

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

---

Институт природных ресурсов  
Направление подготовки Природообустройство и водопользование  
Кафедра гидрогеологии, инженерной геологии и гидрогеоэкологии

**МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ**

Тема работы
<b>Поступление загрязняющих веществ с поверхностным стоком городских территорий в р. Ушайку г. Томска</b>

УДК 556.531:628.39 (571.16)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ВМ41	Гейвус Анастасия Станиславовна		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф. ГИГЭ	Пасечник Е.Ю.	К.г.-м.н.		

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф. ЭПР	Шарф И.В.	К.э.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент каф. ЭБЖ	Немцова О.А.			

По разделу «Иностранный язык»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф. ИЯПР	Матвеев И.А.	Д.ф.н.		

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф. ГИГЭ	Гусева Н.В.	К.г.-м.н.		

## ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ООП

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)	Требования ФГОС, критериев и/или заинтересованных сторон
<i>Профессиональные компетенции</i>		
P1	Использовать <i>фундаментальные</i> математические, естественно-научные, социально-экономические и профессиональные знания в области <i>специализации</i> при осуществлении изысканий и <i>инновационных</i> проектов сооружения и реконструкции объектов природообустройства и водопользования	Требования ФГОС ВПО (ОК-1, ПК-1, ПК-2) Критерий 5 АИОР (п.1.1, 1.6), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI
P2	Ставить и решать научно-исследовательские и <i>инновационные</i> задачи инженерных изысканий для проектирования объектов природообустройства и водопользования <i>в условиях неопределенности</i> с использованием <i>глубоких фундаментальных</i> и <i>специальных</i> знаний	Требования ФГОС ВПО (ОК-5, ОК-7, ПК-3, ПК-4, ПК-5) Критерий 5 АИОР (п. 1.2), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI
P3	Выполнять <i>инновационные</i> проекты, эксплуатировать объекты природообустройства и водопользования с применением <i>фундаментальных</i> знаний и <i>оригинальных</i> методов для достижения <i>новых</i> результатов, обеспечивающих <i>конкурентные преимущества</i> в условиях <i>жестких</i> экономических, экологических, социальных и других ограничений	Требования ФГОС ВПО (ОК-1, ОК-2, ОК-3, ПК-6, ПК-8) Критерий 5 АИОР (п. 1.3), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI
P4	<i>Разрабатывать</i> на основе <i>глубоких</i> и <i>принципиальных</i> знаний программы мониторинга объектов природообустройства и водопользования, мероприятия по снижению негативных последствий антропогенной деятельности в условиях <i>жестких</i> экономических, экологических, социальных и других ограничений	Требования ФГОС ВПО (ОК-5, ОК-7, ПК-7) Критерий 5 АИОР (п. 1.5), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)	Требования ФГОС, критериев и/или заинтересованных сторон
Р5	Планировать, организовывать и выполнять <i>исследования</i> антропогенного воздействия на компоненты природной среды, включая <i>критический анализ данных из мировых информационных ресурсов, формулировку выводов в условиях неоднозначности</i> с помощью <i>глубоких и принципиальных</i> знаний и оригинальных методов	Требования ФГОС ВПО (ОК-1, ОК-2, ОК-5, ОК-7, ПК-9, ПК-10) Критерий 5 АИОР (п. 1.4), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI
Р6	Профессионально выбирать и использовать <i>инновационные</i> методы исследований, современное научное и техническое оборудование, программные средства для решения научно-исследовательских задач с учетом юридических аспектов защиты интеллектуальной собственности	Требования ФГОС ВПО (ОК-1, ПК-11, ПК-12, ПК-13) Критерий 5 АИОР (п. 1.4, 1.6), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI
<i>Универсальные компетенции</i>		
Р7	Использовать <i>глубокие</i> знания в области проектного <i>менеджмента</i> , находить и принимать управленческие решения с соблюдением профессиональной этики и норм ведения <i>инновационной</i> инженерной деятельности с учетом юридических аспектов в области природообустройства, водопользования и охраны природной среды	Требования ФГОС ВПО (ОК-6, ОК-7, ПК-1, ПК-7) Критерий 5 АИОР (п.2.1, 2.4) согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI
Р8	<i>Активно владеть иностранным языком</i> на уровне, позволяющем работать в иноязычной среде, включая разработку документации и презентацию результатов проектной и <i>инновационной</i> деятельности.	Требования ФГОС ВПО (ОК-1, ОК-3, ОК-4). Критерий 5 АИОР (п. 2.2), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)	Требования ФГОС, критериев и/или заинтересованных сторон
Р9	Эффективно работать индивидуально и в качестве <i>руководителя группы</i> , в том числе и <i>международной</i> , состоящей из специалистов различных направлений и квалификаций, демонстрировать <i>ответственность за работу коллектива</i> , готовность следовать профессиональной этике и нормам, <i>корпоративной культуре</i> организации	Требования ФГОС ВПО (ОК-4, ОК-5, ОК-6, ОК-7, ПК-1) Критерий 5 АИОР (пп. 1.6, 2.3, 2.4), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI
Р10	Демонстрировать <i>глубокое знание</i> правовых, социальных, экологических и культурных аспектов <i>инновационной инженерной деятельности</i> , <i>осведомленность</i> в вопросах безопасности жизнедеятельности, быть <i>компетентным</i> в вопросах <i>устойчивого развития</i>	Требования ФГОС ВПО (ОК-1, ОК-2, ОК-5, ПК-12). Критерий 5 АИОР (пп. 2.5), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI
Р11	<i>Самостоятельно</i> приобретать с помощью новых информационных технологий <i>знания и умения</i> и непрерывно <i>повышать квалификацию</i> в течение всего периода профессиональной деятельности	Требования ФГОС ВПО (ОК-1, ОК-2, ПК-3), Критерий 5 АИОР (пп. 2.6), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

---

Институт природных ресурсов  
Направление подготовки (специальность) Природообустройство и водопользование  
Кафедра гидрогеологии, инженерной геологии и гидрогеоэкологии

УТВЕРЖДАЮ:

Зав. кафедрой

\_\_\_\_\_ Гусева Н.В.  
(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

**ЗАДАНИЕ**

**на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

Магистерской диссертации
--------------------------

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

Студенту:

Группа	ФИО
2ВМ41	Гейвус Анастасия Станиславовна

Тема работы:

Поступление загрязняющих веществ с поверхностным стоком городских территорий в р. Ушайку г. Томска
--

Утверждена приказом директора (дата, номер)	18.03.2015 №1717/с
---	--------------------

Срок сдачи студентом выполненной работы:	1.06. 2016 г.
--	---------------

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

<p><b>Исходные данные к работе</b></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>Объектом исследования является р.Ушайка в пределах г. Томска. Выполнен расчет массы загрязняющих веществ, поступающих с поверхностным стоком городских территорий в р. Ушайка.</p>
---	---

<p><b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b></p> <p><i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<p>Проводилась характеристика геоэкологического состояния р. Ушайки в пределах г. Томска, а также было произведено построение карты-схемы водоотведения ливневых вод в р. Ушайка (в пределах г. Томска). Был сделан расчет массы загрязняющих веществ, поступающих с поверхностным стоком городских территорий в реку. Приведен перечень мероприятий необходимых для соблюдения чистоты на водосборной территории р. Ушайка. В заключении был сделан вывод о влиянии хозяйственной деятельности на реку.</p>
<p><b>Перечень графического материала</b></p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<p>Схема точек отбора проб снегового покрова; Схема водоотведения ливневых вод в р. Ушайку в пределах г. Томска; Схема водосборного бассейна с выделением участков водосборной площади на основании особенностей рельефа г. Томска;</p>
<p><b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b></p>	
<p><b>Раздел</b></p>	<p><b>Консультант</b></p>
<p>Социальная ответственность</p>	<p>Доцент кафедры ЭПР ИПР ТПУ И.В. Шарф</p>
<p>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</p>	<p>Ассистент кафедры ЭБЖ ТПУ О.А. Немцова</p>
<p>Иностранный язык</p>	<p>Доцент кафедры ИЯПР ТПУ И.А. Матвеевко</p>
<p><b>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</b></p>	
<p>Глава 1. Изученность геоэкологической обстановки бассейна р. Ушайки</p>	
<p>Глава 2. Природные условия г. Томска</p>	
<p>Глава 3. Оценка хозяйственной деятельности на водосборной территории р. Ушайка в пределах г. Томска</p>	
<p>Глава 4. Химический состав природных вод</p>	
<p>Глава 5. Поступление загрязняющих веществ с поверхностным стоком городских территорий в р. Ушайку</p>	
<p>Глава 6. Рекомендации по снижению загрязнения природных вод и водосборного бассейна р. Ушайки</p>	
<p>Глава 7. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</p>	
<p>Глава 8. Социальная ответственность</p>	
<p><b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b></p>	<p>18.03.15</p>

**Задание выдал руководитель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф. ГИГЭ	Пасечник Е.Ю.	К.Г.-М.Н.		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ВМ41	Гейвус А.С.		

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 159 с., 36 рис., 38 табл., 103 источников, 1 прил.

Ключевые слова: загрязнение водного объекта, стационарный источник загрязнения, экологический мониторинг, геоинформационные технологии, Ушайка, Томск.

Объектом исследования является река Ушайка и ее водосбор в пределах г. Томска.

Целью исследования является расчет массы загрязняющих веществ, поступающих с поверхностным стоком городских территорий в р. Ушайка в пределах г. Томска.

В процессе исследования проводились опробование снегового покрова, а также исследовался химический и микробиологический анализ снеговой воды.

В результате исследования произведен расчет массы загрязняющих веществ, поступающих с поверхностным стоком городских территорий в р. Ушайка в пределах г. Томска.

Основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики: созданы схемы точек опробования снегового покрова, водоотведения ливневых вод в р. Ушайка.

Степень внедрения: цель исследования достигнута; изучено геоэкологическое состояние р. Ушайка в пределах г. Томска.

Область применения: гидрогеохимия, геоэкология

Экономическая эффективность/значимость работы: расчет массы загрязняющих веществ, поступающих с поверхностным стоком городских территорий поможет снизить объемы сброса сточных вод предприятий, а также провести необходимые мероприятия по устранению проблемы водоотведения частного сектора и ливневой канализации г. Томска.

## **Abstract**

Final qualifying work 158 p., 36 fig., 38 tab., 103 sources, 1 application

Keywords: pollution of the water body, a stationary source of pollution, environmental monitoring, geo-information technologies, Ushayka, Tomsk.

The object of research is the Ushayka River and its catchment area within the city of Tomsk.

The aim of the study is to calculate the mass of pollutants released to surface runoff in urban areas in the Ushayka River within the city of Tomsk.

The study carried out testing of the snow cover, as well as chemical and microbiological analysis of snow water.

The study calculated the mass of pollutants released to surface runoff in urban areas in the Ushayka River within the city of Tomsk. And it was given a list of measures needed to comply with the purity of the river, including its catchment area.

The basic constructive, technological and technical and operational characteristics established card-circuit test points of the snow cover, drainage of storm water into the Ushayka River.

Degree of implementation: The purpose of the study achieved; studied geoecological condition Ushayka River within the city of Tomsk.

Scope: Hydrogeochemistry, geoecology

Cost-effectiveness / value of the work: the calculation of the mass of pollutants released to surface runoff in urban areas to help reduce the amount of wastewater treatment plants, as well as to undertake the necessary measures to eliminate the problems of the private sector sanitation and stormwater Tomsk.

## Определения, сокращения, обозначения

В данной работе применены следующие термины с соответствующими определениями:

*ПДК* – предельно допустимая концентрация

*БПК* – биологическое потребление кислорода

*СИГЭКиА* – специализированная инспекция государственного экологического контроля и анализа

*Загрязнение водных объектов* – сброс или поступление иным способом в поверхностные и подземные водные объекты, а также образование в них вредных веществ, которые ухудшают качество поверхностных и подземных вод, ограничивают (исключают) их использование либо негативно влияют на состояние дна и берегов водных объектов [75].

*Стационарный источник загрязнения* – это предприятие, цех, агрегат, установка или другой неподвижный объект, который сохраняет свои пространственные координаты в течение определенного времени и осуществляет выбросы загрязняющих веществ в атмосферу и / или сбросы загрязняющих веществ в водные объекты [75].

*Прибрежная зона* – территория, которая примыкает к береговой линии моря, реки, ручья, канала, озера, водохранилища и на которой устанавливается специальный режим осуществления хозяйственной и иной деятельности в целях предотвращения загрязнения, засорения, заиления водного объекта и истощения его вод, а также сохранения среды обитания водных биологических ресурсов и других объектов животного и растительного мира [75].

## Оглавление

Глава 1. Изученность геоэкологической обстановки бассейна р. Ушайки.....	18
Глава 2. Природные условия г. Томска.....	21
2.1 Физико-географическое положение г. Томска.....	21
2.2 Климат .....	22
2.2.1 Факторы формирования термического режима г. Томска.....	24
2.2.2 Термический режим г. Томска.....	25
2.3 Рельеф.....	33
2.4. Почвенно - растительный покров.....	36
2.5 Гидрология.....	37
2.6 Геологическое строение территории г. Томска .....	41
2.7. Гидрогеологические условия территории г. Томска .....	52
Глава 3. Оценка хозяйственной деятельности на водосборной территории р. Ушайка в пределах г. Томска.....	68
3.1 Влияние строительства на водосборной территории на геоэкологическое состояние р. Ушайки .....	76
Глава 4. Химический состав природных вод .....	80
4.1 Химический состав снегового покрова.....	88
4.1.1. Микробиологический состав снегового покрова.....	91
Глава 5. Поступление загрязняющих веществ с поверхностным стоком городских территорий в р. Ушайку.....	94
5.1 Качественная характеристика поверхностного стока с селитебных территорий и площадок предприятий г. Томска.....	94
5.2 Определение среднегодовых объемов поверхностных сточных вод .....	97

5.3 Расчет массы поступающих загрязняющих веществ с ливневыми и тальными водами.....	99
Глава 6. Рекомендации по снижению загрязнения природных вод и водосборного бассейна р. Ушайки .....	109
Глава 7. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	112
7.1 Расчет затрат времени, труда, материалов, оборудования .....	112
7.1.1 Полевые работы.....	112
7.1.2 Лабораторные исследования.....	115
7.1.3 Камеральные работы.....	116
7.2 Расчет затрат на оплату труда основных исполнителей работ .....	116
7.3 Расчет отчислений на социальные нужды.....	116
7.4 Расчет затрат на специальное оборудование для лабораторных работ...	117
Глава 8. Социальная ответственность.....	122
8.1. Анализ выявленных вредных факторов в лабораторных условиях.....	122
8.2. Анализ опасных факторов в лабораторных условиях.....	126
8.3 Экологическая безопасность.....	129
8.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	131
8.5 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности .....	132
Заключение .....	134
Список публикаций.....	135
Список использованных источников .....	138
Приложение 1 .....	150

## Введение

**Актуальность исследования.** В течение долгого времени качество воды постоянно ухудшается и достигает таких уровней загрязнения, когда использование воды в разнообразных целях сильно ограничено или вода может быть вредна для человека. Это ухудшение связано с социально-экономическим развитием в пределах бассейна реки, но атмосферный перенос загрязнителей на дальние расстояния ухудшили положение: даже удаленные районы могут быть подвергнуты непрямому загрязнению.

В прошлом загрязнение вод в развивающихся странах происходило в основном от сбрасывания необработанных сточных вод. Теперь эти проблемы более сложны в результате производства опасных отходов производства и быстро возрастающего применения пестицидов в сельском хозяйстве. В действительности, загрязнение вод сегодня в некоторых развивающихся странах, как минимум развивающих новую промышленность, представляет более серьезную проблему, чем в развитых странах. К несчастью, развивающиеся страны в целом сильно отстают в контроле своих основных источников загрязнения. Как одно из последствий, состояние окружающей среды в развивающихся странах постоянно ухудшается [17].

Выбор темы выпускной диссертационной работы обусловлен социально-экономической значимостью Томской области, а именно г. Томска, как индустриально развивающегося города. Активная хозяйственная деятельность, усугубляющаяся ростом плотности населения города, приводит к возрастанию антропогенного влияния на водный объект, а именно р. Ушайку.

Формирование целостных представлений об антропогенном воздействии на экосистему бассейна реки Ушайки (в пределах г. Томска) требует, в первую очередь, чтобы в системе оценок геоэкологического состояния района особое внимание было уделено антропогенным

изменениям гидросферы. В связи с чем, весьма актуальной научно-практической задачей является расчет количества загрязняющих веществ, поступающих в реку Ушайку с поверхностным стоком с водосборной территории в пределах г. Томска в условиях интенсивного хозяйственного использования, и степени антропогенного воздействия на гидросферу района [66].

Объект исследования – река Ушайка и ее водосбор в пределах г. Томска.

Предмет исследования – загрязняющие вещества, поступающие с поверхностным стоком с водосборной территории р. Ушайки в пределах Томска.

Целью исследования является расчет массы загрязняющих веществ, поступающих с поверхностным стоком в прибрежной зоне р. Ушайка в пределах г. Томска.

Основными задачами данной работы являются:

1. Обоснование, в соответствии с природными условиями территории, деятельности на водосборной территории с качественной оценкой геоэкологической ситуации и разработкой рекомендаций по ее улучшению;
2. Выявление участков, в пределах которых водосборная территория подвергаются негативному техногенному воздействию.
3. Геоэкологический анализ нагрузки загрязнёнными и неочищенными сточными водами на воды реки Ушайки, провести оценку влияния ливневой канализации;
4. Изучение водоотведения стационарных источников загрязнения реки, составить схему водоотведения ливневых сточных вод;
5. Провести комплексное изучение химического и микробиологического состава снегового покрова, а также химического

состава воды реки в местах, выбранных с учетом расположения их в различных условиях антропогенной нагрузки;

6. Расчет массы загрязняющих веществ, поступающих с поверхностным стоком с водосборной территории р. Ушайки в пределах г. Томска.

7. Создание графического материала.

### **Фактический материал и методы исследования**

В основу диссертационной работы положены результаты исследований проведенных лично автором и совместно с сотрудниками кафедры Гидрогеологии, инженерной геологии и гидрогеоэкологии и НОЦ «Вода» ИПР ТПУ в период с 2013-2016 гг., а также результаты предоставленные Департаментом природных ресурсов и охраны окружающей среды, Томским отделом СИГЭКиА. Автором был произведен отбор 6 проб снегового покрова для изучения эколого-геохимического состояния снеговых вод. Также проанализирован химический состав воды в период 2008-2015 гг.

Снеговой покров отбирался в марте в соответствии с РД 52.04.186-89 «Руководство по контролю загрязнения атмосферы», в местах, где он не был нарушен, не было наносов и свалок. Снеговой покров растапливали при комнатной температуре и проводили анализ снеговой воды.

Кроме этого использованы результаты работ Е.Ю. Пасечник, К.И. Кузеванова, Н.Г. Наливайко, О.Г. Савичева, С.Л. Шварцева и др.

Определение макрокомпонентного и микробиологического состава проводили сразу в лаборатории, не оставляли пробы на хранении. Анализ проводился в аккредитованной проблемной научно-исследовательской гидрогеохимической лаборатории НОЦ «Вода» ИПР ТПУ, там же определялись тяжелые металлы.

## **Защищаемые положения**

1. Основными источниками загрязнения р. Ушайка являются автотранспорт, сточные воды промышленных и жилых объектов, гаражные комплексы, строительный мусор, скопившейся на прибрежной территории, поверхностный сток, поступающий с городских территорий. Снеговой покров является идеальной средой для выявления источников загрязнения поверхностных вод города, а также оценки качественного и количественного состава загрязняющих веществ, поступающих в природные воды с наступлением весеннего периода. При анализе снеговой воды выявлено, что максимальное негативное воздействие испытывают центральные районы города Томска. Основными источниками загрязнения снеговых вод является автотранспорт, выбросы промышленных предприятий. В снеговой воде г. Томска выявлены микроорганизмы различных физиологических групп, связанных с геохимическими циклами таких биогенных веществ как углерод, кислород, азот, фосфор, сера: гетеротрофы, мезофильные и психрофильные сапрофиты, олиготрофы, нефтеокисляющие, денитрифицирующие, сульфатвосстанавливающие. Эти микроорганизмы отражают степень загрязнения природных вод и являются наиболее чувствительными показателями, т.к. они очень чутко реагируют на небольшое загрязнение.

2. Строительство новых объектов в водоохранной зоне р. Ушайки привело к значительному ухудшению прибрежной территории, так как обнаружены участки складирования строительного мусора 1, 2, 4 классов опасности.

3. Расчет массы загрязняющих веществ, поступающих с поверхностным стоком с городских территорий в р. Ушайку показал, что в настоящее время экологическое состояние реки улучшилось.

4. Необходимо провести ряд мероприятий по реконструкции городской канализации, уничтожению врезок частного сектора в систему ливневой канализации с целью снижения загрязнения водного объекта.

#### **Практическая значимость работы**

Данная работа представляет несомненный интерес для экологических служб города. Благодаря проделанной работе выявлены источники загрязнения природных вод территории г. Томска, а также использована методика расчета массы загрязняющих веществ, поступающих с поверхностным стоком городской территории в пределах г. Томска.

#### **Апробация работы**

Основные результаты диссертационной работы докладывались на всероссийских конференциях различного уровня: XVIII, XIX, XX Международных научных симпозиумах студентов, аспирантов и молодых ученых им. академика М.А. Усова «Проблемы геологии и освоения недр» (Томск, 2014, 2015, 2016), Всероссийская научная конференция с международным участием «Теоретические основы гидрогеологии, инженерной геологии и гидрогеоэкологии» (Томск, 2015).

Автор выражает глубочайшую благодарность своему научному руководителю к.г.-м.н. Е.Ю. Пасечник, а также научному руководителю по разделам микробиологии вод доценту Н.Г. Наливайко за внимание, ценные советы и помощь при выполнении работы. Особо признателен автор сотрудникам НОЦ «Вода» ГИГЭ ИПР ТПУ, А.А. Хвощевской. Также проф. В.К. Попову, проф. О.Г. Савичеву, доценту К.И. Кузеванову, а также сотрудникам Департамента природных ресурсов и охраны окружающей среды.

## **Глава 1. Изученность геоэкологической обстановки бассейна**

### **р. Ушайки**

Первые научные работы в связи с загрязнением поверхностных и подземных вод в 60-е годы по этому направлению проводились Рассказовым Н.М., Шварцевой Н.М. и Шестаковым Б.И. по анализу воздействия промышленных предприятий на окружающую среду.

Впервые в нашей стране широкие научно методические и прикладные геохимические исследования урбанизированных территорий были начаты под руководством Саета Ю.Е. в 1976 году. Сотрудниками кафедры геоэкологии и геохимии (ГЭГХ) Национального исследовательского Томского политехнического университета под руководством доктора геолого-минералогических наук Рихванова Л.П. наработан огромный опыт в проведении комплексных эколого-геохимических исследований урбанизированных территорий юга Западной Сибири со сложной техногенной нагрузкой, а также территории г. Томска (Рихванов и др., 1994). Исследования заключались в оценке воздействия крупных промышленных предприятий г. Томска, оказывающих влияние на окружающую среду.

Более 20 лет назад, а именно с 1990 г. комплексные работы по изучению экологического и геохимического состояния р. Томь и непосредственно Ушайки стали проводиться под руководством профессора Шварцева С.Л. в ТПУ и ТФ ИГНГ СО РАН. В ходе его работ были сделаны ряд публикаций в российских и зарубежных изданиях [66,67].

А также значительный объем различной гидрохимической и геоэкологической информации был получен в 2000-2005 гг. при выполнении работ по ведению государственного мониторинга поверхностных водных объектов, водохозяйственных систем и сооружений на территории Томской области, исполнителями которых

являлись специалисты Томского отдела водных ресурсов Верхне-Обского бассейнового водного управления и ОАО «Томскгеомониторинг» совместно со специалистами ОГУП «Томскинвстгеонефтегаз», комитета по вопросам ГО и ЧС Администрации Томской области, ОГУ «Облкомприрода», а также кафедры гидрогеологии, инженерной геологии и гидрогеоэкологии (ГИГЭ НИ ТПУ) и Томского государственного университета (ТГУ). Задачами мониторинга являлись:

1. Оценка эколого-геохимического состояния поверхностных водных объектов;
2. Изучение опасных русловых процессов;
3. Разработка новых подходов к оценке допустимых воздействий на водные объекты;
4. Оценка состояния гидротехнических сооружений (ГТС)

В настоящее время мониторинг поверхностных вод ведет специализированная инспекция государственного экологического контроля и анализа (далее – СИГЭК и А ОГУ «Облкомприрода») под руководством начальника Томского отдела Е.В. Сайфулиной. Отдел выполняет отбор и количественный химический анализ проб объектов окружающей среды (сточных, природных поверхностных и подземных вод, атмосферного воздуха, промышленных выбросов в атмосферу, почв, отходов, снегового покрова и др.) для целей экологического мониторинга, аналитического сопровождения государственного экологического контроля и выполнения работ по договорам [данные ОГУ «Облкомприрода»]. Большая работа проделана сотрудниками Института воды НИ ТПУ. Направлениями института являются проектирование, разработка и изготовление систем очистки и обеззараживания промышленных и хозяйственных стоков; автоматизация процесса водоподготовки с внедрением методик непрерывного контроля параметров воды и многое другое. Значительные работы в исследовании

поверхностных вод на территории г. Томска проводят сотрудники кафедры гидрогеологии, инженерной геологии и гидрогеоэкологии, а именно Н.Г. Наливайко, О.Г. Савичев, Е.Ю. Пасечник и др. Особое внимание стоит уделить работам О.Г. Савичева, направлениями деятельности которого являются оценка антропогенных воздействий на водные объекты, а также гидрохимия поверхностных вод суши. Результатами его научной деятельности являются разработка методик оценки вклада различных факторов в формирование гидрохимического стока, а также предложен новый подход к оценке предельно допустимых сбросов в водные объекты [52, 53, 54].

В настоящее время накоплен значительный объем фактической информации по химическому и геоэкологическому составу поверхностных вод на территории г. Томска, полученном в Росгидромете, АО «Томскгеомониторинг», Департаменте природных ресурсов и охраны окружающей среды Томской области, НИ ТПУ и в ряде других научных и производственных организаций, с целью проведения геоэкологического анализа антропогенного влияния на водосборный бассейн р. Ушайки.

## **Глава 2. Природные условия г. Томска**

Климат, рельеф, тип горной породы являются ведущими факторами, определяющими направленность выветривания горных пород и состав воды. Различное сочетание этих факторов и процессов в конкретных условиях определяют тот или иной состав и степень минерализации воды. Причем, на определенном этапе формирования химического состава вод, те или иные факторы выступают ведущими [20].

Кроме того, от физико-географических условий зависит экологическая обстановка территории. Скорость и направление ветра, рельеф являются определяющими факторами распространения по территории выбросов от промышленных предприятий и степень поступления их в природные воды.

Ниже рассмотрена физико-географическая характеристика г. Томска.

### **2.1 Физико - географическое положение г. Томска**

Томская область является субъектом Российской Федерации и входит в состав Сибирского Федерального округа. Граничит на западе с Омской и Тюменской областями, на западе и севере — с Ханты-Мансийским автономным округом-Югрой, на востоке — с Красноярским краем, на юге — с Кемеровской и Новосибирской областями.

Томская область расположена на юго-востоке Западно-Сибирской равнины. Протяжённость области с севера на юг – около 600 км, с запада на восток – 780 км. Большая часть территории области труднодоступна, так как представляет собой тайгу (леса занимают 63 % площади) и болота (28,9 %, в частности одно из крупнейших в мире Васюганское болото). Самая высокая точка области – 274 м над уровнем моря, самая низкая – 34 м над уровнем моря. Крупнейшее озеро находится в Парабельском районе – оз. Мирное, площадь зеркала 18,3 км<sup>2</sup>. Главная река – Обь, пересекает область по диагонали с юго-востока на северо-запад, деля её на две почти равные части

Административным центром области является город Томск. Томск расположен на границе Западно-Сибирской равнины и отрогов Кузнецкого Алатау на правом берегу реки Томи, в 50 км от места её впадения в Обь. Город расположен на краю таёжной природной зоны. Географические координаты 56° 29' 19" N, 84° 57' 8" E («Госгисцентр»).

Площадь города – 294,6 км<sup>2</sup>.

Объектом исследования является река Ушайка – река в Томской области, правый приток р. Томь. Длина 78 км, из них в пределах г. Томска – 10 км.

Река делит Томск на южную (Кировский, Советский районы) и северную (Октябрьский, Ленинский районы) части. Населенные пункты находящиеся на реке: п. Смена, п. Аркашево, с. Большое Протопопово, с. Малое Протопопово, п. Мирный, п. Заварзино, п. Степановка.

Притоки – Берёзовая (правый), река без названия (правый), Чернова (левый), Асламовка (левый), Бобровка (левый), Каменка (левый), Малая Ушайка (правый).

Бассейн реки Ушайки составляет 744 км<sup>2</sup>. В пределах города Томска площадь бассейна – 42 км<sup>2</sup>.

## **2.2 Климат**

Географическое положение Томской области, лежащей в глубине обширного континента, со значительной удаленностью от теплых морей, определяет ее климат как континентальный, бореальный, переходный от умеренно влажного мягкого климата европейской части РФ к резко континентальному климату Восточной Сибири.

Количество солнечной радиации, приходящей на территорию Томска, обусловлено его нахождением примерно на 56° с. ш. Продолжительность солнечного сияния зависит также от режима облачности. В среднем за год в Томске солнце светит в течение 1733 часов, это около 40% возможной продолжительности солнечного сияния. Число дней в году без солнца равно

92. Наибольшая среднемесячная продолжительность солнечного сияния наблюдается в летние месяцы с максимумом в июне-июле – 276-272 часа, а наименьшая в декабре – 21 час. Продолжительность дня и высота солнца над горизонтом обуславливают годовое распространение суммарной солнечной радиации. Прямая солнечная радиация при безоблачном небе составляет  $1 \text{ ккал/см}^2\text{мин.}$  и более, и может отмечаться в Томске в период с февраля по ноябрь, причем с марта по сентябрь – в течение 6 часов и более. При тех же условиях суммарная радиация составляет  $0,6 \text{ ккал/см}^2\text{мин.}$  и более; может происходить с марта по сентябрь. Радиационный максимум наступает в июне –  $14,8 \text{ ккал/см}^2$ , минимум – в декабре. Всего за три летних месяцев на территорию Томска поступает 44% всей суммарной радиации, а с ноября по февраль – всего 9%. Наиболее количество радиации в летние месяцы получают склоны юго-восточной экспозиции, затем юго-западной и южной, и менее всего восточной и западной.

Солнечная радиация непосредственно связана с углом наклона солнечных лучей и зависит от географической широты и продолжительности солнечного сияния. Так как г. Томск расположен на  $56^\circ$  с.ш., этот факт обуславливает различное поступление солнечной энергии на территорию города и продолжительность солнечного сияния.

Суммарная радиация составляет около 50% годовой суммы. Число часов солнечного сияния за сутки увеличивается до 8-13. Умеренно теплое лето – это время установления наивысших температур и максимума биологической активности. Почва на глубине 30 см прогревается до  $15^\circ\text{C}$ . В первых числах июля средние суточные температуры переходят через  $18^\circ\text{C}$ . Самым теплым днем является 23 июля, когда средняя температура равна  $19,2^\circ\text{C}$ . В среднем в Томске бывает 33 дня со среднесуточными температурами более  $18^\circ\text{C}$ . Центральная фаза лета в конце характеризуется быстрым понижением температуры. Фаза спада лета начинается в середине августа и продолжается 25 дней. Учащаются росы и туманы.

Наблюдаются заморозки на почве. На лето приходится наибольшее количество осадков – 240 мм. Характерными погодными условиями этого сезона становятся солнечная умеренно-влажная и влажная – 19-30%, дождливая – 21-25 % и облачная днем, малооблачная ночью – 15-18%.

Начало зимы характеризуется большими колебаниями температуры, пасмурностью, сильными ветрами и метелями; в январе-феврале погода ясная, морозная с сильным радиационным выхолаживанием, слабым ветром с нередко морозной дымкой. Конец зимы наступает в 3 декаде марта. Зима длится 146 дней. Становление зимы – время от даты формирования устойчивого снежного покрова до даты наступления устойчивых морозов – происходит очень быстро – в 3 дня. После устойчивого перехода температуры через  $10^{\circ}$ , а среднесуточной – через  $5^{\circ}$  и менее наступает ледостав. На реке Томь он проходит с 7 по 13 ноября. К 1 декабря почва промерзает до глубины 40 см [1].

### **2.2.1 Факторы формирования термического режима г. Томска**

Основными климатообразующими процессами являются радиационный и циркуляционный. Особенности их проявления, взаимодействие этих процессов зависят от географического положения города, особенностей рельефа и влияния свойств подстилающей поверхности. Поэтому и географическое положение, и подстилающая поверхность также относятся к факторам формирования климата.

Влияние географического положения г. Томска. Томск расположен примерно на  $56^{\circ}29'19''$  с. ш.  $84^{\circ}57'08''$  в. д. Этим обусловлено расположение города в умеренно континентальном климате. Смена сезонов происходит достаточно быстро, но наблюдаются возвраты к холодам и оттепелям. Годовое количество осадков – 591 мм. Основная их часть выпадает в тёплый период года. Грозы бывают в Томске в среднем 24 раза в год, начинаются в конце апреля и заканчиваются в октябре. Грозы достаточно сильные из-за серьёзного различия температур воздушных масс с Средней

Азии и Севера Западно-Сибирской равнины с Васюганскими болотами (эти болота дают охлаждающий эффект в летнее время), их основная часть выпадает на вечернее время. Средняя скорость ветра 1,6 м/с, но в начале весны часто дуют сильные ветра с порывами до 30 м/с, всё это вызывается частой сменой циклонов и антициклонов и соответственным перепадом давления. Господствуют ветры юго-западного и южного направлений – около 50 % [1].

Циркуляционные процессы. На территории г. Томска циркуляционные процессы имеют не меньшее значение в обеспечении тепловыми ресурсами, чем радиационные.

Воздушные массы и их повторяемость. Закономерная повторяемость воздушных масс, с особенностями которых связан характер погоды, определяет основные черты климата территории.

Существенное влияние на формирование климата города оказывает рельеф. Рельеф в городе неровный. Сам Томск расположен на юго-востоке Западно-Сибирской равнины. В Томске выделяют следующие элементы речной долины: пойму, террасы и междуречье водораздела Томь – Малая Киргизка и Томь – Ушайка. Тем не менее, для города характерен перепад высот, достигающий 60-70 м [21].

### **2.2.2 Термический режим г. Томска**

В Томске хорошо выражен годовой ход температуры воздуха. Годовая амплитуда температур воздуха составляет 37,3°C. Наиболее вероятные изменения среднесуточной температуры зимой от -10 до -25°, при этом они чаще всего составляют от -5 до -20°C. В отдельные дни возможны резкие понижения ее до -40, -50°C. Максимальные температуры весь год положительные, даже в январе составляют 5°C. Устойчивые морозы в Томске устанавливаются в среднем 6 ноября, продолжаются 132 дня до 23 марта. Летом среднесуточные температуры менее изменчивы. Так, в июле наиболее вероятны среднесуточные температуры 15-25°C,

самая высокая 36°C, низкая – 2°C. Июль единственный месяц лета, когда не бывает заморозков ни в воздухе, ни на почве [21].

