

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
Эколого-геохимическое состояние поверхностных вод в районе застройки микрорайона «Северный парк» (г. Томск)

УДК 556.5:550.4:504.5(571.16)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ВМ51	Ворогова Екатерина Викторовна		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф. ГИГЭ	Решетько М.В	к.г.н		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Шарф И.В.	к.э.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Задорожная Т.А.			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Зав. 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 специализации при осуществлении изысканий и инновационных 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 в условиях <i>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 конкурентные преимущества 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

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)	Требования ФГОС, критериев и/или заинтересованных сторон
Р4	<i>Разрабатывать</i> на основе <i>глубоких и 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
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>		

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)	Требования ФГОС, критериев и/или заинтересованных сторон
Р7	Использовать <i>глубокие</i> знания в области <i>проектного 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 <i>природообустройства</i> , <i>водопользования</i> и <i>охраны природной среды</i>	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</i> <i>владеет</i> <i>иностраннным 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
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> , <i>готовность следовать профессиональной этике</i> и <i>нормам, 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

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)	Требования ФГОС, критериев и/или заинтересованных сторон
P10	Демонстрировать <i>глубокое знание</i> правовых, социальных, экологических и культурных аспектов <i>инновационной инженерной деятельности</i> , <i>осведомленность</i> в вопросах безопасности жизнедеятельности, <i>быть 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
P11	<i>Самостоятельно</i> приобретать с помощью <i>новых информационных технологий 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
2ВМ51	Воротова Екатерина Викторовна

Тема работы:

Эколого-геохимическое состояние поверхностных вод в районе застройки микрорайона «Северный парк» (г.Томск)	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	14.04.2017 № 2607/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	01.06.2017
--	------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе</p> <p><i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<p>Материалы, полученные в период прохождения производственной практики в Департаменте природных ресурсов и охраны окружающей среды, г. Томск и АО Томскгеомониторинг; литературные источники и фондовый материал, результаты анализов химического и микробиологического состава природных вод.</p>
---	---

<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</p> <p><i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<p>Описать физико-географические и социально-экономические условия района исследований, рассмотреть планируемое развитие левобережья р. Томь, проанализировать микробиологический и химический состав поверхностных вод и снегового покрова; описать воздействие строительства микрорайона «Северный парк» на поверхностные водные объекты; оценить эколого-геохимическое состояние поверхностных вод в районе строительства.</p>
<p>Перечень графического материала</p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Схема расположения и физико-географические условия района исследований 2. Планируемое развитие и застройка района исследования 3. Поверхностные водные объекты в районе мкр. Северный парк 4. Результаты химического анализа поверхностных вод и снегового покрова 5. Результаты микробиологического состава поверхностных вод 6. Оценка эколого-геохимического состояния поверхностных вод

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы (с указанием разделов)

Раздел	Консультант
Социальная ответственность	Ассистент кафедры ЭБЖ ТПУ Т.А. Задорожная
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Доцент кафедры ЭПР ИПР ТПУ И.В. Шарф
Иностранный язык	Стар. преподаватель кафедры ИЯПР ТПУ С.В. Когут
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	
Ansätze zur Minderung der Einträge in die Gewässer (приложения А)	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	15.03.2016
---	------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф. ГИГЭ	Решетько М.В.	к.г.н.		15.03.2016

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ВМ51	Воротова Екатерина Викторовна		15.03.2016

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 130 с., 28 рис., 28 табл., 120 источников, 2 прил.

Ключевые слова: химический состав воды, микробиологический состав воды, загрязняющие вещества, поверхностные воды, эколого-геохимическое состояние, пойма реки Томь, степень загрязненности поверхностных вод

Объектом исследования являются поверхностные воды в пределах левобережья р. Томи

Целью исследования является оценка эколого-геохимического состояния поверхностных вод в районе застройки микрорайона «Северный парк».

В работе проведено описание физико-географических и социально-экономических условий района исследований, анализ планируемого развития левобережья р. Томь, отбор проб и анализ микробиологического и химического состава поверхностных вод и снегового покрова; описание воздействия строительства микрорайона «Северный парк» на поверхностные водные объекты; оценка эколого-геохимическое состояние поверхностных вод в районе строительства согласно нормативным документам.

В процессе исследования проводилось опробование поверхностных вод и снегового покрова, анализировался химический и микробиологический состав поверхностных вод и снегового покрова.

