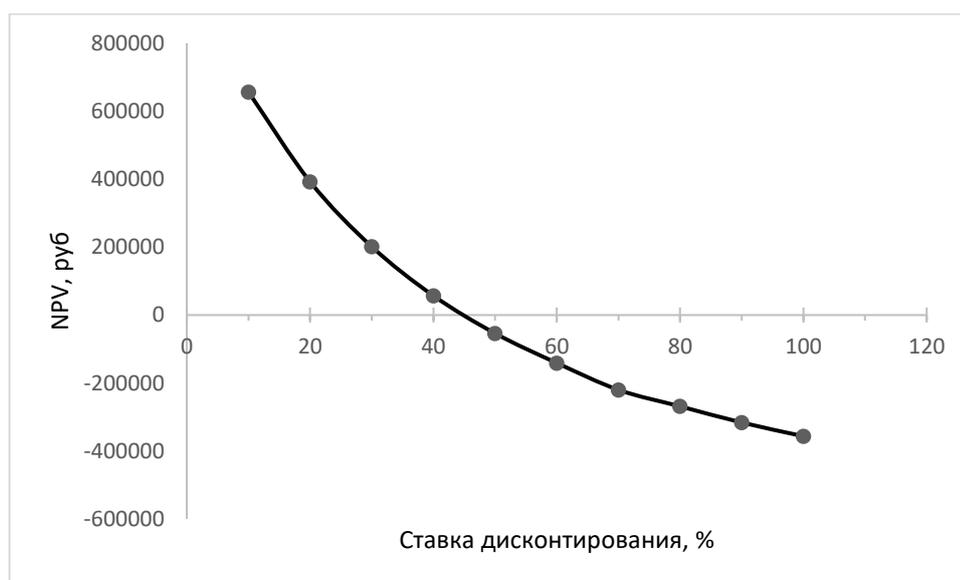


Рисунок 28 – Зависимость NPV от ставки дисконтирования

Из таблицы и графика следует, что по мере роста ставки дисконтирования чистая текущая стоимость уменьшается, становясь отрицательной. Значение ставки, при которой NPV обращается в нуль, носит название «внутренней ставки доходности» или «внутренней нормы прибыли». Из графика получаем, что IRR составляет 0,44.

Запас экономической прочности проекта: $44\% - 20\% = 24\%$

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

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

Наиболее приемлемым методом установления дисконтированного срока окупаемости является расчет кумулятивного (нарастающим итогом) денежного потока (таблица 29).

Таблица 29 – Дисконтированный срок окупаемости

№	Наименование показателя	Шаг расчета				
		0	1	2	3	4
1	Дисконтированный чистый денежный поток ($i=0,20$), млн. руб.	-782035,4	378153,5	345052,3	262392,2	218811,5
2	То же нарастающим итогом, млн. руб.	-782035,4	-403881,9	-58829,6	203562,6	422374,1
3	Дисконтированный срок окупаемости	$PP_{диск} = 2 + (58829,6 / 262392,2) = 2,22$ года				

Социальная эффективность научного проекта учитывает социально-экономические последствия осуществления научного проекта для общества в целом или отдельных категорий населения или групп лиц, в том числе как непосредственные результаты проекта, так и «внешние» результаты в смежных секторах экономики: социальные, экологические и иные внеэкономические эффекты (таблица 30).

Таблица 30 – Критерии социальной эффективности

ДО	ПОСЛЕ
Техногенное загрязнение водных объектов	Мониторинг состояния водных объектов
Заболеваемость населения в следствие загрязнения водных объектов	Выявление техногенных источников воздействия на окружающую среду

7.5.2 Оценка сравнительной эффективности исследования

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

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

Интегральный финансовый показатель разработки определяется по следующей формуле:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}} \quad (13)$$

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

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

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

Полученная величина интегрального финансового показателя разработки отражает соответствующее численное увеличение бюджета затрат разработки в размах (значение больше единицы), либо соответствующее численное удешевление стоимости разработки в размах (значение меньше единицы, но больше нуля).

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

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i$$

где: I_{pi} – интегральный показатель ресурсоэффективности для i -го

варианта исполнения разработки;

a_i – весовой коэффициент i -го варианта исполнения разработки;

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

устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;

n – число параметров сравнения.

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности приведен в форме таблицы (таблице 31).

Таблица 31 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Критерии	Весовой коэффициент параметра	Текущий проект	Аналог 1	Аналог 2
1. Выход продукта (системы мониторинга)	0,25	5	5	4
2. Технологичность	0,10	5	4	3
3. Надежность	0,15	4	4	4
4. Безопасность	0,15	4	3	4
5. Простота эксплуатации	0,20	5	4	5
6. Создание базы данных	0,15	5	5	4
Итого	1	28	25	24

$$I_m^p = 5 \cdot 0,25 + 5 \cdot 0,10 + 4 \cdot 0,15 + 4 \cdot 0,15 + 5 \cdot 0,20 + 5 \cdot 0,15 = 4,7$$

$$I_1^A = 5 \cdot 0,25 + 4 \cdot 0,10 + 4 \cdot 0,15 + 3 \cdot 0,15 + 4 \cdot 0,20 + 4 \cdot 0,15 = 4,1$$

$$I_2^A = 4 \cdot 0,25 + 3 \cdot 0,10 + 4 \cdot 0,15 + 4 \cdot 0,15 + 5 \cdot 0,20 + 5 \cdot 0,15 = 4,25$$

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

$$I_{финр}^p = \frac{I_m^p}{I_\phi^p}; I_{финр}^a = \frac{I_m^a}{I_\phi^a} \quad (14)$$

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

$$\mathcal{E}_{\text{ср}} = \frac{I_{\text{финр}}^p}{I_{\text{финр}}^a} \quad (15)$$

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

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

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

Сравнительная эффективность разработки по сравнению с аналогами представлена в таблице 32.

Таблица 32 – Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Разработка	Аналог 1	Аналог 2
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,9	1,0	0,9
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,70	4,10	4,25
3	Интегральный показатель эффективности	5,22	4,10	4,72
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1,5	1,27	1,12

Вывод: Сравнение значений интегральных показателей эффективности позволяет понять, что разработанный вариант проведения проекта является наиболее эффективным при решении поставленной в магистерской диссертации технической задачи с позиции финансовой и ресурсной эффективности.

В ходе выполнения раздела финансового менеджмента определена чистая текущая стоимость, (NPV), равная 392375 млн. руб.; индекс доходности $PI=1,54$, внутренняя ставка доходности $IRR=44\%$, срок окупаемости $PP_{\text{дск}}=2,22$ года, при этом бюджет проекта равен 782035,4 руб., тем самым инвестиционный проект можно считать выгодным и экономически целесообразным.

ГЛАВА 8. Раздел «Социальная ответственность»

Введение

Малые реки селитебных территорий часто испытывают значительное антропогенное воздействие, в той или иной степени утрачивая черты природных объектов. На региональном уровне это может сказываться на состоянии больших рек и подземных вод, что делает актуальным исследование проблемы эволюции природно-антропогенных водных объектов и условий трансформации их состояния. Указанная проблема была рассмотрена на примере малой р. Кисловка у г. Томска (Российская Федерация, Сибирский федеральный округ, административный центр Томской области) – элемента речной системы “Кисловка–Томь–Обь”.

В данной работе исследованы выявление изменений химического и микробиологического состава речных вод, химического, микробиологического и минерального состава донных отложений малой р. Кисловка под влиянием сброса сточных вод станции обезжелезивания Томского подземного водозабора и иных антропогенных факторов.

В разделе «Социальная ответственность» рассмотрены опасные и вредные факторы, оказывающие влияние на процесс исследования, рассмотрены воздействия исследуемого объекта на окружающую среду, правовые и организационные вопросы, а также мероприятия в чрезвычайных ситуациях.

8.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

При написании магистерской диссертации помимо офисной работы были произведены полевые работы. Все основные организационные и правовые вопросы работ описывает трудовой кодекс РФ.

Офисная работа относится ко второй категории тяжести труда, полевые работы относятся к третьей категории тяжести. Нормальная

продолжительность рабочего времени для работы второй категории не может превышать 40 часов в неделю, для третьей – 36 часов в неделю [58].

Согласно Трудовому Кодексу Российской Федерации, каждый работник имеет право на:

- рабочее место, соответствующее требованиям охраны труда;
- получение достоверной информации от работодателя об условиях и охране труда на рабочем месте, о существующем риске повреждения здоровья, а также о мерах по защите от воздействия вредных и (или) опасных производственных факторов;
- отказ от выполнения работ в случае возникновения опасности для его жизни и здоровья вследствие нарушения требований охраны труда;
- обеспечение средствами индивидуальной и коллективной защиты;
- обучение безопасным методам и приемам труда за счет средств работодателя;
- внеочередной медицинский осмотр в соответствии с медицинскими рекомендациями с сохранением за ним места работы и среднего заработка во время прохождения осмотра.
- гарантии и компенсации, установленные в соответствии с Трудовым Кодексом РФ, коллективным договором, соглашением, локальным нормативным актом, трудовым договором, если он занят на работах с вредными и (или) опасными условиями труда.

8.1.1 Эргономические требования к правильному расположению и компоновке рабочей зоны исследователя

Основным объектом исследования являются донные отложения реки Кисловка. Для процесса изучения объекта необходимо пространство, в котором может находиться человек при выполнении исследовательского процесса.

Рабочие места с ПЭВМ при выполнении работы, требующей значительного умственного, рекомендуется изолировать друг от друга перегородками высотой 1,5-2,0 м [55].

Конструкция рабочего стула должна обеспечивать поддержание рациональной рабочей позы при работе на ПЭВМ позволять изменять позу с целью снижения статического напряжения мышц. Рабочий стул должен быть подъемно-поворотным, регулируемым по высоте и углам наклона.

Рабочий стол и посадочное место должны иметь такую высоту, чтобы уровень глаз пользователя находился чуть выше центра монитора. Экран монитора должен находиться от глаз пользователя на расстоянии 600-700 мм, но не ближе 500 мм.

Клавиатура должна быть расположена на такой высоте, чтобы пальцы рук располагались на ней свободно, без напряжения, а угол между плечом и предплечьем составлял около 100. Локоть руки или хотя бы запястье должны иметь твердую опору [55].