Весна продолжается 2 месяца. Фаза снеготаяния самая продолжительная – 26 дней. Для весны характерны возвраты холодов в мае и начале июня, возможны заморозки особенно в фазе послезимья. Перестройка зимней структуры ландшафта на летнюю совершается за 58 дней.

Таблица 1 – Среднемесячная температура воздуха, °С

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
-21,7	-16,8	-4,2	4,8	10	21,1	21,3	15,3	11,2	-0,3	-12,4	-25,6	0,2

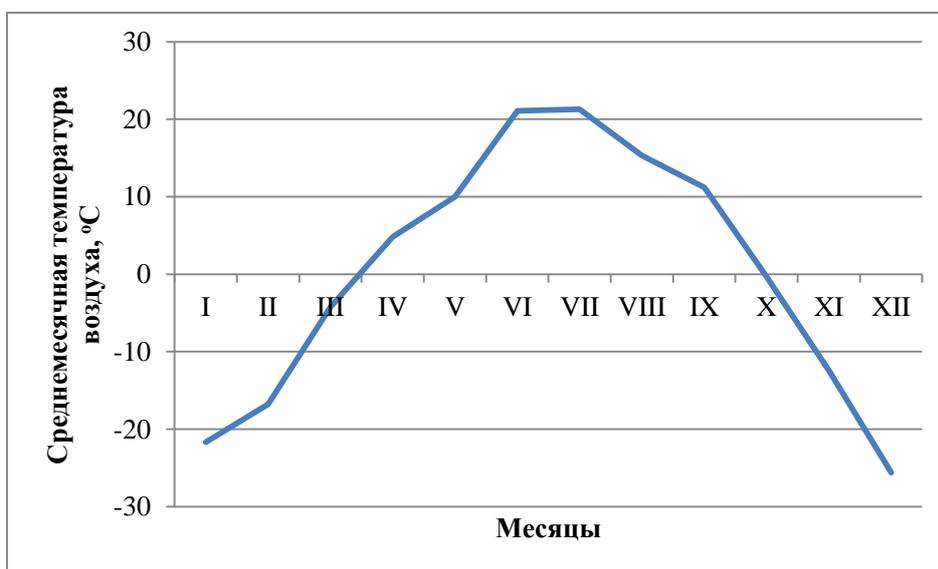


Рисунок 1 – Среднемесячная температура воздуха г. Томск

Кривая годового хода температуры воздуха имеет простой вид. Наиболее интенсивные изменения температуры воздуха в годовом ходе наблюдаются в периоды с февраля по июль и с августа по декабрь. Минимум наблюдается в декабре и составляет -25,6 °С, а максимум в июле 21,3 °С. Сравнивая годовой ход температуры воздуха с годовым ходом температуры почвы можно сказать, годовой ход практически не отличается. При этом, как для температуры поверхности почвы, так и для

температуры воздуха максимум приходится на июль месяц, а минимум на январь [5, 34].

### Влажность воздуха

Влажность воздуха играет существенную роль в формировании микроклимата. Воздух Томска характеризуется по абсолютной влажности, в течение всего года как сухой за исключением июля, а по относительной влажности: с апреля по июнь – умеренно сухой, с июля по октябрь и февраль-март – умеренно влажный, а с ноября по январь – влажный [21].

Таблица 2 – Абсолютная влажность воздуха г. Томска, г/м<sup>3</sup>

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
1,3	1,3	3,2	4,9	7,1	15,7	17,6	13,8	10,9	5,9	3	0,9	4

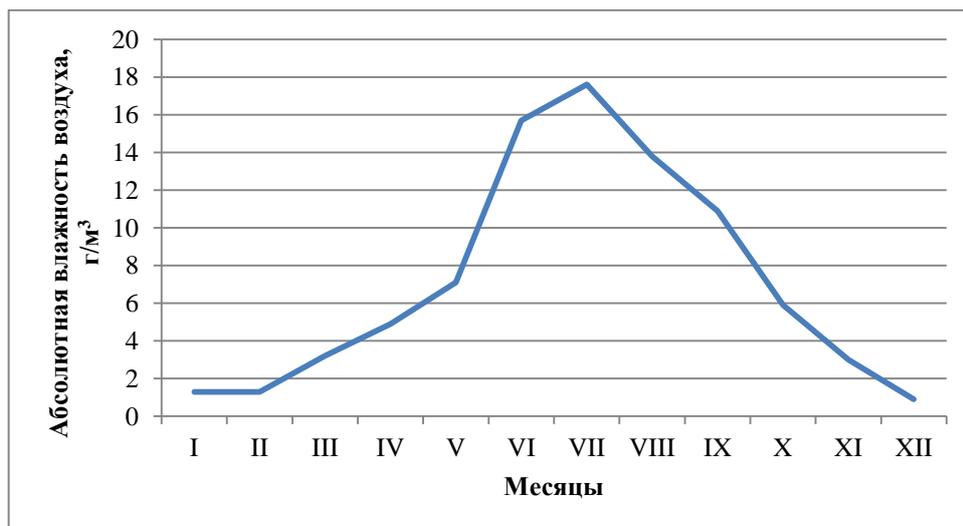


Рисунок 2 – График изменения абсолютной влажности воздуха г. Томска

Таблица 3 – Относительная влажность воздуха г. Томска, %

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
81	78	72	65	61	70	76	79	79	80	83	82	76

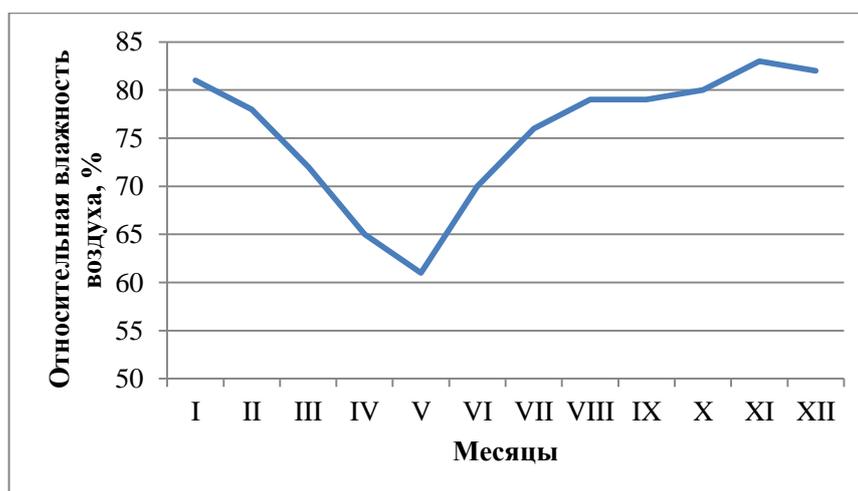


Рисунок 3 – График изменения относительной влажности воздуха

Кривая годового хода относительной влажности воздуха для Томска имеет простой вид. С максимумом в ноябре (83%) и минимумом в мае (61%). С января по март и с ноября по декабрь относительная влажность изменяется незначительно. Резкое уменьшение происходит с марта по май, а с июня по ноябрь – увеличение [34].

#### Ветровой режим

Средняя годовая скорость ветра в г. Томске равна 3,1 м/с. Наибольшие скорости ветра приходятся на зимние месяцы (декабрь, март), наименьшие – на летние (июль, август). Число дней с сильным ветром (15 м/с и более) равно, в среднем, 20, причем наибольшее число таких дней приходится на зимние месяца. Преобладающими являются южные ветры [21].

Таблица 4 – Среднемесячная скорость ветра в г. Томске, м/с

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
1,7	1,7	1,7	2	1,9	1,4	1,2	1,2	1,3	1,6	1,8	1,8	1,6

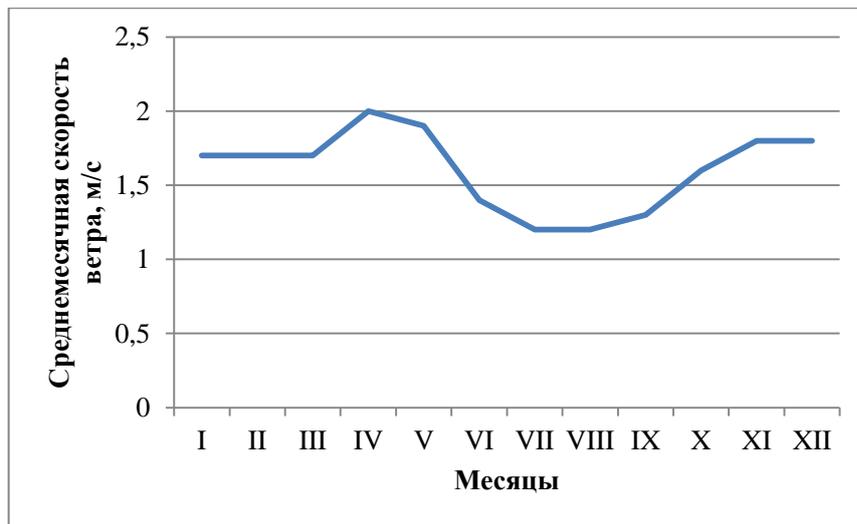


Рисунок 4 – Среднемесячная скорость ветра, м/с

Таблица 5 – Повторяемость направлений ветра и штилей, %

Месяц	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ	штиль
Январь	6	10	8	5	49	17	2	3	9
Июль	15	17	10	8	28	9	6	7	12
Год	12	6	6	6	31	19	11	7	8

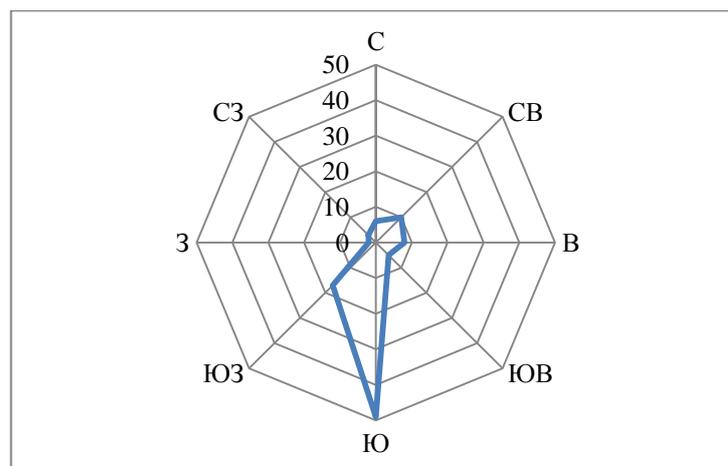


Рисунок 5 – Роза ветров для января

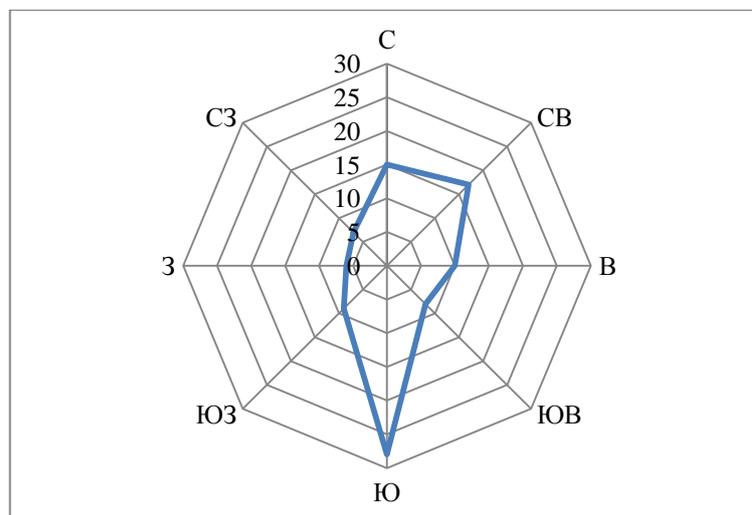


Рисунок 6 – Роза ветров для июля

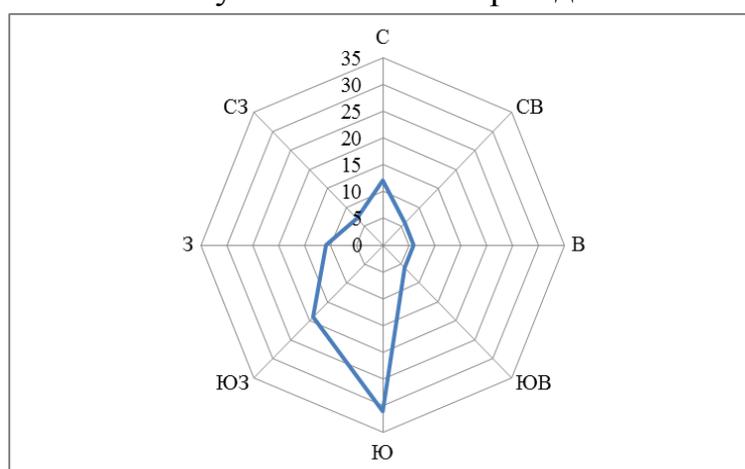


Рисунок 7 – Годовая роза ветров

Преобладающим направлением ветра для данной станции в зимний период является южное, а в летний – южное, а также северо-восточное. Таким образом, в годовом ходе преобладают южные ветры. В зависимости от сезона повторяемость направления ветра меняется. Зимой штили наблюдаются редко, чем летом. Максимальная скорость ветра в годовом ходе наблюдается в апреле (2 м/с), а минимальная в июле - августе (1,2 м/с). Скорости ветра в течение года меняются незначительно [5].

Таблица 6 – Средняя месячная и годовая температура почвы на глубине, °С

глубина	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
0,8	0,7	0,1	0	0,1	2,7	8,4	12,5	13,2	10,9	6,9	3,3	1,6
3,2	4,8	4,1	3,6	3,1	2,8	3,2	4,6	6,1	7,2	7,3	6,8	5,8

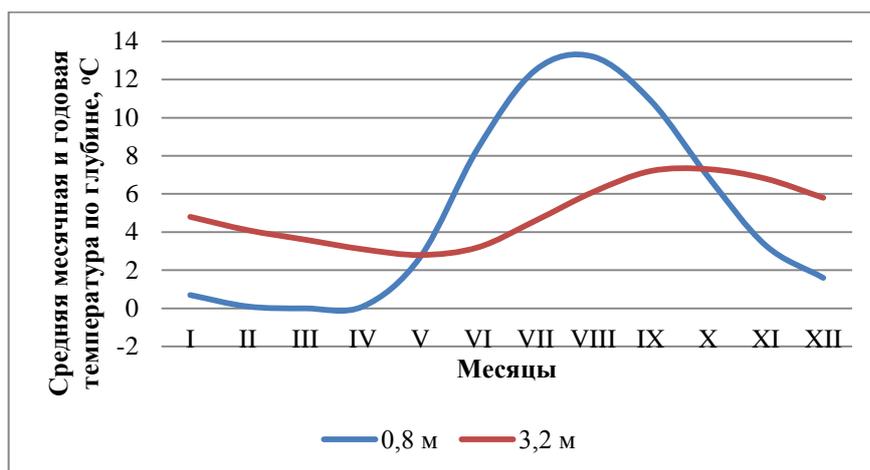


Рисунок 8 – График изменения температуры почвы на глубине

Таблица 7 – Среднемесячная температура поверхности почвы г. Томска, °С

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
-20	-20	-11	0	11	20	23	17	10	0	-11	-18	0

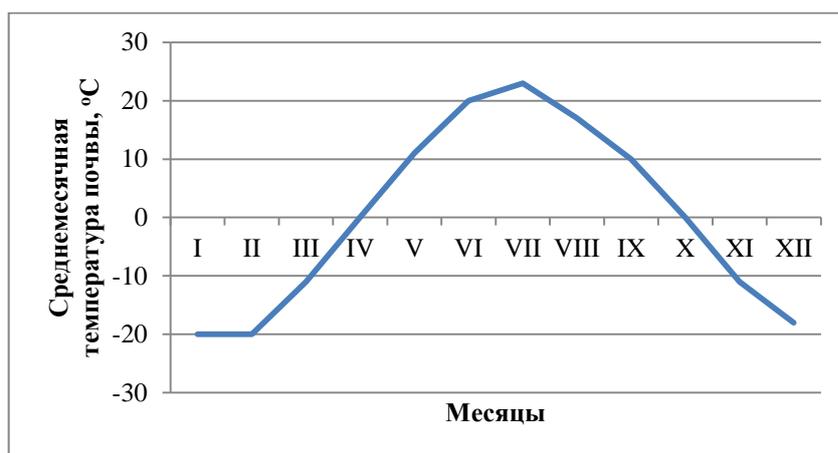


Рисунок 9 – График изменения температуры почвы на территории г. Томска

Годовой ход температуры поверхности почвы имеет простой вид. Температура поверхности почвы с января по февраль не изменяется. С февраля по июль температура резко возрастает от -11 °С до 23 °С, с июля по август температура изменяется незначительно, а с августа по декабрь резко уменьшается с 17 °С до -18 °С. Минимальная температура поверхности почвы наблюдается в январе и составляет -20 °С, максимум в июле и равен 23 °С [5, 34].

## Атмосферные осадки

Средняя продолжительность залегания снежного покрова составляет 176 дней. Высота снежного покрова составляет в среднем 60 см. Время появления первого снежного покрова приходится на 20 октября, но из-за оттепелей он держится недолго. Средняя дата образования устойчивого снежного покрова 31 октября. Разрушение отмечается в среднем 19 апреля, а сход 27 апреля.

Таблица 8 – Количество дней со снежным покровом на территории города, а также высота и максимальная высота покрова

месяц	Июль	Авг.	Сен.	Окт.	Нояб	Дек	Янв.	Фев.	Март	Апр.	Май	Июнь	год
число дней	0	0	0,1	9	27	31	31	28	31	22	1	0	181
высота (см)	0	0	0	2	15	41	58	68	70	30	0	0	
макс. выс. (см)	0	0	5	29	59	78	100	106	125	111	40	0	125

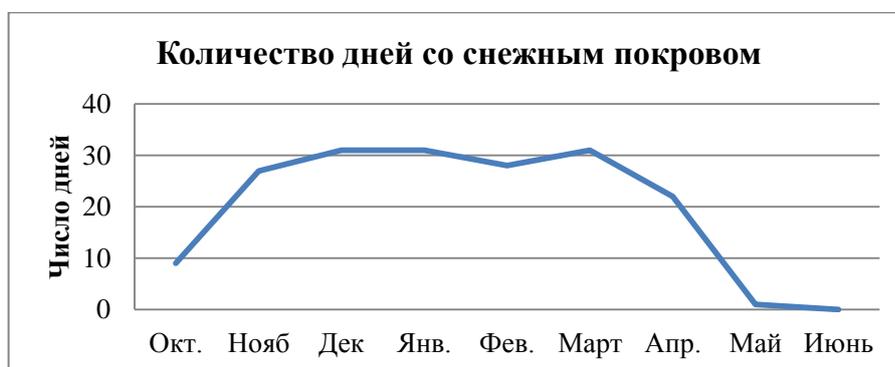


Рисунок 10 – Количество дней со снежным покровом на территории Томска

Таблица 9 – Среднее количество осадков с поправками к показаниям осадкомера, мм

Месяц	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Осадки	34	23	28	31	51	67	77	76	49	55	58	42

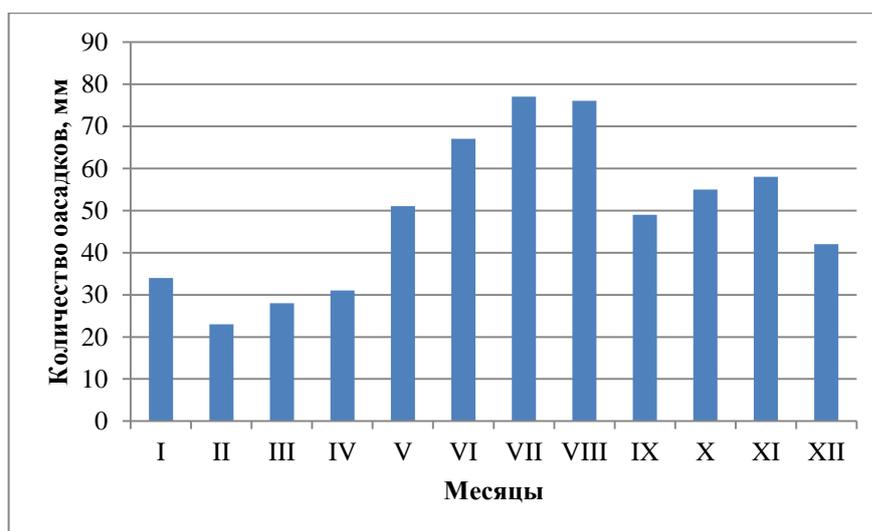


Рисунок 11 – Годовой ход осадков

Годовое количество осадков на ст. Томск равно 591 мм - это достаточное количество, что связано с физико-географическим положением территории. В течение года осадки выпадают неравномерно. В летний период их выпадает больше. Минимум осадков наблюдается в январе-апреле и составляет 23-34 мм, а максимум наблюдается в июле и равен 77 мм [5].

### 2.3 Рельеф

В природном отношении территория Томска представлена своеобразным ландшафтом. Для правобережной части характерны уступы Алтайской горной системы высотой 30–40 м (Воскресенская гора, Лагерный сад и др.) и густая изрезанность территории многочисленными притоками реки. Распределение земель города по категориям следующее: земли жилой и нежилой застройки занимают 41 %, земли общего пользования – 7,9 %, земли лесного фонда – 28,8 %, земли водного фонда – 4,1 %, земли сельскохозяйственного назначения – 18 % [69]. На территории г. Томска в геоморфологическом отношении выделяются следующие типы и формы рельефа: денудационно-аккумулятивный рельеф (водораздельная равнина ранне-средне-плейстоценового возраста) и

эрозионно-аккумулятивный рельеф (третья, вторая, первая надпойменные террасы и пойма) (Рис. 12).

Исследуемый район располагается на Томь-Яйском междуречье. По физико-географическому районированию (Коженкова, Тюменцев, 1962) территория междуречья Томь-Яя располагается в пределах Кеть-Чулымской южно-таёжной провинции таёжной зоны, которая характеризуется водораздельным холмисто-западинным типом местности [19, 20].

Главной водной артерией г. Томска и его окрестностей является река Томь с тремя правыми притоками: Большой Киргизкой, Ушайкой и Басандайкой.

У речных долин рельеф приобретает холмисто-увалистый характер с густым и глубоким эрозионным расчленением. Присутствует большое количество интенсивно развивающихся оврагов с крутыми часто обрывистыми склонами. Профиль долин рек почти всегда асимметричный: правый борт крутой, левый пологий. Наличие крутых склонов обусловлено выходом палеозойских пород. В местах распространения рыхлых пород склоны долин рек пологие.

Центральные части водораздела характеризуются чередованием плоских участков с отдельными холмами высотой 6-8 м, суффозионными западинами глубиной до 6 м, диаметром до 10 м. К северо-западу рельеф междуречья постепенно выравнивается, и абсолютные отметки снижаются.

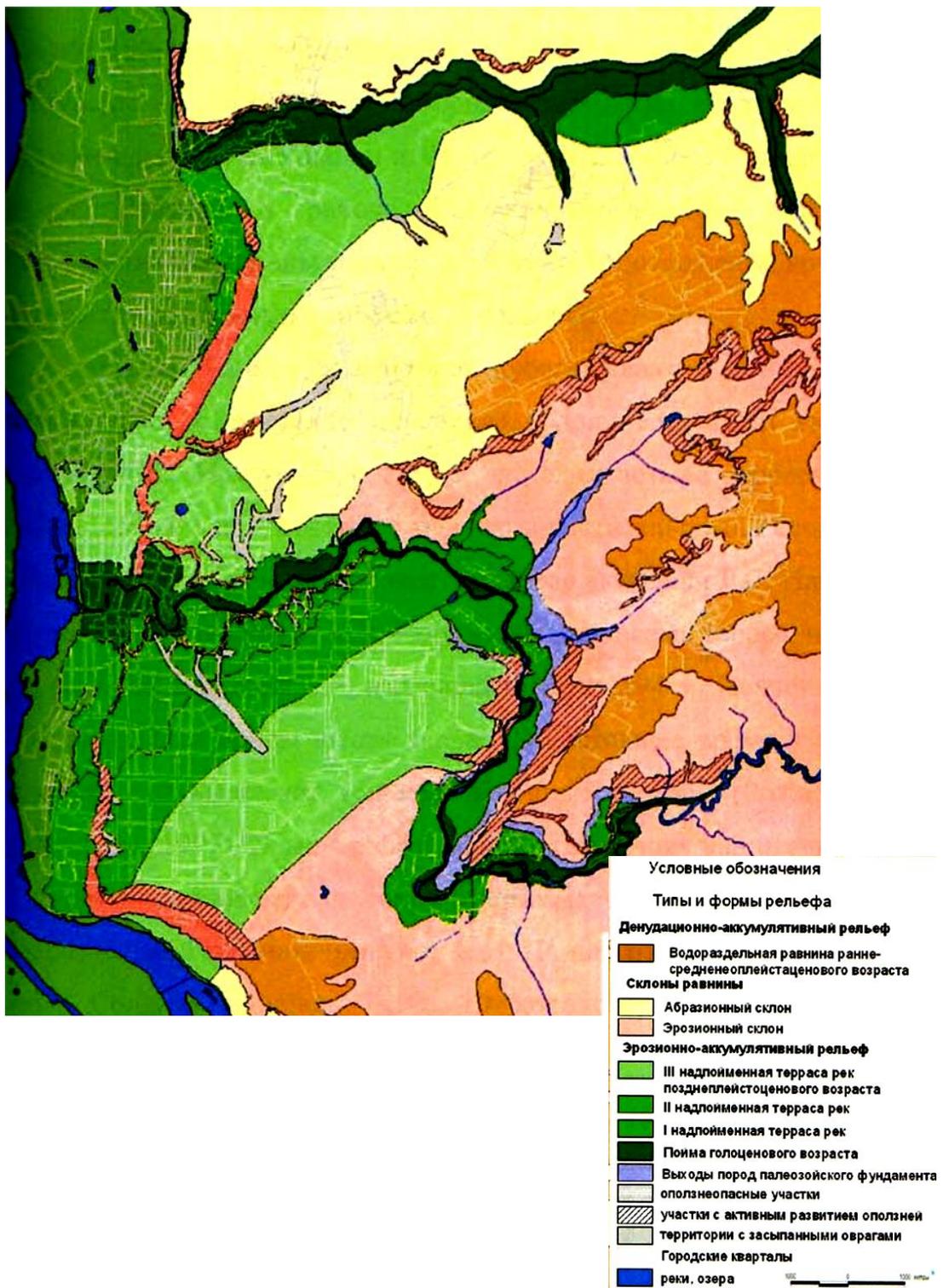


Рисунок 12 – Геоморфологическая карта-схема территории г. Томска М:1:25000 [51, 68]

Наличие террас рек Томь, Ушайка, Басандайка, Киргизка, на которых преимущественно расположен город Томск, делает поверхность его территории весьма неоднородной. Это или относительно ровные с

небольшим уклоном в сторону реки Томи поверхности, или разной крутизны склоны, с уклонами от 5-10 до 55-60.

Рельеф первой надпойменной террасы равнинный со слабым уклоном к реке. Отметки поверхности составляет 70-80м абсолютной высоты. Поверхность второй надпойменной террасы слабо всхолмленная с незначительным уклоном на северо-запад с абсолютными отметками 85-100м. Поверхность третьей надпойменной террасы слаборасчленённая осложнённая оврагами и логами, абсолютные отметки достигают 100 - 120м. переход в четвертую надпойменную террасу выражен в рельефе постепенным повышением отметок к востоку и северо-востоку до 125-140м [19, 20].

#### **2.4. Почвенно - растительный покров**

Город Томск и его окрестности входят в состав подтаежной подзоны, которая является переходной от темнохвойной тайги и сосновых лесов к березовым и к лесным лугам.

В структуре озеленения города преобладают 37 видов. Наиболее распространена береза бородавчатая. Широко используются в озеленении: береза белая, тополь бальзамический и черный; клен ясенелистный; ель сибирская; сосна лесная и сибирская; вяз гладкий и шершавый; ива белая, серая и козья; таволга иволистная; рябина сибирская; черемуха обыкновенная, яблоня ягодная; рябинник рябинолистный; боярышник кроваво-красный; ирга ольхолистная; сирень венгерская и обыкновенная; жимолость съедобная, лесная и татарская; калина обыкновенная; смородина черная; роза майская и морщинистая и т.д [21].

В бассейне р. Ушайки в пределах г. Томска нет значительных участков зеленых насаждений, т. к. территория застроена жилыми домами и производственными объектами. Единственным участком является Михайловская роща, которая включает в себя лиственный лес (березовый лес, осина, сосна).

Зональными почвами района являются дерново-подзолистые супесчаные и песчаные, серые лесные в разной степени эродированные со значительными контурами темно-серых лесных, лугово-черноземных почв.

Большую роль в формировании почвенно-растительного покрова территории бассейна играет антропогенный фактор. Почвы и растительность города не соответствуют зональным. Большая часть территории города представляет собой асфальтированные и застроенные участки или антропогенные модификации почв. В пределах селитебной территории фиксируются антропогенные отложения значительной мощности (в среднем по городу – 0,5-2м). Пойма правого берега р. Томи и первая надпойменная терраса за счет техногенных отложений повысилась на 1,5-3 м [8, 21]. На Воскресенской горе мощность антропогенных отложений составляет 2м. Антропогенные отложения мощностью 7 и более метров отмечены на отдельных участках города – свалках, отвалах, засыпанных оврагах и т.д (например, золоотвал). Они представляют собой смесь различных грунтов, органических остатков, бытовых отходов. Под зелеными насаждениями общего пользования мощность отложений минимальна, в окраинных районах города, не занятых постройками, их нет.

## **2.5 Гидрология**

На территории области насчитывается 18100 рек общей протяженностью 95 тыс. км. [69].

Развитие гидрогеографической сети шло в условиях плоской предгорной аккумулятивной равнины, слабо наклонной к северу, северо-востоку.

Поверхностные воды юга Томской области составляют часть бассейна реки Оби. Густота речной сети на Томь-Яйском междуречье 0,08 км/км<sup>2</sup>. Все реки берут свое начало из болот, заболоченных участков и имеют смешанное питание (дождевое, снеговое, грунтовое),

характеризуются высоким весенним половодьем. По гидрогеологическому режиму реки района относятся к горно-равнинному типу [19].

Река Томь, правый приток р. Оби, берет свое начало в горах Кузнецкого Алатау, в Красноярском крае, пересекает Кемеровскую и Томскую области. На прилегающих к Томи территориях находятся такие города как Междуреченск, Мыски, Осинники, Киселевск, Прокопьевск, Новокузнецк, Кемерово, Юрга, Томск, Северск. Город Томск расположен на берегу р. Томь в нижнем течении на 70-78 км от устья.

Река Томь относится к числу крупных многоводных рек. Площадь водосбора реки Томи 57000 км<sup>2</sup>. Среднегодовой расход реки Томи равен 1092 м<sup>3</sup>/с. Годовой сток равен 34 км<sup>3</sup>/год. [19, 52].

Томь имеет в верхнем течении типичный горный характер: порожистое русло, глубоко врезанная и узкая долина, крутые и высокие берега, большие скорости течения. В предгорных районах (ниже впадения рек Усы и Мрас-Су) режим носит переходный характер, долина ее расширяется, местами ширина поймы составляет 2-3-6 км, течение становится более спокойным. При выходе на равнины долина реки резко расширяется, уклон русла не превышает 1-2 %, течение становится медленным и спокойным, наблюдаются многочисленные старичные озера. Среднемноголетний модуль стока в верховьях реки составляет 20-30 л/с\*км<sup>2</sup>, а в низовьях – 3-4 л/с\*км<sup>2</sup> [14].

В пределах города Томска река Томь является типично равнинной рекой. Ширина реки в межень в пределах города 500 – 600 м, средняя глубина 2,5м, скорости течения в межень до 1,0 м/сек. Долина реки достигает 1.5 км в ширину и имеет хорошо выраженную ассиметричную форму. Правый берег крутой с большим количеством обнаженных коренных пород палеозоя, перекрытых рыхлыми отложениями; левый берег пологий [20].

По характеру водного режима р. Томь относится к типу рек с высоким весенним половодьем, летней меженью, прерываемой дождевыми паводками и низкой зимней меженью.

Весеннее половодье начинается в конце марта - начале апреля и проходит очень бурно: нарастание уровня воды при подъёме колеблется от 60 до 185 см/сут. Продолжительность подъёма от 8 до 54 дней, спад продолжается от 37 до 90 дней. Общая продолжительность половодья от 68 до 128 дней. Половодье сопровождается резкими колебаниями уровней, причиной чему являются особенности водного режима притоков реки. Среднегодовая амплитуда колебаний уровня 759 см. В период весеннего половодья на реке наблюдаются мощные заторы, приводящие к катастрофическим наводнениям [43].

Летняя межень устанавливается в июле. Основное питание реки – снеговое более 55%, подземная составляющая – 25%, дождевая – 20% [43]. Характер питания определяет и распределение стока в году:

- Весеннее половодье – апрель-июнь – 70%
- Летне-осенняя межень – июль-ноябрь – 24,7%
- Зимняя межень – июль-март – 5,3%

Ледовые явления начинаются в начале октября – 2-ой декаде ноября с появления заберегов, сала. Осенний ледоход продолжительностью 0-55 дней проходит при низких уровнях, иногда сопровождается заторами выше по течению от коммунального моста. Ледостав устанавливается к середине ноября и продолжается 119 – 202 дня. После установления ледостава и до начала весеннего подъёма идет медленный спад уровня. Толщина льда около 1,0м. Вскрытие реки отмечается в 1-ой декаде апреля, весенний ледоход продолжается от 1 до 35 дней. Полное очищение реки ото льда во 2-ой декаде апреля – 3-ей декаде мая.

Температура воды в целом повторяет ход температуры воздуха с небольшим опозданием. Максимальная температура отмечается в июле.

Число дней с температурой воды выше 16° составляет 90 дней (период, когда в реке активизируются биологические процессы). Самоочищающая способность реки, которая оценивается с учётом среднегодового расхода и периода с активными биологическими процессами оценивается как «умеренная» [42].

Вода реки Томи принадлежит к гидрокарбонатному классу и имеет довольно низкую минерализацию, не превышающую в мае месяце 100 мг/л. Среднегодовое мутность воды 95г/м<sup>3</sup> [20, 43].

В окрестностях города в р. Томь впадают реки: р.Ушайка, Басандайка, Бол. Киргизка с притоком Мал. Киргизка, р. Кисловка.

Притоки реки Томи имеют западное, северо-западное направление. В верховьях долины рек выражены слабо, лишь в среднем течении реки достаточно глубоко врезаются и протекают уже по хорошо разработанным долинам. В руслах рек имеются небольшие пороги и перекаты, особенно в местах выхода в русло палеозойских пород. Расходы рек в межень колеблются в пределах 1,2 – 1,8 м<sup>3</sup>/сек. (табл.10), при скорости течения 0,1 – 0,6 м<sup>3</sup>/сек. Ширина русла до 20 – 30 м, глубина не превышает 2м [20, 42, 52].

Режим рек находится в большой зависимости от выпадающих атмосферных осадков и в полном соответствии с режимом грунтовых вод [19].