В результате исследования проведена оценка эколого-геохимического состояния поверхностных вод в районе микрорайона «Северный Парк».

Определения, сокращения, обозначения

ПДК-предельно допустимая концентрация;

БПК-биологическое потребление кислорода;

ХПК-химическое потребление кислорода;

ИЗВ-индекс загрязненности воды;

УКИЗВ-удельный комбинаторный индекс загрязненности воды

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. [7]

Пойма - часть дна речной долины, сложенная наносами и периодически заливаемая в половодье и паводки. [19].

Депрессионная воронка – пьезометрическая поверхность напорных вод или свободная поверхность безнапорных вод, приобретающие форму воронки в месте откачки воды (скважины, шахты, колодца) [11]

Содержание

Введение	13
Глава 1. Физико-географическая характеристика исследуемой территории.....	15
1.1 Изученность территории.....	15
1.2 Административное и географическое положение	16
1.3 Климат.....	16
1.3 Рельеф	19
1.4 Почвы и растительный мир	20
1.5 Гидрологические условия	22
1.6 Геологическое строение	27
1.7 Гидрогеологические условия.....	31
1.7.1 Водоносный комплекс четвертичных отложений	31
1.7.2 Водоносный комплекс верхнеолигоценово-четвертичных отложений	32
1.7.3 Водоносный комплекс среднеоценово-нижнеолигоценовых отложений.....	34
1.7.4 Водоносный комплекс палеогеновых отложений	35
1.7.5 Водоносный комплекс меловых отложений	35
Глава 2. Социально-экологическая характеристика района исследований	37
2.1 Демографическая ситуация и экономическое развитие района	37
2.2 Виды и интенсивность антропогенной нагрузки на исследуемую территорию	37
2.3 Планируемое развитие территории	41
2.3.1 Архитектурно-планировочное решение.....	41
2.3.2 Социально-экономическая ситуация.....	44
2.3.3 Водоснабжение и водоотведение	45
Глава 3. Эколого-геохимическое состояние поверхностный вод в районе застройки микрорайона «Северный парк» (г. Томска)	48
3.1 Физико-географические особенности района исследований.....	48

3.2	Материалы исследований	58
3.3	Методика отбора проб	61
3.4	Химический состав снегового покрова	65
3.5	Химический состав поверхностных вод	69
3.6	Микробиологический состав поверхностных вод	81
3.7	Оценка эколого-геохимического состояния поверхностных вод	84
	Глава 4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	94
4.1	Расчет затрат времени, труда, материалов, оборудования.....	94
4.1.1	Полевые работы.....	94
4.1.2	Лабораторные исследования.....	97
4.1.3	Камеральные работы	97
4.2	Расчет затрат на оплату труда основных исполнителей работ	97
4.3	Затраты на страховые взносы в государственные внебюджетные фонды	98
4.4	Затраты на проведение мероприятия	99
	Глава 5. Социальная ответственность при проведении гидрологических работ	103
5.1	Производственная безопасность	103
5.1.1	Полевые работы.....	104
5.1.2	Лабораторные и камеральные работы	109
5.2	Безопасность в чрезвычайных ситуациях	118
5.3	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	119
	Заключение	121
	Список публикаций	124
	Список литературы	125
	Приложение А	132
	Приложение Б.....	159
	Графические приложения :	

Лист 1.Схема расположения и физико-географические условия района исследований

Лист 2.Планируемое развитие и застройка района исследования

Лист 3.Поверхностные водные объекты в районе мкр. Северный парк

Лист 4. Результаты химического анализа поверхностных вод и снегового покрова

Лист 5.Результаты микробиологического состава поверхностных вод

Лист 6.Оценка эколого-геохимического состояния поверхностных вод

Введение

Актуальность исследования. Сегодня в городе Томске застраивается новый микрорайон Северный парк, расположенный на левобережной части Томска. По мнению администрации города и многих жителей, левый берег является перспективной территорией для развития города, здесь началось строительство жилого микрорайона. С одной стороны, нужно максимально эффективно использовать территорию левобережья города, с другой - дополнительная нагрузка в виде застройки микрорайона Северный парк из-за особенностей геологического строения территории и плоского рельефа, может, вызвать негативные экологические последствия.