8.2 Производственная безопасность

При проведении исследований, при разработке или эксплуатации проектируемого решения существует вероятность возникновения вредных и опасных факторов.

Вредные производственные факторы – факторы, приводящие к заболеванию, в том числе усугубляющие уже имеющиеся заболевания.

Опасные производственные факторы – факторы, приводящие к травме, в том числе смертельной [12].

В таблице 33 представлены возможные вредные факторы, воздействующие на исследователя, работа которого связана с анализом данных на компьютере.

В данном подразделе также предложены решения по снижению влияния каждого фактора на работающего и мероприятия, обеспечивающие безопасность технологического процесса и эксплуатации оборудования.

Таблица 33 – Возможные опасные и вредные факторы

Факторы	Этапы работ			Нормативные документы
	Полевые работы	Лаб. исследование	Обработка результатов	
1. Повышенная или пониженная температура воздуха рабочей среды и объектов исследования	+	+	+	СанПиН 2.2.4.548–96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений [47]
2. Повышенный уровень шума	+	+	+	СН 2.2.4/2.1.8.562–96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории застройки. [48]
3. Недостаток освещения. Пониженная световая и цветовая контрастность. Повышенная яркость света. Прямая и отраженная блескость	+	+	+	СП 52.13330.2016. Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95* [53]
4. Электромагнитное излучение	-	+	+	СанПиН 1.2.3685-21. «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания» [43]
5. Динамические нагрузки.	+	-	-	ГОСТ 12.3.009-76 ССБТ. Работы погрузочно-разгрузочные. Общие требования безопасности [15]
6. Статические нагрузки	-	+	+	ГОСТ 12.2.032-78 ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования [14]
7. Неисправность оборудования	-	+	+	ГОСТ 12.1.038-82 «Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов» [13];

Факторы	Этапы работ			Нормативные документы
	Полевые работы	Лаб. исследования	Обработка результатов	
				Федеральный закон от 22.07.2013 г. №123 – ФЗ, Технический регламент о требованиях пожарной безопасности [59].
8. Ветер и вихри	+	-	-	Правила по охране труда при проведении работ в особых климатических условиях [37]

8.2.1 Повышенная или пониженная температура воздуха рабочей среды и объектов исследования

Повышенная или пониженная температура воздуха рабочей среды и объектов исследования является одним из показателей микроклимата. Микроклимат производственных помещений – это условия внутренней среды помещений, влияющие на тепловое состояние человека и определяющие работоспособность, здоровье и производительность труда.

Установленные показатели для микроклимата в соответствии с Санитарными правилами: температура воздуха; температура поверхностей; относительная влажность воздуха; скорость движения воздуха; интенсивность теплового облучения.

Для обеспечения безопасного производства работ необходимо соблюдать требования микроклимата рабочей зоны, определяемые СанПиН 2.2.4.548-96 [47]. В таблице 34 представлены оптимальные меры микроклимата для работ, производимых сидя и сопровождающимся незначительным физическим напряжением.

Таблица 34 – Оптимальные нормы микроклимата в рабочей зоне 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	Ia (до 139)	22 - 24	21-25	60-40	0,1
Теплый	Ia (до 139)	23 - 25	22-26	60-40	0,1

В компьютерных помещениях должна проводиться ежедневная влажная уборка и систематическое проветривание после каждого часа работы. Для поддержания нормальных параметров температуры воздуха рабочей среды и объектов исследования в рабочей зоне применяют устройства систем вентиляции, кондиционирования [43].

8.2.2 Повышенный уровень шума

Источниками звука могут являться: звуки, доносящиеся из соседних помещений или с улицы; звуки возникающие в процессе функционирования оборудования; музыка, разговоры, смех (человеческий фактор).

Шум на рабочем месте оказывает раздражающее влияние на работника, повышает его утомляемость, а при выполнении задач, требующих внимания и сосредоточенности, способен привести к росту ошибок и увеличению продолжительности выполнения задания. Длительное воздействие шума влечет тугоухость работника вплоть до его полной глухоты [57].

В таблице 35 представлены допустимые уровни шума в рабочей зоне использования ПЭВМ, указанные в СН 2.2.4/2.1.8.562–96 [48].

Таблица 35 – Значения ПДУ шума

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

Для минимизации воздействия шума используют хорошую звукоизоляцию; производят замену устройств на более качественные или сокращают время их использования; применяют санкции к работникам.

8.2.3 Недостаток освещения. Пониженная световая и цветовая контрастность. Повышенная яркость света. Прямая и отраженная блесккость

Источниками света могут быть как естественные (солнце), так и искусственные объекты (электрические лампочки). При длительной работе в условиях недостаточной освещенности и при нарушении других параметров световой среды, а именно световой и цветовой контрастности, повышенной яркости света, возникает вероятность снижения зрительного восприятия, развития близорукости, появления головной боли. Прямая блесккость может привести к травме, как за счет слепящего действия, так и в результате воздействия неравномерности распределения яркости в поле зрения.

Основной поток естественного света должен быть слева. Солнечные лучи и блики не должны попадать в поле зрения оператора и на мониторы [46].

Экран монитора должен располагаться в зоне защитного узла светильника, и его проекция должна быть вне экрана монитора.

В зависимости от характеристики зрительной работы необходимо устанавливать определенную величину контраста объекта с фоном

Согласно [53] освещенность на поверхности стола в зоне размещения рабочего документа должна быть 300-500 лк. Освещенность поверхности экрана не должна быть более 300 лк.

Расчёт искусственного освещения

Правильно спроектированное и рационально выполненное освещение производственных помещений оказывает положительное воздействие на работающих, способствует повышению эффективности и безопасности труда, снижает утомление и травматизм, сохраняет высокую работоспособность. Для

расчёта искусственного освещения на рабочем месте необходимо решить следующие задачи:

- выбор системы освещения;
- выбор источников света;
- выбор светильников и их размещение;
- выбор нормируемой освещённости;
- расчёт освещения методом светового потока

Исходные данные для используемого помещения: длина $A = 5$ м, ширина $B = 3$ м, высота $H = 3,0$ м. Высота рабочей поверхности $h_{рп} = 0,75$ м. Требуется создать освещённость $E = 300$ лк. Коэффициент отражения стен $R_c = 30$ % (стены оклеены светлыми обоями), потолка $R_n = 50$ % (чистый бетонный). Коэффициент запаса учитывает загрязнение светильника, наличие в атмосфере цеха дыма, пыли. Для помещений с малым выделением пыли $k = 1,5$. Коэффициент неравномерности $Z = 1,1$ (отношение $E_{ср} / E_{min}$. Для люминесцентных ламп при расчётах берётся равным 1,1) [54].

Расчёт системы общего люминесцентного освещения выглядит так:

- 1) Выбираем светильники типа ОД, $\lambda = 1,4$, $l_{св} = 1,23$ м.
- 2) Приняв $h_c = 0,5$ м, определяем расчетную высоту

$$h = H - h_c - h_{рп} \quad (16)$$

$$h = 3,0 - 0,5 - 0,75 = 1,75 \text{ м};$$

- 3) Расстояние между светильниками

$$L = \lambda * h \quad (17)$$

$$L = 1,4 * 1,75 = 2,45 \text{ м};$$

- 4) Расстояние от крайнего ряда светильников до стены

$$L/3 = 0,82 \text{ м}.$$

- 5) Определяем количество рядов светильников и количество светильников в ряду

$$n_{ряд} = (B - 2/3L) / L + 1 \quad (18)$$

$$n_{ряд} = (3 - 2/3 * 2,45) / 2,45 + 1 = 1,56 \approx 2.$$

$$n_{\text{свет}}=(A-2/3L)/(l_{\text{св}}+0.5) \quad (19)$$

$$n_{\text{свет}}=(5-2/3*2,45)/(1,23+0,5)=1.95 \approx 2.$$

Расчёты показали, что для данного помещения необходимо два ряда светильников по два светильника типа ОД мощностью 40 Вт (с длиной 1,23 м) в каждом. В связи с тем, что расчёты не дали точных значений, количество рядов и ламп округлялось до целых, расстояния между рядами и лампами были изменены. На рисунке 1 изображён в масштабе план помещения и размещения на нем светильников. Учитывая, что в каждом светильнике установлено две лампы, общее число ламп в помещении $N = 8$.

б) Далее находим индекс помещения

$$i = S/h(A+B) \quad (20)$$

$$I = 15/(3.0*(5+3))=0.63$$

7) По справочным материалам определяем коэффициент использования светового потока:

Для лампы типа ОД, $i=0.63$, $R_c = 30 \%$, $R_n = 50 \%$. $\eta = \mathbf{0,35}$

8) Определяем потребный световой поток ламп в каждом из рядов

$$\Phi=(E_H*S*K_3*Z)/(N_{\text{л}}*\eta) \quad (21)$$

$$\Phi = (300*15*1.5*1.1)/(8*0.35)=2652$$

9) выбираем стандартную лампу необходимой мощности. Для нашего помещения наиболее подходящим выбором будет лампа холодно-белая (ЛХБ 40 Вт) с потоком 2700 лм.

10) Делаем проверку выполнения условия: $-10\% < 100\%*(\Phi_{\text{л.станд}} - \Phi_{\text{л.расчёт}})/\Phi_{\text{л.станд}} < +20\%$. Получаем $-10\% < 1,77\% < +20\%$

11) Производится расчёт электрической мощности светильной установки

$$P = 8*40 = 320 \text{ вт}$$

Таким образом, для рабочего кабинета с размерами: длина $A=5$ м, ширина $B=3$ м, высота $H=3,0$ м, для необходимого освещения требуется 2 светильника ОД с 8 лампами холодно-белого света, расположенных в два ряда.