Река Ушайка, правый приток р. Томи протекает непосредственно по территории города, пересекая его с востока на запад. Ушайка берёт начало в 60км от города Томска в районе остановочной площадки 41 км железнодорожной линии Тайга - Томск, между деревнями Басандайка и Межениновка. Населённые пункты на реке – Аркашево, д. Большое Протопопово, д. Малое Протопопово, пос. Мирный, Заварзино, г. Томск. Длина реки 78 км, площадь водосбора 744 км<sup>2</sup>, среднегодовой расход по многолетним данным 4,35 м<sup>3</sup>/с [43, 52].

Таблица 10 – Характеристики малых рек, впадающих в р. Томь в окрестностях г. Томска

Название реки	Куда впадает, с какого берега, на каком расстоянии	Длина реки, км	Площадь водосбора, км <sup>2</sup>	Средняя ширина русла, м	Средняя глубина, м	Среднегодовой расход 95% обеспеченности м <sup>3</sup> /с
Ушайка	р. Томь пр. 68 км	78	744	7 – 15 в межень, 30 – 50 в паводок	0,2 – 0,3 на порогах 0,7 – 1,2 на перекатах	4,35*
Кисловка	р. Томь лев. 51	49	200		0,3 – 0,15	1,20
Мал. Киргизка	р. Бол. Киргизка лев.	16	52,0			0,15
Басандайка	р. Томь пр. 78	57	400		0,5 – 0,7	2,34

\* - среднегодовой расход в районе пос. Степановка

Водный и стоковый режим малых рек аналогичен режиму реки Томь. Во время весеннего половодья реки испытывает подпор со стороны р. Томь на протяжении от 3 до 5 км от устьев.

Малые реки используются в качестве приемников сточных и ливневых вод.

Для изучения эколого-геохимического состояния рек г. Томска выбрана р. Ушайка, т.к. загрязнение этой реки остается для Томска одной из наиболее острых экологических проблем.

## 2.6 Геологическое строение территории г. Томска

Исследуемый район относится к складчатому обрамлению Западно-Сибирской плиты, но в то же время носит признаки типичной платформенной области, складчатый фундамент которой сложен породами палеозоя и протерозоя, а платформенный чехол – рыхлыми отложениями мезозоя-кайнозоя. Причиной этому является сильная денудация этой

территории к верхнемеловому времени с последующим вовлечением ее в общие с плитой эпейрогенические опускания [6, 16].

В тектоническом отношении территория г. Томска расположена на сочленении Колывань-Томской складчатой зоны и юго-восточной части Западно-Сибирской плиты. В пределах города толща пород подразделяется на два структурных этажа. Нижний структурный этаж сложен сложно-дислоцированными глинистыми сланцами карбонового возраста, рассеченными на отдельных участках дайками основного состава юрского возраста (Рис. 13). Верхний структурный этаж сложен рыхлыми, слабо литифицированными песчано-глинистыми грунтами палеоген-неогенового возраста, перекрытыми повсеместно четвертичными образованиями.

В стратиграфическом отношении в пределах городской территории выделяются отложения палеозойской, меловой, палеогеновой, неогеновой и четвертичной систем. Палеозойская система представлена сложнодислоцированными глинистыми сланцами, алевролитами и песчаниками карбонового возраста. Отложения мела, представленные континентальными отложениями озерно-аллювиальных равнин, горизонтально или слабонаклонно ( $1-3^\circ$ ) залегают на размытой поверхности фундамента. Они выявлены в пределах северо-западной части города в районе Черемошников. Стратиграфически отложения относятся к симоновской ( $K_2sm$ ) свите [16, 42]. Палеогеновые отложения залегают непосредственно на коре выветривания глинистых сланцев и представлены новомихайловской ( $P_3nm$ ) и лагерно-томской ( $P_3lg$ ) свитами. Отложения свит представлены суглинками, глинами с прослоями лигнитов и песков, подстилаемых серыми разнозернистыми песками. Мощность отложений изменяется от 20 до 45 м [42].

Современные отложения (QIV) распространены в пойме рр. Томи и Ушайки. Они представлены супесями, суглинками, подстилаемыми

гравийно-галечниковыми грунтами. Общая мощность отложений достигает 30 м [42].

Таблица 11 – Стратиграфический разрез г. Томска

Название яруса (Иванов, 1960)	Обозначение
Палеозойская эратема	PZ
Каменноугольная система	C
Нижнекаменноугольный отдел	C <sub>1</sub>
Мезозойская эратема	MZ
Меловая система	K
Кайнозойская эратема	KZ
Палеогеновая система	P
Неогеновая система	N
Четвертичная система	Q
Нижнечетвертичное звено	Q <sub>1</sub>
Тайгинская свита	Q <sub>1</sub> tg
Среднечетвертичное звено	Q <sub>II</sub>
Средне-верхнечетвертичные звенья	Q <sub>II-III</sub>
Верхнечетвертичные и верхне-среднечетвертичные звенья	
Верхнечетвертичное и современное звенья	

Палеозойская эратема PZ

Каменноугольная система C

Нижнекаменноугольный отдел C<sub>1</sub>

Основание стратиграфического разреза в районе города представлено отложениями нижнего карбона, которые К.В. Ивановым (1960) расчленены на два яруса: турнейский и визейский.

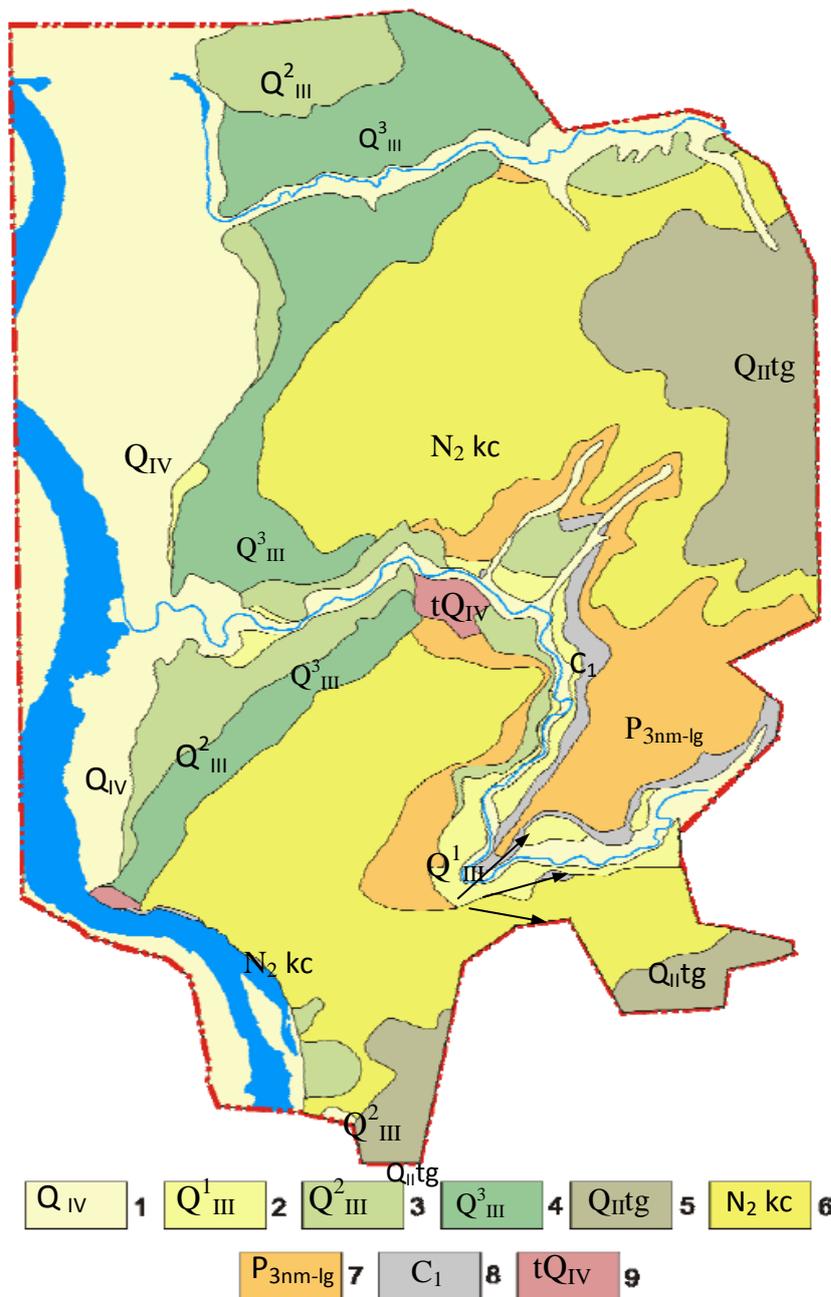


Рисунок 13– Геологическая карта территории г. Томска.

М:1:25000

- 1 – современные аллювиальные отложения пойм (Q<sub>IV</sub>); 2 – верхнечетвертичные аллювиальные отложения первой надпойменной террасы рр.Томи, Ушайки (Q<sup>1</sup><sub>III</sub>); 3 – верхнечетвертичные аллювиальные отложения второй надпойменной террасы рр.Томи, Ушайки, Киргизки (Q<sup>2</sup><sub>III</sub>); 4 – верхнечетвертичные аллювиальные отложения третьей надпойменной террасы р.Томи (Q<sup>3</sup><sub>III</sub>); 5 – среднечетвертичные озерно-аллювиальные отложения тайгинской свиты (Q<sub>ITG</sub>); 6 – верхнечетвертичные плиоценовые отложения кочковской свиты (N<sub>2</sub> kc); 7– верхнепалеогеновые олигоценые отложения новомихайловской и лагерносадской свит (P<sub>3nm-lg</sub>); 8 – нижнекаменноугольные отложения (C<sub>1</sub>); 9 – техногенные отложения (tQ<sub>IV</sub>)

Отложения турнейского яруса  $C_1 t$ , залегающие в основании нижнего карбона, распространены к востоку от города Томска и обнажаются в верховьях рек Ушайки и Басандайки. Это темные алевролиты и алевролитоглинистые сланцы с частыми прослоями известковистых пород с отпечатками брахмопод. В районе города преимущественно распространены отложения визейского яруса  $C_1 v$ , в котором К.В. Иванов выделил две свиты (снизу вверх): глинисто-сланцевая – лагерносадская  $PZ_{1g}$ ; сланцевато-песчаная – басандайская  $C_{1bs}$ .

Нижняя глинисто-сланцевая свита согласно залегает на отложениях турнейского яруса. Эта свита обнажается в южной части города на правом берегу реки Томи под Лагерным садом на глубине 30 – 40 метров. Она сложена темными глинистыми и алеврито-глинистыми сланцами, в верхней части переслаивающимися линзами и прослоями песчаников, пропластками сидеритов и сидеритизированных пород.

Басандайская  $C_{1bs}$  сланцево-песчаная свита лежит с размывом на поверхности лагерносадской свиты. Она представлена преимущественно песчаниками, алевролитами с редкими пропластками каменного угля и углисто-глинистых сланцев.

Общей характерной особенностью отложений нижнего карбона является их серая окраска, причем, глинистые сланцы обычно темнее (иногда почти черные) песчаников и алевролитов и отличаются слоистой и интенсивно-сланцеватой структурой.

### Мезозойская эратема MZ

#### Меловая система K

Обычные осадочные отложения мезозойского возраста на территории города отсутствуют. В меловом периоде на отложениях нижнего карбона и диабазах предположительного юрского возраста сформировались элювиальные образования коры выветривания. Это породы глубокой химической переработки песчано-глинистых сланцев и

диабазов. Они просматриваются в обнажениях на правом берегу реки Томи от мыса «Боец» до села Каларово, в правом борту долины реки Ушайки и вскрыты многочисленными скважинами на водоразделах рек Ушайка – Басандайка, Ушайка – Малая Киргизка. Абсолютные отметки кровли коры выветривания изменяются от 3 метров на северо-западе в районе Черемошников до 150 метров на юго-востоке в районе Академгородка, и от 90 метров на юго-западе в обнажении под Лагерным садом до 111 на северо-востоке. Такие резкие перепады отметок, могли быть обусловлены проявлениями неотектонических движений в неоген-четвертичное время. На отдельных участках города, например, под долиной реки Ушайки, отложения коры выветривания отсутствуют, а местами выполняют неровности, западины палеозойского фундамента, образуя мощные (до 46 метров) линзы. По составу это преимущественно глины, белые, желтовато-бурые, иногда голубые. В переходном горизонте к глинистым сланцам карбона приобретают более темный цвет – синий, зеленый, до черного.

По сравнению с подстилающими материнскими и перекрывающими кайнозойскими породами, минералогический состав описываемой толщи характеризуется резко повышенным содержанием рудных (до 29,3 %), циркона (64,3 %), турмалина, рутила, кварца (93,7 %), каолинита. На основании химических и минералогических анализов К. В. Иванов [23] относит кору выветривания к гидрослюдисто-каолинитовому типу. Формирование элювия связано с глубоким химическим разложением неустойчивых минералов в условиях теплого влажного континентального режима [23].

#### Кайнозойская эратема KZ

#### Палеогеновая система P

Отложения палеогеновой системы широко развиты в районе города и представлены континентальными фациями, с размывом залегающими на отложениях нижнего карбона и глинах коры выветривания. Наиболее

полные доступные для изучения разрезы палеогена обнажены под Лагерным садом и в верховьях Хромовского оврага вблизи железнодорожной станции Томск – 2. Из отложений палеогеновой системы в районе города развиты в основном породы олигоцена, относимые к Новомихайловской свите.

#### Новомихайловская свита $P_{3nm}$

Свита сложена алювиальными и алювиально-озерными глинами, алевролитами с прослоями лигнитов и бурых углей. Отложения свиты выполняют изолированные депрессии в палеозойском фундаменте – древние речные долины и озерные котловины. Состав их существенно глинистый на Томь-Яйском междуречье становится более песчаным на левобережье реки Томи.

В районе города отложения имеют достаточно выдержанный песчано-глинистый состав, желтовато-бурую до ржавой окраску. Встречаются линзы и прослои голубовато-серых глин и темно-коричневых лигнитов. Нижняя часть разреза свиты более глинистая, с прослоями песков, содержит обломки древесины и растительные остатки в виде отпечатков широколиственных растений и семян: *Azolla ventricosa* Wik., *Taxodium parvispermum* Wik., *Taxodium dubium* (Sternb) Heer., *Carpinus grandis* Und., *Alnus keferstenii* (Goep) Und.

Мощность отложений свиты составляет от 25 – 7 м до 53 м.

#### Неогеновая система N

#### Кочковская свита $N_2 kc$

Отложения свиты в пределах Томского выступа залегают непосредственно на породах фундамента, в других случаях на породах верхнего мела или Новомихайловской свиты. Кочковская свита представлена бурыми и красновато-бурыми, реже зеленовато-бурыми, очень плотными глинами. В нижней части слоя в глинах появляется песчаный и галечный материал, содержание которого возрастает сверху

вниз. Общая мощность свиты достигает 40 м, но обычно составляет 20 – 25 м.

#### Четвертичная система Q

Четвертичные отложения широко развиты на территории города Томка, как на водоразделе, так и в долинах рек Томи, Ушайки, Малой Киргизки и Басандайки. Процессы осадконакопления и денудации на юго-восточной окраине Западно-Сибирской равнины протекали в четвертичном периоде при активном поднятии горной области и в изменчивых климатических условиях. Они перекрывают все более древние отложения и представлены всеми четырьмя подразделениями: нижним, средним, верхним и современными звеньями.

#### Нижнечетвертичное звено Q<sub>1</sub>

##### Тайгинская свита Q<sub>1</sub> tg

Самыми древними на территории города четвертичными отложениями являются так называемые «Тайгинские глины». Они залегают на самом основании разреза антропогена на водоразделе рек Томь-Чулым (Томь-Яя), перехватывая с размывом кору выветривания и отложения олигоцена. Это толща аллювиальных отложений ледникового периода. Она представлена глинами в подошве зеленовато- и голубовато-серыми (10 – 15 м), а в кровле серыми до темно-серых (4 – 5 м). Между ними нередко отмечается слой (0,5 – 1 м) погребенной почвы. Все глины Тайгинской свиты грубодисперсные, алевролитовые, иловатые.

Ко второй половине нижнего плейстоцена отнесены и древнеаллювиальные галечники и косослойные пески, вскрытые в районе станции Томск –2 и Иркутского тракта. Они представляют собой русловой аллювий надпойменной, ныне погребенной, древней террасы реки Томи. Здесь под лессовидными суглинками на глубине 4,5 – 4,7 м залегают чередующиеся суглинки – супеси, иловатые голубовато-серые и косослойные пески. Местами в них встречены линзы слабо окатанной

гальки, щебенки. Мощность слоя составляет 3 – 4 м. Ниже залегает галечник ржаво-бурый, лимонитизированный, хорошо окатанный, мощностью до 2 м. Размеры гальки от 2 до 10 см. По составу преобладает жильный кварц, кварцит, реже кислые эффузивы. В отложениях обнаружен спорово-пыльцевой комплекс с преобладанием пыльцы травянистых форм.

#### Среднечетвертичное звено Q<sub>II</sub>

К среднему плейстоцену отнесены озерно-аллювиальные Ia II отложения водораздела и аллювиальные Q<sup>4</sup>II отложения четвертой надпойменной террасы реки Томи. Озерно-аллювиальные отложения имеют сравнительно небольшую мощность (от 1 до 11 м) и повсеместно залегают по лессовым покровам, перекрывая нижнечетвертичные отложения.

В нижней части отложения представлены мелкозернистыми или пылеватыми песками и супесями темно-серой, серой, синеватой или зеленоватой окраски с тонкой горизонтальной слоистостью и включениями органического вещества. Мощность от 0,5 до 6 метров. Выше наблюдается переход к суглинкам бурой, темно-серой или серой окраски, иногда с голубоватым оттенком, сильно ожелезненным. Характер осадков и их слоистость свидетельствуют о формировании пород в условиях слабопроточных вод с застойным режимом типа пойменных разливов и мелководных озер.

Обнажения террасы вскрываются под Лагерным садом. Здесь, в основании разреза среднего плейстоцена залегают галечники, мощностью до 1 м, перекрываемые песками и линзами гравия и гальки мощностью до 6 метров. Галечники хорошо сортированы, окатаны и лежат с явно выраженным размывом на олигоценых отложениях. Разрез пород четвертой террасы меняется в северном направлении. Галечниковый

горизонт фациально меняется песчаным, супесчаным и далее суглинистыми разностями.

#### Средне-верхнечетвертичные звенья $Q_{II-III}$

Ко второй половине среднего, началу верхнего плейстоцена отнесен аллювий  $Q^3_{III}$  третьей надпойменной террасы, залегающий с резким размывом на порогах четвертой террасы. Мощность этого аллювия, возможно дерно-половодно-ледникового, невелика – 4 – 5 м, реже 7 – 15 метров. Разрез третьей террасы представлен песками, супесями с редкими галечниками и гравием, сменяющимися кверху лессовидными суглинками, иногда с отчетливо выраженной параллельной слоистостью.

#### Верхнечетвертичные и верхне-среднечетвертичные звенья

Отложения представлены аллювием второй надпойменной террасы реки Томи и ее притоков  $Q^2_{III}$  субаэральным покровом лессовых пород  $Sa_{III}$ ,  $Sa_{II-III}$ . Аллювиальные отложения второй надпойменной террасы представлены в основании галечником, гравием с песчаным заполнителем, местами супесью с линзами песка. Верхние части разреза сложены суглинками. Мощность аллювия установлена по скважинам и составляет 13 – 18 метров

Литературные данные по спорово-пыльцевому анализу позволяют сделать вывод о том, что низы аллювия накапливались в условиях близких к ледниковым, а верхняя его часть сформировалась при более холодном климате. Субаэральные отложения  $Sa_{III}$ ,  $Sa_{II-III}$  залегают поверх всех более древних пород водораздела и высоких террас речных долин. На водораздельных пространствах они перекрывают озерно-болотные отложения тайгинских глин, озерно-аллювиальные и другие отложения. Нижний горизонт их в силу плохой палеонтологической охарактеризованности многими исследователями рассматривается как переходный и датируется средне-верхнеплейстоценовым возрастом.

#### Верхнечетвертичное и современное звенья

Отложения слагают аллювий первых надпойменных террас  $Q_{III}^1$  и поймы  $Q_{IV}$ .

Аллювиальные отложения первой надпойменной террасы просматриваются по долинам реки Томи и ее притокам в виде узких площадок. В основании разреза аллювий представлен гравийно-галечниковыми отложениями иногда значительной мощности (6 – 8 метров). Выше залегают серые, желтовато-серые разнородные полимиктовые пески с прослоями синего иловатого суглинка. В верхней части они сменяются бурыми, серыми, зеленовато-серыми суглинками с тонкими прослоями глины и гнездами песка. Мощность отложений составляет 12 – 20 метров.

Возраст отложений устанавливается не только геоморфологическим методом, но и по микрофаунистическим данным. Эти отложения датируются позднесарматским раннеголоценовым временем.

Современные отложения представлены в районе города аллювием высокой и низкой пойм, делювиально-пролювиальными осадками оврагов, балок и склонов, болотными и озерно-болотными отложениями на поймах рек и водоразделов, а также техногенными отложениями, широко развитыми в районе города почти на всех геоморфологических уровнях.

В пределах города отложения поймы  $Q_{IV}$  реки Томи и ее притоков занимают незначительные площади. Они сложены серыми, светло-серыми разнородными песками; серыми, коричневатосерыми суглинками, супесями, илистыми глинами с песчано-галечниковым горизонтом в основании. Цоколем пойменных террас являются палеогеновые и палеозойские породы.

Болотные и озерно-болотные отложения развиты небольшими участками на поверхности пойм, иногда первой и второй террасах, водораздела, и представлены илами с органическими остатками, прослоями торфа, линзами синевато-серых глин. Мощность пойменных

отложений по рекам Ушайка, Басандайка, составляет 4 – 5 метров; по рекам Большая Киргизка и Большая Ушайка – до 10 метров [23, 42].

## 2.7. Гидрогеологические условия территории г. Томска

Гидрогеологические условия территории г. Томска предопределяются особенностями геологического строения. На рисунке 14 представлена схематическая гидрогеологическая карта г. Томска.

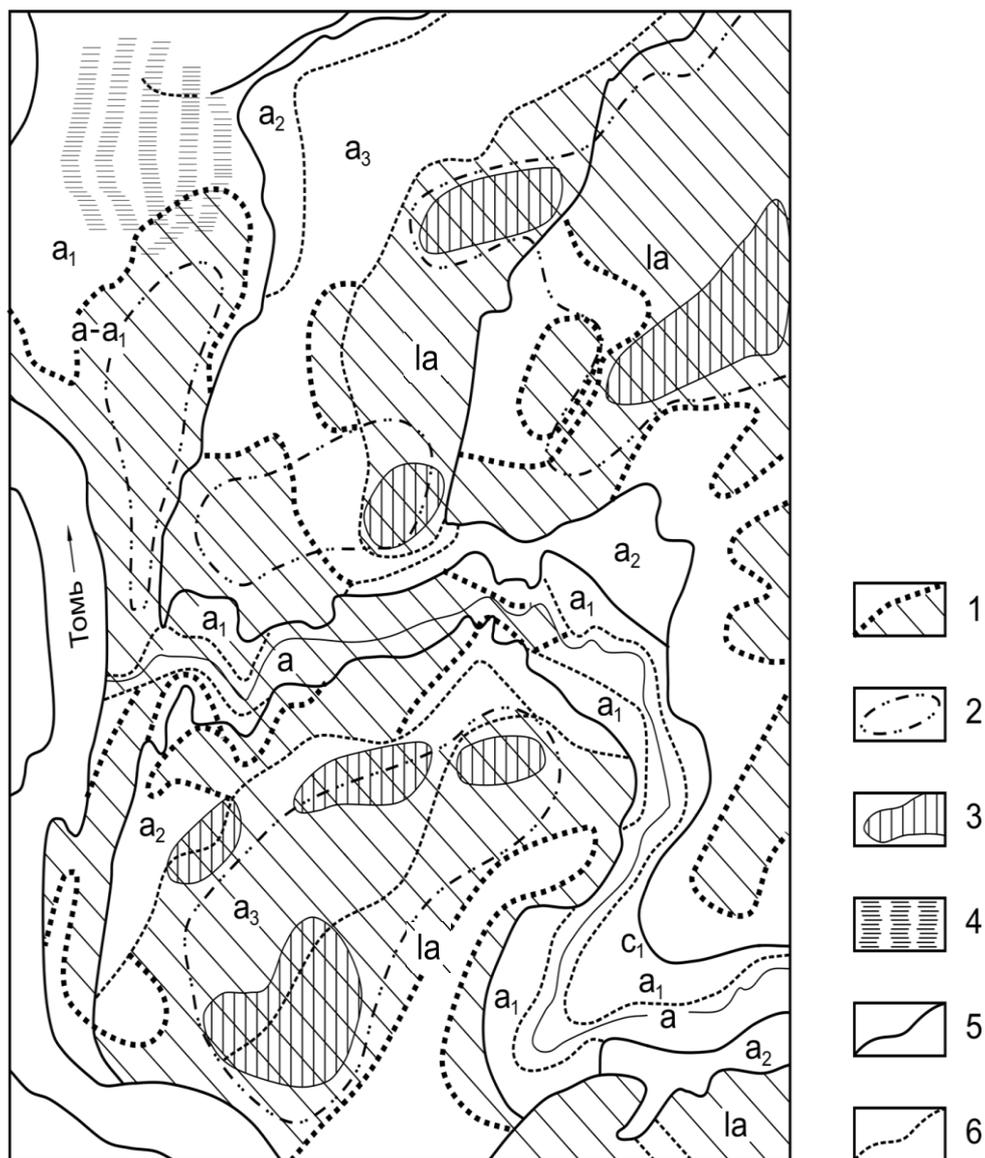


Рисунок 14 – Схематическая гидрогеологическая карта г. Томска [46]

1 – территории, имеющие строение, благоприятное для формирования техногенной верховодки и процессов подтопления; 2 – контуры развития верховодки; 3 – участки развития подтопления; 4 – заболоченные участки; 5 – границы водоносных горизонтов; 6 – границы геоморфологических элементов. Буквами обозначены водоносные горизонты низких (а – низкая и высокая поймы, а<sub>1</sub> – первая надпойменная) и высоких (а<sub>2</sub> – вторая, а<sub>3</sub> – третья, а<sub>4</sub> – четвертая надпойменные) террас, водораздела (la) и водоносный комплекс карбонатовых отложений (с<sub>1</sub>).

В разрезе выделяются два структурных этажа. Основание представлено плотными дислоцированными трещиноватыми породами палеозоя, на котором залегают рыхлые песчано-глинистые отложения мезо-кайнозойского возраста (Рис. 15). Роль раздельного слоя между ними выполняет глинистая кора выветривания мел-палеогенового возраста, имеющая переменную мощность и представленная водоупорными глинами. В плотных породах фундамента залегают трещинные, преимущественно напорные воды, которые частично используются для нужд хозяйственно-питьевого водоснабжения на территории города. Для рыхлых пород чехла характерно близкое к горизонтальному залегание, в соответствии с которым возможно выделение водоносных горизонтов по литолого-стратиграфическому принципу. Особые условия залегания подземных вод характерны для комплекса аллювиальных отложений достаточно хорошо развитой гидрографической сети. Подземные воды верхней части гидрогеологического разреза испытывают наиболее интенсивное техногенное воздействие и сами в свою очередь оказывают существенное влияние на условия жизнедеятельности города.

В соответствии с особенностями залегания водопроницаемых горных пород, общими условиями их питания и разгрузки в пределах территории г. Томска можно выделить водоносный комплекс четвертичных отложений, водоносный комплекс неоген-палеогеновых отложений и водоносный комплекс палеозойских отложений (Рис. 16) [28, 42, 46].

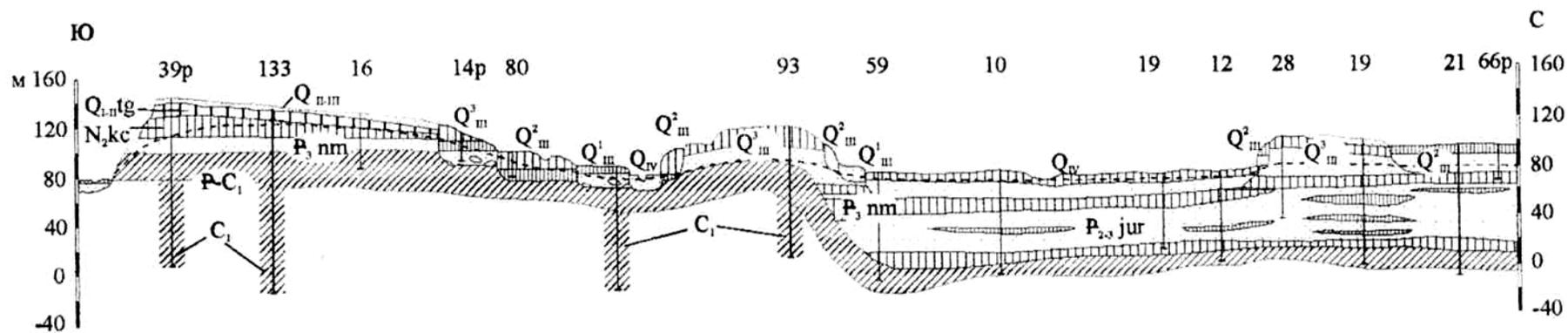


Рисунок 15 – Гидрогеологический разрез по линии Лагерный сад – Черемошники (по Г.Л. Плевако, 1987)

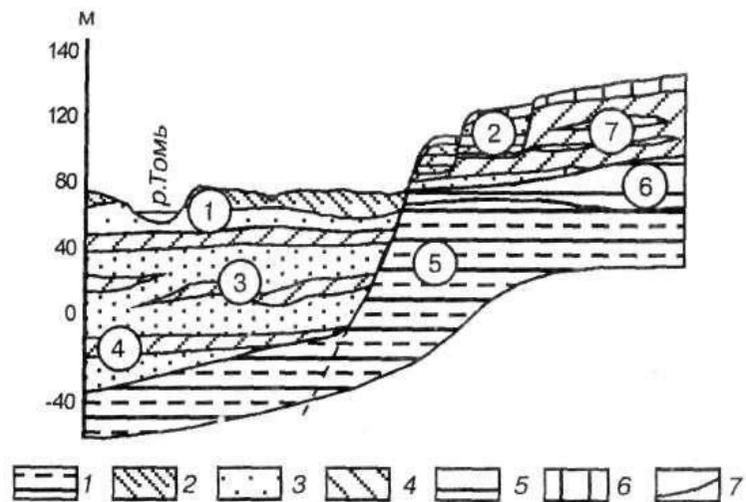


Рисунок 16 – Схема залегания водоносных горизонтов [47]:

1 – аргиллиты, алевролиты, песчаники; 2 – суглинки; 3 – пески; 4 – супеси; 5 – глины; 6 – покровные отложения; 7 – литологические границы. Цифры в кружках – водоносный горизонт: 1 – низких террас, 2 – высоких террас, 3 – отложений палеогена; 4 – водоносный комплекс меловых отложений; 5 – мел-палеогеновая кора выветривания; 6 – коры выветривания; 7 – водоносный горизонт отложений водораздела

### 2.7.1. Водоносный комплекс четвертичных отложений

Комплекс включает в себя водоносные горизонты низких террас рек Томи и Ушайки, высоких террас р. Томи, водораздела и его склонов, а также горизонты верховодок.

**Верховодка** в пределах города имеет значительное распространение и развита на всех геоморфологических элементах, за исключением второй террасы (Рис. 17). На низких террасах р. Томи верховодка наблюдается вдоль их закраин севернее устья р. Ушайки, занимает обширные площади района ул. Дальне-Ключевской до железной дороги и далее на север переходит в заболоченные территории, переувлажнение которых сформировано стоком р. Киргизки. Широкому распространению верховодки способствуют: плоский рельеф поверхности террас, в тыловых частях часто имеющий обратные уклоны, наличие многочисленных местных западин, зарегулированность поверхностного стока, а также планировочные работы, в процессе которых формируются горизонты насыпных грунтов, имеющих рыхлое сложение.

Горизонты верховодки приурочены к супесчаным разностям пород, покровным суглинкам, особенно гумусированным и иловым, болотным отложениям и насыпным грунтам. Глубина их залегания колеблется от 0,5 до 4-5 м, мощности переувлажненных зон зависят от индивидуального строения участков развития верховодок и взаимоотношений с горизонтами грунтовых вод. В тыловых частях террас

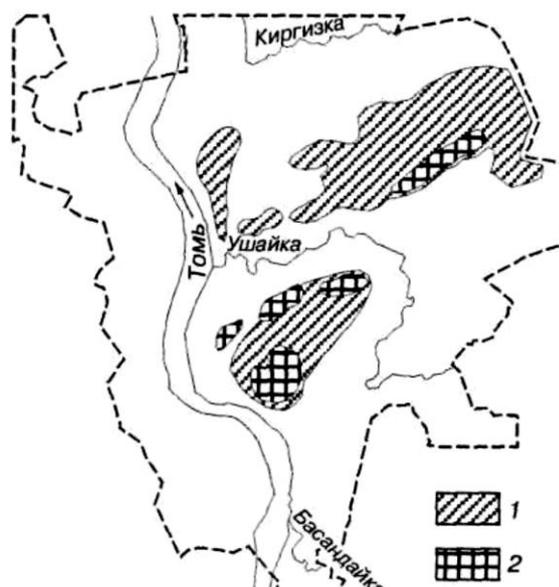


Рисунок 17 – Развитие подтопления и верховодки в Томске [47]:

1 – области развития верховодки; 2 – области интенсивного развития подтопления

верховодка, в совокупности с горизонтом гравийно-галечниковых отложений формирует неразрывную зону насыщения, по мере приближения к реке создает сложные взаимоотношения с уровнями грунтовых вод, и в непосредственной близости к бровке террас, в связи с достаточно хорошими условиями дренирования, наблюдается преимущественно в насыпных грунтах. В грунтах естественного сложения здесь могут формироваться лишь переувлажненные зоны, связанные с весенним снеготаянием.

Водообильность образований, содержащих верховодку, низка – удельные дебиты, по данным Б.В. Плотникова (1989), для насыпных грунтов не превышают 0,03 л/сек и 0,06 л/сек – для иловатых суглинков в естественном залегании, часто верховодка имеет сезонный характер, а для постоянно действующих горизонтов характерны значительные колебания уровней. Верховодка высоких террас р. Томи локализуется в виде двух обширных областей, охватывая центральную часть междуречья Томь-Ушайка в южной половине города и участок в районе Белого озера [45].

Верховодка южной части города приурочена к супесям, суглинкам и насыпным грунтам третьей и четвертой террас, залегает на глубинах от 1,5 до 8-9 м. Формированию ее на третьей террасе способствует наличие слоев и линз плотных суглинков, иногда иловых, а также глин, залегающих в основании супесчано-суглинистых отложений. На четвертой террасе верховодка приурочена, главным образом, к подошве лессовидных образований, подстилающихся деградированными суглинками, служащими относительным водоупором. Уровни подземных вод формируют хорошо прослеживаемые купола растекания с отметками 134-136 м абс. высоты, приуроченными к водораздельным участкам и снижающимися до 114-124 м к периферии площади развития верховодки.