Выбор темы выпускной диссертационной работы обусловлен тем, что активная хозяйственная деятельность, усугубляющаяся ростом плотности населения города, приводит к возрастанию антропогенного влияния как на поверхностные водные объекты, например, реку Кисловка (протока Бурундук), находящуюся в непосредственной близости от участка строительства, так и на подземные воды и может привести к неблагоприятным экологическим последствиям.

Объект исследования – поверхностные воды в пределах микрорайона «Северный парк».

Предмет исследования – эколого-геохимическое состояние поверхностных водных объектов, изменяющееся в результате возможного поступления загрязняющих веществ с водосбора р. Кисловка в пределах микрорайона «Северный парк».

Целью исследования является оценка эколого-геохимического состояния поверхностных вод в пределах микрорайона «Северный парк».

Основными задачами данной работы являются:

1. описать физико-географические и социально-экономические условия района исследований,
2. рассмотреть планируемое развитие левобережья р. Томь,

3. проанализировать микробиологический и химический состав поверхностных вод и снежного покрова;
4. описать воздействие строительства микрорайона «Северный парк» на поверхностные водные объекты;
5. оценить эколого-геохимическое состояние поверхностных вод в районе строительства.

Фактический материал и методы исследования

В основу диссертационной работы положены результаты исследований проведенных лично автором в 2015-2017 гг., а также результаты предыдущих исследований [36, 40] и материалы, предоставленные АО «Томскгеомониторинг». Автором был произведен отбор 6 проб снегового покрова и 6 проб поверхностных вод. Определение химического и микробиологического состава проводили сразу в лаборатории, пробы не оставлялись на хранение. Анализ проб проводился в аккредитованной проблемной научно-исследовательской гидрогеохимической лаборатории НОЦ «Вода» ИПР ТПУ.

Апробация работы

Основные результаты диссертационной работы докладывались на всероссийских конференциях различного уровня: XXI Международных научных симпозиумах студентов, аспирантов и молодых ученых им. академика М.А. Усова «Проблемы геологии и освоения недр» (Томск, 2017), 63-е Университетской научно-технической конференции студентов и молодых ученых (Томск, 2017).

Автор выражает благодарность своему научному руководителю доц. М.В. Решетько, сотрудникам кафедры ГИГЭ проф. В.К. Попову, проф. О.Г. Савичеву, доц. Н.Г. Наливайко, доц. А.А. Хващевской за внимание, ценные советы и помощь при выполнении работы. Особо признателен автор сотрудникам АО «Томскгеомониторинг» и НОЦ «Вода» ГИГЭ ИПР ТПУ.

Глава 1. Физико-географическая характеристика исследуемой территории

1.1 Изученность территории

Изучением геологических и гидрогеологических условий Западно-Сибирской платформы занимались известные исследователи: М.И. Кучин, М.П. Нагорский (1932-1941), В.А. Хахлов, Л.А. Рогозин (1944-48), М.С. Гуревич, П.А. Удодов, В.М. Матусевич (1952-54), А.О. Шварцман, М.Р. Лозовский (1955), Ю.К. Смоленцев (1962-67), В.Н. Сильвестров (1974) и другие.

В последние десятилетия исследования гидрогеологии и гидрогеохимии района Томского водозабора были проведены П.А. Удодовым, Н.М. Рассказовым, Н.А. Карлсоном, Т.Н. Филипповой, В.А. Коробкиным, С.Л. Шварцевым, В.П. Шинкаренко, В.А. Льготиным, Ю.В. Макушиным, В.К. Поповым, Г.М. Роговым и другими.

Результаты исследований изложены в фондовой литературе, а также представлены статьями в научных журналах, сборниках статей, монографиях или учебниках. Основной вклад в изучение района внесли: В.В. Нелюбин, Л.Ф. Валенюк, В.Д. Рябенко, И.Б. Санданов, М.И. Горяева, Б.В. Плотников, В.Я. Герасимов, Г.Г. Юдин, В.П. Щипачев, Н.М. Шварцева, Н.А. Ермашова, М.Х. Бульчева, Б.Е. Никонов, В.Д. Мокренко, О.Л. Буткевич, Н.В. Ковенко, В.А. Коробкин, О.Ф. Шинкаренко, В.П. Шинкаренко, В.А. Зуев, Е.М. Дутова, Ю.Г. Копылова, А.М. Альшанский совместно с коллективами кафедры ГИГ ТПИ (ГИГЭ ТПУ), ТКГРЭ, ОГУП МП «Томскводоканал», ТО ОИГГиМ СО РАН (ТФ ИГНГ), АО «Томскгеомониторинг» и другими [3,5,76,30].