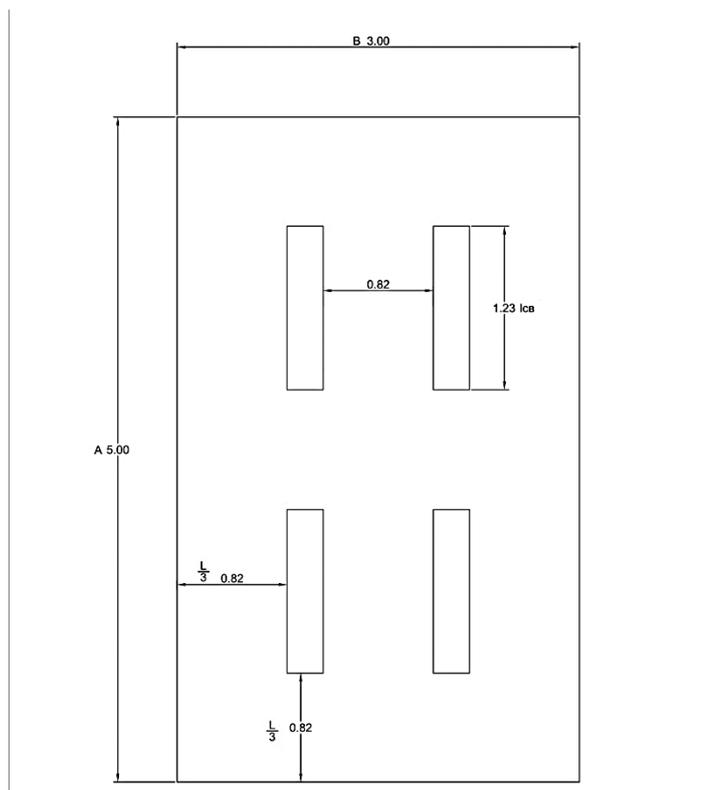


Рисунок 29 – План помещения и размещения на нем светильников

8.2.4 Электромагнитное излучение

Электромагнитное излучение представляет существенную опасность для человека по сравнению с другими вредными факторами. В рассматриваемом случае источником электромагнитного излучения является компьютерная техника. Длительное воздействие интенсивных электромагнитных излучений может вызывать повышенную утомляемость, появление сердечных болей, нарушение функций центральной нервной системы.

Нормы электромагнитных полей, создаваемых ПЭВМ приведены в таблице 36, в соответствии с [43].

Таблица 36 – Допустимые уровни ЭМП, создаваемые ПЭВМ на рабочих местах

Наименование параметров	Диапазон частот	ВДУ ЭМП
Напряжённость электрического поля	5 Гц – 2 кГц	25 В/м
	2 кГц – 400 кГц	2,5 В/м
Плотность магнитного потока	5 Гц – 2 кГц	250 нТл
	2 кГц – 400 кГц	25 нТл
Электростатический потенциал экрана видеомонитора		500 В

Существует ряд рекомендаций, следуя которым можно уменьшить негативное воздействие от компьютерной техники:

1) Несколько компьютеров или ноутбуков, постоянно находящихся в одном помещении, следует располагать по периметру комнаты, оставляя центр свободным;

2) Выключать компьютер после окончания работы;

3) Использование специальной защитной пленки;

4) Систематическое вытирание пыли, влажная уборка и применение ионизаторов.

8.2.5. Динамические нагрузки

Динамические нагрузки являются вредным фактором на этапе проведения полевых работ. Основными видами работ являются пробоотбор и погрузочно–разгрузочные работы. Чрезмерные динамические нагрузки вызывают у человека усталость, снижают максимальную работоспособность, а также могут вызвать проблемы с сердцем. Основной документ регламентирующий эти работы ГОСТ 12.3.009-76 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Работы погрузочно-разгрузочные. Общие требования безопасности» (с Изменением N 1) [15]. Индивидуальными средствами защиты являются спецодежда (перчатки) и специальная обувь.

8.2.6 Статические нагрузки

При работе за персональным компьютером основным негативным фактором является статическая нагрузка. Чрезмерные статические нагрузки вызывают у человека усталость, снижают максимальную работоспособность, а также могут вызвать развитие остеохондроза. Чтобы максимально уменьшить влияние этого фактора рабочее место должно соответствовать ГОСТ 12.2.032-78. «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Рабочее место при выполнении работ сидя» [14]. Для минимизации воздействия фактора необходимо соблюдение режима работ.

8.2.7 Неисправность оборудования

В настоящее время для исследовательской работы существует большое количество оборудования: компьютеры, принтеры, сканеры и т. д.

Неисправность оборудования может привести к прохождению электрического тока через тело человека, к возникновению пожара. Электрический ток, протекая через тело человека, производит термическое, электролитическое, биологическое, механическое и световое воздействие.

Значения напряжения прикосновения и силы тока, протекающего через тело человека при нормальном режиме работы электроустановки, согласно ГОСТ 12.1.038-82 [13], не должны превышать значений, приведенных в таблице 37.

Таблица 37 – Предельно допустимые значения напряжения соприкосновения и силы тока

Род и частота тока	Наибольшие допустимые значение	
	Uпр, В	Ih, mA
Переменный, 50 Гц	2	0,3
Переменный, 400 Гц	3	0,4
Постоянный	8	1,0

При неисправности каких-либо блоков компьютера корпус может оказаться под током, что может привести к электрическим травмам или электрическим ударам. Для устранения этого необходимо обеспечить подсоединение металлических корпусов оборудования к заземляющей жиле.

Организационными мероприятиями по предотвращению неисправности оборудования являются периодические и внеплановые инструктажи, а также регулярная проверка и обновление оборудования. Периодический инструктаж, проводится не менее одного раза в год. Внеплановый инструктаж проводится руководителем подразделения при введении в эксплуатацию нового технического электрооборудования. Помещение должно быть оборудовано огнетушителем и планом эвакуации при пожаре [59].

8.2.8 Ветер и вихри

При полевых работах происходят случаи сильного ветра, которые в значительной части могут навредить как оборудованию, так и здоровью, а иногда и жизни работников. Поэтому необходимо чётко соблюдать правила, описанные в ПБ 08-37-2005 «Правила безопасности при геологоразведочных работах» [35] и в «Правилах по охране труда при проведении работ в особых климатических условиях» (пункт 68-73) [37]. Для минимизации воздействия фактора необходимо соблюдение правил безопасности выполняемых работ. Наличие спецодежды, специальной обуви.

8.3 Экологическая безопасность

Геохимические исследования сами по себе могут являться одной из направленностей экологической безопасности. Они позволяют изучать химические элементы и их соединения в биосфере и ноосфере, а в итоге выявлять законы рассеяния и концентрации в биокосных компонентах экогеосистем.

Нормы для химического и микробиологического состава воды определяются по санитарным правилам и нормам СанПиН 1.2.3685-21 [43].

Нормативная документация для донных отложений на данный момент времени отсутствует

Во время проведения работ можно выделить отдельные технологические процессы, которые негативно влияют на окружающую среду.

Загрязнение атмосферы

При проведении полевых работ основным источником загрязнения являются парниковые газы от автотранспорта. В мировой практике существуют прецеденты контроля выбросов парниковых газов от автотранспорта, но в РФ на данный момент отсутствуют документы, регламентирующие это. В приказе Министерства природных ресурсов и экологии РФ от 30 июня 2015 г. №300 нет рекомендаций по расчёту парниковых газов для автотранспорта [38].

Загрязнение гидросферы

Загрязнение гидросферы может проходить в результате разливов нефтепродуктов на акватории исследуемых водных объектов. Документами, нормирующими охрану поверхностных вод, являются ГОСТ 17.1.3.13-86 и СанПиН 2.1.5.980—00 [16, 45].

Загрязнение литосферы

Загрязнение литосферы в основном вызвано утилизацией бытовых отходов, а также отходами, образованными в результате работы на ПЭВМ, оргтехнике и т. д. Утилизация отходов должна соответствовать процедуре утилизации ГОСТ Р 53692-2009 [17].

8.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Во время проведения экспедиционных работ, лабораторных исследований, офисной работы возможен большой список возможных чрезвычайных ситуаций: лесной пожар, бытовой пожар, ураганный ветер, автомобильная авария, угроза пандемии, аварии на коммунальных системах жизнеобеспечения населения и др.

Наиболее вероятной чрезвычайной ситуацией при проведении исследовательской работы является пожар на рабочем месте. Возникновение пожара в рабочем помещении наиболее вероятно по причинам неисправности электрооборудования. Пожарная безопасность обеспечивается системой предотвращения пожара и системой пожарной защиты. Во всех служебных помещениях обязательно должен быть «План эвакуации людей при пожаре», регламентирующий действия персонала в случае возникновения очага возгорания и указывающий места расположения пожарной техники.

В случае возникновения пожара необходимо следовать следующим правилам:

- позвонить в противопожарную службу по телефону 01 или МЧС - 112. При этом: четко назвать место пожара, что горит, свою фамилию и номер телефона, дождаться подтверждения вызова;
- оповестить о пожаре окриком работников, находящихся в соседних помещениях;
- сообщить руководству;
- организовать встречу пожарного подразделения противопожарной службы;
- при необходимости отключить питание электроприборов;
- до прибытия пожарного подразделения приступить к ликвидации пожара имеющимися в наличии первичными средствами пожаротушения;
- в случае угрозы жизни покинуть место пожара [59].

Рабочее помещение оборудовано в соответствии с требованиями пожарной безопасности. Имеется порошковый огнетушитель, а также пожарная сигнализация.

Выводы

В ходе выполнения работы над разделом «Социальная ответственность» выявлены опасные и вредные факторы, воздействию которых может подвергнуться сотрудник при проведении исследовательской

работы, связанной с моделирование на ПК: шум, недостаточная освещенность, микроклимат, психофизические факторы, поражение электрическим током, возникновение пожара. На основе законодательных и нормативных документов проведен анализ воздействия факторов на организм человека, приведены допустимые нормы и предлагаемые средства защиты. Установлено, что выполняемая работа не сопряжена с высоким риском травматизма. Освещенность на рабочем месте и уровни шума находятся в допустимых пределах нормы. Микроклиматические условия соблюдаются за счет использования систем отопления и кондиционирования. Вероятность поражения электрическим током сведена к минимуму. Помещение оборудовано согласно требованиям электробезопасности и пожарной безопасности.

В разделе экологическая безопасность рассматривается характер воздействия выполняемых работ на окружающую среду. Выявляются предполагаемые источники загрязнения окружающей среды влияние их на атмосферу, гидросферу и литосферу.