Близкий к грунтовым водам характер имеет и верховодка, развитая в пределах Томь-Яйского водораздела в районе Иркутского тракта и прилегающих площадей. Приурочена она здесь к супесям и суглинкам, как

правило, в основании лессовидных разностей. Способствуют ее формированию наличие местных западин и понижений рельефа, а также волнистость поверхностей контактов грунтов различного литологического состава. Глубина залегания верховодок изменяется в широких пределах от 2 до 10 м, в значительной степени наследуя гипсометрические признаки территории - максимальные глубины залегания приурочены обычно к водораздельным участкам и минимальные тяготеют к логам и понижениям рельефа. Эта закономерность выдерживается не всегда - глубины залегания уровней зачастую возрастают к окраинам территорий развития верховодок, что, вероятно, связано с постепенно уменьшающейся водообильностью отложений и снижением степени их влажности на участках, где верховодка разгружается за счет внутриводородных испарительных процессов.

Уровенная поверхность верховодки повторяет в сглаженном виде формы крупных элементов рельефа. Максимальные абсолютные отметки ее (180-185 м) приурочены к гипсометрическому водоразделу в северо-восточной части города, минимальные (125-130 м) - к склону водораздела, направленному к долине р. Киргизка. На водораздельной поверхности междуречья рек Ушайки и Киргизки уровни залегают на отметках 150-160 м. В целом при рассмотрении характера гидроизогипс верховодки создается впечатление наличия потока подземных вод, ориентированного в сторону долины р. Киргизки и в районе Иркутского тракта приобретающего двухстороннюю разгрузку (на северо-запад и юг). Структура его не однородна на участках, где слои супесчаных и песчаных разностей подстилаются хорошо выдержанными по площади глинистыми породами, верховодка образует сливные массивы и может рассматриваться как грунтовый водоносный горизонт, характеризующийся определенными геометрическими и гидравлическими параметрами. Однако, нередки случаи, когда глинистые водоупоры замещаются хорошо проницаемыми грунтами - супесями и песками. Тогда поток теряет сплошность и, в связи

с малой интенсивностью инфильтрации и достаточно высокой дренированностью подстилающих слоев, породы оказываются переувлажненными лишь спорадически на участках с благоприятными строением разреза и условиями питания.

Отмечается пестрота химического состава верховодных горизонтов, преобладают гидрокарбонатные кальциевые, кальциево-магниевые воды с минерализацией на уровне 300-400 мг/л. Появление в пробах воды нитрат-иона с концентрацией до 40 мг/л свидетельствует о наличии загрязнения техногенного происхождения.

**Водоносный горизонт низких террас** объединяет отложения низкой и высокой пойм и первой надпойменной террасы. Основанием для такого объединения служит наличие близких по высотным отметкам цоколей, перекрытых практически единым горизонтом песчано-гравийно-галечниковых отложений. Мощность отложений колеблется от 6,1 до 13 м, в кровле их залегают суглинки, глины с прослоями песка, иногда иловатые. Горизонт, неоднородный по составу и степени промытости отложений, содержит поровые подземные воды напорно-безнапорного типа, гидравлически тесно связанные с поверхностными водами рек Томи и Ушайки. Глубины залегания кровли водоносных отложений зависят от строения разреза, гипсометрических отметок рельефа и колеблются от 5,5 до 22 м. Вблизи русла р. Томи водоносный горизонт безнапорный, к окраинам террас приобретает напоры до 7 м над кровлей водоносных отложений и уровни устанавливаются у поверхности земли. В период паводков напоры подземных вод до 6-7 м - явление повсеместное. Водообильность отложений неравномерна, зависит от гранулометрического состава и промытости водовмещающих пород и характеризуется удельными дебитами от 0,19 до 6,94 л/сек. Фильтрационные параметры пород также изменяются в широких пределах. Минимальные значения коэффициентов фильтрации составляют 1-2 м/сут, максимальные до 70-80- м/сут. Наиболее характерными величинами могут

считаться 20-30 м/сут. В отдельных случаях отмечаются аномально высокие фильтрационные свойства галечников - при наливах в буровые скважины, выполненных в 1957 г., получены удельные водопоглощения до 584 л/мин, что ориентировочно соответствует значениям коэффициента фильтрации порядка 100 м/сут.

По составу воды гидрокарбонатные кальциево-магниевые, реже магниевые-кальциевые и кальциево-натриевые с минерализацией 0,19-0,6 г/л.

**Водоносный горизонт высоких террас** объединяет отложения второй, третьей и четвертой террас и развит на большей территории города. В южной половине города он выполняет практически всю площадь междуречья Томь-Ушайки, в северной ему принадлежат обширные территории западного склона долины р. Томи. В южной части города обводнены отложения всех высоких террас, в северной - третья терраса расположена выше уровней грунтовых вод. Водоносными являются пески, супеси, иногда (в южной части города в основании второй террасы, линзы и прослой на четвертой террасе) галечники. Воды порового типа, как правило, безнапорные, но иногда приобретают местные напоры за счет наличия перекрывающих слоев и линз суглинков и глин, залегают на разновозрастных отложениях. В южной части городской территории это обычно отложения коры выветривания нижнекаменноугольных образований, в большинстве своем служащие водоупором, в северной части в основании водоносного горизонта залегают суглинисто-глинистые разности пород лагерно-томской и новомихайловской свит, зачастую выкинивающиеся или в силу фациальной изменчивости заменяющиеся супесчано-песчаными отложениями, и тогда водоносный горизонт имеет тесную гидравлическую связь с ниже залегающими отложениями палеогена. В отдельных случаях на гипсометрически приподнятых участках, где отложения палеогена залегают выше базисов дренирования, песчаные горизонты палеогена и отложений террасового комплекса

практически формируют единую систему, в которой отдельные горизонты могут быть выделены лишь по формальным признакам.

Мощности обводненных отложений разнообразны. Наиболее характерными являются значения 8-12 м, на отдельных участках отмечены мощности до 20-25 м (на второй террасе в южной части города). Уровни подземных вод имеют абсолютные отметки от 80- до 130 м в северной части города и от 80 до 115 м - в южной. Направление потока ориентированно в сторону основных дрен - рек Томи, Ушайки, Киргизки. Уклоны потока колеблются в широких пределах. На междуречьях уровни горизонтальны, в области транзита имеют уклоны порядка 0,005-0,1. Глубины залегания уровней зависят от геоморфологического и гипсометрического положения точки. Минимальные значения они имеют в закраинных частях и у подошвы второй террасы, а также в тальвегах наиболее глубоко врезанных логов. Здесь подземные воды частично разгружаются и часто создают заболачивание. В пределах площадей развития третьей и четвертой террас уровни обычно расположены на глубинах 15-20, а иногда (район Воскресенской горы) на глубинах более 40 м. Водообильность отложений изучена слабо, но, в целом, невысокая. Удельные дебиты единичных скважин, расположенных в пределах четвертой террасы составляли 0,07 - 0,24 л/сек. Удельный дебит 0,25 - 0,3 л/сек был получен из скважин, пройденных на третьей террасе. Коэффициенты фильтрации песков по ориентировочным оценкам составляют 3-5 м/сут. На территории города фиксируется наличие родниковой разгрузки подземных вод этого водоносного горизонта. Источники нисходящего типа характеризуются дебитом 0,3-0,5 л/сек.

По химическому составу воды гидрокарбонатные кальциево-магниевого с минерализацией до 0,36 г/л.

При изучении гидрогеологических условий для анализа условий строительного освоения городской территории в верхней части геологического разреза по гидродинамическому принципу,

определяющему сходные условия питания и разгрузки подземных вод, условно выделяется водоносный горизонт водораздела. Он объединяет предположительно разновозрастные породы (покровные субаэральные суглинки и средне-верхнечетвертичные отложения тайгинской свиты), в которых благодаря высокому гипсометрическому положению территории, подземные воды хорошо дренированы, залегают на больших глубинах, обычно превышающих 25-30 м, и сохраняют самостоятельное значение лишь при наличии глинистого волнистого водоупора, на котором они сохраняются в западинах. Пески и супеси, слагающие его, залегают на отложениях палеогена, представленных всеми литологическими разностями от песков до глин. При выклинивании и фациальном замещении глинистых пород песками и супесями, уровни подземных вод, как правило, устанавливаются в палеогеновых отложениях.

Условия залегания пород водоносного горизонта (чередование пород различной степени проницаемости и отдаленность областей разгрузки, приуроченных к долинам рек) благоприятны для развития горизонтов верховодок на обширных площадях.

Водоносный горизонт имеет наиболее слабую степень изученности по сравнению с другими образованиями четвертичного возраста. Относительно глубокое залегание уровней подземных вод не фиксируется большинством скважин разведочного бурения для целей изысканий под строительство, разновременные материалы которых использованы при анализе гидрогеологических условий.

**Водоносный горизонт среднечетвертичных озерно-аллювиальных отложений тайгинской свиты** ограниченное распространение в северо-восточной и в южной части территории г. Томска. Приобретают самостоятельное значение при глубоком залегании уровней. При высоком положении уровенной поверхности могут входить в состав условно выделенного водоносного горизонта водозадела. Подземные воды приурочены к прослоям и линзам песков и супесей

мощностью от 0,7 до 16 м, залегающих в толще суглинков. В подошве водоносного горизонта тайгинской свиты лежат разновозрастные глины, а также суглинки кочковской свиты. Таким образом, водоносные отложения тайгинской свиты оказываются изолированными от нижележащих водоносных горизонтов, что затрудняет возможность питания первых за счет подтока вод из нижележащих горизонтов. Основным источником питания тайгинских водоносных пород является инфильтрация атмосферных осадков и поверхностных вод. Воды слабонапорные, редко безнапорные. Уровни устанавливаются на глубинах 11,3-28,4 м. от дневной поверхности. Величина напоров изменяется от 0,0-0,7 до 7,7 м. Химический состав однороден, воды гидрокарбонатные кальциево-магниевые с минерализацией до 0,3-0,4 г/л.

### **2.7.2. Водоносный комплекс палеогеновых отложений**

Водоносный комплекс палеогеновых отложений, представленный рядом водоносных горизонтов широко развит в пределах северной части городской территории. В южной части отмечены отложения новомихайовской свиты залегающие на коре выветривания глинистых сланцев палеозойского фундамента, но здесь они представлены алевритами с прослоями глин и бурых углей и являются, в основном, водоупором. Глубины залегания отложений палеогена колеблются от 20 до 50 м в пойме р. Томи и от 25 до 52 м на водораздельных участках. Водовмещающие породы представлены разномышными песками с прослоями глин и лигнитов. Водоносные горизонты отделяются друг от друга, а также от залегающих выше четвертичных отложений глинистыми водоупорами, имеющими "литологические окна", через которые осуществляется достаточно тесная гидравлическая связь [42].

Подземные воды палеогеновых отложений имеют напорный характер пьезометрические уровни их устанавливаются на отметках 73-85 метров абс. высоты в пойменной части долины р. Томи, т.е. на глубинах, близких к дневной поверхности. На водораздельных территориях уровни

залегают на глубинах до 70,5 м [35]. Водообильность отложений неравномерная и зависит от их гранулометрического состава, отсортированности и промытости. Низкими фильтрационными свойствами коллекторы обладают на водораздельных площадях и у границы выклинивания палеогеновых отложений. Удельные дебиты скважин здесь не превышают десятых долей литра в секунду. На участках, непосредственно прилегающих к р. Томи, водообильность значительно возрастает в связи с большей промытостью песков продуктивной толщи. Эксплуатационные скважины расположенные в районе Черемошников, дают дебиты до 4-6 л/сек.

Существенного влияния на условия строительства подземные воды комплекса палеогеновых отложений на подавляющей части территории города не оказывают. Единственным участком проявления их негативной роли является склон Лагерного сада. Разгрузка подземных вод по песчаным прослоям, залегающим в основании толщи рыхлых отложений, вызывает здесь суффозионные процессы, являющиеся одной из основных причин потери устойчивости откосов.

Водоносный горизонт олигоценых отложений лагерно-томской и новомихайловской свит в пределах участка распространен почти повсеместно. Залегают они на коре выветривания пород палеозойского фундамента и, в северо-западной части участка, на осадках юрковской свиты. Литологически отложения свит представлены разномышными песками, иногда с галькой, плотными глинами.

Воды отложений почти повсеместно напорные. Максимальная величина напора достигает 2 м. Пьезометрическая поверхность подземных вод располагается на глубинах 0,85-7,0 м. Общая мощность водоносной толщи до 55 м.

Кровлей обводненных песков лагерно-томской и новомихайловской свит служат глины того же возраста и реже – пески кочковской свиты или аллювиальные отложения террас. Отсутствие на отдельных участках

водоупора в кровле обуславливает взаимосвязь его с вышележащими водоносными горизонтами и создает условия возможного питания за счет инфильтрации атмосферных осадков.

Разгрузка их осуществляется в долины р. Томи и ее притоков.

Водообильность отложений, в связи с их неоднородностью, разная. Она характеризуется дебитами от 0,3 до 4 л/с при понижениях уровня на 3,2-24 м.

Воды в основном гидрокарбонатные кальциево-магниевые, реже гидрокарбонатные кальциево-магниевые-натриевые.

Воды пресные, слабоминерализованные, жесткие, умеренно-жесткие, мягкие и очень мягкие.

Водоносный горизонт верхнеэоценовых-нижеолигоценовых отложений юрковской свиты пользуется ограниченным распространением в северо-западной части участка.

Литологический горизонт представлен разнозернистыми песками кварц- полевошпатового состава, гумусированными, слюдистыми, с обломками лигнитизированной древесины с тонкими прослоями глинистых алевроитов и грубозернистыми песками с гравием и галькой в основании.

Пески юрковской свиты залегают непосредственно на плотных глинах люлинворской свиты. Распространяясь на восток, отложения юрковской свиты ложатся на породы палеозоя и их кору выветривания

Кровля почти повсеместно представлена песками, реже глинами новомихайловской свиты.

По химическому составу воды юрковской свиты являются слабоминерализованными, с сухим остатком 100-300 мг/л и с преобладанием гидрокарбонатного аниона. Из катионов преобладающим являются кальций.

Воды мягкие и умеренно-жесткие [42].

### **2.7.3. Водоносный комплекс палеозойских отложений**

Водоносный комплекс палеозойских отложений имеет повсеместное распространение и приурочен к верхней зоне экзогенной трещиноватости сложнодислоцированных нижнекаменноугольных пород басандайской, лагерно-томской свит и дайкового комплекса пермь-триасового возраста. Водоносные породы преимущественно глинистые сланцы алевролиты и, в меньшей мере, мелкозернистые песчаники, выходят на дневную поверхность в районе Лагерного сада и в долине р. Ушайки. В северном и северо-западном направлениях породы палеозойского фундамента резко погружаются и уже в пределах Черемошников залегают на глубинах 80-100 м даже в пойменной части долины р. Томи. Наибольшие глубины залегания отмечаются в пределах северной части городской территории.

Водоносность приурочена к зоне региональной трещиноватости мощностью 20-80 м, развитой в верхних частях разреза, структурному элювию и многочисленным плохо картируемыми зонами дробления палеозойского фундамента. В кровле палеозойских пород почти повсеместно развита глинистая кора выветривания, которая служит региональным водоупором, но на отдельных участках ее мощность сокращается, а в некоторых случаях преобладают песчано-дресвяные отложения, что способствует формированию вертикальных перетоков из вышележащих водоносных горизонтов. Воды преимущественно трещинного типа имеют напорный характер. Уровни подземных вод устанавливаются на глубинах от 0 до 33 -35,5 м [46]. Водообильность отложений в целом невелика, неравномерна в зависимости от характера трещиноватости. Дебиты скважин изменяются от 0,1 до 5,8 л/сек, при понижении уровней на 0,69 - 29,1 м, удельные дебиты колеблются от тысячных долей до 0,19 л/сек. Участки наиболее высокой водообильности приурочены к сочленениям разнонаправленных зон дробления, а в отдельных случаях - к зонам развития структурного элювия, развивающегося по толщам преимущественно песчанистого состава. Такие

закономерности установлены по данным опробования буровых скважин в районе Академгородка. На Родионовском участке, расположенном восточнее городской территории в единичных случаях отмечены удельные дебиты скважин до 3,8 л/сек

На большей части территорий, исключая северную часть города подземные воды палеозойских отложений используются для децентрализованного водоснабжения различных предприятий [28, 46, 47].

#### **2.7.4. Режим, условия питания, формирования и разгрузки подземных вод**

Грунтовые воды города, согласно классификации А.А. Коноплянцева, можно отнести к сезонному типу, преимущественно весеннего и осеннего питания, к подтипу умеренного питания и классу дренированных областей. По классификации Г.Н. Каменского выделяют три типа режима: прибрежный, водораздельный и искусственный.

Прибрежный тип режима характерен для подземных вод, гидравлически связанных с поверхностными водотоками. Наиболее четко он проявляется в пределах развития низких террас реки Томи. С некоторой степенью условности, поскольку являются напорными, а классификация предусматривает грунтовые воды, в качестве прибрежного можно рассматривать режим подземных вод палеогеновых отложений на участках тесной гидравлической связи с горизонтами низких террас. Этим же типом режима характеризуются водоносные палеозойские образования. В формировании уровня режима подземных вод низких террас реки Томи основную роль играют подпорные явления, связанные с паводками. Колебания уровней практически полностью, но в сглаженном виде, следуют сезонным изменениям уровней реки Томи. Амплитуды колебаний уровней зависят от высоты паводка, расстояния до реки и фильтрационных свойств пород. Зона наиболее интенсивного влияния подпора охватывает полосу шириной порядка 1 км, а величины амплитуды колебаний уровней здесь составляют 5-7 м. Помимо подпора на режим подземных вод

интенсивное влияние оказывает инфильтрационное питание в пределах поймы.

Водораздельный тип режима характерен для подземных вод высоких террас реки Томи и водораздела. Колебания уровней невелики и зависят от интенсивности инфильтрации и условий дренирования потока.

Характер изменения уровней подземных вод, совпадения точек экстремумов с весенним и осенним периодами, свидетельствуют о преимущественном инфильтрационном питании за счет талых вод и атмосферных осадков (осенних морозящих дождей).

Разгрузка подземных вод осуществляется перетеканием в подстилающие водоносные горизонты, частично в водоносный горизонт низких террас, а также в виде многочисленных нисходящих источников, расположенных у подошвы террасовых уступов и на склонах речных долин и логов. Зачастую разгрузка имеет скрытый для визуального наблюдения характер и выражается в переувлажнении грунтов, перекрывающих выходы водосодержащих пластов на склонах и в тальвегах логов [26, 46].

### **Глава 3. Оценка хозяйственной деятельности на водосборной территории р. Ушайка в пределах г. Томска**

Всего на территории г. Томска 540 организаций, влияющих на состояние окружающей среды. Наличие в пределах городской черты крупных промышленных предприятий, таких как ТНХК, ТЭЦ-3, ГРЭС-2, ОАО «Сибкабель», ОАО «Томский электромеханический завод» является одной из основных причин загрязнения поверхностных вод на территории города.

Деятельность промышленных предприятий оказывает негативное влияние на различные компоненты биосферы города: на атмосферу, гидросферу, почвы. Загрязняющими веществами являются взвешенные вещества, соли аммония, нитраты, нитриты, фосфаты, поверхностно-активные вещества, нефтепродукты, соединения металлов (железа, марганца, меди). Основным фактором загрязнения реки является поверхностный сток с прилегающих к Ушайке территорий. Дождевыми и снеготалыми водами с территорий города и промышленных площадок привносится масса загрязняющих веществ.

Ливневые воды чаще всего сильно загрязнены нефтепродуктами (особенно, если ливневые воды собираются в районе АЗС или автостоянок). В состав ливневых стоков входят и тяжелые металлы, а также органические вещества, причинами, поступления которых могут быть как атмосферные осадки, так и почва.

Хозяйственно-бытовые стоки (если сбрасываются без очистки) – содержат в большом количестве соли аммония, фосфаты, взвешенные вещества и другие загрязняющие вещества.

Промышленные сточные воды – для них характерно присутствие перечисленных веществ и многих других в зависимости от технологических процессов предприятия.

Промышленные и жилые объекты, оказывающие негативное влияние на водосборный бассейн и химический состав р. Ушайка [18]:

1. ЗАО Металон (обработка металлических отходов и лома)
2. ООО Ифар (фармакологические разработки)
3. Конфетная фабрика «Красная звезда»
4. Мебель 1 (сборка мебели с лакировкой и покраской)
5. Стеклопласт (производство железобетонных изделий)
6. ООО Полимерная покраска
7. ООО Шефмонтаж
8. Сиблакра (лакокрасочные материалы)
9. Жилые дома с нецентрализованной канализацией
10. ООО Спектринвест (металлообработка)
11. Автомоечный комплекс (ул. Сибирская, 40 ст.10)
12. Завод «Эмальпровод» (промышленное оборудование)
13. ГРЭС-2
14. Департамент капитального строительства администрации г.

Томска

15. Департамент городского хозяйства администрации г. Томска
16. ЗАО Сибкабель
17. Томский филиал АО «ТГК-11»
18. Томская домостроительная компания (ТДСК)
19. Томский научный центр СО РАН



Рисунок 18 – ул. Сибирская-ул. Красноармейская



Рисунок 19 – ул. Сибирская



Рисунок 20 – Автомоечный комплекс, ул. Сибирская, 40 стр.10



Рисунок 21 – пос. Степановка

На территории г. Томска расположены объекты ливневой канализации протяженностью 192 км, техническая документация имеется в неполном объеме, общий износ городской ливневой канализации оценивается в 68%. Ливневой канализацией оборудованы около 22 %

дорог на территории города. В течение длительного периода, вплоть до настоящего времени, система канализации города в необходимом объеме должным образом не обслуживалась специализированной организацией. Сложившаяся ситуация не позволяет эффективно эксплуатировать объекты и успешно решать задачи отведения поверхностных вод [7].

Кроме того, результаты анализов качества воды выпусков ливневой канализации по данным Департамента природных ресурсов показывают значительное превышение во всех выпусках предельно допустимой концентрации загрязняющих веществ для водоемов рыбохозяйственного назначения.

Высокие концентрации веществ в стоках ливневой канализации объясняются не только высоким содержанием загрязняющих веществ в водах, собираемых в канализацию с городских территорий. Всего городская канализация имеет 16 выпусков талых и ливневых сточных вод в р. Ушайку в пределах г. Томска.

Осуществление сброса талых и ливневых сточных вод в р. Ушайку, через выпуск, расположенный:

Место размещения выпуска	Географические координаты					
	С.Ш.			В.Д.		
	Град.	Мин.	Сек.	Град.	Мин.	Сек.
Городская канализация						
Выпуск № 1	56	29	20	84	57	05
Выпуск № 5	56	29	10	84	57	33
Выпуск № 6	56	29	12	84	58	01
Выпуск № 7	56	29	06	84	56	58
Выпуск № 8	56	29	06	84	56	36
Выпуск № 10	56	28	58	84	56	46
Выпуск № 16	56	29	06	84	58	13
Территориальная генерирующая компания №11 (АО ТГК №11)						
	56	29	13	84	59	08
Томская домостроительная компания (ОАО ТДСК)						
Левый берег р. Ушайка, в 9,5 км от устья	56	27	56	84	01	11

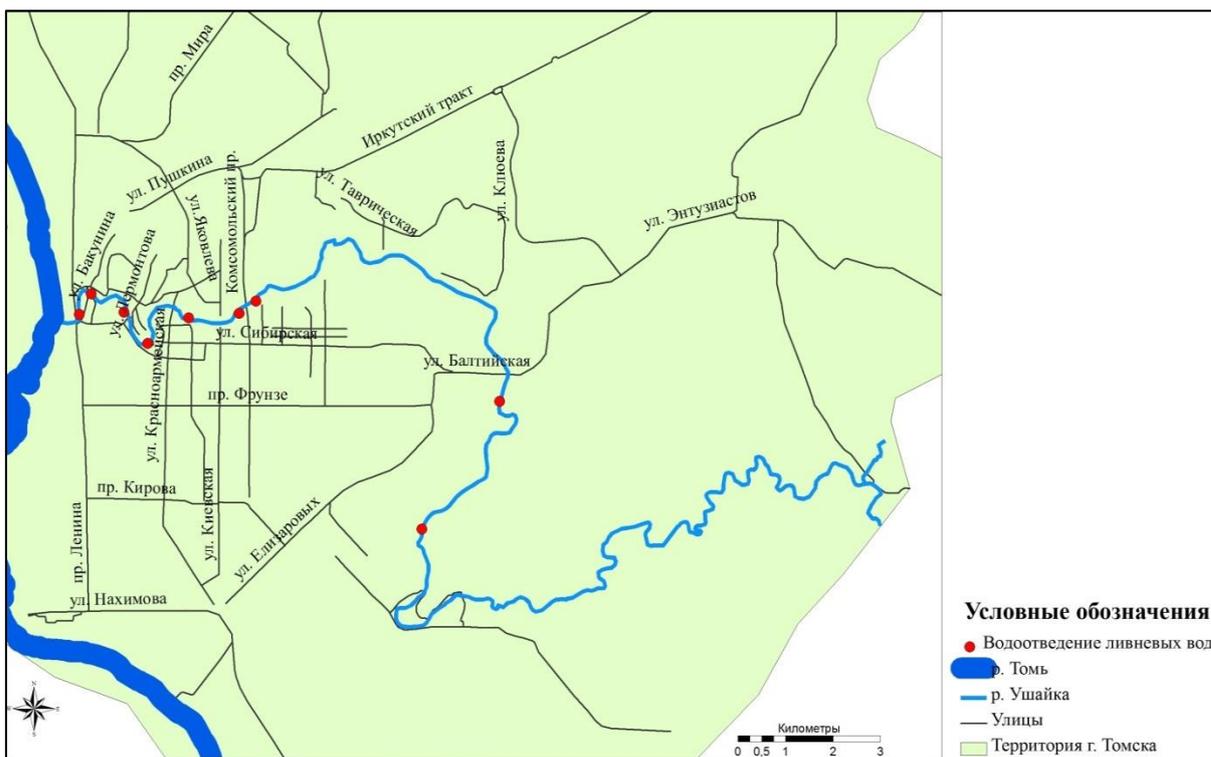


Рисунок 22 – Схема водоотведения ливневых вод в р. Ушайку

Сброс талых и ливневых сточных вод в р. Ушайка через выпуск № 1, осуществляется в районе ул. Р. Люксембург (10 м от Каменного моста). Общая площадь водосбора талых и ливневых сточных вод составляет 11668,442 м<sup>2</sup>, в т.ч. площадь газонов – 461,1462 м<sup>2</sup>, площадь крыш – 1557,32934 м<sup>2</sup>, площадь асфальтового покрытия – 9649,97 м<sup>2</sup>. Сбор талых и ливневых сточных вод производится через решетки дождеприемных колодцев, где сточные воды очищаются от крупного мусора и далее по коллектору через выпуск № 1, выполненный из трубы диаметром 500 мм поступают в водный объект.

Также сброс талых и ливневых сточных вод в р. Ушайка осуществляется через выпуск № 5, расположенный в районе ул. Лермонтова, Аптекарский мост. Общая площадь водосбора талых и ливневых сточных вод составляет 114439,611 м<sup>2</sup>, в т.ч. площадь газонов – 14377,04 м<sup>2</sup>, площадь крыш – 18080,3 м<sup>2</sup>, площадь асфальтового покрытия – 81982,3 м<sup>2</sup>. Сбор талых и ливневых сточных вод производится через решетки дождеприемных колодцев, где сточные воды очищаются от

крупного мусора и далее по коллектору через выпуск № 5, выполненный из трубы диаметром 300 мм поступают в водный объект.

Сброса талых и ливневых сточных вод в р. Ушайка осуществляется через выпуск № 6, расположенный в районе ул. Красноармейская - пер. Песочный. Общая площадь водосбора талых и ливневых сточных вод составляет 518904, 407 м<sup>2</sup>, в т.ч. площадь газонов – 173649, 85 м<sup>2</sup>, площадь крыш – 71837, 42 м<sup>2</sup>, площадь асфальтового покрытия – 273417, 12 м<sup>2</sup>. Сбор талых и ливневых сточных вод производится через решетки дождеприемных колодцев, где сточные воды очищаются от крупного мусора и далее по коллектору через выпуск № 6, выполненный из трубы диаметром 1000 мм поступают в водный объект.

Сброса талых и ливневых сточных вод в р. Ушайка осуществляется через выпуск № 7, расположенный в районе набережной р. Ушайка – пер. Батенькова. Общая площадь водосбора талых и ливневых сточных вод составляет 453355, 76 м<sup>2</sup>, в т.ч. площадь газонов – 59565, 31 м<sup>2</sup>, площадь крыш – 93630, 52 м<sup>2</sup>, площадь асфальтового покрытия – 300159, 92 м<sup>2</sup>. Сбор талых и ливневых сточных вод производится через решетки дождеприемных колодцев, где сточные воды очищаются от крупного мусора и далее по коллектору через выпуск № 7, выполненный из трубы диаметром 400 мм поступают в водный объект.

Также сброс талых и ливневых сточных вод в р. Ушайка происходит через выпуск № 8, расположенный в районе ул. Киевская. Общая площадь водосбора талых и ливневых сточных вод составляет 330655, 9 м<sup>2</sup>, в т.ч. площадь газонов – 40922, 89 м<sup>2</sup>, площадь крыш – 69174, 37 м<sup>2</sup>, площадь асфальтового покрытия – 220488, 63 м<sup>2</sup>. Сбор талых и ливневых сточных вод производится через решетки дождеприемных колодцев, где сточные воды очищаются от крупного мусора и далее по коллектору через выпуск № 8, выполненный из трубы диаметром 1000 мм поступают в водный объект.

Сброса талых и ливневых сточных вод в р. Ушайка осуществляется через выпуск № 16, расположенный в районе ул. Войлочная, 10. Сбор талых и ливневых сточных вод производится через решетки дождеприемных колодцев, где сточные воды очищаются от крупного мусора и далее по коллектору через выпуск № 16, выполненный из трубы диаметром 1000 мм поступают в водный объект.

Водным объектом, принимающим ливневые сточные воды ЗАО «Сибкабель» является река Ушайка. Сброс ливневых сточных вод осуществляется по ливневой канализации. В выходном колодце на территории предприятия установлен металлический каркас с фильтрующим слоем адсорбентов НПМ-ЭМ, далее вода проходит по металлической трубе диаметром 500 мм до отстойника (размер отстойника 2500x2500x1500 мм) с песчано-гравийной смесью. Отстойник находится на расстоянии 60 м от реки. После отстойника, вода по бетонированному желобу поступает в р. Ушайка. Ежегодно в начале ливневого периода силами предприятия происходит замена фильтрующего слоя и песчано-гравийной смеси.

Местом размещения выпуска ливневых сточных вод ООО ТДСК является левый берег р. Ушайка, в 9,5 км от устья. Уровень места сброса от поверхности воды в меженный период составляет 0,3 м. Сосредоточенный береговой выпуск сточных вод представляет собой стальную трубу диаметром 0,4 м, установленную на железобетонном блоке. Оголовок трубы расположен на 0,3 м над уровнем воды. В период весеннего и осеннего паводка оголовок трубы находится в 2-3 м от берега, в межень на 1-1,5 м.

Сброс талых и ливневых сточных вод осуществляется в соответствии с графиком, согласованным с Департаментом природных ресурсов и охраны окружающей среды Томской области [18].

### **3.1 Влияние строительства на водосборной территории на геоэкологическое состояние р. Ушайки**

Строительство в г. Томске с каждым годом увеличивает свои обороты. Стратегия развития строительной отрасли города предусматривает ежегодный прирост ввода жилья в Томске в объеме 50 тысяч квадратных метров. Следовательно, происходит массовая застройка городской территории, что является катализатором изменения химического состава реки Ушайки.

На водосборной территории реки Ушайки находится более десяти строящихся объектов, преимущественно это жилые дома до 18 этажей.

С 2008 г. ведется строительство жилого комплекса «Прибрежный». Жилой комплекс предполагает озеленение, прогулочные дорожки и скамейки для отдыха на свежем воздухе, детские и спортивные площадки, а также автостоянки. Нужно учесть то, что микрорайон расположен в водоохранной зоне р. Ушайки и к 2016 г. территория жилого комплекса находится в плохом состоянии. Берег реки завален строительным мусором, в 250-300 м от береговой зоны находится АЗС. Аналогичная обстановка в мкр. Восточный, мкр. Школьный. Застройщик и жители микрорайонов не уделяют должного внимания придомовой территории, что негативно сказывается на экосистеме водосборной территории (Рис. 23).



Рисунок 23 – ул. Богдана Хмельницкого (мкр. Прибрежный)

Известно, что при строительных и ремонтных работах образуется большое количество отходов – так называемого строительного мусора. В эту категорию попадают остатки бетона и металлоконструкций, стройматериалов и продукции для отделки помещений, зачастую с упаковкой, обломки древесины.

На придомовой территории многоэтажных домов мкр. Прибрежный был обнаружен строительный мусор 1, 2, 4 классов опасности. К мусору 1 и 2 классов опасности можно отнести лаки, краски, растворители и прочие средства, содержащие токсины. Отходы 4 класса это кирпич, бетон, упаковка строительных материалов (Рис. 24).



Рисунок 24 – Придомовая территория многоэтажного дома по ул. Богдана Хмельницкого, 5/1

Осмотр водосборной территории был начат в январе 2016 года, тогда был обнаружен строительный мусор по ул. Киевская, 1, где в данный момент ведется строительство многоэтажного дома. Но на начало апреля ситуация изменилась, в настоящее время там проводится очистка придомовой территории и берега реки. В настоящее время проводится расчистка от старых кустарников и деревьев, берег выравнивают и укрепляют каменной смесью (Рис. 25).



Рисунок 25 – Расчистка прибрежной территории р. Ушайка.

Существуют определенные меры способные не допустить негативного влияния строительных отходов на сам процесс строительства и экологию окружающего пространства.

1. Своевременный вывоз появившихся отходов.

2. Утилизация и переработка мусора. Так, например, кирпич и бетон может использоваться для засыпки ям и котлованов.

3. Должна производиться регулярная уборка территории стройплощадки.

4. Организация стоянок строительной техники.

5. Упорядоченное складирование стройматериалов.

В заключении можно сказать, что это не полный список природоохранных мероприятий, которые помогут снизить негативное влияние строительства на водосборной территории. Хотелось бы, чтобы застройщики применяли эти меры на практике. В р. Ушайке активно действуют процессы самоочищения и предложенные природоохранные мероприятия, несомненно, приведут к скорому восстановлению реки [42].

#### Глава 4. Химический состав природных вод

В настоящее время известны более 2000 вредных веществ загрязняющих поверхностные водные объекты. Все они попадают в воду в результате антропогенной деятельности. Рост численности населения, развитие промышленной деятельности и др. напрямую влияет на естественное равновесие в гидросфере.

Оценка качества р. Ушайки проводилась на основе статистической обработки результатов гидрохимических наблюдений, проводимых ОГУ «Облкомприрода» в течение 2008–2014 гг. в 8 точках, а также результаты опробования в 2015 г. в 6 точках г. Томска. В пробах определялись 18 показателей (показатели физического, газового, биогенного, органического, солевого состава).