Изучением состава вод Средней Оби и ее крупных притоков занимались О.Г. Савичев, В.А. Льготин, С.Л. Шварцев, Н.М. Рассказов, В.В. Янковский, Ю.В. Макушин и другие. С 1990 г. комплексные работы по изучению эколого-геохимического состояния рр. Обь, Томь и их притоков стали проводиться под руководством проф. С.Л. Шварцева в ТПУ и ТФ ИГНГ СО РАН, в результате чего был опубликован ряд работ [56,57,68,43,45,36,40,].

1.2 Административное и географическое положение

Исследуемая территория располагается в пределах Обь-Томского междуречья и в административном отношении входит состав Томского, Шегарского и Кожевниковского районов Томской области. В границах района исследований расположены г. Томск и ряд населенных пунктов. Томск расположен примерно на 56.50 с.ш. 84.92 в.д. На территории междуречья расположен один из крупнейших в России подземных водозаборов [30].

1.3 Климат

Согласно климатической классификации Б.П. Алисова, г. Томск располагается в умеренном поясе с умеренно континентальным климатом, с тёплым летом и холодной зимой, равномерным увлажнением, довольно резким изменением элементов погоды в сравнительно короткие периоды времени, зависящим от сложной циркуляции воздушных масс над Западно-Сибирской низменностью.

Существенное влияние на формирование климата города оказывает рельеф. В Томске выделяют следующие элементы речной долины: пойму, террасы и междуречье водораздела Томь – Малая Киргизка и Томь – Ушайка. Для города характерен перепад высот, достигающий 60-70 м [8]. Для характеристики климата использованы материалы наблюдений за метеорологическими элементами по метеостанции г. Томска 1970 - 2015 гг.

Количество солнечной радиации, приходящей на территорию Томска, обусловлено его нахождением примерно на 56° с. ш. Продолжительность солнечного сияния зависит от режима облачности. Наибольшая среднемесячная продолжительность солнечного сияния наблюдается в летние месяцы с максимумом в июне-июле – 276-272 часа, а наименьшая в декабре – 21 час [8].

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 температуры до -40 , -50°C . 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° , а среднесуточной – через 5° и менее наступает ледостав. На реке Томь он проходит с 7 по 13 ноября. К 1 декабря почва промерзает до глубины 40 см [1].

Для весны характерны возвраты холодов в мае и начале июня, возможны заморозки особенно в фазе послезимье. В первых числах июля средние суточные температуры переходят через 18°C . Почва на глубине 30 см прогревается до 15°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°C . Фаза спада лета начинается в середине августа и продолжается 25 дней. Учащаются росы и туманы. Наблюдаются заморозки на почве.

Годовое количество осадков – 591 мм. Основная их часть выпадает в тёплый период года, данные приведены в табл.1.1 и рис.1.1 Грозы бывают в Томске в среднем 24 раза в год, начинаются в конце апреля и заканчиваются в октябре. В течение года осадки выпадают неравномерно. Минимум осадков наблюдается в январе-апреле и составляет 23-34 мм, а максимум наблюдается в июле и равен 77 мм [8, 48].

Таблица 1.1 - Среднее количество осадков с поправками к показаниям осадкомера, X, мм [8]