В заключительной части раздела приведены инструкции при возникновении наиболее вероятной чрезвычайной ситуации и рассмотрены соответствующие средства защиты.

Заключение

Вода — это важное звено окружающей среды, которое является возобновляемым ресурсом, но она подвержена рискам и угрозам антропогенного воздействия. В соответствии с Водным кодексом Российской Федерации водные ресурсы используются и могут быть использованы, а также существует система мероприятий, направленная на восстановление и сохранение водных объектов. Потому что воды важны для людей и их деятельности, на территории, где они проживают.

Территория, исследуемая в работе, располагается в пределах левобережной поймы р. Томь, она подвержена затоплению в период весеннего половодья, а также находится под влиянием депрессионной воронки Томского водозабора. При возможном подтоплении есть вероятность загрязнения подземных вод с затопленной территории, а также изменение эколого-геохимического состояния поверхностных вод.

В ходе проведенной работы:

Осуществлен отбор проб донных отложений и речных вод. Определен их химический и микробиологический состав.

Произведен анализ ранее выполненных (другими авторами) исследований и анализ полученных результатов на реке Кисловке в зимнюю межень 2020 г. Были установлены следующие закономерности:

Для химического состава вод р. Кисловки, установлены превышения ПДК по следующим показателям: NH_4^+ , P (ICP MS), Fe, Mn. Среди них наибольшее превышение приурочено к точке 3 (ниже мкр. «Северный парк»), кроме Mn.

Для большинства химических элементов по длине русла наблюдается тенденция увеличения их концентрации в точке 3 (ниже мкр. «Северный парк»), затем последующее уменьшение до предыдущих значений.

Среди ряда рассмотренных химических элементов, максимальные концентрации в речной воде в 3 точке наблюдаются у следующих элементов: NH_4^+ , NO_2^- , $\text{N}_{\text{неорг.}}$, P, Fe. В 6 точке: Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , Si, Cl^- , SO_4^{2-} , NO_3^- , HCO_3^- .

Наиболее яркая закономерность распределения для микробиологического состава вод: более высокие концентрации нитрифицирующих и денитрифицирующих бактерий просматриваются от 3 (ниже мкр. «Северный парк») до 6 точки (ближе к устью); а для тионовых бактерий наоборот – высокие концентрации наблюдаются от 1 (ниже д. Кисловка) до 3 точки (ниже мкр. «Северный парк»).

Наиболее встречающиеся закономерности распределения химического состава кислотных вытяжек из донных отложений: содержание показателя резко возрастает в точке 5, затем уменьшается примерно до предыдущих значений; содержание показателя резко уменьшается в точке 5, а затем увеличивается примерно до предыдущих значений.

Наибольшие концентрации среди кислотных вытяжек донных отложений отмечены у Fe(s) и P(s) – от 35718 до 326946 мг/кг у железа и от 605 до 42248 мг/кг у фосфора. Их максимумы приурочены к точке 5 (ниже сброса стоков станции обезжелезивания Томского подземного водозабора).

Минеральный состав представлен тремя компонентами: терригенным материалом, аутигенным и биохемогенным, где: терригенная составляющая представлена кварцем, полевыми шпатами, амфиболами; аутигенная – иллитом, клинохлором, вермикулитом, вивианитом и гидроокислами железа; биохемогенная – фромбоидальные выделения пирита и гётит.

Трудно обозначить прямое влияние от сброса промывных вод станции обезжелезивания ООО «Томскводоканал» на микробиологический состав водных вытяжек донных отложений. Но в то же время наблюдается тенденция увеличения гетеротрофных железобактерий (окисляющие восстановительные формы железа) от точки 1 к точке 5, а также увеличение сульфатвосстанавливающих и денитрифицирующих бактерий. В точке 1

наблюдается более высокое содержание тионовых бактерий, чем в точке 5. (тионовые бактерии получают энергию за счет окисления соединений серы).

Микробиологический состав речных вод находится под влиянием различных факторов, в том числе антропогенных. В свою очередь для одних групп бактерий создается благоприятная среда, а другие угнетаются. На р. Кисловка возможными факторами, оказывающими влияние, могут быть и сбросы сточных вод, и строительство микрорайона, а также хозяйственная деятельность.

Действие выпуска стоков станции обезжелезивания в р. Кисловку можно проследить по изменению химического и минерального состава донных отложений, а также химического состава вод ниже по течению (0.86 км ниже сброса станции водоподготовки), но это влияние заметно снижается в пределах 5-6 км ниже по течению.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-55-80015.

Список публикаций студента

- 1) Е. Ю. Пасечник, О. Г. Савичев, В. А. Домаренко, Н. Г. Наливайко, О. Ю. Гончаров, Н. А. Бровченко¹, О. Н. Владимирова. Минералого-геохимические условия самоочищения малых рек (на примере р. Кисловка, г. Томск) // Геоэкология (принята к печати)
- 2) Н.А. Бровченко. Микробиологический состав р.Кисловка (Томский район). // Проблемы геологии и освоения недр: труды XXIV Международного симпозиума имени академика М.А. Усова студентов и молодых ученых, посвященного 75-летию Победы в Великой Отечественной войне. Том I / Томский политехнический университет. – Томск : Изд-во Томского политехнического университета, 2020. – Т1 – с 337-338.

Список использованных источников

1. Manual on Stream Gauging. Vol. I. Fieldwork. WMO. No. 1044. Geneva, Switzerland: World Meteorological Organization, 2010. 252 p.
2. Shvartsev S.L. Geochemistry of fresh groundwater in main landscape zones of the earth // *Geochem. International*. 2008, vol. 46, no 13, pp. 1285-1398.
3. Азьмука Т.И. Ресурсы климата.// Природные ресурсы Томской области.–Новосибирск: Наука, 1991. – С. 83-102.
4. Бабин А.А., Шумкова Т.С. Геологическое строение и полезные ископаемые листа О-45-123-Б (Отчет Семилуженской партии за 1959-1960 гг.) Томск, ТГФ, 1961.
5. База данных гидрологических постов наблюдательной сети Росгидромета [электронный ресурс] - <http://asunp.meteo.ru/portal/hydroweb/home/>
6. Брюшко Е.П., Бычков О.А., Ольховатенко В.Е., Оценка воздействия производственной деятельности животноводческого комплекса ООО «Заречное» на состояние окружающей среды в черте д. Кисловка томского района Избранные доклады 63-й университетской научно-технической конференции студентов и молодых ученых, 2017.
7. Ваганов Г.Д., Тимофеев А.Н. и др. Гидрогеологические и инженерно-геологические условия листа О-45-XXXII (Отчет Томь-Яйской партии по работам за 1970-1973 гг.) Томск, ТГФ, 1973.
8. Всероссийский научно-исследовательский институт гидрометеорологической информации [электронный ресурс] – <http://meteo.ru>
9. Генеральный план Муниципального образования «Заречное сельское поселение» - г. Санкт-Петербург, 2012.
10. Геологическая карта СССР масштаба 1:200000 Серия Кузбасская лист О-45-XXXI Объяснительная записка Составители Иванов К.В., Чернышев Г.А., Смоленцев Ю.К., Издательство «Недра» 1969. – 46 с.

11. Герасько Л.И., Пологова Н.Н. Особенности почвообразования в таежной зоне Томского приобья// Вопросы почвоведения Сибири. – Томск, 1975.
12. ГОСТ 12.0.003-2015 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Опасные и вредные производственные факторы. Классификация (с Поправкой)
13. ГОСТ 12.1.038-82 «Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов»
14. ГОСТ 12.2.032-78 ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования
15. ГОСТ 12.3.009-76 ССБТ. Работы погрузочно-разгрузочные. Общие требования безопасности
16. ГОСТ 17.1.3.13-86 «Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к охране поверхностных вод от загрязнения»
17. ГОСТ Р 53692-2009 Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Этапы технологического цикла отходов
18. ГОСТ Р 56060-2014. Производственный экологический мониторинг. Мониторинг состояния и загрязнения окружающей среды на территориях объектов размещения отходов. М.: Стандартинформ, 2015. 5 с.
19. Григорьев Н.В., Сазанов П.Т. и др. Геологическое строение и полезные ископаемые планшета О-45-135-А (Окончательный отчет Ярославской партии по геологической съемке 1:50000 масштаба за 1965-1967 гг.) Томск, ТГФ, 1967.
20. Евсеева Н.С. География Томской области. – Томск: Изд-во Томского государственного университета, 2001. - 223 с.
21. Елизарьева М.Ф. Луговая растительность// Природные биологические ресурсы Томской области. – Томск, 1966. С. 125-135.

22. Карта четвертичных отложений [электронный ресурс] – <https://vsegei.ru/ru/>

23. Колоколова О.В. Геохимия подземных вод района Томского водозабора: автореф. дис. на соиск. уч. ст. канд. геол.-мин. наук. Томск: Томский политехн. ун-т, 2003. 21 с.

24. Косова Л.С. Природа г. Томска, Томск, 1999. 115 с.

25. Ларченко Р.И. Отчет о результатах геолого-гидрогеологических исследований на Западном участке. Томск, 1968.

26. Легенда Обской подсерии Западно-Сибирской серии листов Государственной геологической карты Российской Федерации. Масштаба 1:200000. Под редакцией Бабушкина А.Е. Томск, ТГФ, 2000.

27. Лисецкий В.Н., Брюханцев В.Н., Андрейченко А.А. Улавливание и утилизация осадков водоподготовки на водозаборах г. Томска. Томск: Изд-во НТЛ, 2003. 164 с.

28. Лист карты О-45-XXXI. Геологическая карта Российской Федерации. Карта четвертичных отложений. Кузбасская серия.

29. Микробиологические условия распределения химических элементов по глубине торфяной залежи в экосистемах восточной части Васюганского болота (Западная Сибирь) / Савичев О.Г., Наливайко Н.Г., Рудмин М.А., Мазуров А.К. – Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. 2019. Т. 330. № 9. С. 184-194.

30. Минералого-геохимические особенности источника Ямкун (Забайкальский Край) / Соктоев Б.Р., Рихванов Л.П., Барановская Н.В., Замана Л.В., и др. – Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. 2019. Т. 330. № 7. 140-154. DOI 10.18799/24131830/2019/7/2191.