По химическому составу поверхностные воды р. Ушайка на территории г. Томска преобладают гидрокарбонатные кальциевые или гидрокарбонатные натриево-кальциевые воды, нейтральные или слабощелочные, пресные, умеренно-жесткие.

$$M_{0,4} \frac{HCO_3 \ 86}{Ca55 \ Na \ 24 \ Mg \ 18} \ pH \ 7,1 \ OЖ \ 5,8$$

Качество воды на отдельных участках реки в рассматриваемый период не претерпело существенных изменений. Как и ранее оно не отвечало нормам для рыбохозяйственного водоема. Наиболее распространенными загрязняющими веществами являются нефтепродукты, фенолы, соединения железа, иона аммония, фторидов, нитрит-иона, концентрации которых в воде стабильно превышали предельно допустимые концентрации для водоемов рыбохозяйственного назначения, в соответствии с [93], чаще всего в пределах от 2 до 100 ПДК.

К наиболее распространенным и опасным источникам загрязнения воды являются нефтепродукты. К нефтепродуктам относятся различные виды топлива (бензин, дизельное топливо, керосин и др.), смазочные материалы, растворители. Содержание нефтепродуктов в речных, озерных,

морских, подземных водах и атмосферных осадках колеблется в довольно широких пределах и обычно составляет сотые и десятые доли мг/дм<sup>3</sup>. В незагрязненных нефтепродуктами речных водах концентрация естественных углеводородов может колебаться от 0,01 до 0,20 мг/дм<sup>3</sup>. Содержание естественных углеводородов определяется трофическим статусом реки, то есть состоянием фитопланктона, и в значительной мере зависит от биологической ситуации [52].

По данным ОГУ «Облкомприрода» содержание нефтепродуктов наблюдается на всем протяжении реки Ушайка. В присутствии нефтепродуктов вода приобретает специфический вкус и запах, изменяется цвет, рН, ухудшается газообмен с атмосферой. Лимитирующий показатель вредности – рыбохозяйственный (ПДК – 0,05 мг/дм<sup>3</sup>) [93]. Рост содержания нефтепродуктов объясняется увеличением количества автомобилей в городе, следовательно, и выносом продуктов сжигания топлива в водные объекты г. Томска, также увеличение загрязненности р. Ушайки происходит из-за несанкционированной массовой мойки автотранспорта на реке, как в городе, так и за его чертой. Стоки, попадающие в поверхностные воды, содержат бензин, топливные и смазочные масла, фенолы и многое другое. Все перечисленные углеводородные соединения составляют около 90% и выше от суммарного количества всех органических примесей. Легкие нефтепродукты, например бензин, частично растворяются в воде, тем самым образуют с водой эмульсии, что касается тяжелых нефтепродуктов, например смазочные и минеральные масла, попадают на дно реки и накапливаются в донных осадках.

Превышение предельно допустимых концентраций (ПДК) по нефтепродуктам наблюдается в районе Каменного моста (устье р. Ушайки) в июле и в январе превышение выявлено в 300 м выше и ниже выпуска из канализационного коллектора микрорайона Мокрушинский. Это обусловлено поверхностным стоком с городских и промышленных

территорий, также особое внимание стоит уделить ливневой канализации, которая оказывает прямое влияние на загрязнение поверхностных вод.

Высокие концентрации веществ в стоках ливневой канализации объясняются не только высоким содержанием загрязняющих веществ в водах, собираемых в канализацию с городских территорий. Одной из основных причин являются врезки фекальной канализации частного сектора и хозяйственно-бытовой и производственной канализации предприятий и организаций.

Нужно также отметить, что железо является основным загрязнителем воды р.Ушайки. Концентрация железа в воде зависит от рН и содержания кислорода в воде. Следует отметить, что наличие в воде соединений железа обусловлено местным гидрохимическим фоном при определенном воздействии антропогенных факторов. Значения концентраций железа общего во всех створах р. Ушайки на территории г. Томска, как правило, выше ПДК.

Железо поступает в воду при растворении горных пород, оно может вымываться из них подземными водами, так как Ушайка имеет непосредственно подземное питание.

Превышение фенолов в воде наблюдается на всех створах реки. Предельно допустимая концентрация составляет 0,001 мг/л. По данным ОГУ «Облкомприрода» превышение по фенолам наблюдается 1, 25 – 5,34 ПДК в июле, а в январе 0,5 – 3,05 ПДК. Фенолы в естественных условиях образуются в процессе метаболизма водных организмов, при биохимическом распаде и изменении органических веществ, протекающих как в водной толще, так и в донных отложениях. Фенолы являются одним из наиболее распространенных загрязнителей, поступающих в поверхностные воды со стоками предприятий г. Томска. Также концентрация фенолов в поверхностных водах подвержена сезонным изменениям. В летний период содержание фенолов падает (с ростом температуры увеличивается скорость распада) [52].

Немаловажным загрязнителем реки является ион аммония, предельно допустимая концентрация, которого составляет 0,5 мг/л. Основными источниками поступления ионов аммония в реку являются хозяйственно-бытовые сточные воды, а также сточные воды предприятий фармацевтической промышленности. В стоках промышленных предприятий содержится до 1 мг/л аммония, в бытовых стоках – 2-7 мг/л, с хозяйственно-бытовыми сточными водами в канализационные системы ежедневно поступает до 10 г аммонийного азота (в расчете на 1 жителя) [15]. Повышенная концентрация ионов аммония использована в качестве индикаторного показателя, отражающего ухудшение санитарного состояния реки Ушайки, процесс загрязнения поверхностных вод, в первую очередь, бытовыми стоками.

Присутствие нитратных ионов в природных водах связано с:

1. внутриводоемными процессами нитрификации аммонийных ионов в присутствии кислорода под действием нитрифицирующих бактерий;

2. атмосферными осадками, которые поглощают образующиеся при атмосферных электрических разрядах оксиды азота (концентрация нитратов в атмосферных осадках достигает 0,9 - 1 мг/дм<sup>3</sup>);

3. промышленными и хозяйственно-бытовыми сточными водами особенно после биологической очистки, когда концентрация достигает 50 мг/дм<sup>3</sup> [15];

Повышенное содержание нитритов указывает на усиление процессов разложения органических веществ в условиях более медленного окисления  $\text{NO}_2^-$  в  $\text{NO}_3^-$ , что указывает на загрязнение реки, то есть он является важным санитарным показателем.

Содержание соединений фосфора подвержено значительным сезонным колебаниям, поскольку оно зависит от соотношения интенсивности процессов фотосинтеза и биохимического окисления органических веществ. Минимальные концентрации фосфатов в

поверхностных водах наблюдаются обычно весной и летом, максимальные – осенью и зимой.

Антропогенными источниками фосфатов в окружающей среде являются: удобрения, стиральные порошки, необработанные сточные воды. Попадая в реку фосфаты, способствуют бурному развитию живых организмов. Увеличивается количество бактерий, планктона и водорослей. Фосфаты в больших количествах содержатся в бытовых моющих средствах. Пробы, отобранные сотрудниками ОГУ «Облкомприрода» показали, что вода в Ушайке содержит фосфатов в несколько раз больше нормы. Показатели варьируются в зависимости от времени года. Предельно допустимая концентрация фосфатов составляет 0,5 мг/л. Превышение наблюдается на протяжении всей реки в пределах г. Томска, но особое внимание нужно уделить мкр. Мокрушинский, так как там находится канализационный коллектор. Пробы воды, отобранные ниже и выше 300 м этого коллектора, показывают превышение по фосфатам 248,14 ПДК в январе. Это указывает на то, что загрязнение водного объекта происходит канализационными и хозяйственно-бытовыми стоками.

В таблице 12 представлены данные по пределам содержания некоторых компонентов химического состава природных вод р. Ушайки на территории г. Томска с учетом данных, предоставленных Департаментом природных ресурсов и охраны окружающей среды Томской области.

Таблица 12 – Среднее содержание химических компонентов вод р. Ушайка за период 2008-2012 гг.

Показатель	р. Ушайка, 300 м выше выпуска очистных сооружения о/л «Восход»	р. Ушайка, 300 м ниже выпуска очистных сооружения о/л «Восход»	р. Ушайка, 300 м выше выпуска из канализационного коллектора микрорайона Мокрушинский	р. Ушайка, 300 м ниже выпуска из канализационного коллектора микрорайона Мокрушинский	р. Ушайка, у моста, п. Восточный (ул. Балтийская)	р. Ушайка, устье, Каменный мост	р. Ушайка, 300 м выше выпуска ООО Завод «Эмальпровод»	р. Ушайка, 300 м ниже выпуска ООО Завод «Эмальпровод»	ПДК рыб.хоз мг/дм <sup>3</sup>
Запах при 20 <sup>0</sup> С	0,4	0,88	0	0	0	0	1	0	
Взвешенные в-ва	10,48	71,28	16,82	16,12	23,06	26,72	92,65	30,1	
Сухой остаток	316,4	264,2	321,8	330,8	283,2	338,6	366	350	1000
Сульфаты	<10	10,34	<10,0	10,22	10	10,96	10	16,7	100
Водородный показатель, ед р Н	8,198	7,668	8,26	8,256	8,25	8,132	8,255	8,235	6,5-8,5
Ион аммония	0,386	0,336	0,444	0,736	0,462	0,892	1,945	2,465	0,5
Ион аммония по азоту	0,302	0,262	0,346	0,574	0,358	0,694	1,51	1,915	
Нитрит-ион	0,0354	0,049	0,0402	0,0552	0,0546	0,211	0,054	0,062	0,08
Нитрат-ион	0,0354	0,4684	0,822	0,906	1,032	2,784	1,054	0,41	40
Хлорид-ион	<2,0	2,432	5,586	5,872	6,082	17,96	8,35	11,9	300
Фосфат-ион	0,1048	0,119	0,207	0,2638	0,1984	0,291	0,1595	0,1725	0,05
ХПК, мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	17	17,6	15,84	16,14	18,08	20,18	23	22,5	
БПК <sub>полное</sub> , мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	3,92	3,932	3,872	4,482	4,956	5,828	3,075	2,37	4
Железо (общее)	0,552	0,58	0,762	0,838	0,852	1,03	2,6	1,05	0,1
Фенолы	0,00534	0,00236	0,00212	0,00214	0,00282	0,00206	0,0041	0,00125	0,001

Продолжение таблицы 12

Показатель	р. Ушайка, 300 м выше выпуска очистных сооружения о/л «Восход»	р. Ушайка, 300 м ниже выпуска очистных сооружений о/л «Восход»	р. Ушайка, 300 м выше выпуска из канализационного коллектора микрорайона Мокрушинский	р. Ушайка, 300 м ниже выпуска из канализационного коллектора микрорайона Мокрушинский	р. Ушайка, у моста, п. Восточный (ул. Балтийская)	р. Ушайка, устье, Каменный мост	р. Ушайка, 300 м выше выпуска ООО «Эмальпровод»	р. Ушайка, 300 м ниже выпуска ООО «Эмальпровод»	ПДК рыб.хоз мг/дм <sup>3</sup>
Нефтепр-ты	0,0204	0,0162	0,0163	0,0222	0,0192	0,0556	0,028	0,021	0,05
АПАВ	0,0346	0,04	0,039	0,0412	0,037	0,0484	0,03	0,026	0,5
Фториды	<0,9	0,9	<0,9	0,9	0,9	0,9	1	1	0,75

Примечание: цветом выделены компоненты, превышающие ПДК в соответствии с Приказом Федерального агентства по рыболовству от 18 января 2010 г. № 20 «Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения».

Таблица 13 – Среднее содержание химических компонентов вод р. Ушайка за 2015 г.

Определенный показатель	р. Ушайка, устье (0,4 км от устья)	р. Ушайка, 300 м выше выпуска коллектора мкр. Мокрушинский, 12 км от устья	р. Ушайка, 300 м ниже выпуска коллектора мкр. Мокрушинский, 11,4 км от устья	р. Ушайка, п. Восточный, ул. Балтийская (500 м выше выпуска ливневых вод)	р. Ушайка, п. Восточный, ул. Балтийская (500 м ниже выпуска ливневых вод)	р. Ушайка, выше с. Аркашево (природный фон реки), 40 км от устья	ПДК рыб.хоз, мг/л
Прозрачность, см	29,50	29,25	29,50	29,75	29,75	28,00	
Запах при 20 °С, балл	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Взвешенные вещества	18,80	18,80	16,58	17,23	16,85	19,70	
Сухой остаток	330,25	246,53	346,50	307,75	304,50	302,50	1000
Сульфат-ион, мг/л	12,88	10,48	11,55	10,10	10,10	10,00	100
рН, ед. рН	8,18	8,20	8,25	8,33	8,28	8,28	6,5-8,5
Аммоний-ион, мг/л	0,60	0,18	0,31	0,19	0,27	0,17	0,5
Нитрит-ион, мг/л	0,08	0,03	0,04	0,03	0,03	0,02	0,08
Нитрат-ион, мг/л	3,18	1,96	2,90	2,13	2,11	0,84	40
Хлорид-ион, мг/л	11,65	5,76	7,44	7,11	6,36	2,28	300
Фосфат-ион, мг/л	0,20	0,16	0,15	0,17	0,18	0,13	0,05
ХПК, мгО <sub>2</sub> /л	22,15	16,40	17,15	15,68	17,20	18,65	
БПК <sub>5</sub> , мгО <sub>2</sub> /л	8,31	5,53	5,28	6,01	6,42	5,84	4
Железо общее, мг/л	0,42	0,23	0,22	0,30	0,22	0,32	0,1
Фенолы, мг/л	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,001
Нефтепродукты, мг/л	0,14	0,02	0,04	0,02	0,02	0,01	0,05
Фторид-ион, мг/л	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
АПАВ, мг/л	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	

#### **4.1 Химический состав снегового покрова**

Снеговой покров накапливает в своем составе практически все вещества, поступающие в атмосферу. Следовательно, он обладает рядом свойств, делающих его индикатором загрязнения почвы и воды. Средняя продолжительность снегового покрова в г. Томске составляет более 6 месяцев. Он появляется в середине октября и начинает таять в марте.

Автором было отобрано 6 проб снегового покрова на водосборной территории р. Ушайка в марте 2015 г. Также был проведен химический и микробиологический анализ талой воды, растопленной при комнатной температуре. Точки отбора приведены на рисунке 26.

Проведение отбора снегового покрова проводилось в соответствии с РД 52.04.186-89 «Руководство по контролю загрязнения атмосферы». Для отбора проб использовался снегомер (в виде трубы диаметром 50 мм). Точки отбора выбирались так, чтобы они характеризовали степень антропогенного воздействия на территории водосбора. Пробы отбирались с учетом средней высоты снегового покрова в каждой точке (средняя высота составила 1 м). Количество кернов снега в пробе было 3-4 шт. на каждую точку. Каждый керн вырезался на полную глубину снегового покрова. Перед ссыпанием снега в полиэтиленовый пакет тщательно очищали нижний конец снегомера и снежного керна от грунта и растительных включений. Пробы снега доставлялись в лабораторию в плотно закрытых полиэтиленовых пакетах.

Химический состав жидкой фазы снегового покрова представлен в таблице 14.

Снеговые воды пресные (5,95-28 мг/л), в основном имеют слабокислую величину рН, хотя встречаются слабощелочные, слабокислые и нейтральные (4,6-7), гидрокарбонатные кальциевые.

Содержание компонентов химического состава в снеговых водах сравнивались с ПДК для целей рыбохозяйственного контроля по [93]. Было выявлено, что наблюдается превышение по содержанию нефтепродуктов в пяти

точках отбора проб, также превышение ПДК по содержанию иона-аммония в четырех точках (Таблица 14). Что касается свинца в снеговой воде, то превышение не наблюдается, за исключением пробы, отобранной на пр. Комсомольском (мост, левый берег) и незначительное превышение в устье реки. Данная территория является наиболее загруженная автотранспортом. Примеси свинца сохраняются на протяжении всего холодного периода года, а с наступлением оттепели с поверхностным стоком попадают в реку. Также свинец накапливается в верхних слоях почвы, а затем часть примесей вымывается в реку.

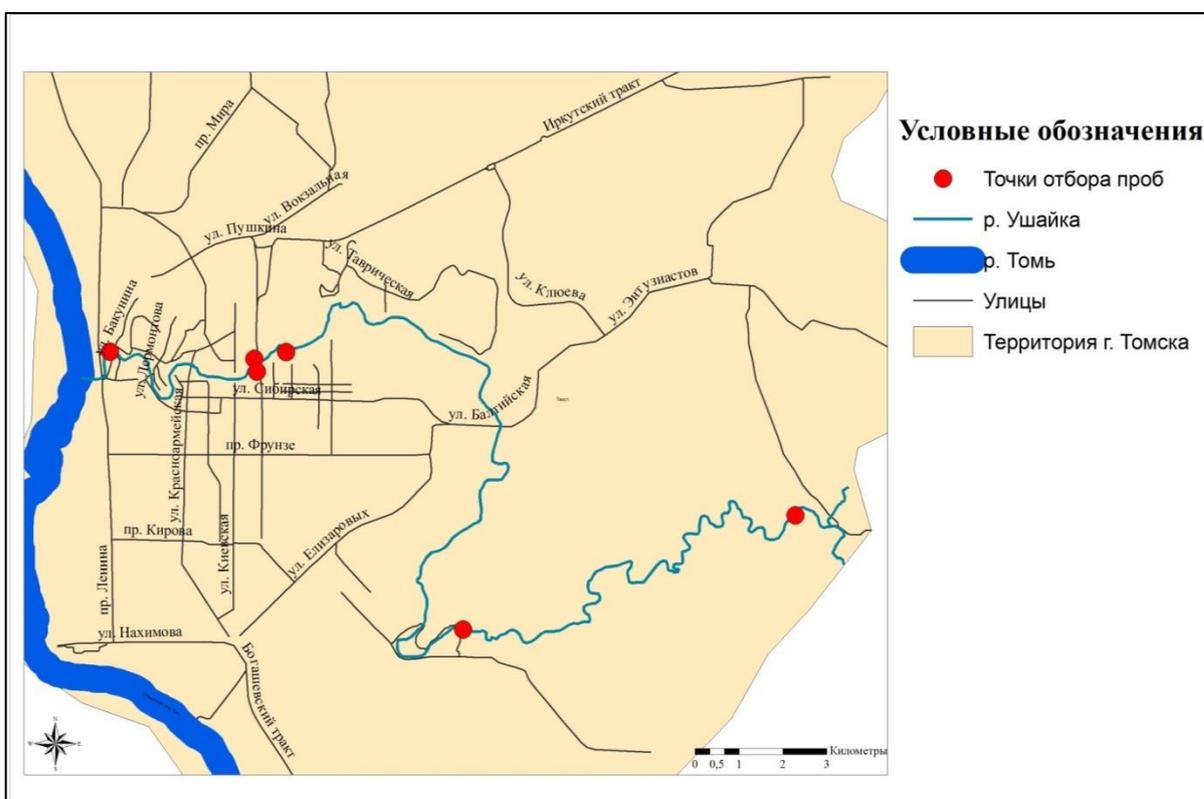


Рисунок 26 – Схема точек отбора проб снега на водосборной территории р. Ушайка (г. Томск), опробованных лично автором

Таблица 14 – Химический состав снегового покрова г. Томска

№ пробы, место отбора	pH	CO <sub>2</sub>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Cl <sup>-</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Нефтепродукты	Pb
Ед.изм.	ед. pH	мг/л										
ПДК <sub>p</sub> *	6,5-9			500	300			200	0,5	40	0,05	0,1
п. Мирный	4,75	97	2,4	0,9	0,7	1,2	0,15	0,4	0,3	1,5	0,05	0,002
п. Степановка	6,2	2,6	3,7	2	2,1	1,7	0,13	1,3	0,43	2	0,06	0,003
пр. Комсом., правый берег	7	4,4	19,5	1,2	0,5	5,2	0,7	0,7	0,9	1,5	0,07	0,003
пр. Комсом., левый берег	5	114	8,5	2,2	1,8	4	0,2	0,6	0,58	1,5	0,25	0,01
Золотвал	5,1	79	8,5	1,9	0,64	3,16	0,25	0,47	0,92	1,8	0,09	0,003
Устье	4,95	194	12,2	1,5	2,7	3,8	0,42	1,7	0,67	1,6	0,11	0,004

\* Приказ Федерального агентства по рыболовству от 18 января 2010 г. N 20 «Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения».

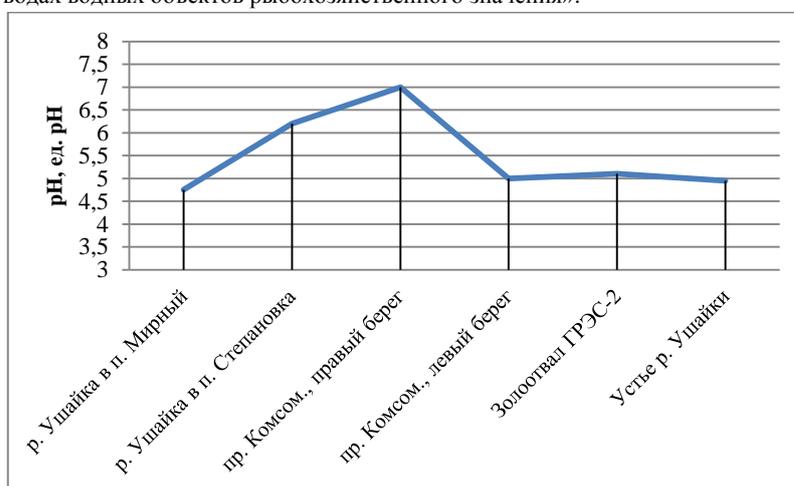


Рисунок 27 – Изменение величины pH в снеговом покрове

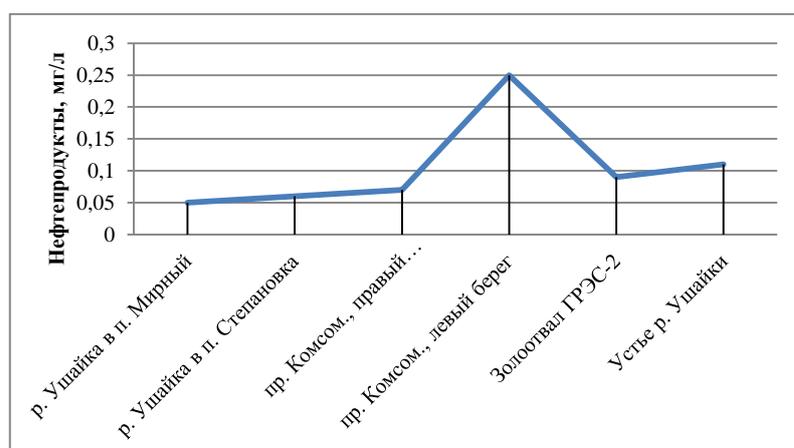


Рисунок 28 – Изменение концентрации нефтепродуктов в снеговом покрове

#### 4.1.1. Микробиологический состав снегового покрова

Микробиологический состав снеговой воды подвержен значительным изменениям. Вода легко загрязняется пылью, дождевыми потоками и сточными водами, содержащими органические остатки, промышленный и бытовой мусор. Вместе с различными органическими и минеральными загрязнениями в реку попадает масса микроорганизмов, среди которых встречаются и болезнетворные. Многие патогенные микроорганизмы могут длительное время сохраняться в воде.

Состав и количество микроорганизмов в снеговой воде зависят от многих факторов:

1. Степени загрязненности ее органическими и минеральными веществами
2. От времени года
3. От состояния погоды
4. От заселенности прибрежных участков

Опробование проводилось в трех точках г. Томска: п. Мирный, Золоотвал, устье р. Ушайка.

Микробиологический анализ снега показал наличие в снегу микроорганизмов различных физиологических групп (табл. 15).

Таблица 15 – Микробиологический состав снегового покрова

Номера и шифры проб	Ед. измерения	п. Мирный	Золоотвал	Устье р. Ушайка	
Физиологические группы бактерий	Энтеробактерии	Кл/мл	0	120	0
	Мезофильные сапрофиты	Кл/мл	50	310	200
	Психрофильные сапрофиты	Кл/мл	20	4100	5670
	Олиготрофы	Кл/мл	30	44000	3100
	Нефтеокисляющие	Кл/мл	60	3800	1200
	Бензоокисляющие	Условные ед.	0	350	320
	Толуолокисляющие	Условные ед.	0	400	350
	Пентанокисляющие	Условные ед.	0	220	200
	Нафталинокисляющие	Условные ед.	0	400	400
	Гетеротрофные железокисляющие бактерии	Кл/мл	0	80	730
	Сульфатовосстанавливающие	Кл/мл/балл	0	0	0
	Денитрифицирующие	Кл/мл	0	0	0
	Протей	Кл/мл	0	20	0
	Плесневые грибы	Кл/мл	0	0	280
	Актиномицеты	Кл/мл	0	0	0

Постоянно присутствуют в снеге мезофильные, психрофильные, олиготрофные, нефтеокисляющие микроорганизмы.

Мезофильные сапрофиты считаются показателями фекального загрязнения. Само наличие мезофильных сапрофитов в воде свидетельствует о той или иной степени загрязнения источника хозяйственно-бытовыми сточными водами, содержащими фекальную микрофлору [33].

Особенно высоким содержанием психрофильных сапрофитов выделяется центральный участок города – Золоотвал и устье р. Ушайка (Набережная р. Томь). По количеству психрофильных сапрофитов судят об интенсивности протекания процессов самоочищения в водных средах. Загрязненные сточными водами среды обитания содержат психрофильные сапрофиты до нескольких млн. кл/мл. Снижение их количества до сотен и десятков клеток указывает на интенсивно протекающие процессы самоочищения [27, 33, 42]. Также это указывает на наличие загрязнения органическим лабильным веществом (углеводы, белки, липиды).

Показателем степени минерализации органического вещества является наличие большого количества олиготрофных микроорганизмов в районе Золоотвала.

Нефтеокисляющие бактерии в большом количестве присутствуют в снеге обочин у пересечения автомагистралей с активным движением автотранспорта, и особенно их много в местах стоянок автотранспорта [42].

Наличие загрязнения кишечной микрофлорой, в составе которой могут быть условно-патогенные микроорганизмы было обнаружено в районе Золоотвала (ул. Сибирская).

Также микрофлора снега была представлена различными видами бактерий, плесневых грибов и актиномицетов. Плесневые грибы являются показателем почвенно-воздушного загрязнения, которое было обнаружено

в устье р. Ушайка (р. Томь), но загрязнение является незначительным, так как не превышает 300 кл/мл [33].

Таким образом, удалось выявить следующие источники микробного загрязнения: мусорные свалки, автостоянки, частный сектор. Минимальным содержанием практически всех изученных групп микроорганизмов отличаются снеговой покров в районе п. Мирный.

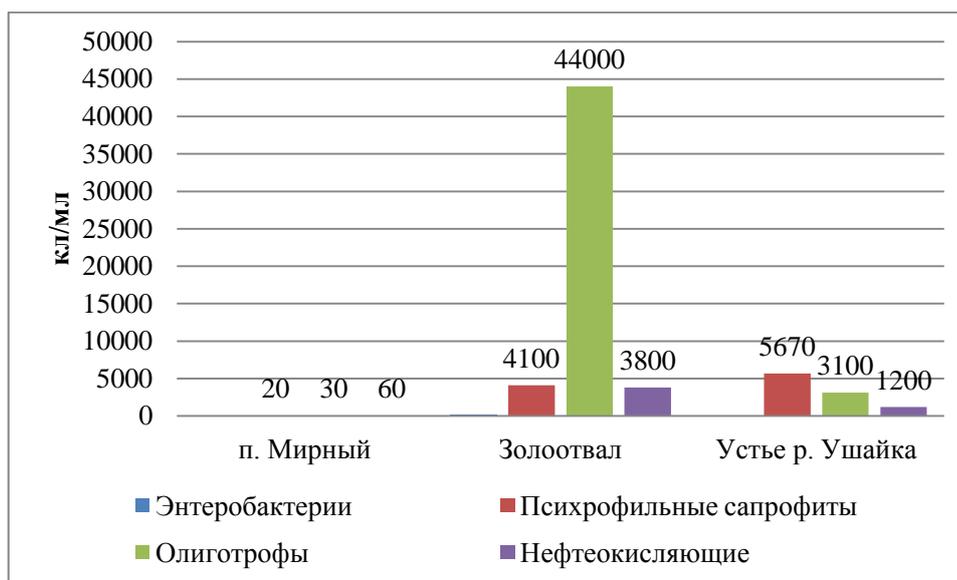


Рисунок 29 – Динамика изменения количественного содержания микроорганизмов в снеговой воде на водосборной территории р.Ушайка по мере течения ее через г. Томск

В соответствии с санитарно-гигиеническими требованиями удовлетворительным качеством по микробиологическим показателям может считаться снеговой покров только за пределами города (п. Мирный).

В связи с чем, актуальной научно-практической задачей является расчет массы загрязняющих веществ, поступающих с поверхностным стоком городских территорий в р. Ушайку в пределах г. Томска.

## **Глава 5. Поступление загрязняющих веществ с поверхностным стоком городских территорий в р. Ушайку**

### **5.1 Качественная характеристика поверхностного стока с селитебных территорий и площадок предприятий г. Томска**

Степень и характер загрязнения поверхностного стока с селитебных территорий и площадок предприятий различны и зависят от санитарного состояния водосборного бассейна и приземной атмосферы, уровня благоустройства территории, а также гидрометеорологических параметров выпадающих осадков: интенсивности и продолжительности дождей, предшествующего периода сухой погоды, интенсивности процесса весеннего снеготаяния и т.д.

Количество загрязняющих веществ, выносимых с селитебных территорий поверхностным стоком, определяется плотностью населения, уровнем благоустройства территорий, видом поверхностного покрова, интенсивностью движения транспорта, частотой уборки улиц, а также наличием промышленных предприятий и количеством выбросов в атмосферу [95].

Концентрация основных примесей в дождевом стоке тем выше, чем меньше слой осадков и продолжительнее период сухой погоды. Оно изменяется в процессе стекания дождевых вод. Наибольшие концентрации имеют место в начале стока до достижения максимальных расходов, после чего наблюдается их интенсивное снижение.

Концентрация примесей в талых водах зависит от количества осадков, выпадающих в холодное время года, доли грунтовых поверхностей в балансе площади стока и притока талых вод с прилегающих незастроенных территорий.

Сток поливомоечных вод отличается относительно стабильным составом и высокими концентрациями примесей [95].

Основными загрязняющими веществами поверхностного стока, формирующегося на селитебных территориях, являются продукты эрозии почвы, смываемые с газонов и открытых грунтовых поверхностей, пыль, бытовой мусор, вымываемые компоненты дорожных покрытий и строительных материалов, хранящихся на открытых складских площадках, а также нефтепродукты, попадающие на поверхность водосбора в результате работы автотранспорта и другой техники. Специфические загрязняющие компоненты выносятся поверхностным стоком, как правило, с территорий промышленных зон или попадают в него из приземной атмосферы.

Загрязняющие вещества, присутствующие в поверхностном стоке селитебных территорий, можно классифицировать как:

1. Минеральные и органические примеси естественного происхождения, образующиеся в результате адсорбции газов из атмосферы и эрозии почвы, грубодисперсные примеси (частицы песка, глины, гумуса), а также растворенные органические и минеральные вещества;

2. Вещества техногенного происхождения в различном фазово-дисперсном состоянии – нефтепродукты, вымываемые компоненты дорожных покрытий, соединения тяжелых металлов, СПАВ и другие компоненты, перечень которых зависит от профиля предприятий местной промышленности;

3. Бактериальные загрязнения, поступающие в водосток при плохом санитарно-техническом состоянии территории и канализационных сетей [95].

Учитывая многообразие факторов, влияющих на формирование поверхностных сточных вод, характер и степень их загрязнения минеральными и органическими компонентами различного происхождения, в качестве приоритетных показателей выступают содержание взвешенных веществ, нефтепродуктов и значение

показателей БПК<sub>20</sub> и ХПК, суммарно характеризующие присутствие легко- и трудноокисляемых органических соединений.

Удельный вынос естественных примесей, являющихся загрязняющими веществами дождевого стока, представлен в таблице 16.

Таблица 16 – Удельный вынос естественных примесей в дождевом стоке

Загрязняющие компоненты	Удельный вынос кг/(га*год)
Взвешенные вещества	2500
Органические вещества по показателям: ХПК	1000
БПК <sub>20</sub>	140
Нефтепродукты	40
Биогенные элементы: соединения азота	6
соединения фосфора	1,5
Минеральные соли	400

Примерный состав поверхностного стока для различных участков водосборных поверхностей селитебных территорий приведен в табл. 17. Наиболее загрязненным по всем показателям является талый сток, который по значению показателя БПК<sub>20</sub> приближается к неочищенным хозяйственно-бытовым сточным водам.

В соответствии с «Рекомендациями по расчету систем сбора, отведения и очистки поверхностного стока с селитебных территорий, площадок предприятий и определению условий выпуска его в водные объекты», определен примерный состав поверхностного стока для данного случая [95].

Таблица 17 – Примерный состав поверхностного стока для участков водосборных поверхностей селитебных территорий, мг/дм<sup>3</sup>

Площадь стока	Дождевой сток			Талый сток		
	ВВ	БПК <sub>20</sub>	НП	ВВ	БПК <sub>20</sub>	НП
Участки селитебной территории с высоким уровнем благоустройства и регулярной механизированной уборкой дорожных покрытий	400	40	8	2000	70	20
Примечание: НП – нефтепродукты; ВВ – взвешенные вещества						

## 5.2 Определение среднегодовых объемов поверхностных сточных вод

Среднегодовой объем поверхностных сточных вод, образующихся на данной (селитебной, рекреационной или просто городской) территории, складывается из среднегодовых объемов дождевых, талых и поливомоечных вод.

1. Формула расчета сточных вод, образующихся в период выпадения дождей, таяния снега и мойки улиц:

$$W_{\Gamma} = W_{\text{д}} + W_{\text{т}} + W_{\text{м}}$$

$$W_{\Gamma} = 63336 + 35910 + 37800 = 13704600 \text{ м}^3$$

где  $W_{\text{д}}$  – среднегодовой объем дождевых вод:

$$W_{\text{д}} = 10h_{\text{д}} \cdot \psi_{\text{д}} \cdot F$$

$$W_{\text{д}} = 10 \cdot 377 \cdot 0,4 \cdot 42 = 6333600 \text{ м}^3$$

$W_{\text{т}}$  – среднегодовой объем талых вод

$$W_{\text{т}} = 10h_{\text{т}} \cdot \psi_{\text{т}} \cdot F$$

$$W_{\text{т}} = 10 \cdot 171 \cdot 0,5 \cdot 42 = 3591000 \text{ м}^3$$

$W_{\text{м}}$  – среднегодовой объем поливомоечных вод

$$W_{\text{м}} = 10 \cdot m \cdot k \cdot \psi_{\text{м}} \cdot F_{\text{м}}$$

$$W_{\text{м}} = 10 \cdot 1,2 \cdot 150 \cdot 0,5 \cdot 42 = 3780000 \text{ м}^3$$

Таблица 18 – Расчетные характеристики для определения среднегодовых объемов поверхностных сточных вод [13]

F	площадь водосборной территории р. Ушайка	42 км <sup>2</sup> = 4200 га
h <sub>д</sub>	слой осадков за теплый период года	377 мм
h <sub>т</sub>	слой осадков за холодный период года	171 мм
Ψ <sub>д</sub>	общий коэффициент стока дождевых вод (для средних городов)	0,4
m	удельный расход воды на мойку дорожных покрытий	1,2 л/м <sup>2</sup> на одну мойку
k	среднее количество моек в году	для средней полосы России около 150
Ψ <sub>м</sub>	коэффициент стока для поливомоечных вод	0,5
Ψ <sub>т</sub>	коэффициент стока талых вод	0,5

Составляющими площади стока могут быть кровли, твердые покрытия, участки озеленения, мощеные дорожки и т.д.