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

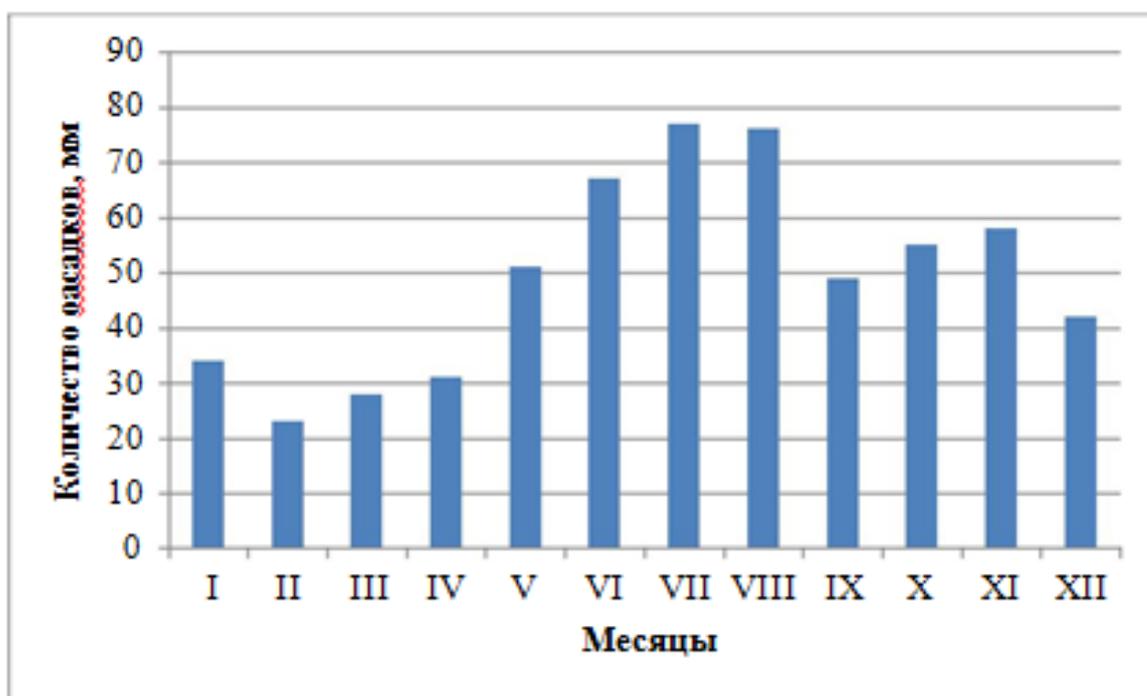


Рисунок 1.1 – Годовой ход количества осадков, г.Томск

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.

Средняя годовая скорость ветра в г. Томске равна 1,6 м/с (табл. 1.2). Господствуют ветра юго-западного и южного направления. Наибольшая скорость ветра приходится на зимний период (декабрь, апрель), наименьшие – на летние (июль, август) [32].

Таблица 1.2 – Среднемесячная скорость ветра в г. Томске, v , м/с [8]

мц	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
v	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

Преобладающим направлением ветра для Томска в зимний период является южное и юго-западное, а в летний – южное, а также северо-восточное (рис.1.2).

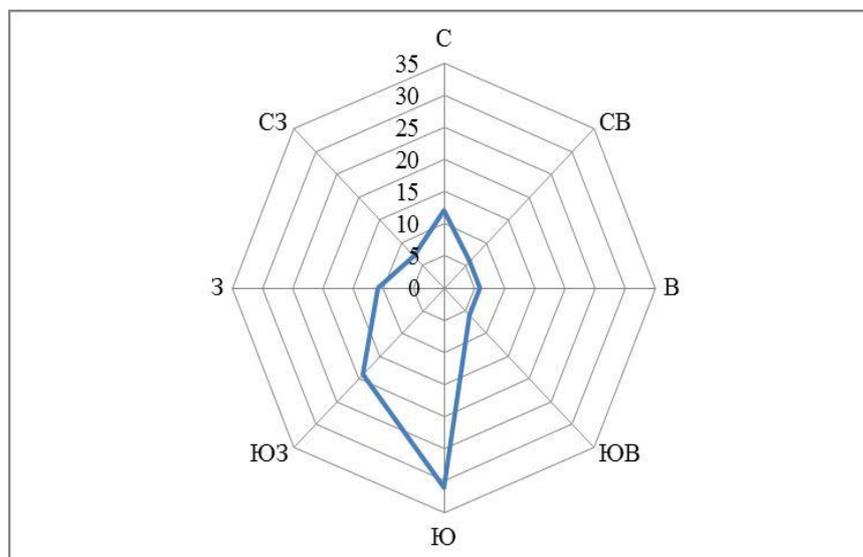


Рисунок 1.2 - Роза ветров за год для г Томска

Таким образом, в годовом ходе преобладают южные ветры и юго-западные. Зимой штили наблюдаются реже, чем летом.

1.3 Рельеф

Согласно физико-географическому районированию [2], район исследования приурочен к лесостепной зоне бассейна р. Томи, большая часть которой относится к Кузнецкой котловине и Колывань-Томской складочной зоне, являющимися, наряду с Кузнецким Алатау и Горной Шорией, орографическими компонентами Саяно-Алтайской горной страны. Северо-западный участок лесной зоны соответствующий Обь-Томскому междуречью, относится к Западно-Сибирской равнине.