31. Мониторинг хозяйственного освоения территории в пределах зон санитарной охраны подземных водозаборов (на примере первой линии Томского подземного водозабора) / Попов В. К., Пасечник Е. Ю., Чилингер Л.

Н., Аврунев Е. И., Редькина В. И. - Известия томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов, 2020.

32. Научно-популярная энциклопедия Вода России [электронный ресурс] – <https://water-rf.ru>

33. Национальный атлас почв Российской Федерации [электронный ресурс] – <https://soil-db.ru>

34. Особенности гидрологического режима малых рек Обь-томского междуречья Л.И. Дубровская, Н.А. Ермашова - Томский государственный университет, Томский политехнический университет, 2001.

35. ПБ 08-37-2005 «Правила безопасности при геологоразведочных работах».

36. Попов В.К., Пасечник Е.Ю., Проценко П.И., Гончаров О.Ю. Редкоземельные элементы в подземных водах Томского водозабора // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. 2018. Т. 329. № 6. С. 97-105.

37. Правила по охране труда при проведении работ в особых климатических условиях.

38. Приказ Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 30.06.2015 № 300 "Об утверждении методических указаний и руководства по количественному определению объема выбросов парниковых газов организациями, осуществляющими хозяйственную и иную деятельность в Российской Федерации" (Зарегистрирован 15.12.2015 № 40098).

39. Проблемы охраны природы Западной Сибири: сборник статей. Под ред. И. П. Лаптева.— Томск: Изд-во Томск, ун-та, 1980.

40. Проект планировки и проект межевания территории Левобережья р. Томи в границах городской черты с концепцией градостроительного развития прилегающих территорий Томского района в границах агломерации. Муниципальный контракт №01-11 от 29 марта 2011 г. - г. Санкт-Петербург.

41. Рогов Г.М., Попов В.К., Осипова Е.Ю. Проблемы использования природных вод бассейна реки Томи для хозяйственно-питьевого водоснабжения. Томск: Изд-во Томск. гос. архит.-строит. ун-та, 2003. 218 с.
42. СанПиН 1.2.3685-21 "Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания".
43. СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания».
44. СанПиН 2.1.4.1074-01 Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества.
45. СанПиН 2.1.5.980—00 «Гигиенические требования к охране поверхностных вод».
46. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278–03. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещённому освещению жилых и общественных зданий. // введ. 2003-06-15. – М: Российская газета, 2003.
47. СанПиН 2.2.4.548–96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений // Минздрав России. – Москва. – 2001.
48. СН 2.2.4/2.1.8.562–96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории застройки. // Госкомсанэпиднадзора России. – 1996.
49. Состояние геологической среды (недр) на территории Сибирского федерального округа в 2017 г. Информационный бюллетень. Томск: Филиал «Сибирский региональный центр ГМСН», ФГБУ «Гидроспецгеология», 2018. Вып. 14. 178 с.
50. Состояние геологической среды (недр) территории Томской области в 2014 г. Вып. 20. АО «Томскгеомониторинг». Томск: ООО «Д-принт», 2015. 84 с.

51. Состояние геологической среды (недр) территории Томской области в 2015 г. Вып. 21. АО «Томскгеомониторинг». Томск: ООО «Д-принт», 2016. 80 с.
52. СП 47.13330.2016. Свод правил. Инженерные изыскания для строительства. Основные положения. – Москва : Минстрой России, 2016. – 166 с.
53. СП 52. 13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95* (с Изменением N1).
54. Справочная книга для проектирования электрического освещения / Под ред. Г.М. Кнорринга. – СПб.: Энергоатомиздат, 1992. – 448 с.
55. Типовая инструкция по охране труда при работе на персональном компьютере. Тои р-45-084-01 (утв. Приказом Минсвязи РФ от 02.07.2001).
56. Трансформация минерального состава донных отложений от истоков к устьям рек / Савичев О.Г., Домаренко В.А., Перегудина Е.В., Лепокурова О.Е. – Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. 2018. Т. 329. № 7. С. 43-56.
57. Требования к шуму и вибрации в помещениях "Инструкция по организации работ, охране труда и экологической безопасности при работе на пэвм (пк) в издательствах и на полиграфических предприятиях госкомпечати России" (утв. Приказом госкомпечати РФ от 11.12.98 n 130) // Госкомпечати России. – 1998.
58. Трудовой кодекс Российской Федерации (с изменениями на 16 декабря 2019 года) от 31.12.2001 г. № 256 // Российская газета. – . 2002.
59. Федеральный закон от 22.07.2013 г. №123 – ФЗ, Технический регламент о требованиях пожарной безопасности // М: Российская газета № 163 2008.
60. Экология микроорганизмов / Под ред. А.И. Нетрусова. М.: АКАДЕМА, 2004. 267 с.

Приложение А
(справочное)

State of knowledge and environmental conditions

Студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ВМ91	Бровченко Наталья Андреевна		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Савичев Олег Геннадьевич	Д.Г.Н., профессор		

Консультант – лингвист отделения иностранных языков ШБИП

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ст. пр.	Кемерова Наталья Сергеевна	ст. пр.		

CHAPTER 1. Hydrogeochemical and hydrological study of the river.

Kislovka and its catchment

Observations in this area are carried out by the Tomsk Center for Hydrometeorology and Environmental Monitoring - a branch of the Federal State Budgetary Institution “West Siberian Department for Hydrometeorology and Environmental Monitoring” (“Tomsk CGMS - a branch of the Federal State Budgetary Institution West Siberian UGMS”).

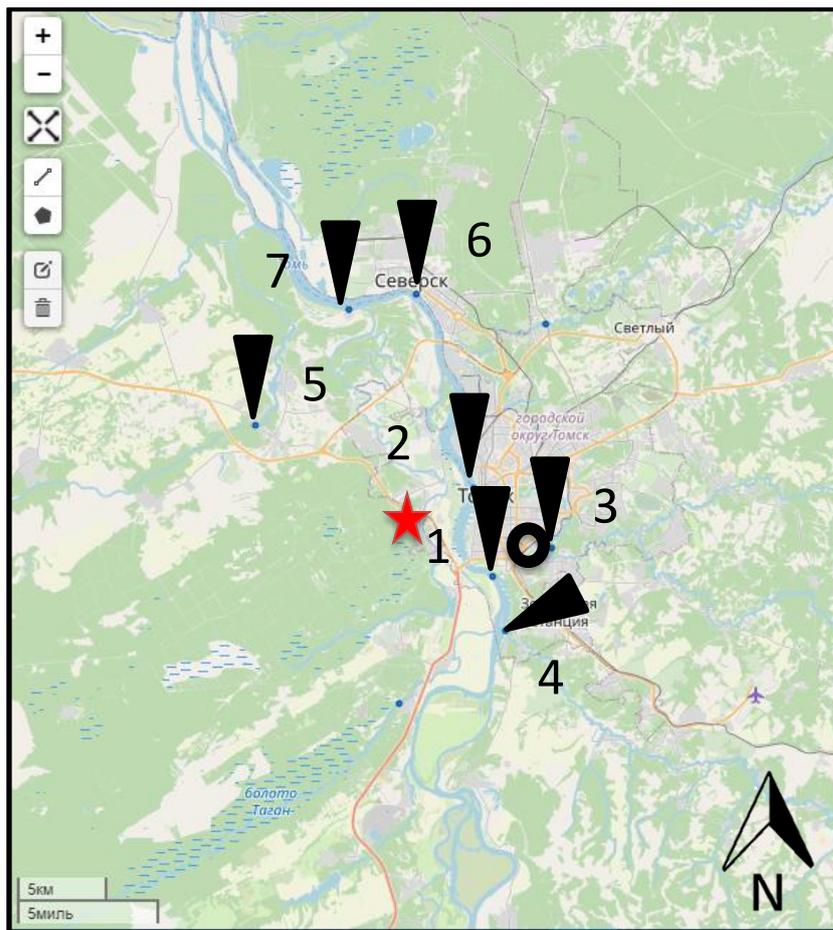


Figure 1 - Scheme of hydrometeorological exploration degree [5]

1 - Hydrological station number, ▼ hydrological post, ★ - object of study
○ - weather station

The study area is insufficiently explored. The available posts (stations) do not meet at least one of the conditions characterizing the territory as studied [52]. There are no hydrological posts on the Kislovka River itself. But there are hydrological posts in the area around the investigated object.

Table 1 - Basic data on gauging stations

№ п/ п	River - point	Drainage area, km ²	Distance (km) from		Observation period		Zero elevation	
			east	mouth	Open	Closed	Height , m	system
1	river Tom - city of Tomsk	57000	753	75	15.08.1963	Действ.	69.98	BS (77)
2	river Tom - Tomsk (pier)	57800	759	68	14.01.1918	Действ.	69.29	BS (77)
3	Ushayka river - Stepanovka village	713	52	13	30.09.1953	01.06.1990		
4	Tom river - Anikina village(Basandayka)	56100	746	81	23.04.1931	13.05.1935		
5	Poros river - Zorkaltsevo village	316	41	16	13.07.1973	Действ.	82.37	BS (77)
6	river Tom - Beloborodovo village	58300	770	57	18.10.1893	19.02.1952		
7	river Tom - village Popadeykino	60000	776	51	01.11.1967	11.06.1973		

The study of the composition of the waters of the Middle Ob and its large tributaries was carried out by O.G. Savichev, V.A. Lgotin, S.L. Shvartsev, N.M. Rasskazov, V.V. Yankovsky, Yu.V. Makushin and others. Since 1990 comprehensive work on the study of the ecological and geochemical state of the river Ob, Tom and their tributaries began to be carried out under the guidance of prof. S.L. Shvartsev at TPU and TF IGNG SB RAS.

In 2007, O.G. Savichev in his work "Sediment runoff of the Tom River (Western Siberia)" presented the results of studying the runoff of the entrained and suspended sediments of the river Tom near the city Tomsk. As a result of analyzing the data of long-term hydrological observations and mathematical modeling of channel deformations, it was found that the most suitable method for use is the method of G.I. Shamova.