В соответствии с «Рекомендациями по расчету систем сбора, отведения и очистки поверхностного стока с селитебных территорий, площадок предприятий и определению условий выпуска его в водные объекты» принимается следующие коэффициенты дождевого стока (таблица 19):

Таблица 19 – Значение коэффициента дождевого стока для разных поверхностей [95]

Вид поверхности или площади стока	Общий коэффициент стока Ψ <sub>д</sub>
Кровли и асфальтобетонные покрытия	0,6 - 0,8
Булыжные или щебеночные мостовые	0,4 - 0,6
Кварталы города без дорожных покрытий, небольшие скверы, бульвары	0,2 - 0,3
Газоны	0,1
Кварталы с современной застройкой	0,4 - 0,5
<b>Средние города</b>	<b>0,4 - 0,5</b>
Небольшие города и поселки	0,3 - 0,4

### 5.3 Расчет массы поступающих загрязняющих веществ

#### с ливневыми и талыми водами

При расчете массы загрязняющих веществ, поступающих в окружающую среду с дождевыми и талыми водами, были использованы:

1. СП 32.13330.2012 «Канализация. Наружные сети и сооружения»;
2. СП 131.13330.2012 «Строительная климатология»
3. Рекомендации по расчету систем сбора, отведения и очистки поверхностного стока с селитебных территорий, площадок предприятий и определению условий выпуска его в водные объекты

Масса сброса загрязняющего вещества ( $M$ , т/год) с неорганизованным стоком с территории (водосбора) объекта определяется по формуле:

$$M_i = S_T (W_D \cdot m_{iD} + W_T \cdot m_{iT}) 10^{-6} + S_{ВП} \cdot W_{П} \cdot m_{iП} \cdot 10^{-6}$$

Таблица 20 – Расчетные характеристики для определения массы поступающих загрязняющих веществ с дождевыми и талыми водами [13]

$S_T$	площадь территории (водосбора)	км <sup>2</sup>
$W_D, W_T, W_{П}$	объем стока дождевых, талых и поливочных вод	м <sup>3</sup> /га
$m_{iD}, m_{iT}, m_{iП}$	концентрация $i$ -го загрязняющего вещества в стоке соответственно дождевых, талых и поливочных вод	мг/л
$S_{ВП}$	площадь водонепроницаемых покрытий, подвергающихся мокрой уборке	1500 га
$H_T$	слой осадков за теплый период	377 мм
$K_{ВП}$	коэффициент, учитывающий интенсивность формирования дождевого стока	0,9
$K_q$	коэффициент, учитывающий объем стока дождевых вод в зависимости от интенсивности дождя для данной местности продолжительностью 20 мин	0,75

Для расчета массы загрязняющих веществ, поступающих с поверхностным стоком нужно выделить участки водосборной площади на основе точек опробования воды и вычислить их площадь. Участки

водосборной площади р. Ушайка были выделены на основании особенностей рельефа г. Томска. Первым этапом работы было создание графического материала. В качестве исходных источников для создания карты-схемы были использованы карта пораженности г. Томска эрозионно-оползневым процессам (М 1:25000), предоставленная АО «Томскгеомониторинг», а также оцифрованные листы 0-45-122, 0-45-123 топографической карты (М 1:10000).

Все данные с помощью ArcGIS были привязаны к единой проекции в системе координат 1942 г. (проекция Гаусса-Крюгера, 15N). В результате была построена карта-схема водосборного бассейна р. Ушайка в пределах г. Томска с выделенными на основании особенностей рельефа участками водосборной площади (рисунок 30).

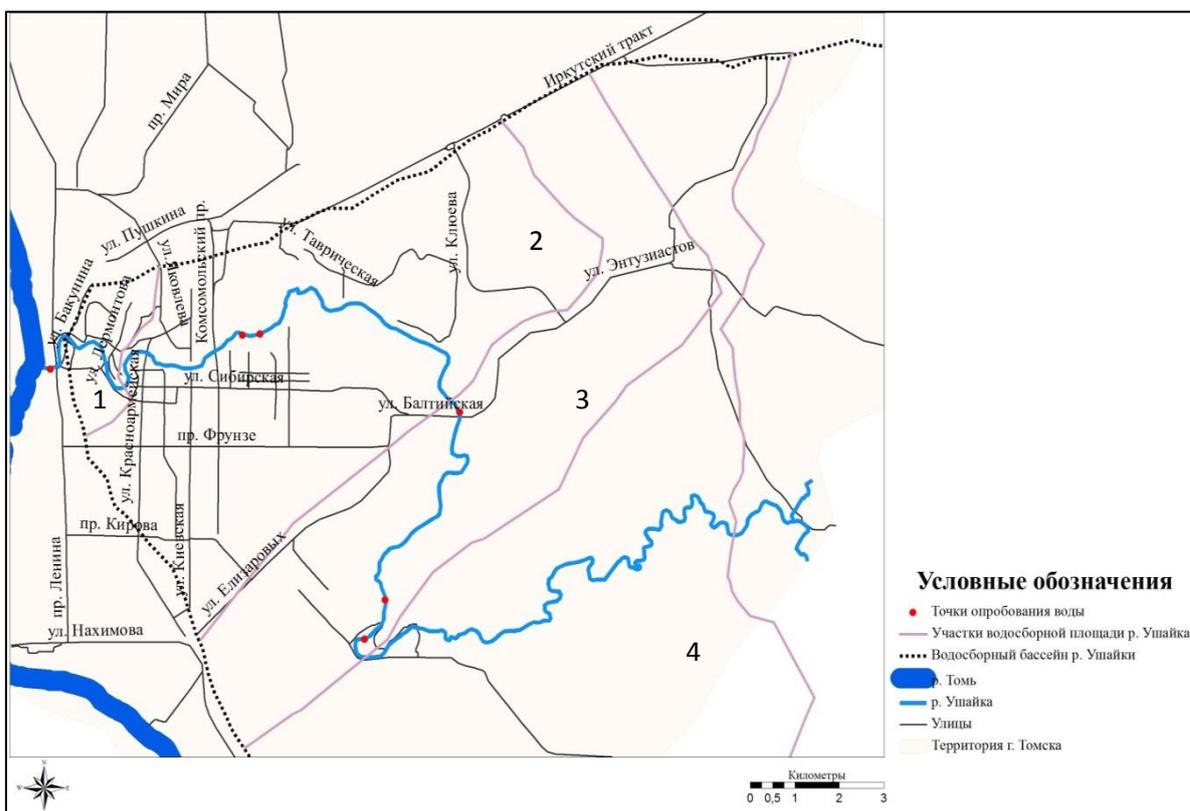


Рисунок 30 – Водосборный бассейн р. Ушайка в пределах г. Томска

Площади выделенных участков водосборной территории в направлении ниже по течению реки:

№ участка	Площадь, км <sup>2</sup>
1	1,62
2	14,25
3	11,75
4	14,38

Площади водонепроницаемых покрытий (дороги, площадки и т.п.) и общая площадь территории природопользователя, на которой формируется загрязненный поверхностный сток, определяются по данным генерального плана землеустройства.

Объем стока дождевых вод ( $W_d$ , м<sup>3</sup>/га) определяется по формуле:

$$W_d = 2,5 \cdot H_T \cdot K_q \cdot K_{ВП}$$

$$W_d = 2,5 \cdot 377 \cdot 0,75 \cdot 0,9 = 636,2 \text{ м}^3/\text{га}$$

Таблица 21 – Расчетные характеристики для определения объема стока дождевых вод [13]

$H_X$	слой осадков за холодный период года	171 мм
$K_T$	коэффициент, учитывающий объем стока талых вод в зависимости от условий снеготаяния	0,56
$K_B$	коэффициент, учитывающий вывоз снега с территории	0,5

$K_q$  – коэффициент, учитывающий объем стока дождевых вод в зависимости от интенсивности дождя для данной местности продолжительностью 20 мин. ( $q_{20}$ , л/с на 1 га), при периоде однократного превышения расчетной интенсивности дождя, равном одному году, определяется по данным таблицы 22. Согласно СП 32.13330.2012  $q_{20} = 70$  л/с на 1 га, следовательно, коэффициент, учитывающий объем стока дождевых вод составил 0,75.

Таблица 22 – Изменение коэффициента, учитывающего объем дождевого стока в зависимости от интенсивного дождя [95]

$q_{20}$	20	30	40	50	60	<b>70</b>	80	90	100
$K_q$	0,96	0,91	0,87	0,82	0,78	<b>0,75</b>	0,71	0,68	0,65

Коэффициент  $K_{ВП}$  изменяется в зависимости от степени распространения водонепроницаемых поверхностей  $П_{ВП}$  (значение  $П_{ВП}$  в процентах определяется как отношение площади водонепроницаемых поверхностей –  $S_{ВП}$  (га), к которым относятся кровли зданий, дороги, площадки, тротуары и т.п. к общей площади территории –  $S_T$ (га).

$$П_{ВП} = S_{ВП} : S_T \cdot 100\%$$

$$П_{ВП} = 1500 : 4200 \cdot 100\% = 35\%$$

Значения коэффициента  $K_{ВП}$  определяется по данным табл. 23.

Таблица 23 – Изменение коэффициента, учитывающего интенсивность формирования дождевого стока [95]

$П_{ВП}$	10	20	30	40	50	60	70	80	90
$K_{ВП}$	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0

По данным таблицы 23  $K_{ВП}$  составил 0,9.

Объем стока талых вод ( $м^3/га$ ) определяется:

$$W_T = H_X \cdot K_T \cdot K_B$$

$$W_T = 171 \cdot 0,56 \cdot 0,5 = 47,88 \text{ м}^3/га$$

Где  $H_X$  – слой осадков за холодный период со средними температурами ниже  $0 \text{ }^\circ\text{C}$ , определяется по данным метеорологических наблюдений территориального органа гидрометеослужбы,  $H_X = 171 \text{ мм}$ ;

$K_T$  – коэффициент, учитывающий объем стока талых вод в зависимости от условий снеготаяния (табл. 24);

$K_B$  – коэффициент, учитывающий вывоз снега с территории, **0,5-0,7**;

Таблица 24 – Изменение коэффициента, учитывающего объем стока талых вод [95]

Зоны по условиям весеннего стока талых вод	I	II	III	IV
Значение коэффициента $K_T$	0,47	<b>0,56</b>	0,69	0,77

Томская область, согласно СП 32.13330.2012, входит в район 2 - к северу от района 1 до устья р. Мезень и далее на восток, примерно по Северному полярному кругу; сюда относится Северо-Западная территория Европейской части России.

Концентрации загрязнений в поверхностном стоке следует принимать по данным физико-химических анализов (см. табл. 12), выполненных Департаментом природных ресурсов и охраны окружающей среды Томской области и ОГУ Облкомприрода.

Расчеты были проведены в каждой точке отбора проб воды, затем было посчитано суммарное значение за год. Масса загрязняющих веществ в природных водах представлен в таблице 26.

Таблица 25 – Масса загрязняющих веществ в водах р. Ушайки, т/год

	р. Ушайка 300 м выше выпуска с очистных сооружений п. Мирный	р. Ушайка 300 м ниже выпуска с очистных сооружений п. Мирный	р. Ушайка 300 м выше выпуска из канализ-го коллектора мкр. Мокрушинский	р. Ушайка 300 м ниже выпуска из канализ-го коллектора мкр. Мокрушинский	р. Ушайка, п. Восточный (ул. Балтийская)	Устье р. Ушайка
<b>Показатель</b>	<b>2008</b>					
Взвешенные вещества	3,93	9,84	3,54	5,47	7,39	1,11
БПК	1,23	2,30	1,82	3,95	1,43	0,21
ХПК	19,87	24,59	19,29	20,09	16,96	2,77
Нефтепродукты	0,02	0,01	0,01	0,02	0,02	0,01
	р. Ушайка, 300 м выше очистных сооружений п. Мирный	р. Ушайка, 300 м ниже очистных сооружений п. Мирный	р. Ушайка 300 м выше выпуска из канализ-го коллектора мкр. Мокрушинский	р. Ушайка 300 м ниже выпуска из канализ-го коллектора мкр. Мокрушинский	р. Ушайка, у моста, п. Восточный (ул. Балтийская)	Устье р. Ушайка
	<b>2009</b>					
Взвешенные вещества	4,92	4,23	4,58	4,18	5,63	2,37
БПК	3,54	3,64	2,25	2,17	2,17	0,54
ХПК	9,25	12,00	7,56	9,16	8,36	2,11
Нефтепродукты	0,01	0,00	0,02	0,01	0,01	0,01

Продолжение таблицы 25

	р. Ушайка, 300 м выше очистных сооружений п. Мирный	р. Ушайка, 300 м ниже очистных сооружений п. Мирный	р. Ушайка 300 м выше выпуска из канализ-го коллектора мкр. Мокрушинский	р. Ушайка 300 м ниже выпуска из канализ-го коллектора мкр. Мокрушинский	р. Ушайка, у моста, п. Восточный (ул. Балтийская)	Устье р. Ушайка	150 м выше выпуска промливневых вод Томского филиала «ТГК - 11» ГРЭС-2 и дренажного ручья с ул. Некрасова, 2-6	150 м ниже выпуска промливневых вод Томского филиала «ТГК - 11» ГРЭС-2 и дренажного ручья с ул. Некрасова, 2-6
<b>Показатель</b>	<b>2010</b>							
Взвешенные вещества	63,25	71,91	36,89	43,00	25,08	5,36	50,30	97,48
БПК	0,79	4,23	1,07	1,07	0,64	0,14	1,03	1,03
ХПК	23,61	21,64	16,88	16,08	13,66	2,66	28,27	19,50
Нефтепродукты	0,02	0,04	0,05	0,02	0,01	0,005	0,023	0,019
	р. Ушайка, 300 м выше очистных сооружений п. Мирный	р. Ушайка, 300 м ниже очистных сооружений п. Мирный	р. Ушайка 300 м выше выпуска из канализ-го коллектора мкр. Мокрушинский	р. Ушайка 300 м ниже выпуска из канализ-го коллектора мкр. Мокрушинский	р. Ушайка, у моста, п. Восточный (ул. Балтийская)	Устье р. Ушайка	150 м выше выпуска промливневых вод Томского филиала «ТГК - 11» ГРЭС-2 и дренажного ручья с ул. Некрасова, 2-6	150 м ниже выпуска промливневых вод Томского филиала «ТГК - 11» ГРЭС-2 и дренажного ручья с ул. Некрасова, 2-6
	<b>2011</b>							
Взвешенные вещества	8,07	21,44	18,00	21,86	3,86	2,57	6,04	5,65
БПК	2,26	2,07	1,69	1,69	2,57	0,27	2,73	4,19
ХПК	10,82	9,84	8,04	8,04	16,08	1,77	11,21	15,60
Нефтепродукты	0,02	0,01	0,024	0,021	0,023	0,010	0,031	0,061

Продолжение таблицы 25

	р. Ушайка, 300 м выше очистных сооружений п. Мирный	р. Ушайка, 300 м ниже очистных сооружений п. Мирный	р. Ушайка 300 м выше выпуска из канализ-го коллектора мкр. Мокрушинский	р. Ушайка 300 м ниже выпуска из канализ-го коллектора мкр. Мокрушинский	р. Ушайка, у моста, п. Восточный (ул. Балтийская)	Устье р. Ушайка	150 м выше выпуска промливневых вод Томского филиала «ТГК - 11» ГРЭС-2 и дренажного ручья с ул. Некрасова, 2-6	150 м ниже выпуска промливневых вод Томского филиала «ТГК - 11» ГРЭС-2 и дренажного ручья с ул. Некрасова, 2-6
<b>Показатель</b>	<b>2012</b>							
Взвешенные вещества	18,99	23,31	12,38	14,95	20,18	1,85	16,28	18,42
БПК	9,15	6,59	5,47	4,26	6,51	0,88	7,51	7,70
ХПК	19,67	17,71	14,47	19,29	15,27	2,11	18,52	18,52
Нефтепродукты	0,02	0,01	0,012	0,013	0,011	0,001	0,019	0,010
	Устье р. Ушайка,	р. Ушайка 300 м выше выпуска из канализ-го коллектора мкр. Мокрушинский	р. Ушайка 300 м ниже выпуска из канализ-го коллектора мкр. Мокрушинский	р. Ушайка, п. Восточный, ул. Балтийская (500 м выше выпуска ливневых вод)	р. Ушайка, п. Восточный, ул. Балтийская (500 м ниже выпуска ливневых вод)			
	<b>2015</b>							
Взвешенные вещества	2,08	15,11	13,33	13,85	13,54			
БПК	0,92	4,44	4,24	4,83	5,16			
ХПК	2,45	13,18	13,79	12,60	13,83			
Нефтепродукты	0,016	0,015	0,029	0,018	0,018			

Таблица 26 – Годовая масса загрязняющих веществ в водах р. Ушайка

Ингредиенты	Значение, т/год					
	2008	2009	2010	2011	2012	2015
Взвешенные вещества	31,28	25,91	393,28	87,51	126,36	57,91
БПК	10,94	14,32	10,01	17,46	48,06	19,60
ХПК	103,58	48,43	142,30	81,39	125,56	55,85
Нефтепродукты	0,09	0,05	0,19	0,20	0,10	0,10

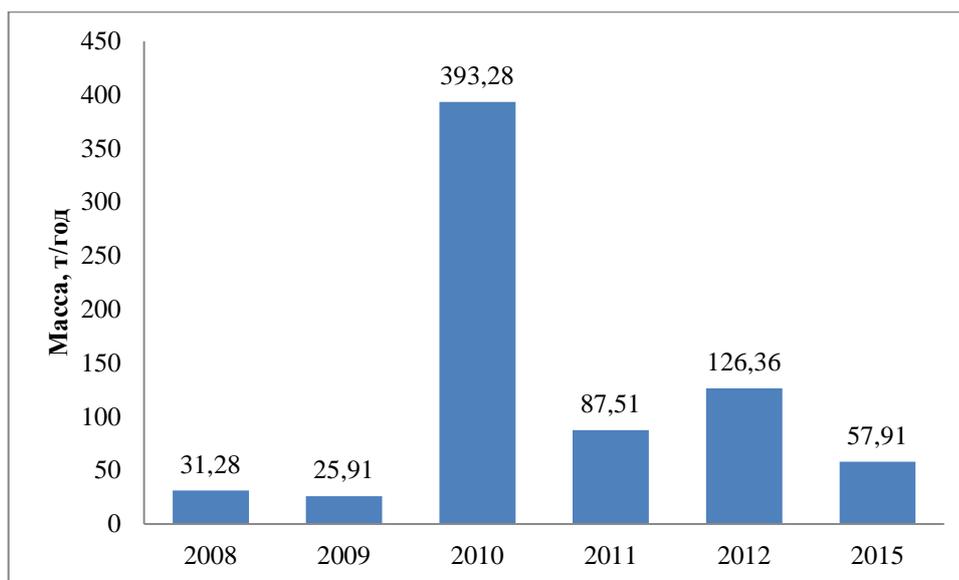


Рисунок 31 – Динамика изменения массы взвешенных веществ в воде

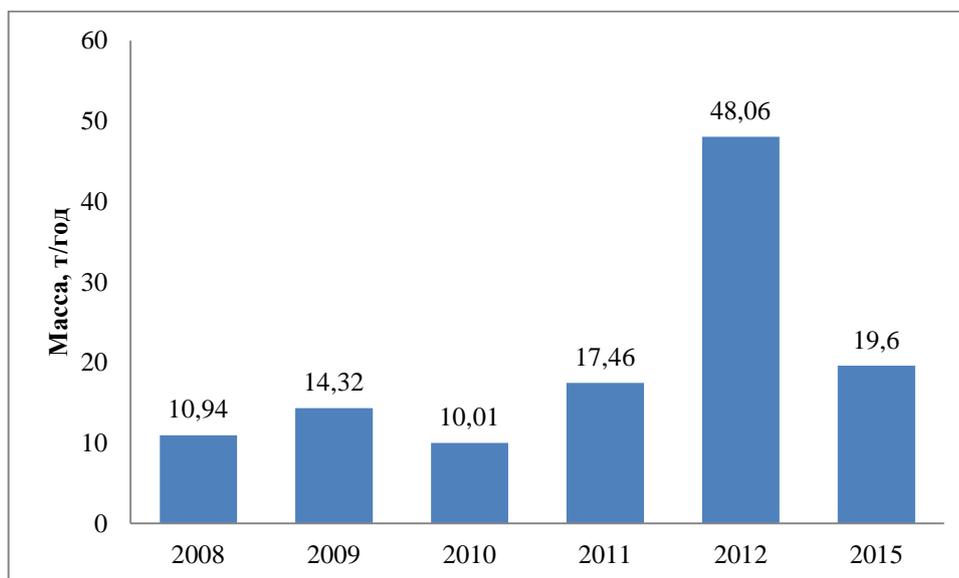


Рисунок 32 – Динамика изменения массы БПК в воде

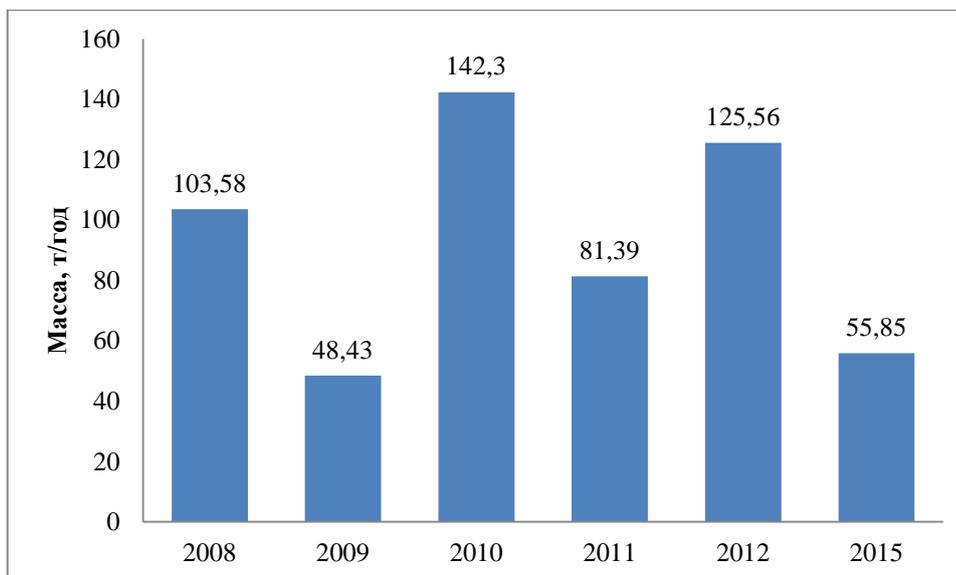


Рисунок 33 – Динамика изменения массы ХПК в воде

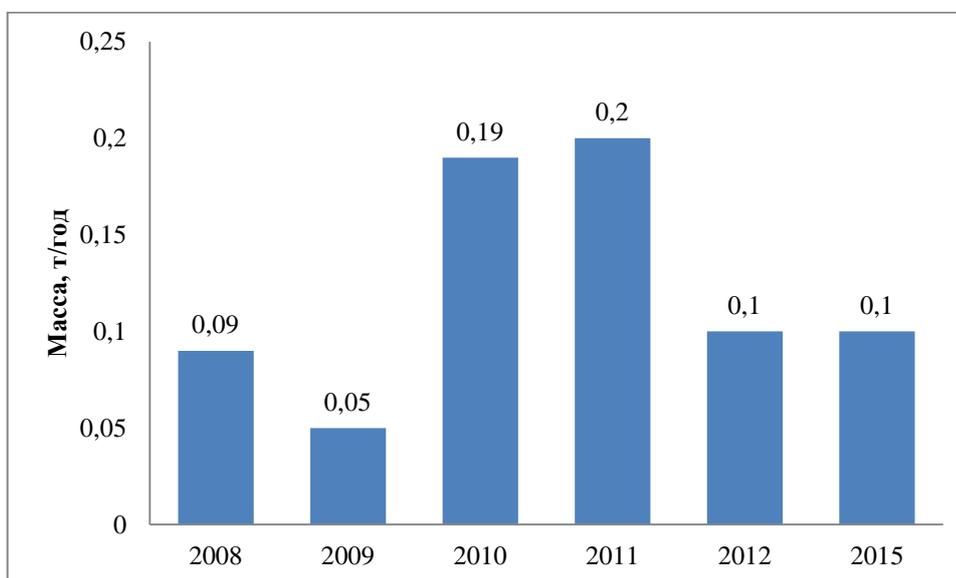


Рисунок 34 – Динамика изменения массы нефтепродуктов в воде

Наиболее загрязненным участком реки в 2010 г. является выпуск промливневых вод Томского филиала «ТГК - 11» ГРЭС-2 и дренажного ручья с ул. Некрасова, 2-6. Масса загрязняющего вещества превышает 118,03 т/год. Что касается выпуска из канализационного коллектора мкр. Мокрушинский, то ситуация в настоящее время стабильная. Расчеты показали, что масса загрязняющих веществ не превышает 40 т/год. Устье р. Ушайка является наиболее чистым участком реки, так как масса загрязняющих веществ в период с 2008-2015 гг. не превышает 9 т/год.

## **Глава 6. Рекомендации по снижению загрязнения природных вод и водосборного бассейна р. Ушайки**

Томск имеет широкий потенциал для создания комфортной городской среды, важным составляющим элементом которой является создание благоприятной экологической обстановки, благоприятных мест отдыха населения, озеленение городского пространства и т.д. Чем более урбанизированным становится современный город, тем очевиднее ценность для поколений природно-антропогенного ландшафта, где архитектура и природа составили единое целое.

Одним из важнейших направлений восстановления экологической обстановки городской среды является развитие комплексной системы озеленения. В первую очередь, эта реабилитация долины р. Ушайка, протекающей по жилым районам с созданием парковых зон, озеленение берегов реки для улучшения санитарно-гигиенических условий и архитектурного облика города.

### **6.1 Рекомендации по снижению загрязнения стационарными источниками**

а) Комплексное благоустройство промышленных зон; следует провести озеленение санитарно-защитных зон предприятий, а также проводить на предприятиях комплекс природоохранных мероприятий, направленных на снижение уровня экологического воздействия;

б) Совершенствование промышленного оборудования; оснащение источников выбросов пылегазоочистными установками на таких предприятиях как ГРЭС-2, ООО «Завод ДСП», МП «Томсктеплосеть», «Томский завод по производству асфальтобетона» и др.;

в) Проведение мероприятий по переводу экологически вредных предприятий с селитебной территории; перепрофилирование на допустимые виды деятельности.

## **6.2 Рекомендации по снижению воздействия автотранспорта**

- a) Строительство и реконструкция улиц, обеспечивающих вывод грузовых автомобилей из селитебных территорий;
- b) Улучшение качества дорожного покрытия;
- c) Контроль качества используемого топлива;
- d) Перенос автотранспортных предприятий с селитебной территории.

## **6.3 Рекомендации по предотвращению загрязнения р. Ушайка**

- a) Разработка целевой программы по совершенствованию системы городской канализации;
- b) Реконструкция и строительство новых городских канализационных коллекторов;
- c) Отвод сбросов хозяйственно-бытовых сточных вод частного сектора, мкр. Мокрушинский, п. Степановка в коллекторы ООО «ГОС».
- d) Разработка схемы сбора, отвода и сброса поверхностных вод, а также инвентаризация выпусков ливневых вод и существующих врезок в систему дождевой канализации.

В результате реализации предложенных мероприятий ожидается улучшение экологической обстановки на водосборной территории р. Ушайка, а также городской среды в целом, в том числе по следующим показателям:

- a) Улучшение состояние атмосферного воздуха;
- b) Экологическое улучшение водного объекта;
- c) Ликвидация проблемных зон на селитебной территории;
- d) Достижение современного уровня инженерного благоустройства г. Томска [7].

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

Студенту:

Группа	ФИО
2ВМ41	Гейвус Анастасия Станиславовна

Институт	Природных ресурсов	Кафедра	Гидрогеологии, инженерной геологии и гидрогеоэкологии
Уровень образования	Магистратура	Направление/специальность	Природообустройство и водопользование

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Расчет стоимости полевых, лабораторных и камеральных работ при проведении анализа массы загрязняющего вещества поступающего с поверхностным стоком с водосборной территории р. Ушайки в пределах г. Томска.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	- ССН-92, Вып.1, Вып.7 - Инструкция по составлению проектов и смет на геологоразведочные работы - СНОР-93, Вып.1 - СБЦ -99
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Налоговый кодекс РФ, ФЗ-213 от 24.07.2009 в редакции от 09.03.2016г. № 55-ФЗ

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

1. Оценка коммерческого и инновационного потенциала НТИ	1. Расчет затраты времени, труда, материалов, оборудования при проведении полевых и камеральных работ и лабораторных исследований. 2. Расчет затрат на оплату труда основных исполнителей работ 3. Расчет отчислений на социальные нужды 4. Расчет затрат на специальное оборудование для лабораторных работ
2. Планирование процесса управления НТИ: структура и график проведения, бюджет, риски и организация закупок	Составление плана проведения полевых и камеральных работ и лабораторных исследований.
3. Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности	Оценка эффективности мероприятий по анализу массы загрязняющего вещества поступающего с поверхностным стоком с водосборной территории р. Ушайки в пределах г. Томска.

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

1. Структура сметной стоимости на проведение отбора проб воды р. Ушайка

<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	4.03.2016
---	-----------

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф. ЭПР	Шарф И.В.	К. э. н.		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ВМ41	Гейвус А.С.		

## **Глава 7. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение**

Основной целью магистерской диссертации является расчет массы загрязняющего вещества поступающего с поверхностным стоком с водосборной территории р. Ушайки в пределах г. Томска.

Для осуществления поставленной цели было необходимо выполнить следующие основные задачи:

- произвести отбор проб речной воды;
- выполнить с надлежащим качеством лабораторные исследования (общий химический полный, микробиологический анализы);
- оформить результаты анализа в виде таблицы и отчета.

В данной части выпускной квалификационной работы представлена сметная стоимость проведения работ, которые могут быть поделены на три группы: полевые, лабораторные и камеральные.

Сметная стоимость составляется с использованием нормативно правовых документов:

- Сборник сметных норм на геологоразведочные работы за 1992 год выпуск №1, №7 (ССН-92, Вып.1, Вып.7);
- Инструкция по составлению проектов и смет на геологоразведочные работы;
- Сборник норм основных расходов на геологоразведочные работы за 1993 год выпуск №1 (СНОР-93, Вып.1);
- Справочник базовых цен на инженерно-геологические и инженерно-экологические изыскания для строительства за 1999 год (СБЦ -99).

### **7.1 Расчет затрат времени, труда, материалов, оборудования**

#### **7.1.1 Полевые работы**

В процессе проведения полевых работ приходится выполнять передвижения между пунктами наблюдения. Протяженность таких передвижений во многом определяется освоенностью территории исследования и организацией производства конкретной разновидности

работ. Нормирование передвижений проводится в зависимости от вида передвижения, используемых транспортных средств, категории проходимости местности, группы дорог и других нормообразующих факторов.

В состав полевых работ входят пешие переходы и передвижения на городском транспорте, виды, номер нормы времени и планируемые объемы работ представлены в таблице 28.

Протяженность маршрутов посчитана с помощью средств электронного справочника 2ГИС с картой г. Томска. Протяженность маршрутов на автомобильном транспорте составила 15 км, пешие переходы 7 км. Всего: 22 км.

Расчет затрат времени ( $N_i$ ) по каждому виду работ производился по формуле:

$$N_i = H_{вр} \times V_i;$$

где  $H_{вр}$  – норма времени на выполнение единицы  $i$ -го вида проектируемых работ;

$V_i$  – объем  $i$ -го вида работ.

Затраты времени на передвижение, согласно ССН-92, вып. 1, ч. 1, т. 40, составили:

$$0,43 * 7 / 10 \text{ км} = 0,3 \text{ бр/см}$$

по местности 1 категории проходимости (равнинный и холмистый рельеф, обнаженные, покрытые мелкоземом, реже дресвой и щебнем; открытые, задернованные, с низким травостоем; открытые с твердым снежным настом; поросшие лесом средней густоты или редким без кустарника).

$$0,41 * 15 / 100 \text{ км} = 0,06 \text{ бр/см}$$

по дорогам 1 категории (дороги с усовершенствованным покрытием (асфальтобетонные, цементно-бетонные)).

Всего затраты времени на передвижение при отборе проб составили 0,36 бр/см.

Затраты труда (в чел.-сменах) исполнителя – инженера-гидроэколога, выполняющего пешие переходы или переезды на транспортных средствах, численно равны нормам длительности этой работы соответственно 0,43 и 0,41.

В состав работ по отбору проб входят работы, предусмотренные нормами ССН-92 вып. 1, ч. 4, глава 2: операции, связанные с обслуживанием рабочего места; мытье бутылок и пробок; трехкратное ополаскивание бутылок и пробок отбираемой водой; наполнение бутылок водой; закупорка бутылок пробками; заполнение этикеток и прикрепление их к бутылкам; упаковка бутылок. Отбор проб проводился 4 раза в год (февраль, май, июль, октябрь) в 6 пунктах опробования.

Пробы воды отбирались в пластмассовые бутылки емкостью 1,5 л и стеклянные банки емкостью 0,2 л. С каждого пункта отбиралось в общей сложности по 1,7 л воды. Всего было отобрано 48 проб (24 проб на химический, 24 на бактериологический), общий объем - 41 л воды.

Расчет затрат времени на отбор проб согласно ССН, вып. 1, ч. 4, т. 48:

$$0,37*48/10=1,78 \text{ бр/см.}$$

Затраты труда (в чел.-сменах) исполнителя работы – инженера-гидроэколога численно равны нормам длительности данной работы 0,37.

Таблица 28 – Перечень проектируемых работ

Виды работ	Единица работ	Номер нормы времени по ССН-92	Норма времени	Объем работ	Затраты времени (бр/см)	Затраты труда (чел/см)
Пешие переходы исполнителей между точками наблюдений	10 км	вып. 1, ч. 1, т. 40	0,43	0,7	0,4	0,43
Передвижения на автомобильном транспорте	100 км	вып. 1, ч. 1, т. 40	0,41	0,15	0,06	0,41
Отбор проб воды	10 проб	вып. 1, ч. 4, т. 48	0,37	4,8	1,78	0,37
ВСЕГО						1,21

Результаты расчета материальных затрат на проведение полевых работ приведен в таблице 29.

Таблица 29 – Расчет материальных затрат на проведение полевых работ

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб.	Затраты на материалы, руб.
Бутылка пластиковая 1,5 л	шт	24	5,5	132
Скотч упаковочный	шт	1	35	35
<b>ВСЕГО</b>				<b>167</b>

Рассчитанная величина затрат комплекса полевых работ составляет 43 865 руб. (табл. 30).