Левобережная северная часть бассейна р. Томи заметно отличается по рельефу от правобережья и представляет собой ниже и среднечетвертичную, плиоцен-нижнечетвертичную плоскую озерно-аккумулятивную равнину, размытую ложбинами стока с относительно неглубоким залеганием пород фундамента на юге и резким погружением их в северном направлении. Поверхность водораздела имеет общий уклон с юга на север. На данном участке формируется сток левобережных малых притоков Томи в ее нижнем течении – рр. Порос, Кисловка, Еловка, Жуковка, Черная, Ум. Максимальные отметки рельефа соответствуют юго-западным участкам междуречья, где достигают значений 182 м (с. Киреевское). Минимальные отметки поверхности

в поймах рек Томи и Оби составляют 65-75 м. Для большей площади распространения отложений вторых надпойменных террас наиболее характерны абсолютные отметки 90-120 м, первых надпойменных террас – 80-90 м, поймы - 75-80 м. В рельефе водоразделенных равнин на Обь-Томском междуречье хорошо прослеживаются древние ложбины стока. Наиболее крупной является Чернореченская ложбина, сложенная с поверхности песчаными дюнами с чистыми сосновым бором среди болот и мелких озер.

1.4 Почвы и растительный мир

Почвенный покров Обь-Томского междуречья достаточно разнообразен. Выделяют восемь основных типов: подзолистые, подзолисто-болотные, серые лесные, серые лесные глеевые, чернозёмы, чернозёмно-луговые, болотные и пойменные. Первые три типа являются преобладающими.

Местные почвы по механическому составу относятся к суглинистым, тяжёлосуглинистым и реже лёгкосуглинистым супесчаным и песчаным разновидностям. Основными почвообразующими материнскими породами являются преимущественно покровные лёссовидные породы, чаще суглинки, обогащенные пылеватыми частицами [34]. Почвы относятся к категориям тел природы, способных аккумулировать информацию о протекающих в ландшафтах изменениях. В отличие от динамичной растительности почвы более консервативны и отражают только устойчивые и длительно протекающие в природе процессы, поэтому могут использоваться при оценке состояния природной среды и выявлении общей направленности ее развития. Почвенный покров междуречья формируется в соответствии с особенностями геологического и геоморфологического строения. Так, для равнин закономерны сочетания серых лесных почв с полугидроморфными аналогами. На облегченных по составу породах размытых равнин серые почвы замещаются менее гумусированными светло-серыми и дерново-подзолистыми почвами.

Большим разнообразием почвенного покрова отличаются ложбины древнего стока, что связано с высокой неоднородностью пород, на которых они формируются. На дренированных поверхностях, сложенных сортированными

песками, формируются подзолы и дерново-подзолы иллювиально-железистые, сменяющиеся в полугидроморфных местоположениях торфяно-подзолами глеевыми и торфяно-глеевыми почвами. На супесях формируются более богатые дерново-подзолистые и светло-серые почвы, сопряженные в пространстве с дерново-перегнойно- и торфяно-перегнойно-глеевыми почвами. Для слоистых отложений более характерно широкое распространение подзолов и подзолисто-глеевых почв, торфяно-подзолов и торфяно-глеевых почв [31].

Пойменным почвам свойственны особые условия развития - перерывы почвообразования и постоянное омолаживание почвы. Формируются пойменные почвы при сочетании дернового и глеевого процессов, протекающих при постоянном обновлении литоматрицы с отложением на поверхность нового материала. В прирусловой части скорость поступления аллювия превышает скорость почвообразования - формируются примитивные и аллювиальные слоистые почвы. В центральной пойме в зависимости от состава отложений и развития дернового процесса формируются аллювиальные дерновые или аллювиальные луговые (темно-гумусовые) почвы, а при близком залегании почвенно-грунтовых вод их глеевые аналоги.

Таким образом, сложная структура почвенного покрова обеспечивает природное разнообразие и социально-экономическую устойчивость территории междуречья. Здесь в оптимальном соотношении сочетаются почвы с благоприятными лесохозяйственными и сельскохозяйственными свойствами. Древняя равнина является аграрным ядром, ложбины стока - лесохозяйственной и рекреационной зоной, а пойменные территории - зоной развития пригородного овощеводства [6].