In 2008, O.G. Savichev and V. A. Lgotin in the work "Spatial changes in the chemical composition of bottom sediments of the rivers of the Tomsk region"

generalized data on the chemical composition of river sediments in the Tomsk region. As a result of the study, a classification of bottom sediments by the content of oil products was developed, with its help it is possible to assess the anthropogenic impact on the environment and the level of pollution of water bodies in the Tomsk region.

In 2008, O.G. Savichev in the work “Mathematical modeling and forecast of channel deformations of the river Tom within the city of Tomsk (Western Siberia)” a mathematical model of deformation of the Tom river channel was developed and tested within the city of Tomsk on the river section 74.8 ... 58.3 km from the mouth. With its help, it is possible to predict changes in the velocity field, solid runoff and channel deformations. For its subsequent use, it is necessary to update and clarify the data on the topography of the seabed and the coastal part.

In 2009, O.G. Savichev in his work "Influence of interactions in the water-rock system on the formation of the composition of river waters in the Ob basin" On the basis of physicochemical calculations of the saturation of river waters in the Ob basin with respect to a number of minerals and organomineral compounds, it was found that river waters are capable of actively interact with bottom sediments and river sediments. The most active interactions were confined to areas and periods with increased modules of water flow. It was shown that the increase in the concentration of dissolved inorganic substances in river waters is limited by the low solubility of metal compounds with carbonates and humic acids.

In 2018, O. G. Savichev, V.A. Domarenko, E. V. Peregudina, O. E. Lepokurova, in the work "Transformation of the mineral composition of bottom sediments from sources to river mouths", generalized data on the mineral composition of bottom sediments of watercourses in the Ob river basins (Russian Federation: the Tom, Aktru, Pravaya Sarala, Kirgizka, Omutnaya rivers) and Hong (Vietnam: rivers Ban Thi, Chengu, Dai, Namdu, Fodai) obtained in 2000-2017. The dual role of geochemical processes in reducing the particle size of bottom sediments along the length of rivers was noted: 1) at first, the processes of dissolution and

leaching weaken the mechanical strength of large particles 2) then, after the mechanical destruction of particles as a result of collision with other particles, there is a sharp increase in the area of contact of water and breeds; 3) this leads to increased dissolution and/or leaching.

E.P. Yanin in 2018 in the book "Technogenic river silts (formation conditions, material composition, geochemical features)" considered the results of a long-term study of the material composition, geochemical features, conditions and processes of formation of technogenic river silts - a new type of modern river sediments formed in rivers in zones the influence of various sources of pollution. The sources of technogenic sedimentary material and the geochemical conditions of the environment of alluvial sedimentation, features of the morphology and structure of technogenic silts, their granulometric characteristics, mineral and chemical compositions were investigated.

In 2019, O. G. Savichev in his work "Investigation of the relationship between the chemical composition of waters and bottom sediments of Siberian rivers" developed a mathematical model of the relationship between the concentrations of Fe, Cu, Pb, Zn, As in the waters and bottom sediments of the river in the conditions of the taiga zone and mountain-taiga regions of Siberia and was offered algorithm for determining the parameters of this model.

In 2020, O. G. Savichev, V.A. Domarenko, O.E. Lepokurova in the work "Spatio-temporal changes in the material composition of bottom sediments and river waters of the Tugan placer cluster (Tomsk region)" presented the results of studies of changes in the chemical and mineral composition of bottom sediments and waters of the Omutnaya river (element of the Omutnaya-Kirgizka-Tom-Ob river system) in the main phases of the water regime in 2018-2019 within the Tugan placer cluster (ore minerals - ilmenite and zircon). Geochemical parameters were assessed using inductively coupled plasma mass spectrometry. It was found that the spatio-temporal changes in the gross contents of chemical elements are generally interrelated with the forms of their migration: in the spring flood, a general increase in the

concentrations of substances with a predominant suspended form was noted, in the winter low-water period - with the dissolved form.

E.P. Yanin in 2020 in his book "Geochemistry of river epiphyte suspension in the zone of influence of an industrial city" considered the results of studying a special component of the river environment - epiphyte suspension, that is, sedimentary material associated with macrophytes, the need for a geochemical study of which was one of the first to be pointed out by V.I. Vernadsky. The sources and processes of formation of the epiphytic suspension, its material composition, geochemical features, and ecological significance were studied.

Faizova L.V. in 1980, in her work "Bottom animals of reservoirs in the environs of Tomsk as indicators of saprobity," she presented data on the species composition and development of oligochaetes, leeches, larvae of chironomids and mollusks from the r. Tom, including r. Kislovka. It was found that some animal species are bioindicators of saprobity and can be used in the sanitary assessment of river flows. In general, for pp. Tomi, Basandaiki, Ushaiki, Chernoy and Kislovka were characterized mainly by alpha- and mesosaprobic organisms. Oligosaprobites (*Pisidium amnicum*) were found in insignificant quantities. Based on this, it was determined that the waters of the river. Tom and its tributaries are heavily polluted [39].

Bryushko E.P., Bychkov O.A., Olkhovatenko V.E. in 2017, in their work "Assessment of the impact of the production activities of the livestock complex of LLC "Zarechnoye" on the state of the environment within the village of Kislovka, Tomsk district", the maximum contents of some pollutants in the wastewater of LLC "Zarechnoye" and the Kislovka, based on data from the Department of Natural Resources and Environmental Protection of the Tomsk Region. Revealed significant excess of the maximum permissible concentration of pollutants for the river. Kislovka and for waste water. They concluded that additional research is needed to clarify the ecological conditions of the territory [6].

CHAPTER 2. Natural conditions for the formation of the ecological and geochemical state of the river. Kislovka

2.1 Geographical and administrative position

The Kislovka River is a left-bank tributary of the river Tom. Its catchment area is located within the boundaries of the Ob-Tomsk interfluve. Administratively, it is part of the Tomsk District of the Tomsk Region. The city of Tomsk and several settlements are located within the study area.

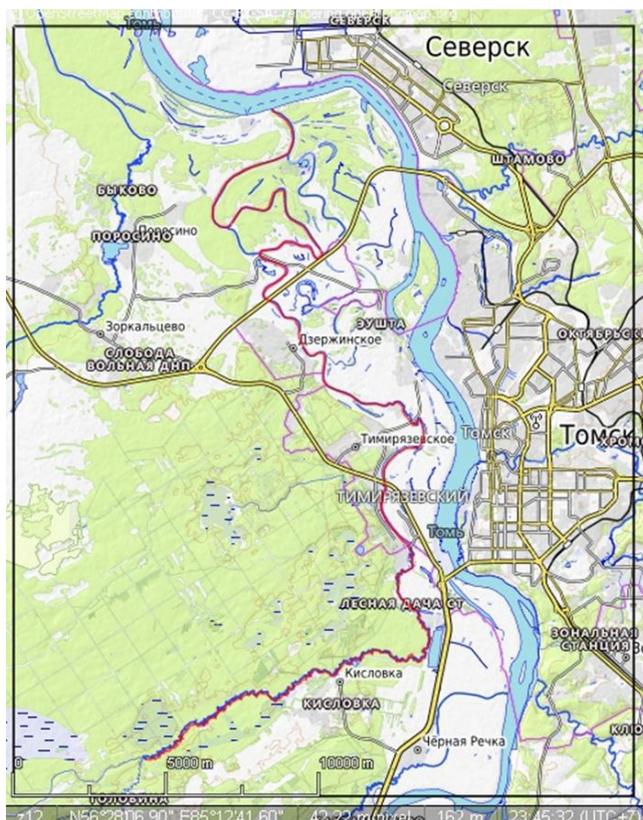


Figure 2 - Scheme of the study area (Kislovka river)

In this work, the object of research is the bottom sediments of the Kislovka River. Kislovka is a river in Tomsk and the Tomsk district of the Tomsk region. It is a left-bank tributary of the river Tom.

The Kislovka River is formed as a result of the confluence of the Elovka (left) and Zhukovka (right) rivers, 1.5 km from the village of Golovina, on the territory of the Timiryazevskaya forest dacha. From the source 13.7 km the river flows from the south-west to the north-east. Then it turns almost 90 degrees to the left and flows from south to north. Near the village of Timiryazevskoe river Kislovka

flows through Lake Toyanovo and before flowing into the river. Tom is called the Chipmunk channel. Technically, in the Tom Valley, the Kislovka turns into the Chipmunk channel (Tom), which is hydraulically connected to the Tom. It flows into Tom in front of the city of Seversk. On its way the Kislovka River flows near the village of Kislovka, the villages of Timiryazevskoye and Dzerzhinskoye, the villages of Petrovo and Boriki, and the Severny Park microdistrict.

The length of the river Kislovka is 48.7 km, the catchment area is 458 km², and the average slope from the source to the left of the river is 0,0009. River bed Kislovka is not blocked by dams of various types. River bed Kislovka is composed of alluvial deposits. The average meandering coefficient of the river is 1,7. Within the surveyed area of the river Kislovka is not navigable. Timber rafting along the river Kislovka is not produced.

2.2 Climatic conditions

Tomsk city according to the climatic classification of B.P. Alisova is located in a temperate zone with a continental type of climate, where summers are warm and winters are cold with a stable snow cover. The territory is characterized by uniform moisture, as well as a sharp change in weather conditions associated with the complexity of the circulation of air masses over the West Siberian lowland.

Tomsk is located approximately at 56 ° n. w., its location determines the amount of solar radiation entering its territory. The duration of the sunshine depends on the cloudiness. The maximum longest average duration of sunshine is observed in summer with a maximum in June-July - 276-272 hours, and the minimum in December - 21 hours [8].

The relief plays an important role in creating the climate in the city. Tomsk can be characterized as a city with a large elevation difference of about 60-70 m. Among the elements of the river valley, one can distinguish: floodplain, terraces and interfluve [8].

The air temperature amplitude in Tomsk is well expressed for the year, averaging 37.4 ° C.

Winter in Tomsk is at first characterized by large temperature changes, strong winds, grayness, then closer to the middle the weather becomes clear frosty, the wind strength weakens. A stable snow cover and the subsequent onset of frost occurs in a fairly short time - about 2-3 days. Freezing occurs when the average daily temperature becomes less than 5 ° C. For Tom the onset of freeze-up occurs from 6 to 12 November. The average daily temperature ranges from -10 to -25 ° C. The maximum temperature drop can reach -45, -50 ° C. The winter period lasts approximately 150 days. The end of winter falls on the end of March [3].