Таблица 30 – Расчет сметной стоимости полевых работ

Наименование	Един. измерения	Должностной оклад, ст., руб	Затраты труда, чел.мес	Затраты, руб.
Основная зарплата	руб.	26 000	1,21	31 460
Инженер-гидроэколог	руб.	26 000	1,21	31 460
Дополнительная зарплата 7,9%				2 485
Отчисления на соц. нужды 30% (2016 г.)				9 753
Итого зар/плата				43 698
Материалы	руб.			167
Амортизация	руб.			0
Итого основных расходов				43 865

### 7.1.2 Лабораторные исследования

Лабораторные исследования проведены в аккредитованной Проблемной научно-исследовательской гидрогеохимической лаборатории Национального исследовательского Томского политехнического университета (ПНИЛ гидрогеохимии), которая является базовым научным подразделением НОЦ «ВОДА». На базе ПНИЛ гидрогеохимии исследуется химический, газовый и микробиологический состав вод в разных природных условиях.

Едиичная расценка сметной стоимости работ по выполнению полного химического анализа принимается равной 4 034 руб. за 10 проб согласно СБЦ-99.

Всего было выполнено 48 анализов следовательно затраты на лабораторные работы составят  $4,8 \cdot 4\,034 = 19\,363$  руб. Материальные затраты составляют 10 % от стоимости лабораторных исследований и составляют 1 936 руб.

### 7.1.3 Камеральные работы

В состав камеральных работ входят работы по составлению таблицы и отчета по результатам лабораторных исследований с использованием машинописного ввода информации.

Согласно СБЦ-99 г. расценки камеральных работ лабораторных исследований составляют 15% от стоимости лабораторных работ.

Следовательно, затраты на камеральные работы составляют 2 904, 5 руб.

### 7.2 Расчет затрат на оплату труда основных исполнителей работ

Величина расходов по заработной плате определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы окладов и тарифных ставок. Расчет основной заработной платы сводится в табл. 31.

Таблица 31 – Основная заработная плата (за месяц)

№ п/п	Наименование должностей	Кол-во человек	Оклад (в рублях)	Район.коэф-т (для Томска)	Итого зарплата (в рублях)
1.	Инженер-гидроэколог	1	20000	1,3	26 000
2.	Лаборант химического анализа	1	23000		29 900
	Итого по зарплате:				<b>55 900</b>

### 7.3 Расчет отчислений на социальные нужды

Отчисления на социальные нужды, в пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и фонд страхования от несчастных случаев производятся согласно Федеральному закону от

14.12.2015 N 363-ФЗ «О бюджете Фонда социального страхования Российской Федерации на 2016 год», а также Федеральному закону от 28 ноября 2015 г. № 347-ФЗ "О внесении изменений в статью 33-1 Федерального закона "Об обязательном пенсионном страховании в Российской Федерации" и статью 58-2 Федерального закона "О страховых взносах в Пенсионный фонд Российской Федерации, Фонд социального страхования Российской Федерации, Федеральный фонд обязательного медицинского страхования" и представлены в таблице 32.

Таблица 32 – Отчисления на социальные нужды (за месяц)

№ п/п	Вид отчисления	Общая сумма зарплаты (в рублях)	Ставка отчисления (в %)	Итого по каждому виду отчисления (в рублях)
1	2	3	4	5
1.	Пенсионный фонд	55 900	22	12 298
2.	Фонд социального страхования		2,9	1 621
3.	Фонд обязательного медицинского страхования		5,1	2 850
4.	Фонд страхования от несчастных случаев		1	559
	<b>Итого:</b>		<b>31</b>	<b>17 328</b>

#### 7.4 Расчет затрат на специальное оборудование для лабораторных работ

Определение стоимости аренды спецоборудования производится по действующим прейскурантам. Стоимость оборудования учитывается в калькуляции в виде амортизационных отчислений. Все расчеты по аренде оборудования, используемого для исполнения анализов, сведены в табл. 33.

Норма амортизации вычисляется линейным методом по формуле (Налоговый кодекс часть 2 глава 25 статья 259 п.1):

$$1/n \times 100\%;$$

где n – срок службы оборудования.

Таблица 33 – Расчет амортизации основного оборудования лаборатории

№ п/п	Наименование	Цена за единицу, принятая в СНОР (в рублях)	Срок службы	Ежемесячные амортизационные отчисления (в рублях)
1.	Иономер лабораторный И-160	14 000	10	116,7
2.	Спектрофотометр Unico 2100	74 000	8	770,8
3.	Микроскоп Микротон-105В	5 520	5	92,0
4.	Анализатор жидкости "Фююрот-02-3М"	279 955	5	4665,9
5.	Комплекс "Кристалл-2000М"	450 000	10	3750,0
6.	Анализатор АНИОН-7051	27 076	2	1128,2
8.	Фотоколориметр КФК-2	14900	20	62,1
	<b>Итого:</b>			<b>10 586</b>

Рассчитанная общая сметная стоимость выпускной квалификационной работы представлена таблицей по форме СМ4 (табл.34).

Таблица 34 – Сметные нормы по статьям основных расходов

Статьи расхода	Сметная стоимость (в рублях)	Источник принятой нормы
1	2	3
Полевые работы	43 865	
Основная заработная плата	55 900	
Отчисления на социальные нужды	17 328	ФЗ от 14.12.2015 N 363
Материальные затраты	2 103	СБЦ-99
Амортизация	10 586	НК, ч.2, гл. 25, ст. 259, п.1
Итого основные расходы	85 917	
Прочие накладные расходы 16%	13 746	
<b>Всего:</b>		<b>143 529</b>

Структура сметной стоимости основных расходов на проведение опробования воды р. Ушайка представлен на рис. 36.

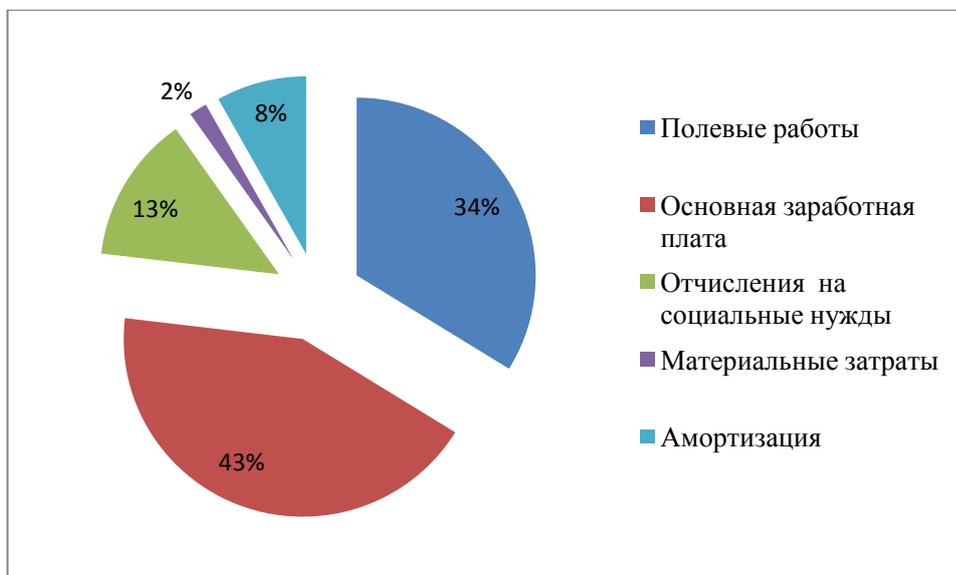


Рисунок 36 – Структура сметной стоимости на проведение отбора проб воды р. Ушайка

Таким образом, общая сметная стоимость на проведение работ по отбору проб воды р. Ушайка в пределах г. Томска составляет 143 529 рублей, в том числе заработная плата основных исполнителей работ инженера-гидроэколога, лаборанта химического анализа составляет 55 900 рублей.

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА  
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
2ВМ41	Гейвус Анастасия Станиславовна

<b>Институт</b>	<b>Природных ресурсов</b>	<b>Кафедра</b>	<b>Гидрогеологии, инженерной геологии и гидрогеоэкологии</b>
<b>Уровень образования</b>	Магистратура	<b>Направление/специальность</b>	20.04.02 «Природообустройство и водопользование»

**Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:**

1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Поступление загрязняющих веществ с поверхностным стоком городских территорий в р. Ушайку в пределах г. Томска.
--	--

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

<p><b>1. Производственная безопасность</b></p> <p>1.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой;</li> <li>– действие фактора на организм человека;</li> <li>– приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ);</li> <li>– предлагаемые средства защиты;</li> <li>– (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства).</li> </ul> <p>1.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– механические опасности (источники, средства защиты);</li> <li>– термические опасности (источники, средства защиты);</li> <li>– электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты);</li> <li>– пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения).</li> </ul>	<p>1.1 Вредные факторы при работе в аналитической лаборатории и мероприятия по их устранению;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Отклонение показателей микроклимата в помещении;</li> <li>- Повышенный уровень электромагнитных излучений;</li> <li>- Недостаточная освещенность рабочей зоны;</li> <li>- Работа с вредными химическими веществами.</li> </ul> <p>1.2 Опасные факторы в лабораторных условиях.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Электрический ток</li> <li>- Пожароопасность</li> </ul>
<p><b>2. Экологическая безопасность:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– защита селитебной зоны</li> <li>– анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы);</li> <li>– анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы);</li> <li>– анализ воздействия объекта на литосферу</li> </ul>	<p>2. Экологическая безопасность</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- влияние поверхностного стока с городских территорий на р. Ушайку</li> </ul>

(отходы); – разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды.	
<b>3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</b> – перечень возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения; – выбор наиболее типичной ЧС; – разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; – разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий.	3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях
<b>4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</b> – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.	4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности при проведении физико-химических анализов в лабораторных условиях.

<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	4.03. 2016
---	------------

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент каф. ЭБЖ	Немцова О.А.			

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ВМ41	Гейвус А.С.		

## Глава 8. Социальная ответственность

### 8.1. Анализ выявленных вредных факторов в лабораторных условиях

Расчет массы загрязняющих веществ поступающих с поверхностным стоком городской территории в р. Ушайка в пределах г. Томска, проводится на основе физико-химических анализов природной воды. Физико-химический анализ поверхностной воды осуществлялся ОГУ «Облкомприрода» в аналитической лаборатории. Для данной работы следует рассмотреть технику безопасности при проведении химического анализа в лабораторных условиях.

Анализ вредных и опасных факторов проведен в соответствии с ГОСТ 12.0.003-74 представлен в таблице 35.

Таблица 35 – Вредные и опасные факторы при исследовании свойств веществ в лабораторных условиях[80]

Наименование видов работ	Факторы (ГОСТ 12.0.003-74)		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
Проведение лабораторных анализов	1. Отклонение показателей микроклимата в помещении. 2. Повышенный уровень электромагнитных излучений; 3. Недостаточная освещенность рабочей зоны. 4. Вредные вещества	1. Электрический ток 2. Пожароопасность	ПНД Ф 12.13.1-03 ГОСТ 12.1.004-91 ГОСТ 12.1.007-76 ГОСТ 12.1.005-88

#### 8.1.1 Отклонение показателей микроклимата в помещении

Микроклимат определяется действующими на организм человека сочетаниями температуры, влажности воздуха, а также температуры окружающей его поверхностей. Особое влияние на микроклимат оказывают источники теплоты, находящиеся в рабочем помещении. Такими источниками могут служить персональные ЭВМ, освещение. Все

эти параметры оказывают прямое влияние на здоровье и деятельность человека в течение всего рабочего дня.

С целью максимально улучшить работоспособность персонала, работающего в лабораторных условиях, установлены нормы производственного микроклимата. В ГОСТ 12.1.005-88 установлены оптимальные и допустимые показатели микроклимата в рабочих помещениях. Оптимальные показатели распространяются на всю рабочую зону с учетом избытков теплоты, сложности выполняемой работы и сезона года, а допустимые, в свою очередь, устанавливаются отдельно для постоянных и непостоянных рабочих мест в тех случаях, когда по технологическим или экономическим причинам невозможно обеспечить оптимальные нормы.

Параметры микроклимата, которые приведены в таблице 36, удовлетворяют требованиям, указанным в СанПиН 2.2.4.548-96.

Таблица 36 – Оптимальные нормы микроклимата в рабочей зоне [97]

Сезон года	Категория работ	Температура, °С	Относительная влажность, %	Скорость движения воздуха, м/сек
Холодный	1б	21 - 23	60-40	0,2
Теплый	1б	22 - 24	60-40	0,3

Для того чтобы обеспечить постоянную температуру в холодный сезон года в рабочем помещении, необходимо предусматривать систему отопления.

#### *8.1.2 Недостаточная освещенность рабочей зоны*

Искусственное освещение обеспечивается электрическими источниками света и применяется для работы в темное время суток, а днем при недостаточном естественном освещении. Источниками света при искусственном освещении являются газоразрядные лампы низкого и высокого давления и лампы накаливания. Согласно СП 52.13330.2011 для искусственного освещения регламентирована наименьшая допустимая

освещенность рабочих мест, а для естественного и совмещенного – коэффициент, который представляет собой отношение освещенности в данной точке внутри помещения к одновременно измеренной наружной горизонтальной освещенности под открытым небом.

Согласно СП 52.13330.2011 требования к освещенности в помещениях, где установлены компьютерное оборудование, следующие: при выполнении зрительных работ высокой точности общая освещенность должна составлять 300лк, а комбинированная - 750лк; аналогичные требования при выполнении работ средней точности - 200 и 300лк соответственно.

Нормирование освещенности производится в соответствии с межотраслевыми нормами и правилами СП 52.13330.2011. Для производственных помещений характерна зрительная зона средней точности, размер объекта размещения составляет свыше 0,5 мм. Нормы КЕО для верхнего или комбинированного освещения равны 4 %, для бокового – 1,5 %. Искусственная освещенность составляет 300 лк.

Кроме того все поле зрения должно быть освещено достаточно равномерно – это основное гигиеническое требование. Иными словами, степень освещения помещения и яркость экрана компьютера должны быть примерно одинаковыми, т.к. яркий свет в районе периферийного зрения значительно увеличивает напряженность глаз и, как следствие, приводит к их быстрой утомляемости.

### *8.1.3. Превышение уровня электромагнитных излучений*

Лабораторное оборудование и персональные ЭВМ являются источниками широкополосных электромагнитных излучений: мягкого рентгеновского, ультрафиолетового, ближнего инфракрасного, радиочастотного диапазона, сверх- и инфранизкочастотного, электростатических полей. Электромагнитные излучения, воздействуя на организм человека в дозах, превышающих допустимые, могут явиться причиной многих серьезных заболеваний.

Уровни допустимого облучения определены в СанПиН 2.2.4.1191-03.

Таблица 37 – Нормативные значения электрических и магнитных полей [91]

<b>Электрические поля</b>	
Диапазон частот	Допустимые значения
поверхностный электростатический потенциал	не более 500 В
5 Гц — 2 кГц	не более 10 В/м (30 см перед экраном, 50 см вокруг)
2 кГц — 400 кГц	не более 1 В/м (30 см перед экраном, 50 см вокруг)
<b>Магнитные поля</b>	
диапазон частот	допустимые значения
5 Гц — 2 кГц	не более 200 нТл (30 см перед экраном, 50 см вокруг)
2 кГц — 400 кГц	не более 25 нТл (50 см вокруг)

#### *8.1.4. Работа с вредными химическими веществами*

При работе в химической лаборатории необходимо соблюдать требования техники безопасности по ГОСТ 12.1.007-76 «Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности».

При проведении количественного химического анализа используются химические реактивы, а именно аммиак водный по ГОСТ 3760-79, перекись водорода по ГОСТ 177-88, азотная кислота по ГОСТ 4461-77, серная кислота по ГОСТ 4204-77, соляная кислота по ГОСТ 3118-77, гранулированный цинк по ТУ 6-09-5294-86 и т.д.

При работе с химическими реактивами в лаборатории должно находиться не менее двух сотрудников. Приступая к работе, сотрудники обязаны осмотреть и привести в порядок свое рабочее место, освободить его от ненужных для работы предметов. Работа с едкими и ядовитыми веществами, а также с органическими растворителями проводится только в вытяжных шкафах. Работы, при которых возможно повышение давления, перегрев стеклянного прибора или его поломка с разбрызгиванием горячих или едких продуктов, также выполняются в вытяжных шкафах.

Работающий должен надеть защитные очки (маску), перчатки и фартук. При работах в вытяжном шкафу створки шкафа следует поднимать на высоту не более 20 - 30 см так, чтобы в шкафу находились только руки, а наблюдение за ходом процесса вести через стекла шкафа. При работе с химическими реактивами необходимо включать и выключать вытяжную вентиляцию не менее чем за 30 минут до начала, и после окончания работ.

Работа с концентрированными кислотами и щелочами проводится только в вытяжном шкафу и с использованием защитных средств (перчаток, очков). При работе с дымящей азотной кислотой с удельной плотностью 1,51 - 1,52 г/см<sup>3</sup>, а также с олеумом следует надевать также резиновый фартук.

Используемые для работы концентрированные азотная, серная, соляная кислоты должны храниться в вытяжном шкафу в стеклянной посуде емкостью не более 2 дм<sup>3</sup>. В местах хранения кислот недопустимо нахождение легковоспламеняющихся веществ. Разбавленные растворы кислот (за исключением плавиковой) также хранят в стеклянной посуде, а щелочей - в полиэтиленовой таре [89].

## **8.2. Анализ опасных факторов в лабораторных условиях**

### *8.2.1 Электрический ток*

Инженер работает с такими электроприборами, как спектрометры, колориметры, флюориметры, фильтры, поляриметры, анализаторы элементного состава, хроматографы, приборы для контроля безопасности. Поэтому необходимо обеспечить электробезопасность – (система организационных и технических мероприятий и средств, обеспечивающих защиту людей от вредного и опасного воздействия электрического тока, электрической дуги, электрического поля и статического электричества) [2].

В данном случае существует опасность электропоражения в следующих случаях: при непосредственном прикосновении с токоведущими частями во время ремонта прибора; при прикосновении к

токоведущим частям, оказавшимся под напряжением; при соприкосновении с полом, стенами, оказавшимися под напряжением. Имеется опасность короткого замыкания высоковольтных блоков.

В целях защиты необходимо применять следующие меры: защитное заземление (преднамеренное электрическое соединение с землей или ее эквивалентом металлических нетоковедущих частей электроустановок, которые могут оказаться под напряжением, при этом сопротивление заземляющего устройства не должно превышать 4 Ом, зануление для устранения опасности поражения электрическим током при замыкании на корпус электроустановок, работающих под напряжением до 1000 В в трехфазных четырехпроводных сетях с глухо-заземленной нейтралью), защитное отключение (быстродействующая защита, обеспечивающая автоматическое отключение электроустановки при возникновении в ней опасности поражения током, происходит изменение некоторых электрических параметров сети, которые служат сигналом, вызывающим срабатывание устройства защитного отключения).

В целях профилактики переутомляемости и перенапряжения при работе необходимо строгое соблюдение регламентируемых перерывов (3 раза за рабочий день). Во время, которых, рекомендуется выполнять комплексные физические упражнения.

Перед началом работы необходимо:

- a) Проверить наличие и исправность заземления;
- b) Включить рубильник;
- c) Включить электрическое питание оборудования, на которых планируется выполнение работ.

Для предупреждения электротравматизма во время работ в электроустановках очень важно проводить соответствующие защитные мероприятия. Применение защитных мероприятий регламентируется Правилами устройства электроустановок (ПЭУ) и Межотраслевыми правилами по охране труда при эксплуатации электроустановок (ПОТ Р М

016-2001; РД 153-34.0-03.150-00; ПНД Ф 12.13.1-03). В этих документах приведены требования к персоналу, производящему работы в электроустановках, определены порядок и условия производства работ, рассмотрены организационные и технические мероприятия, обеспечивающие безопасность работ [2].

### 8.2.2 *Пожарная безопасность*

Все помещения лаборатории должны соответствовать требованиям пожарной безопасности по ГОСТ 12.1.004-91 и иметь средства пожаротушения по ГОСТ 12.4.009-83.

В современном лабораторном оборудовании очень высокая плотность размещения элементов электронных схем. В непосредственной близости друг от друга располагаются соединительные провода, коммутационные кабели. При протекании по ним электрического тока выделяется значительное количество теплоты, что может привести к повышению температуры отдельных узлов до 80-100 °С [9]. При этом возможно плавление изоляции соединительных проводов, их оголение и, как следствие, короткое замыкание, которое сопровождается искрением, ведет к недопустимым перегрузкам элементов электронных схем. Последние, перегреваясь, сгорают с разбрызгиванием искр. Для отвода избыточной теплоты от прибора служат системы вентиляции и кондиционирования воздуха.

Эксплуатация лабораторного оборудования связана с необходимостью проведения обслуживающих, ремонтных и профилактических работ. При этом используют различные смазочные вещества, легковоспламеняющиеся жидкости, прокладывают временные электропроводки, ведут пайку и чистку отдельных узлов и деталей. Возникает дополнительная пожарная опасность, требующая принятия соответствующих мер пожарной профилактики.

Лабораторное помещение постоянно должно содержаться в чистоте.

Лаборатория должна быть оснащена пожарными кранами (не менее одного на этаж) с пожарными рукавами. В каждом рабочем помещении должны быть в наличии огнетушители и песок, а в помещениях с огнеопасными и легковоспламеняющимися веществами - дополнительные средства пожаротушения. В помещении лаборатории на видном месте должен быть вывешен план эвакуации сотрудников в случае возникновения пожара. В помещениях лаборатории и в непосредственной близости от них (в коридорах, под лестницами) запрещается хранить горючие материалы и устанавливать предметы, загромождающие проходы и доступ к средствам пожаротушения. Все нагревательные приборы должны быть установлены на термоизолирующих подставках. Запрещается эксплуатация неисправных лабораторных и нагревательных приборов. После окончания работы необходимо отключить электроэнергию, газ и воду во всех помещениях [89].

Вынужденная эвакуация при пожаре протекает в условиях нарастающего действия опасных факторов пожара. Поэтому безопасность людей находится в прямой зависимости от времени пребывания их в здании при пожаре. Кратковременность процесса вынужденной эвакуации достигается устройством эвакуационных путей и выходов, число и размеры конструктивно-планировочные решения, которых регламентированы. Успех ликвидации пожара на производстве зависит, прежде всего, от быстроты оповещения о его начале. Для этого используется система пожарной сигнализации.

### **8.3 Экологическая безопасность**

Река – постоянно действующий водоток, собирающий атмосферные осадки и подземные воды с водосборного бассейна и производящий огромную геологическую работу. Река размывает горные породы суши и переносит разрушенные частицы из одного места в другое.

Важными гидрологическими характеристиками реки являются поверхностный русловой сток и расход воды. Под русловым стоком

понимают количество воды, переносимое с речным потоком за определенный отрезок времени. Твердым стоком реки считается количество взвешенных веществ, перемещаемых рекой за определенный период времени.

Вода, движущаяся по не ровной поверхности земли в виде склонового стока, скапливаясь, образует ручьи. Собранная в ручьи вода, обладает большим объемом начинает действовать на эрозию почвы. Наибольшая эрозия происходит на склонах, лишенных растительности.

Основным фактором загрязнения реки является поверхностный сток с прилегающих к Ушайке территорий. Дождевыми и снеготалыми водами с территорий города и промышленных площадок привносится масса загрязняющих веществ.

Ливневые воды чаще всего сильно загрязнены нефтепродуктами (особенно, если ливневые воды собираются в районе АЗС или автостоянок). В состав ливневых стоков входят и тяжелые металлы, а также органические вещества, причинами, поступления которых могут быть как атмосферные осадки, так и почва.

Хозяйственно-бытовые стоки (если сбрасываются без очистки) – содержат в большом количестве соли аммония, фосфаты, взвешенные вещества и другие загрязняющие вещества.

Промышленные сточные воды – для них характерно присутствие перечисленных веществ и многих других в зависимости от технологических процессов предприятия.

В настоящее время на территории водосборного бассейна р. Ушайка проводятся работы по озеленению прибрежной территории с целью снижения загрязнения бытовым и строительным мусором. Также происходит укрепление берегов каменной смесью для предотвращения размывания прибрежной территории.

## **8.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях**

Чрезвычайная ситуация – обстановка на определенной территории, сложившаяся в результате источника, а именно опасного природного явления, катастрофы и т.п., которая может повлечь за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей или окружающей среде, а также нарушение условий жизнедеятельности людей.

В условиях рабочего помещения при проведении лабораторных исследований возможно возникновение пожара, поражение персонала электрическим током, а также отравление, ранение, ожоги.

О несчастном случае пострадавший или очевидец обязан немедленно поставить в известность начальника лаборатории, который должен организовать первую помощь пострадавшему и вызвать врача.

При поражении электрическим током одним из ключевых моментов при оказании первой помощи является немедленное выключение электрического тока. Для этого нужно отключить ток (поворот рубильника, выключателя, пробки), отвести электрические провод от пострадавшего, затем соединить между собой два токоведущих провода.

Для начала стоит рассмотреть термин «пожар» – это неконтролируемое горение очага, наносящее материальный ущерб, а также вызывающее несчастные случаи и причинение вреда здоровью человека и т.д.

При проведении лабораторных работ причиной пожара могут стать: неисправность оборудования, электропроводки, несоблюдение норм и правил пожарной безопасности.

Необходимо исключать возможность возникновения пожара в рабочем помещении, для этого необходимо систематически проверять целостность изоляционных покрытий электрических проводов, а также курить только в специально отведенных местах.

В соответствии с ГОСТ 12.1.004-91 тушение пожаров предусматривает использование средств и снаряжения пожаротушения (таблица 38).

Таблица 38 – Средства и снаряжения пожаротушения

Средства	Снаряжения	Пожарное оборудование
Противопожарный ручной инструмент (багры, ломы, крюки, топоры, бензопилы, отбойный молоток) Огнегасящие средства (вода, растворы, эмульсии, закись углерода) Оборудование взрыва	Водоупорный или теплоотражательный костюм, пожарная каска, спасательный пояс, электрический фонарь, спасательные веревки	Пожарные машины, огнетушители (ручные и передвижные), стационарные и передвижные воздушно-пенные установки, насосы, мотопомпы, рукавное оборудование, пожарные лестницы.

За невыполнение требований по вопросам предупреждения ЧС, защиты персонала и материальных ценностей от ЧС работники отдела могут привлекаться к материальной и административной ответственности [100].

### **8.5 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности**

На работу в химико-аналитические лаборатории принимаются лица не моложе 18 лет, прошедшие медицинское освидетельствование для решения вопроса о возможности работы в лаборатории.

Вновь поступающие на работу допускаются к исполнению своих обязанностей только после прохождения вводного инструктажа о соблюдении мер безопасности, инструктажа на рабочем месте и после собеседования по вопросам техники безопасности.

Прохождение инструктажа обязательно для всех принимаемых на работу независимо от их образования, стажа работы и должности, а также для проходящих практику или производственное обучение.

Периодический инструктаж должен проводиться на рабочем месте дважды в год.

При переводе сотрудника на новые виды работ, незнакомые операции, перед работой с новыми веществами, а также в случае

нарушения работником правил техники безопасности проводится внеплановый инструктаж. Проведение всех видов инструктажа регистрируется в журнале [89].

В соответствии со ст. 217 ТК РФ в целях обеспечения соблюдения требований охраны труда, осуществления контроля их выполнения в каждой организации, осуществляющей производственную деятельность, с численностью более 100 работников создается служба охраны труда или вводится должность специалиста по охране труда, имеющего соответствующую подготовку или опыт работы в этой области [103].

Распоряжением по лаборатории в каждом рабочем помещении назначаются ответственные за соблюдением правил техники безопасности, правильное хранение легковоспламеняющихся, взрывоопасных и ядовитых веществ, санитарное состояние помещений, обеспеченность средствами индивидуальной защиты и аптечками первой помощи с необходимым набором медикаментов.

Проведение вводного инструктажа, контроль выполнения правил техники безопасности во всей лаборатории и ведение журнала инструктажа осуществляет назначенное начальником лаборатории должностное лицо, в подчинении которого находятся ответственные рабочих помещений.

Комитет (комиссия) по охране труда организует совместные действия работодателя и работников по обеспечению требований охраны труда, предупреждению производственного травматизма и профессиональных заболеваний, а также организует проведение проверок условий и охраны труда на рабочих местах и информирование работников о результатах указанных проверок, сбор предложений к разделу коллективного договора (соглашения) об охране труда (ст. 218 ТК РФ) [103].

## Заключение

В результате проведенных исследований были получены следующие выводы:

1. Выполнено обоснование, в соответствии с природными условиями г. Томска, деятельности на водосборной территории с качественной оценкой геоэкологической ситуации. Были определены стационарные источники загрязнения природных вод и водосбора р. Ушайки в пределах г. Томска, а также проведена оценка влияния строительства на водосборной территории;

2. Отмечено превышение рыбохозяйственных нормативов в р. Ушайка по следующим веществам: фенолы, соединения железа, иона аммония, фторидов и местами нефтепродуктов;

3. Выполнено изучение химического и микробиологического состава снегового покрова. Было выявлено превышение ПДК по содержанию нефтепродуктов в 5 точках, и иона-аммония в 4 точках. Микробиологический анализ снега показал наличие в снегу микроорганизмов различных физиологических групп;

4. Произведен расчет массы загрязняющих веществ, поступающих с поверхностным стоком с водосборной территории р. Ушайки в пределах г. Томска;

5. Предложены рекомендации по снижению загрязнения природных вод и водосборного бассейна р. Ушайка;

6. Выполнен картографический материал - схема водоотведения ливневых сточных вод; схема опробования снегового покрова на территории г. Томска; схема водосборного бассейна с выделением участков водосборной площади на основании особенностей рельефа г. Томска.

## Список публикаций

1. Влияние скандинавских заимствований на развитие английского языка. // Коммуникативные аспекты языка и культуры: сборник материалов XI Международной научно-практической конференции студентов и молодых ученых. Ч.3. / под ред. С.А. Песоцкой; Национальный исследовательский Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2011. – с. 21-24
2. Peculiarities of the middles English dialects developments. // Коммуникативные аспекты языка и культуры: сборник материалов XII Международной научно-практической конференции студентов и молодых ученых. Ч.3. / под ред. С.А. Песоцкой; Национальный исследовательский Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2012. – с. 114-115
3. Эколого-геохимическое состояние реки Ушайки на территории Томска и Томской области. // Неделя науки СПбГПУ: материалы научно-практической конференции с международным участием. Научно-образовательный центр «Возобновляемые виды энергии и установки на их основе». – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2014. – с. 236-238
4. Эколого-геохимическое состояние реки Ушайки. // Геология в развивающемся мире: сб. науч. тр. (по материалам VII науч.-практ. конф. студ., асп. и молодых ученых с международным участием): 2 2 т. / отв. Ред. П.А. Белкин; Перм. гос. нац. исслед. ун-т. – Пермь, 2014. – Т.2 – с. 139-143
5. Создание карты-схемы водохозяйственной деятельности и геоэкологического состояния реки Ушайки (в пределах г. Томска). // Проблемы геологии и освоения недр: Труды XVIII Международного научного симпозиума студентов и молодых ученых имени академика М. А. Усова «Проблемы геологии и освоения недр», посвященном 115-летию со дня рождения академика Академии наук СССР, профессора К.И. Сатпаева и 120-летию со дня рождения члена-корреспондента Академии наук СССР, профессора Ф.Н. Шахова. Том II; Томский политехнический университет.

– Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. – с. 506-509

6. Исследование поступления загрязняющих веществ с водосборной территории реки Ушайка по результатам опробования снегового покрова (в пределах г. Томска). // Проблемы геологии и освоения недр: Труды XIX Международного научного симпозиума студентов и молодых ученых имени академика М. А. Усова «Проблемы геологии и освоения недр», посвященном 115-летию со дня рождения академика Академии наук СССР, профессора К.И. Сатпаева и 120-летию со дня рождения члена-корреспондента Академии наук СССР, профессора Ф.Н. Шахова. Том II; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. – с. 413-415

7. Влияние хозяйственной деятельности в пределах водосборной территории на экологическое состояние водных объектов (на примере р. Ушайки, г. Томск). // Проблемы геологии и освоения недр: Труды XX Международного научного симпозиума студентов и молодых ученых имени академика М. А. Усова «Проблемы геологии и освоения недр», посвященном 115-летию со дня рождения академика Академии наук СССР, профессора К.И. Сатпаева и 120-летию со дня рождения члена-корреспондента Академии наук СССР, профессора Ф.Н. Шахова. Том II; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. – с.