Пестрота растительного покрова особенно заметно выражена в южной части Томской области, где наиболее разнообразны условия рельефа и почвенного покрова. Растительность представлена разными типами - лесной, луговой, культурной, болотной и водной. Обширная пойма Оби и ее притоков отличаются тучной луговой растительностью, зарослями ягодных кустарников и островами лиственных и хвойных лесов. Хвойные леса в Томской области

являются преобладающими как по площади (занимают 53% лесопокрытой площади), так и по запасам, исчисляемым в миллионах кубических метров. Луговая растительность занимает 3% площади области. Растительность заливных и суходольных лугов играет важную роль в кормовом балансе животноводства [34].

Сосняки - наиболее распространённые хвойные насаждения разнотравной группы типов леса. Они приурочены к более лёгким супесчаным почвам. В междуречье они являются самыми высокопроизводительными насаждениями. Произрастают как чистые сосняки, так и насаждения, сложные по составу с участием осины. Часто встречаются насаждения со вторым ярусом из тёмнохвойных пород. Насаждения этой группы типов леса обладают высокими водоохранными и почвозащитными свойствами.

Следует отметить, что данная территория обладает значительной экологической ёмкостью и даже при значительном антропогенном воздействии способна содержать достаточно богатую и разнообразную фауну наземных позвоночных и беспозвоночных животных. Население млекопитающих территории в междуречье в видовом отношении довольно разнообразно. Достаточно сказать, что постоянно обитают в междуречье 83,3 % видов от всего видового состава Томской области [35].

1.5 Гидрологические условия

Рассматриваемая территория расположена на границе участков верхнего и среднего течения р. Оби в пределах водосборных бассейнов р. Оби и ее крупного притока - р. Томи, впадающий в р. Обь с правого берега на 2677 км от ее устья. Общая протяженности р. Томи составляет 827 км, (125 км в пределах Томской области).

Река Томь относится крупным рекам со значительной водностью в течение всего года и с учетом температурного режима (периода с температурой воды более 16° - 90 дней) самоочищающая способность реки оценивается как «умеренная». Что касается способности к самоочищению мелких рек на территории города, то она оценивается как «низкая», даже в естественных

условиях, а в условиях значительной урбанизации их водосборных площадей, коренным образом изменяющей их водный, температурный и гидрохимический режимы, практически сводится к нулю. По данным Томского областного центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды вода р. Томь относится к 3 классу качества «умеренно загрязненная».

В водном питании р. Томи участвуют талые воды сезонных и горных снегов, жидкие осадки и подземные воды. Согласно уточненным данным [59] доля подземного питания реки у г. Томска составляет 18 % от годового стока. По классификации П.С. Кузина, р. Томь относится к рекам горно-лесной зоны, для которых характерно весенне-летнее половодье, летние и осенние паводки, относительно высокая летняя межень и ледостав средней продолжительности [38]. В настоящее время в нижнем течении р. Томи, в черте г. Томска, регулярные наблюдения за состоянием реки проводит Томский центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (ЦГМС) - филиал ФГБУ "Западно-Сибирское УГМС" (табл. 1.3).

Таблица 1.3 – Сведения о гидрологической изученности участка работ [38]

Название створа	Код поста	Код водного объекта	Расстояние ОТ устья, КМ	Площадь водосбора, км ²	Отметка «0» графика поста, м БС	Дата открытия	Дата закрытия
Томск. гидроствор	10251	115200736	75	57 000	69,98	15.08.1963	действует
Томск, пристань	10252		68	57 800	69,29	14.01.1918	действует

Весенний подъем уровня начинается, в среднем, в первой половине апреля (ранний срок - конец марта, поздний - начало мая). Резкие подъемы воды чередуются с кратковременными спадами. Нарастание уровня воды р. Томи при подъеме колеблется по длине реки, достигая 185 см/сут. Спад половодья происходит с интенсивностью 60-100 см/сут. При высоком половодье 1941 г. интенсивность спада у г. Томска достигала 154 см/сут.

Наивысшие уровни наблюдаются в конке апреля - первой половине мая, то есть вскоре после ледохода в верхнем течении и в период ледохода в нижнем.