In spring, a second cold snap is possible at the end of May and at the beginning of July. The warmest days of summer are in mid-July. The average daily temperature in July becomes more than 19 ° C. The number of days when the average daily temperature exceeds 18 ° C for Tomsk is 32-34 days. From the middle of August, there is a decline in the summer phase, fogs and rains begin, and frost in places.

Most of the precipitation falls during the warm season. Annual precipitation is 568 mm. The thunderstorm season is between April and October. Their frequency is 25 times a year. Uneven precipitation is observed, where the minimum is in January-April (22-35 mm), and the maximum is in July (76 mm).

Snow cover lasts about 176 days on average, at which time its height is about 59 cm. The average date of formation of stable snow cover is 31 October. Its destruction and descent fall on April 19 and 27, respectively.

In the city of Tomsk southwest and southerly winds prevail. Its average annual speed is 1.6 m/s. The maximum wind speeds are observed in winter (December-February), and the minimum - in summer (July-August) [20].

The prevailing wind direction for Tomsk in winter is south and southwest, while in summer it is south and northeast. Hence, we can conclude that the prevailing winds are south and south-west.

2.3 Geological and geomorphological conditions

The study area is located within the Ob-Tomsk interfluvium, on the left bank of the river. Tom.

Regionally, the study area is confined to the edge of the West Siberian plate and the immersion of the Paleozoic structures of the Kolyvan-Tomsk folded zone under it. The West Siberian Plate itself belongs to the young epigercynian plates. The cover is composed of Mesozoic-Cenozoic stratified sedimentary complexes and includes deposits of the Carboniferous, Lower Cretaceous, Oligocene. The foundation of the platform is composed of Paleozoic rocks [4, 7, 19, 25].

Coal system. The Upper Devonian – Lower Carboniferous undifferentiated Salamatov and Yarskaya Formations, the Lower Carboniferous Lagernosad Formation, and the Lower Middle Carboniferous Basandai Formation are distinguished by the peculiarities of the lithological composition in the Carboniferous system [26].

Cretaceous system. The Cretaceous system is represented by continental deposits of the lower and upper sections. The Ilek Formation is distinguished as part of the Lower Cretaceous deposits; the Lower-Upper Cretaceous deposits include the Kiy Formation. The Upper Cretaceous deposits are subdivided into the Simonovskaya and Symenskaya formations.

Paleogene system. The Paleogene sediments are subdivided into the Lower-Middle Eocene Lulinvor Formation, the Middle Eocene Coastal Kuskovskaya Formation, the Upper Eocene Continental Yurkovskaya Formation, and the Lower Oligocene Continental Novikhaylov Formation and the Upper Oligocene Lagernotom Formation. Eocene sediments in their development are limited in the southeast of the region by the slope of the Tomsk basement ledge, Oligocene sediments with facial intertransitions are widespread [26].

Quaternary system. The Quaternary map shows rocks of various genetic types, the age of which is indicated in accordance with the generally accepted legend. Due to the fact that it is impossible to subdivide the Upper Pliocene and

Lower Quaternary sediments within sheet O-45-XXXI, their description is given together and they are distinguished under the name of the Kochkovskaya Formation. Then the middle section is distinguished, represented by the Fedosov Formation, alluvial deposits of the IV above-floodplain terrace (alQ2IV). Further the middle - upper sections including alluvial deposits of the III above-floodplain terrace (alQ2-3III) and eluvial-deluvial deposits (el + dQ2-3). Then the upper section is represented by alluvial deposits of the II above-floodplain terrace (alQ3II) and alluvial deposits of the I above-floodplain terrace (alQ3I). The upper and modern sections are represented by aeolian deposits (eolQ3-4). And finally a modern department [28].

The first terrace above the floodplain is traced in the form of narrow areas in the valleys of the Tom and Ob rivers. Its relative height ranges from 8 to 10 m. The terrace is accumulative. The thickness of the deposits is 25 m. They are represented by grayish-yellow and gray horizontally cross-bedded quartz-feldspar sands with the inclusion of gravel and poorly rounded pebbles. In some places in the thickness of the alluvium there are interlayers and lenses of gray, light gray and other clays and sandy loams.

Aeolian formations are widely developed in the Ob-Tomsk interfluvium and on the above-floodplain terraces of the Ob and Tom.

In the Ob-Tomsk interfluvium, they occur on the lacustrine-alluvial sediments of the Fedosov Formation and on the sediments of high above-floodplain terraces, where the sands blown into it form a kind of dune-hilly relief. Aeolian sands are gray, light gray, less often light yellow. They are usually medium-grained, have good grading and roundness of clastic material. There are no paleontological remains in them. The thickness is 5-10 m.

Modern Quaternary sediments are represented by sediments of high and low terraces, lacustrine and bog formations.

Modern alluvial deposits include sediments of low and high floodplain terraces, which are ubiquitous along river valleys and their tributaries. Alluvial

deposits of a high floodplain (up to 6 m relative height) are relatively rarely exposed since most often a low floodplain is traced along river valleys (its relative height is 1.5-2 m). The floodplain terraces are composed of gray and light gray mixed-grained sands with gravel and pebbles. Floodplain alluvium consists of silty loams and sandy loams containing the fauna of modern freshwater molluscs. The thickness of the deposits is up to 20 m.

Modern bog and lacustrine deposits are represented by peat bogs, silts, clays with organic remains containing interlayers of marl, calcareous tuff and bog iron ore. Swamp and lacustrine deposits are especially developed on the surface of the first above-floodplain terrace, and less on the second and third above-floodplain terraces and in interfluvial spaces.

Sediments of the Kislovka River belong to modern alluvial deposits. The Kislovka River itself cuts into the sediments of the first above-floodplain terrace of the Tom River. It flows through lacustrine-boggy deposits lhQ4, alluvial deposits of floodplain terraces alQ4, eolian deposits of eolQ3 and alluvial deposits of the first above-floodplain terrace alQ3I.

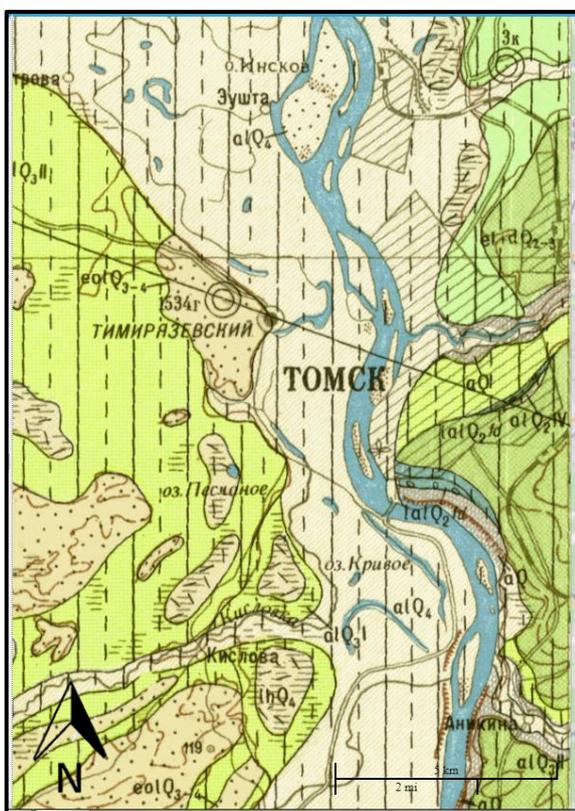


Figure 3 - Map of Quaternary deposits [22]

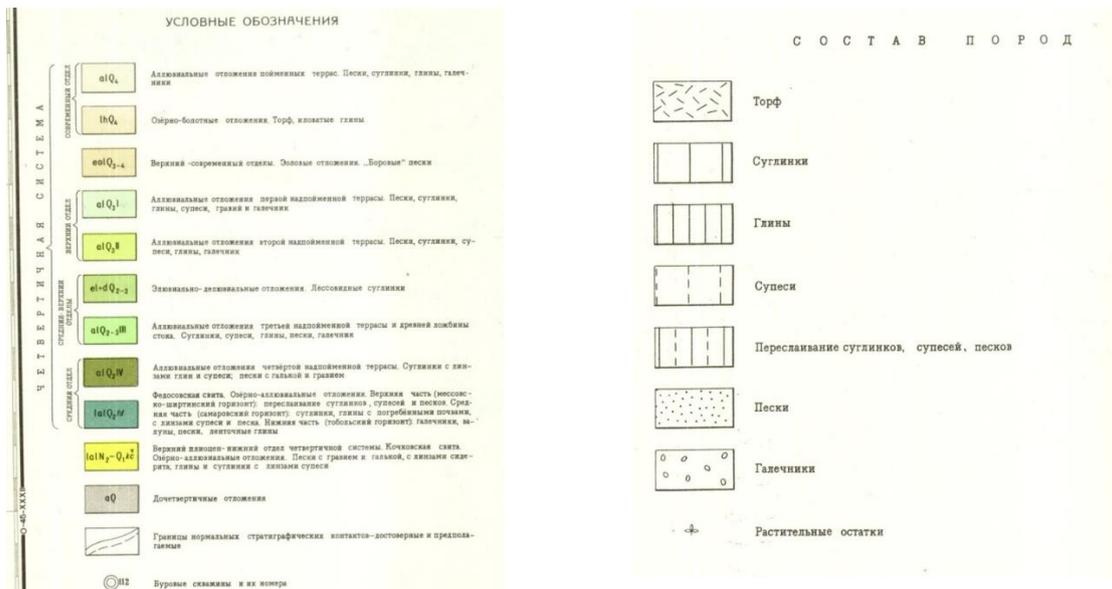


Figure 4 - Symbols [22]

2.4 Soil and vegetation cover

The landscape zone of the study area is the subtaiga subzone. It acts as a transition zone from taiga and coniferous forests to deciduous forests and meadows.

There is a predominance of forb types of plantations in the forests. Among them are coniferous (cedars, pines) and deciduous (birches, aspens) plantations. In places where the forest no longer exists, continental meadows have appeared, similar to those of a forest-steppe. About 40 types of plantations take part in the greening of the city. The most common ones are: birch, poplar, spruce, pine, maple, etc.