8. Поступление загрязняющих веществ с поверхностным стоком городских территорий в реку Ушайку. // Материалы Всероссийской конференции с международным участием «Современные проблемы гидрогеологии, инженерной геологии и гидрогеоэкологии Евразии» с элементами научной школы. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2015. – с. 683-688

9. Оценка качества подземных вод, используемых для водоснабжения населения Алтайского района. // Творчество юных – шаг в

успешное будущее: Материалы VII Всероссийской научной студенческой конференции с элементами научной школы имени профессора М.К. Коровина. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. – с. 36-38

## Список использованных источников

1. Азьмука Т.И. Ресурсы климата.// Природные ресурсы Томской области. – Новосибирск: Наука, 1991. – с. 83-102
2. Безопасность жизнедеятельности. Безопасность технологических процессов и производств. Учебное пособие для вузов // П.П. Кукин, В.Л. Лапшин и др. – М.: Высш. шк., 1999. – 318 с.
3. Василенко В.Н. Мониторинг загрязнения снежного покрова / В.Н. Василенко, И.М. Назаров, Ш.Д. Фридман. – Л.: Гидрометеиздат, 1985, – 180 с.
4. Вернадский В.И. История природных вод / В.И. Вернадский; отв.ред. С.Л. Шварцев, Ф.Т. Яншина. – М.: Наука, 2003. – 750 с.
5. Всероссийский научно-исследовательский институт гидрометеорологической информации [Электронный ресурс: <http://meteo.ru>]
6. Геология СССР. Том 14. Западная Сибирь (Кемеровская, Новосибирская, Омская, Томская области, Алтайский край). Ч. 1. Геологическое описание / под ред. В. Д. Фомичева, И. Н. Звонарева. – 1967. – 664 с.
7. Генеральный план г. Томска. Положения о территориальном планировании. Документ с изменениями от 1 июля 2014 года № 1049. – 72 с.
8. Генеральный план г. Томска. Комплексный градостроительный анализ: [Электронный ресурс]: URL: [http://map.admin.tomsk.ru/pages/gp\\_pub/2tom/p0212.html](http://map.admin.tomsk.ru/pages/gp_pub/2tom/p0212.html), свободный. Дата обращения: 22.08.2015 г.
9. Глушков И.Е. Практический аудит на современном предприятии: Цели и задачи экоаудита. – М.: 1997. – 288 с.
10. Гейвус А.С. Создание карты-схемы водохозяйственной деятельности и геоэкологического состояния реки Ушайки (в пределах г. Томска). // Проблемы геологии и освоения недр: Труды XVIII Международного

научного симпозиума студентов и молодых ученых имени академика М. А. Усова «Проблемы геологии и освоения недр», посвященном 115-летию со дня рождения академика Академии наук СССР, профессора К.И. Сатпаева и 120-летию со дня рождения члена-корреспондента Академии наук СССР, профессора Ф.Н. Шахова. Том II; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. – с. 506-509

11. Гейвус А.С. Исследование поступления загрязняющих веществ с водосборной территории реки Ушайка по результатам опробования снегового покрова (в пределах г. Томска). // Проблемы геологии и освоения недр: Труды XIX Международного научного симпозиума студентов и молодых ученых имени академика М. А. Усова «Проблемы геологии и освоения недр», посвященном 115-летию со дня рождения академика Академии наук СССР, профессора К.И. Сатпаева и 120-летию со дня рождения члена-корреспондента Академии наук СССР, профессора Ф.Н. Шахова. Том II; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. – с. 413-415
12. Гейвус А.С. Влияние хозяйственной деятельности в пределах водосборной территории на экологическое состояние водных объектов (на примере р. Ушайки, г. Томск). // Проблемы геологии и освоения недр: Труды XX Международного научного симпозиума студентов и молодых ученых имени академика М. А. Усова «Проблемы геологии и освоения недр», посвященном 115-летию со дня рождения академика Академии наук СССР, профессора К.И. Сатпаева и 120-летию со дня рождения члена-корреспондента Академии наук СССР, профессора Ф.Н. Шахова. Том II; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. – с.
13. Гейвус А.С. Поступление загрязняющих веществ с поверхностным стоком городских территорий в реку Ушайку. // Материалы

- Всероссийской конференции с международным участием «Современные проблемы гидрогеологии, инженерной геологии и гидрогеоэкологии Евразии» с элементами научной школы. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2015. – с. 683-688
14. Гидрогеология СССР. Том 16, Западно-Сибирская равнина (Тюменская, Омская, Новосибирская и Томская области) / Под ред. В. А. Нуднера – М.: Недра, 1970 – 368 с.
  15. Государственный доклад «О состоянии и охране окружающей среды Томской области в 2014 году» / Глав. ред. С. Я. Трапезников, редкол.: Ю. В. Лунёва, Н. А. Чатурова, В. А. Коняшкин; Департамент природных ресурсов и охраны окружающей среды Томской области, ОГБУ «Облкомприрода». — Томск : Дельтаплан, 2015. — 156 с.
  16. Гудымович С.С. Геологическое строение окрестностей г. Томска (территории прохождения геологической практики): учебное пособие / С.С. Гудымович, И.В. Рычкова, Э.Д. Рябчикова. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2009. – 84 с.
  17. Данилов-Данильян В. И., Лосев К. С. Экологический вызов и устойчивое развитие. - М.: Прогресс-Традиция, 2010. – 233 с.
  18. Департамент природных ресурсов и охраны окружающей среды Томской области [Электронный ресурс]: URL: <http://www.green.tsu.ru>, свободный. Дата обращения: 06.05.2016 г.
  19. Дюкарев А.Г. Природные ресурсы Томской области / А.Г. Дюкарев, Ю.А. Львов, В.А. Хмелев и др. – Новосибирск: Наука. Сиб. отделение. 1991. – 176с.
  20. Елизаров И.В. Родной край. Очерки природы, истории, хозяйства и культуры Томской области / И.В. Елизаров, Б.Г. Иоганзен, И.П. Князев, А.И. Кузнецов, В.П. Смирнов. Издательство Томского университета. Томск, 1974.
  21. Евсеева Н.С. География Томской области. (Природные условия и ресурсы.). – Томск: Изд-во Томского ун-та, 2001. – 223 с.

22. Жорняк Л.В. Эколого-геохимическая оценка территории г. Томска по данным изучения почв: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук : спец. 25.00.36 / Л. В. Жорняк ; Томский политехнический университет (ТПУ); науч. рук. Е. Г. Язиков. – Томск: Б.и., 2009. – 22 с.
23. Иванов К.В. Геология и петрография нижнекаменноугольных и дайковых пород окрестностей города Томска. Томск, 1956. – 528 с.
24. Карлсон В.Л. Гидрогеологические и инженерно-геологические условия листа О-45-XXXI / В.Л. Карлсон, Т.Я. Емельянова, Н.А. Ермашова. Томск, 1975.
25. Качество поверхностных вод Российской Федерации. Ежегодник. 1997 год / Гидрохимический институт. – СПб.: Гидрометеиздат, 2000. – 316 с.
26. Климат Томска. Под ред. Пильниковой З.Н. Л., Гидрометиздат, 1982г.
27. Корш Л.Е. Ускоренные методы санитарно-бактериологического исследования воды / Л.Е. Корш, Т.З. Артемова. – М.: Медицина, 1978. – 272 с.
28. Кузеванов К.И. Исследование техногенных изменений гидрогеологических условий г. Томска: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук: Спец. 04.00.06 / К. И. Кузеванов; Томский политехнический университет. – Томск : Б.и., 1998. – 20 с.
29. Летувнинкас А.И. Методические аспекты экогеохимических работ с использованием снегового покрова / А.И. Летувнинкас, А.И. Петров // Матер. конф. «Проблемы геологии и геохимии юга Сибири». Томск, 2000. С. 190–194.
30. Льготин В.А., Макушин Ю.В., Савичев О.Г. Проблемы рационального использования, восстановления и охраны водных объектов Томской области // Вестник Томск. гос. ун-та, 2003, № 3(IV, приложение), С.140-142.

31. Мананков А.В. Геоэкологические проблемы г.Томска / А.В. Мананков // Проблемы экологии Томской области. Общие вопросы экологии, экологии человека, экологических комплексов: Тез.докл. – Томск, 1992. С.36-38
32. Мананков А.В. Проблемы геоэкологического состояния территории г.Томска / А.В. Мананков, В.П. Парначев // Основные проблемы охраны геологической среды. – Томск. Изд-во Томского гос.университета, 1995. с.47-55
33. Наливайко Н. Г. Микрофлора подземных вод города Томска как индикатор их экологического состояния: диссертация на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук: дис. ... канд. геол.-мин. наук: 04.00.06 / Наливайко Нина Григорьевна; Томский политехнический университет. – Томск, 2000. – 190 с.
34. Научно-прикладной справочник по климату СССР. Серия 3. Многолетние данные. Части 1-6. Выпуск 20.
35. Ольховатенко В.Е. Геоэкологические проблемы города Томска и разработка мероприятий по инженерной защите территорий / В.Е. Ольховатенко // Обской вестник, 1999. №1-2. с.12-17
36. Общая экология: Учеб. / Под ред. А. С. Степановских. - М.: ЮНИТИ, 2000. – 510с.
37. Основные гидрологические характеристики. Т.15, Вып.1. Верхняя и Средняя Обь. Л.: Гидрометеиздат, 1979. – 488 с.
38. Пасечник Е. Ю. Индикаторная роль микрофлоры снега городской агломерации (на примере города Томска) / Е. Ю. Пасечник // Экология России и сопредельных территорий. Экологический катализ: Материалы VIII международной экологической студенческой конференции. МЭСК-2003, Новосибирск, 2003 г. / Новосибирский государственный университет; Государственный комитет по охране окружающей среды Новосибирской области. — Новосибирск, 2003. — С. 56-58.

39. Пасечник Е.Ю. Экологическое состояние природных вод территории города Томска / Е.Ю. Пасечник // Записки Горного института. – Проблемы рационального природопользования: Труды международной конференции – СПб: Изд-во СПб-го гос. горного института. – Том 170, ч. II. –2007. – С. 224-227
40. Пасечник Е.Ю. Эколого-геохимическое состояние природных сред территории города Томска / Е.Ю. Пасечник // Вестник Томского государственного университета, 2008. –Т. № 306 – С. 149-154
41. Пасечник Е.Ю. Влияние города Томска на качество воды малых рек (на примере реки Ушайки) / Е.Ю. Пасечник, С.Л. Шварцев // Эколого-геологические проблемы урбанизированных территорий: Материалы второй Всероссийской научно-практической конференции, Екатеринбург, УГГУ, 2009, С.133-137
42. Пасечник Е.Ю. Эколого-геохимическое состояние природных вод территории города Томска (правобережной части реки Томи): автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук: спец. 25.00.36 /Е.Ю. Пасечник; Томский политехнический университет (ТПУ); науч. рук. С.Л. Шварцев. – Томск: Б.и., 2010. – 23 с.
43. Проект Генерального плана г. Томска разработан в 2003-2007 гг. Научно-проектным институтом пространственного планирования «ЭНКО» (г. Санкт-Петербург) в соответствии с Договором N ЭП-012/03 между НИИ «ЭНКО» и Администрацией г. Томска на разработку градостроительной документации в составе: «Корректурa Генерального плана г. Томска с использованием ГИС-технологий»; «Нормативный правовой акт органов местного самоуправления – Правила землепользования и застройки в городе Томске», 2007
44. Протасов В. Ф. Экология, здоровье и охрана водной среды в России: Учеб. и справ. пособие / В. Ф. Протасов. - М.: Финансы и статистика, 2012. – 289 с.

45. Плотников Н.И. Техногенные изменения гидрогеологических условий / Н.И. Плотников, М.: Недра, 1989, 270 с.
46. Покровский Д.С. Гидрогеологические условия и процессы подтопления территории г. Томска / Д.С. Покровский, К.И. Кузеванов; В кн.: Подземные воды юга Западной Сибири. 25. Новосибирск: Изд-во “Наука” СО, 1987. – с. 146-153.
47. Покровский Д.С. Гидрогеологические проблемы строительного освоения территории г. Томска / Д.С. Покровский, К.И. Кузеванов // Обской вестник, 1999, № 1-2. С.96-104
48. Прокачева В.Г. Снежный покров в сфере влияния города / В.Г. Прокачева, В.Ф. Усачев. Л.: Гидрометеиздат. 1989. 176 с.
49. Рихванов Л.П. Эколого-геохимические особенности природных сред Томского района и заболеваемость населения / Л.П. Рихванов, Е.Г. Языков, Ю.И. Сухих, Н.В. Барановская, В.Т. Волков, Н.Н. Волкова, В.В. Архангельская, О.А. Денисова, А.Ю. Шатилов, Е.П. Янкович. Томск, - 2006. – 216 с.
50. Рогов Г.М. Проблемы использования природных вод бассейна реки Томи для хозяйственно-питьевого водоснабжения / Г.М. Рогов, В.К. Попов, Е.Ю. Осипова; Томский государственный архитектурно-строительный университет. – Томск: Изд-во ТГАСУ, 2003. – 218 с.
51. Рождественская Л.А., Покровский Д.С. и др. Инженерно-геологические условия территории г. Томска и их изменения в связи с хозяйственным освоением. Отчет о НИР. №ГР 79005612. – Томск, 1981. – 238 с.
52. Савичев О.Г. Реки Томской области: состояние, охрана и использование / О.Г. Савичев. – Томск: Изд-во ТПУ, 2003. – 202 с.
53. Савичев О.Г. Микробиологический состав речных вод бассейна Верхней и Средней Оби / О.Г. Савичев, Н.Г. Наливайко, Н.А. Трифонова // Сибирский экологический журнал, 2002, № 2, С.173-180.

54. Савичев О.Г. Эколого-геохимическое состояние вод р.Ушайки в летне-осенний период / О.Г. Савичев, В.П. Шинкаренко, Т.Д. Кириленко, Ю.Г. Копылова, В.М. Марулева, Р.Ф. Зарубина, А.Н. Ефимова, И.В. Сметанина // Гидрогеология и инженерная геология. Геоэкология и мониторинг геологической среды: Материалы международной научно-технической конференции «Горно-геологическое образование в Сибири. 100 лет на службе науки и производства». /Отв.редакторы С.Л. Шварцев, Л.П. Рихванов. – Томск: Изд-во ТПУ, 2001. – С.87-90
55. Сметанин В.И. Восстановление и очистка водных объектов. М.: КолосС, 2003. – 157 с.:
56. Таловская А.В. Оценка эколого-геохимического состояния районов г.Томска по данным изучения пылеаэрозолей: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук: спец. 25.00.36 / А.В. Таловская; Томский политехнический университет (ТПУ); науч. рук. Е. Г. Язиков. – Томск: Б.и., 2008, – 23 с.
57. Хромых В.В. Использование ГИС-технологий для изучения динамики долинных ландшафтов (на примере долины нижней Томи) // Вестник Томского государственного университета. № 300 (I). Июль 2007. – С. 230–233 (соавтор О.В. Хромых).
58. Хромых В.В. Использование пространственного анализа в ArcGIS для выделения водоохранных зон малых рек в городах // ArcReview.– № 4 (51).– 2009.– С. 14–15 (соавторы О.В. Хромых, А.А. Ерофеев).
59. Хромых В.В. Ландшафтный подход к выделению водоохранной зоны реки Ушайки на основе геоинформационного картографирования // Вестник Томского государственного университета. № 370. 2013. – с. 175 - 178
60. Черногринов П.Н. Экологические проблемы урбанизированных территорий на примере г.Томска и пути их решения / П.Н. Черногринов, Л.Г. Колесниченко // Безопасность жизнедеятельности, 2008. – №1 – С.17 – 25

61. Шакирова А.Р. Геоэкологический анализ урбанизированных территорий (на примере г. Томска): автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата географических наук: 25.00.36: защищена 28.03.07 / Шакирова Альбина Равильевна. – Томск, 2007. – 22 с.
62. Шакирова А.Р. Геоэкологический анализ урбанизированных территорий (на примере г.Томска): дис. ... канд. геогр. наук: 25.00.36: защищена 28.03.07 / Шакирова Альбина Равильевна. – Томск, 2007. – 229 с.
63. Шварц А.А. Экологическая гидрогеология / А.А. Шварц; Учеб. пособие. – С-Пб: Изд-во С.-Петербургского университета, 1996. – 60 с.
64. Шварцев С.Л. Общая гидрогеология / С.Л. Шварцев. – М.: Недра, 1996. – 423 с.
65. Шварцев С.Л. Гидрогеохимия зоны гипергенеза / С.Л. Шварцев. – М.: Недра, 1998. – 366 с.
66. Шварцев С.Л. Микроэлементы в водах Средней Оби и ее крупных притоков / С.Л. Шварцев, О.Г. Савичев // Обской вестник, 1996, № 2-3, С.39-47.
67. Шварцев С.Л. Эколого-геохимическое состояние речных вод Средней Оби / С.Л. Шварцев, О.Г. Савичев, Е.Г. Вертман и др.// Водные ресурсы, 1996, №6, С.723-731.
68. Щербак Г.Г. Современные проблемы инженерной геологии г.Томска и пути их решения / Г.Г. Щербак // Обской вестник. – Новосибирск, 1999. С. 27-32.
69. Экологический мониторинг: Состояние окружающей среды Томской области в 2008 году. – Томск: Изд-во «Оптимум», – 2009. – 144 с.
70. Язиков Е.Г. Оценка эколого-геохимического состояния территории г. Томска по данным изучения пылеаэрозолей и почв: монография / Е.Г. Язиков, А.В. Таловская, Л.В. Жорняк; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2010. – 264 с.

71. ArcGIS 9. Начало работы в ArcGIS 9. 1999-2004 ESRI
72. ArcGIS 9. ArcMap Руководство пользователя. 2000-2004 ESRI
73. Integrated Water Quality Report 2011, South East Ireland, 2012
74. Neill, M., 1989. Nitrate Concentrations in River Waters in the South-East of Ireland and their relationship with Agricultural Practice. *Water Research*, Vol 23, No. 11 pp 1339-1355.
75. Shvartsev S.L., Kolmakov Y.S., Savitchev O.G. Basic points of hydrogeochemical observations in the Upper Ob river basin in 1998// *Ob Vestnik* 2001 №1, С.2-5.

### **Нормативная литература**

76. Водный кодекс Российской Федерации (ВК РФ) N 74-ФЗ от 03.06.2006
77. ГОСТ 12.1.004-91. ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования
78. ГОСТ 12.1.006-84. ССБТ. Электромагнитные поля радиочастот. Допустимые уровни на рабочих местах и требованию к проведению контроля.
79. ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ. Общие санитарно-технические требования к воздуху рабочей зоны.
80. ГОСТ 12.0.003-74. ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация
81. ГОСТ 12.0.004-90. Организация обучения работающих безопасности труда. Общие положения.
82. ГОСТ 12.1.007-76. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности.
83. ГОСТ 12.1.010-76. Взрывобезопасность. Общие требования.
84. ГОСТ 12.1.041-83. Пожаровзрывобезопасность горючих пылей. Общие требования.
85. ГОСТ 12.1.044-89. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения.
86. ГОСТ 12.4.009-83. Пожарная техника для защиты объектов.

87. ГОСТ 3760-79. Реактивы. Аммиак водный. Технические условия (с Изменениями N 1, 2).
88. ГОСТ 177-88. Водорода перекись. Технические условия
89. ГОСТ 4204-77. Реактивы. Кислота серная. Технические условия
90. ГОСТ 3118-77. Реактивы. Кислота соляная. Технические условия
91. ГОСТ 27954-88. Видеомониторы персональных электронных вычислительных машин. Типы, основные параметры, общие технические требования (с изменениями на 12.02.2016)
92. ПНД Ф 12.13.1-03 Методические рекомендации. Техника безопасности при работе в аналитических лабораториях (общие положения).
93. Приказ Росрыболовства от 18.01.2010 № 20 «Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения». – М.: 2010. – 214 с.
94. Приказ Министерства природных ресурсов и экологии РФ от 4 декабря 2014 г. N 536 «Об утверждении Критериев отнесения отходов к I-V классам опасности по степени негативного воздействия на окружающую среду».
95. Рекомендации по расчету систем сбора, отведения и очистки поверхностного стока с селитебных территорий, площадок предприятий и определению условий выпуска его в водные объекты.– М.: НИИ ВОДГЕО, 2014. – 88 с.
96. Руководящий документ 52.04.186-89. Руководство по контролю загрязнения атмосферы. – М.: Гидрометеиздат, 1992. – 63 с.
97. СанПиН 2.2.4.548-96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений
98. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 «Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов»

99. СанПиН 2.2.4.1191-03 Электромагнитные поля в производственных условиях.
100. СП 131.13330.2012 Строительная климатология. Дата введения 01.01.2013. С изменениями от 21.05.2015. – М.: Минрегион России, 2012. – 104 с.
101. СП 32.13330.2012 Канализация. Наружные сети и сооружения (утв. приказом Министерства регионального развития РФ от 29 декабря 2011 г. N 635/11). – М.: Минрегион России, 2012. – 97 с.
102. СП 33-101-2003. Свод правил по проектированию и строительству. Определение основных расчетных гидрологических характеристик. – М.: Госстрой России, 2004. – 72 с.
103. Трудовой кодекс Российской Федерации" от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 02.04.2014, с изм. от 05.05.2014) (с изм. и доп., вступ. в силу с 13.04.2014)

# Приложение 1

## Раздел 3

The base map formation of water supply activity and geoecological condition of the river (by the example of the river Ushayka within the limits of Tomsk city, Russia)

Студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ВМ41	Гейвус Анастасия Станиславовна		

Консультант кафедры ИЯП :

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф. ИЯП	Матвеевко И.А.	д.ф.н, доцент		

Консультант – лингвист кафедры \_\_\_\_\_ (аббревиатура кафедры) :

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата

The section deals with the base mapping aimed at the study and monitoring of geocological condition and water supply activity in the riverside zone of the river Ushayka within the limits of Tomsk. In the course of the given research, geographical information system was formed allowing the cartographic analysis of potential pollution sources which are located in water conservation river zone and construction of maps visually demonstrating excess of acceptable substance concentrations by means of chemical analyses results presentation in terms of diagrams of chemical quantification on separate components, as well as analysis and identification of pollution sources of natural water on site of river sampling.

### **Introduction**

«Current land water is geologically new phenomena in the history of the planet, unprecedented in previous geological epochs. Eternal process of living material influence on waters is changed by the appearance of Homo sapiens. The change of the entire water land under his specific, both the conscious and unconscious, influence gradually increases. Due to this fact, countless changes in the whole mechanism of biosphere take place. The change of natural waters by means of culture is the tool with the help of which a man produces it regardless of his willingness» – wrote V. I. Vernadsky – the founder of water geology theory and aquatic geological activity.

The problem of surface-water body pollution within human settlements is rather complex around the world, as in densely populated areas the sources of various pollution types are formed having negative impact on recreation bearing capacity of territories and systematic condition of natural waters.

Tomsk is an old industrial town where distinctly isolated industrial, residential and green zones are non-existent; therefore, its local pollution of natural waters is of integrated nature. This fact makes the town a unique object for natural waters pollution research.

Table 1 – Characteristics of the river Ushayka in the suburbs of Tomsk

The river name	The place it flows into; the distance from entry	The river length, km	Flood basin, km <sup>2</sup>	Average width of the channel way, m	Mid depth, m	Average annual 95% low flow m <sup>3</sup> /s
The Ushayka	The River Tom 68 km	78	744	7 – 15 in drought period, 30 – 50 in flood period	0,2 – 0,3 on rifts 0,7 – 1,2 on river bars	4,35*

\* - average annual low flow in the region of the village Stepanovka

The river Ushayka is the right tributary of the river Tom flowing within the limits of Tomsk territory (Fig. 1), crossing it from the east to the west. The Ushayka arises from Tomsk, 60 km between villages Basandayka and Mezheninovka. The settlements on the river are Arkashovo, village Bolshoye Protopopovo, Maloye Protopopovo, Mirniy, Zavarzino, Tomsk. The length of the river is 78 km, flood basin is 744 km<sup>2</sup>, average annual low flow according to long-term data is 4,35 m<sup>3</sup>/s (Table 1) [49]. The river is influenced by significant anthropogenic effect having a negative impact on its ecological state.



Fig. 1– Location map of research site

One of the most effective approaches to the analyses of the given situation is the use of GIS which allows analyzing rapidly and demonstrating results visually. Due to this fact, the aim of the given work is to form geographic information system containing the river Ushayka data, its riversides and the main potential sources of its pollution, as well as to study flood basin of the river Ushayka. To achieve the aim it is necessary to set a range of objectives among which the following should be mentioned:

1. Application (mapping) of landscaped riverside zone sections;
2. Pointing of sample position and diagrams construction of average level of separate components in chemical composition to reveal the quantitative content of separate components visually and identify the reasons for water pollution;
3. Application (mapping) of enterprises situated in water conservation zone of the river and being possible effluence sources for the river.

Spatial data digitizing as well as attribute-based charts of new layers served as a preparatory stage.

### **Methods of research**

Geographic information system was formed by means of software product of the company ESRI – ArcGIS. ArcGIS allowed visualizing (introduced in the form of a digital map) a considerable amount of gridded statistical information. GIS includes database management system, painting and drawing programs and is applied in various spheres and countries of the world [68]. Software products ArcGIS and ArcView of the company ESRI, GeoMedia of the corporation Intergraph and MapInfo Professional of Pitney Bowes MapInfo have the widest practical application in Russia [68,69].

Tomsk territory data presented in Russian supplement «2GIS» served as factual evidence for geographic information system formation.

The data of the Ushayka water chemical composition were obtained as a result of investigations conducted from 2003 to 2013. River sampling was carried in summer runoff flow.

In the course of geographic information system formation spatial data classes (polylines, field test sites, points, dots, etc.) were digitized. Thereby, the following information was plotted on the map: river layers of the Tom and the Ushayka, sampling positions, facilities within the territory of Tomsk including the main streets, industrial enterprises, as well as landscaped zones that entered the program of integrated water protection development of the river Ushayka and its riverside protective zones within Tomsk in 2008–2009.

Database formation for each spatial point was a separate stage of the work. During the process of digitizing of each layer into attribute-based chart certain changes were plotted: new notes were added where the names of objects were included. Next, inclusion of the chart Excel into attributive chart of the layer “Sampling positions” aimed at charting the chemical composition components. The chart Excel contains the number of a sample, chemical index, sampling position, water component standard, as well as concentration of harmful substance. Above-noted data were presented in the form of column diagram visually demonstrating correlation of analyzed components for studied samples [90].

In the course of the work the layer containing buffer zone of the river Ushayka – 100 m from the river and notation of sanitary protection zone of enterprises– 300 m., in accordance with Sanitary Regulations and Standards 2.2.1/2.1.1.1200-03 [73] was developed. The function of geoprocessing in graphical model ModelBuilder was used for the given work. The model computerizes execution of data geoprocessing operating sequence during mapping. By means of this model it is possible to change option setting and obtain various results rapidly.

Sanitary protection zone (SPZ) separates the territory of industrial site from residential development, landscape-recreational zone, leisure area, and resort with compulsory designation of boundaries with special information marks. Width of sanitary protection zone is established with account of sanitary classification, results of computations of expectable atmosphere pollution and levels of physical effects [73].

Sanitary protection zone in 300 m was chosen on the basis of enterprise production analysis. Enterprises can be referred to the third class of hazard (metal electrodes production (using manganese), concrete goods production (concrete components, precast units), and furniture assemblage with lacquering and painting, vaccines and serum production). The process of buffer zones analysis is illustrated in Figure 2.

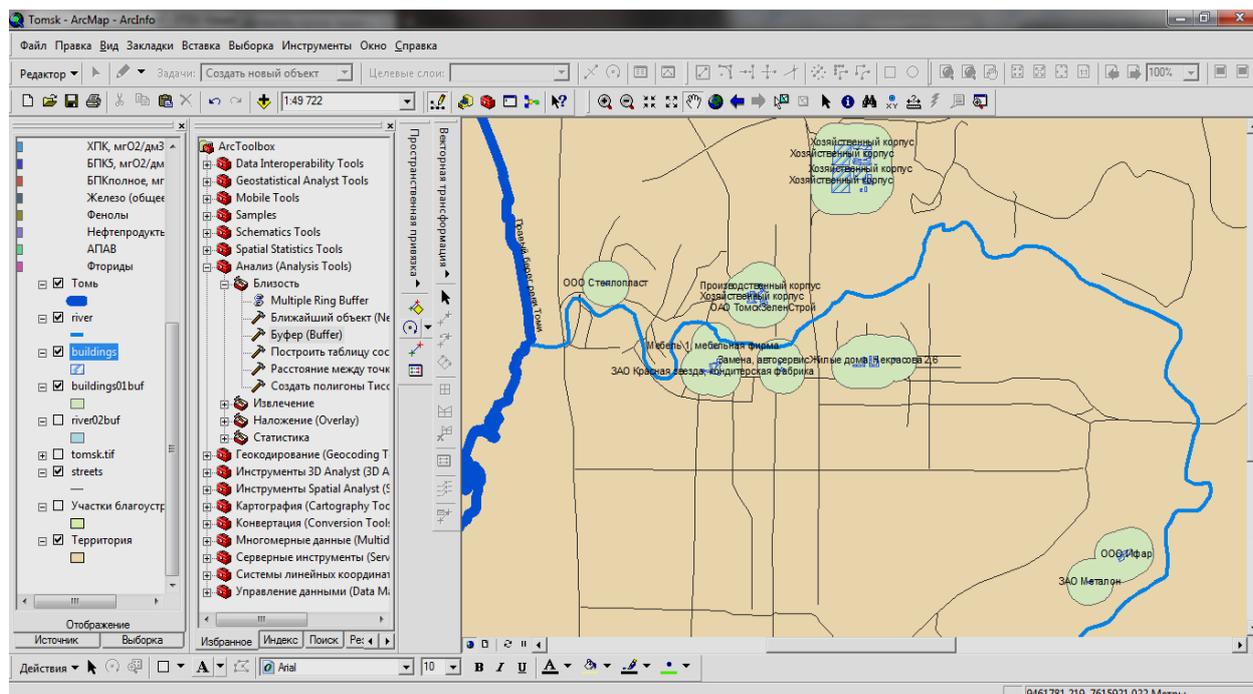


Fig. 2 – Analysis of sanitary protection zones in vicinity of enterprises

Furthermore, by means of modelling tools of ArcGIS juxtaposition of river buffer zones and enterprises was conducted for the analysis of enterprises location with regard to landscape-recreational zone of the river Ushayka.

## Results

On the basis of the conducted dimensional analysis it has been found that certain enterprises do not follow the requirements of structural arrangement towards the river that, in some cases, can be explained historically. In relation to tire fitting and car washbays (Fig. 3), it should be mentioned that construction of the given objects within water conservation zone is allowed, but certain requirements should be followed, the enterprise should be fitted out with equipment for discharge treatment, as well as, it should be protected against

flooding [73, 90]. In practice, the given requirements are not always followed; due to this fact, in certain cases, these facilities can be one of the main sources of natural water pollution and require permanent monitoring.

Data analysis on water chemical composition showed that the water of the river Ushayka, along the entire length, is fresh, hydrocarbonate calcium with neutral or weak acid reaction. While dimensional analysis an interesting fact is established, that is pH value of water along the flow does not increase as it is usually happen [49], but is irrational. Thus, in the urban zone with the input of considerable quantity of acids neutralizing alkalescence, at first, pH value decreases from 7 to 6,6, but with the input of omissions with alkaline reaction becomes equal to 8. Therefore, in the area with weak acid reaction of waters decrease of ion  $\text{HCO}_3^-$ -contents and, consequently, total salt content of river water, are observed.

Having analysed chemical composition of samples taking in different periods of time, and comparing them with literature sources [72], it is possible to make the conclusion that significant change in macro-componental composition of waters does not occur.

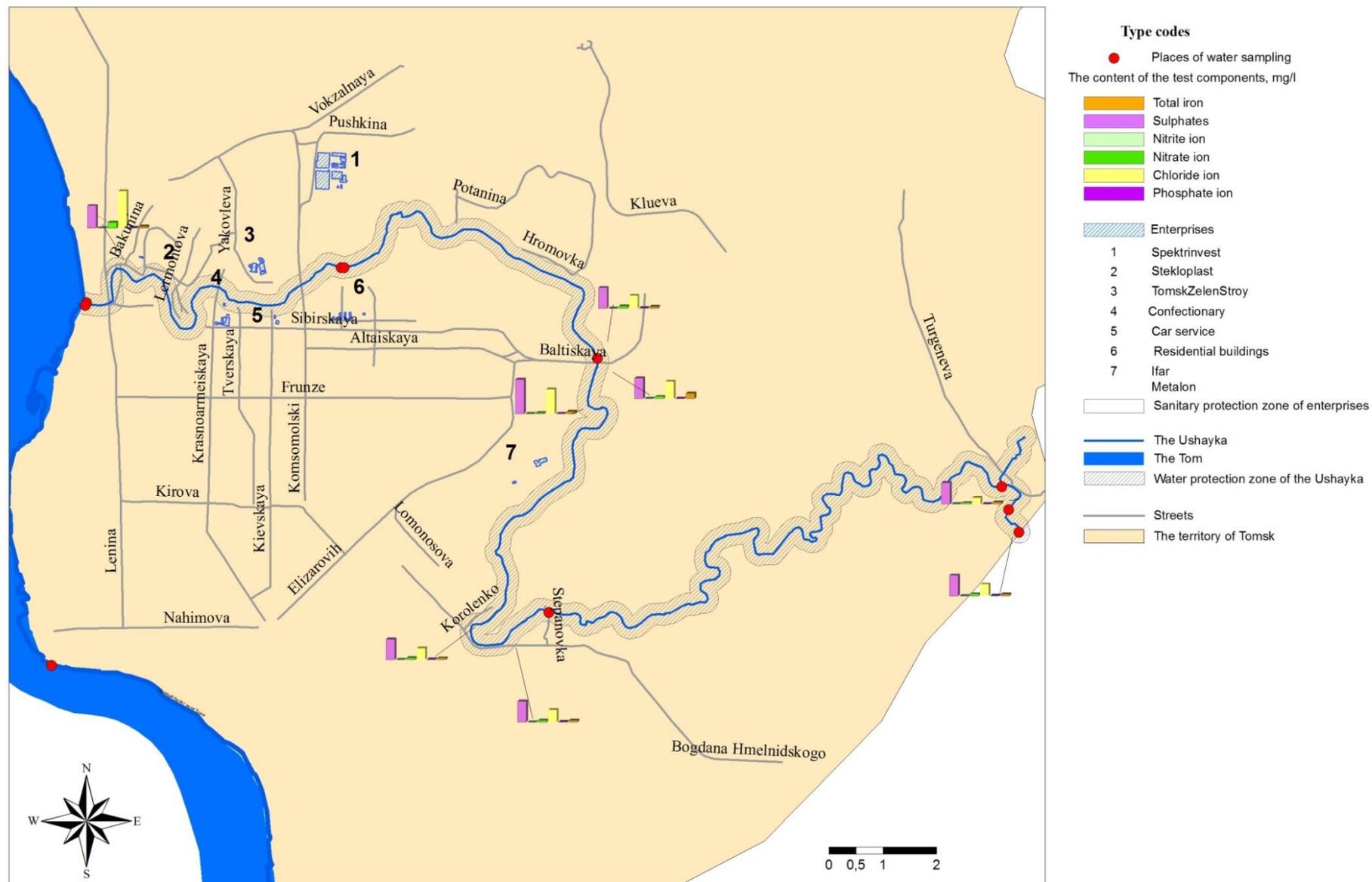


Fig.3 – Base map of geocological condition of the Ushayka within Tomsk

It is necessary to draw attention to the fact that water salinity of the river Ushayka in the period of summer runoff flow is considerably high (0,4-0,5 g/cm<sup>3</sup>), that is close to the level of ground waters of this region [62]. All this means that the river has predominantly ground water inflow which determines specific character of water chemical composition to a large extent.

As the waters of the Ushayka flow along the territory of Tomsk, the contents of such components as NH<sub>4</sub><sup>+</sup> (from 0,13 to 0,9 mg/l), NO<sub>3</sub><sup>-</sup> (from 2,56 to 6,60 mg/l), SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> (from 5,9 to 14,5 mg/l), Cl<sup>-</sup> (from 7,1 to 32,66 mg/l), Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup> increase (Fig.3). The content of microcomponents differs from one section line to another; besides, outside the city their content is usually higher than in the majority of sampling points in the city. In comparison with the data presented by O. G. Savichev, the content of microelements in waters of the river Ushayka is much higher in accordance with sampling results. It can be explained by increasing anthropogenic impact. The organic matter content in waters of the river Ushayka varies from 1,6 to 3,08 mg O/l. On the average, the values of the given indicator increases down the river flow. According to the data by O. G. Savichev (1999), permanganate value in the mouth of the river Ushayka was 26 mg O/l in 1999, but the average one from headwater to mouth was 6,2 mg O/l.. According to U. P. Kolmakov (2001) in 2000 in the mouth of the Ushayka it was equal to 7,7 mg O/l. Consequently, river pollution with organic matter is changed in a considerably vast range.

The value of chemical oxygen demand varies from 18 to 23, BOD<sub>5</sub> varies from 0,73 to 2,18 mgO/dm<sup>3</sup>. The total biochemical demand in oxygen is 0,97-2,9 mgt O/dm<sup>3</sup>.

The content of petrochemicals is 0,01 mg/dm<sup>3</sup> in the region of the village Protopopovo and within the city it gradually increases to 0,08 mg/dm<sup>3</sup>.

The formation of river chemical composition database and mapping of the research sites allowed conducting more detailed analysis of possible pollution sources.

One of the bottom lines of described geographical information system development was poster map formation for introduction of conducted analysis results and demonstration of created geographical information system opportunities.

The geographical information system developed in the course of the work allowed analyzing geocological condition of the river, as well as studying the main impact of industrial production on the river Ushayka. In the future the given geographical information system is planned to be supplemented with new data and used for more effective analysis of anthropogenic impact on the river Ushayka that should allow localizing pollution sources more accurately and produce guidelines to the decrease of negative influence on the surface waters.