Floodplain r. Tom is represented by alluvial sod soils. The soils of the floodplains of small rivers are alluvial-boggy.

The predominant soils in the study area are floodplain acidic soils. And the parent rocks are characterized by a frequent change of rocks of different texture with a predominance of sands and sandy loams.

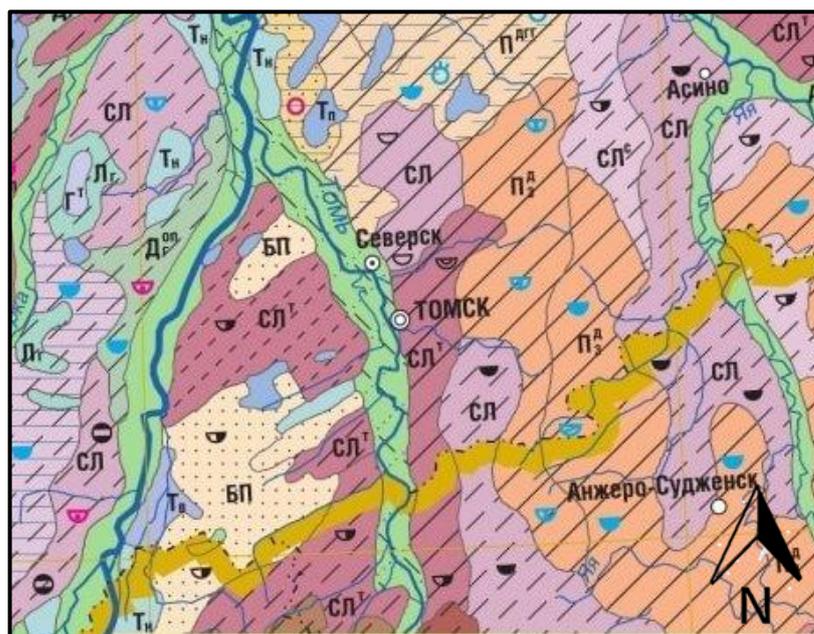


Figure 5 - Soil map, scale 1: 2 500 000 [33]



Figure 6 - Legend. Soils and parent rocks [33]

Human activities have a great impact on the formation of soil and vegetation cover. There is no longer a clear zoning in the city, a large area is occupied by buildings and structures, as well as asphalt or modified soils. A layer of anthropogenic deposits is created within the residential area. Its components can be: household waste, mixed soil, organic matter [11, 21, 24].

2.5 Hydrological and hydrogeological conditions

Surface water resources

The territory of the Tomsk region is located within the basin of the Kara Sea. Water bodies of this territory mainly belong to the basins of the Upper and Middle Ob, also a small part belongs to the Yenisei basin in the north-east of the region.

The river network of the Tomsk region is represented by about 18,1 thousand rivers. Their total length is about 95 thousand km, many of them belong to small rivers and streams. The rivers of the region are flat, as a rule, meandering, with small slopes and a slow flow. The rivers of the region are mainly fed by snow (up to 80%). The water regime of most rivers is characterized by an extended relatively low spring-summer flood, an increased runoff in the summer-autumn period and a low winter low-water period. Freezing on rivers is observed in autumn (late October - early November), freeing from ice in spring (late April - May). The main rivers of the Tomsk region are the Ob with its tributaries Vasyugan, Ketyu, Parabel, Tom, Tym, Chaya, Chetya, Chulym, Shegarka and others. The Yenisei basin is represented by the upper reaches of the Maly Kas River and some of its tributaries [32].

One of the rivers in the Tomsk region is the Kislovka river studied in this work.

The hydrographic network of Kislovka is included in the territory of the Tomsk region. The rivers of the region are meandering, with a slow flow, a small dip, and insignificant slopes. The slow melting of snow in the forests, the abundance of swamps make the rivers full-flowing for a long time, the spring flood stretches for more than 2 months. The rivers are fed mixed, the main sources are snow, ground and rainwater.

There are no hydrological observation points directly in the study area. The nearest gauging stations are located in the city of Tomsk, where the river is monitored. Tom:

- Tomsk, hydrostvor (above the city) - 69.25 mBS;
- Tomsk, pier - 69.32 mBS.

Stock mode. The rivers are fed by melt water of seasonal snow, precipitation and groundwater. The main source of food is winter precipitation which forms 60-90% of the annual runoff.

By the nature of the water regime the rivers belong to the type of rivers with spring-summer floods and floods in the warm season.

The main phase of the rivers is the flood, during which 60-90% of the annual runoff occurs, and the maximum flow rates and the highest water levels are observed.

High water. The flood starts at the end of April - beginning of May. The average duration of high water is 83-140 days. Precipitation is the main source of water for rivers during flood periods. The amount of surface inflow of melt water determines the total layer of spring runoff. Snow runoff is 75-100% of the annual, rainfall -0-10%, groundwater - 0-20%.

Summer-autumn low-water period. After the passage of high water on the rivers of the territory for 3-4 months (from June to October), a summer-autumn low-water period is established.

The summer-autumn low-water period is almost annually disturbed by the passage of rain floods. Summer floods begin as early as the flood recession and continue until the onset of ice phenomena. The smallest costs for the period of summer-autumn low-water period are observed in August and September.

Winter low-water period. Winter low-water period is established in late October - early November and lasts until the beginning of the rise in high water. The lowest water discharge during the low-water period is observed, as a rule, at the end of the period. The water regime of rivers during the winter dry season is closely related to groundwater regime and ice regime on rivers. The rivers are characterized by stable freeze-up.

Level mode. The water level rises in the spring, towards the end of April. At this stage, the level rise can reach 80 cm/day.

The flood decline is characterized as a smoother process and its intensity varies from the flood level - high or low (from 10 to 60 cm / day).

The lowest levels are observed in early autumn. Their average amplitude of fluctuations is on average 0,60-1,80 m.

The lowest levels for the year are observed during the winter low-water period. They fall in the second half of winter (February-March). On average, their height is 5-25 cm less than the lowest levels in summer.

Temperature conditions. The average long-term water temperature in rivers for the warm period (April - October) averages 9,5 ° C. The transition of water temperature through 0,2 ° C in spring occurs at the beginning of May. The highest temperature is observed in July the average monthly values are 16 -18 ° C. In August the water temperature begins to drop as a result of which the monthly temperature in September on the rivers is 9 - 11 ° C. In October due to further cooling, the water temperature in the rivers drops to 2-5 ° C, remaining, however, until the end of the ice-free period, higher than the air temperature by 1.5-2 ° C. The transition of water temperature through 0.2 ° C occurs at the end of October - early November.

Ice regime. Freezing occurs on average in early November. The maximum thickness of the ice cover reaches 105 - 107 cm. By the beginning of the ice drift, the ice thickness decreases to 50-70 cm. The spring ice drift begins on average on May 8 and lasts 5-6 days. Complete cleansing of ice occurs in mid-May. The waters are characterized as: fresh, bicarbonate calcium, neutral, in summer, slightly alkaline.

Hydrogeological conditions. The Kislovka river and its catchment are located on the left bank of the river. Toms within the Ob-Tomsk interfluve.

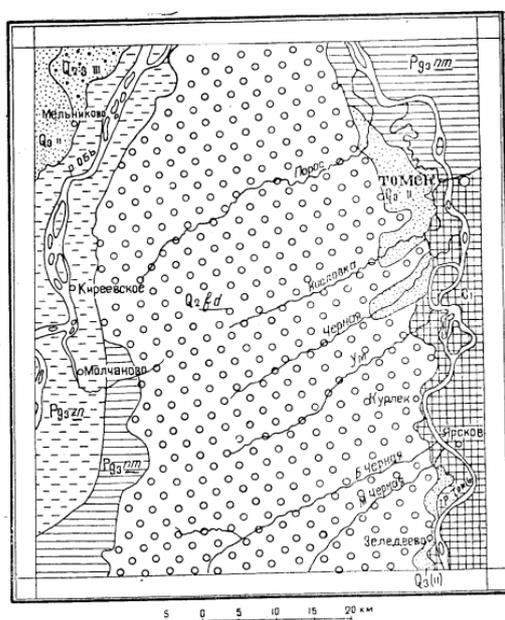
The location of the drainage basin in the area of groundwater inflow provides the local center with drinking water. Under these conditions a change in the natural nutrition and discharge of groundwater can cause disturbances in the river flow regime.

In comparison with the European part of Russia, Western Siberia is poorly and unevenly studied hydrologically. This is a pronouncedly insufficient knowledge of the hydrological regime of rivers and the absence of an ubiquitous network of gauging stations.

The Kislovka River flows through an ancient hollow. Much of the snow and rainwater from the entire catchment area is accumulated by alluvial deposits. The underground waters of this territory participate in the formation of the discharge, due to the discharge into the river.

Surface water runoff is more of the recharge (62%) of the Kislovka River than groundwater runoff (38%) [34].

The left-bank tributaries of the Tom are often stretched from the southwest to the northeast. The river floodplains are boggy and forested. The catchment area of Kislovka is forested (74%) and swampy (10-14%) [9]. The presence of swamps determines the presence of organic matter.



1 — грунтово-межпластовые воды второй надпойменной террасы (дебиты скважин 0,36–5 л/сек при понижении уровня на 0,2–7,6 м); 2 — грунтово-межпластовые воды третьей надпойменной террасы (дебиты скважин 1,18–5 л/сек при понижении уровня на 0,2–4,9 м); 3 — межпластовые воды песчано-галечниковых отложений федосовской свиты (дебиты скважин 0,31–4,7 л/сек при понижении уровня на 0,6–23,4 м); 4 — межпластовые воды знаменской свиты (дебиты скважин 0,411–2 л/сек); 5 — межпластовые артезианские воды новомихайловской свиты (дебиты скважин 0,55–7,77 л/сек при понижении уровня на 0,4–33,85 м); 6 — трещинные и трещинно-жильные воды нижнекаменноугольных отложений (дебиты скважин 0,1–5,8 л/сек при понижении уровня на 0,65–29,1 м); 7 — гидрогеологические границы

Figure 7 - Schematic map of hydrogeological zoning according to water supply conditions [10]