До 1950-х гг. в период весеннего половодья на р. Томи у г. Томска достаточно часто наблюдались мощные ледовые заторы и зажоры, являвшиеся причиной значительных наводнений. В последующие десятилетия интенсивность и характер ледовых явлений изменились, предположительно - из-за увеличения пропускной способности русла в результате его углубления в процессе русловой добычи ПГМ (песчано-гравийный материал). В последние 10-15 лет, после прекращения в середине 1980-х добычи ПГМ в русле р. Томи у г. Томска, опять наметилась определенная тенденция к увеличению максимальных уровней воды, в явном виде не связанная с изменением водного стока [46].

Летняя межень, продолжающаяся с июля по октябрь, на р. Томи неустойчива, часто прерывается дождевыми паводками. Подъем уровней воды в период дождевых паводков достигает 1,5-3 м. Низшие уровни воды в период открытого русла устанавливаются в первой половине сентября. Наименьший зимний уровень у г. Томска достаточно часто наблюдается в начале марта. Амплитуда колебания уровней воды составляет от 6 до 10 м, в отдельные годы - более 10 м.

Наибольшие расходы воды наблюдаются в конце апреля - середине мая. Максимум в створе г. Томска составляет 13600 м³/с, что более чем в 10 раз превышает норму стока. При этом следует отметить, что достаточно высокие расходы воды весеннего половодья, в зависимости от осеннего увлажнения и интенсивности снеготаяния, могут формироваться и при снегозапасах, близких к норме.

Минимальный сток обычно наблюдается в феврале-марте, но в ряде случаев очень низкие расходы воды были отмечены и в начале зимнего периода, в том числе и абсолютный минимум расхода р. Томи у г. Томска - 52,6 м³/с. Минимальные расходы периода открытого русла обычно превышают

соответствующие показатели для ледостава примерно в 1,5-2,0 раза и достаточно часто приурочены к концу августа - началу сентября.

Термический и ледовый режим рек бассейна Нижней Томи подчиняется сезонному ритму изменения температур атмосферного воздуха. Наиболее высокие температуры (больше 20°C) воды наблюдаются в июле. Максимум для р. Томи у г. Томска (28°C) был зафиксирован 24.07.1953 г. Наступление холодов и понижение температуры до 0°C вызывает на реке появление первых ледовых образований примерно во второй половине октября - начале ноября, причем в последние десятилетия наблюдается определенное смещение дат установления устойчивого ледового покрова на более поздние сроки.

Продолжительность ледостава, в среднем, составляет 160-170 суток, средняя толщина льда в марте р. Томи у г. Томска 76-83 см. Толщина снежного покрова на льду в феврале-марте на р. Томи (на середине реки) в последние годы составляет: у с. Поломошное 12-25 см; у г. Томска - 14-34 см. Вскрытие и очищение р. Томи ото льда происходит, в среднем, в конце апреля - начале мая, вскрытие и очищение оно льда притоков - в середине - конце апреля[43].

Воды р. Томь, пресные мало- и среднеминерализованные, гидрокарбонатные кальциевые, преимущественно нейтральные или слабощелочные.

Для района Обь-Томского междуречья характерно наличие болот, которых по положению в рельефе и условиям их питания делятся на низинные, верховые и переходные. Озера в районе работ распространены достаточно широко. В основном они расположены на пойменных участках рек Оби и Томи. По генетическому типу и положению в рельефе они относятся к первому типу и являются отшнуровавшимися остатками гидросети (оз. Калмацкое, Кривое, Тояново). Питание их смешанное и осуществляется за счет снеготалых, дождевых, грунтовых и болотных вод. К этому же типу относятся озера, широко распространенные на поверхности первых надпойменных террас рек Оби и Томи.

Р. Черная берет начало в верховьях Таганского болота на водоразделе с р. Обью, впадает в р. Томь на 78 км от устья. В верхнем течении река протекает по болоту, русло здесь илистое, берега низкие болотистые. В нижнем течении у с. Тахтамышево русло имеет ширину 3-5 м и глубину 0,3-0,5 м на перекатах, на плесах ширина реки составляет 8-10 м, глубины достигают 1 м и более. Дно реки песчаное. На своем протяжении р. Черная большей частью протекает по Таганскому болоту, по так называемой Чернореченской ложбине, представляющей собой древнее русло р. Оби. Ниже с. Тахтамышево река выходит на пойму р. Томи и протекает здесь через ряд узких вытянутых старичных озер. В устье реки из-за посадки уровней в р. Томи в межень образуется быстрое на коротком участке с высотой перепада до 2-х м. Таганское болото в бассейне реки частично осушено в целях добычи торфа

Р. Кисловка образуется от слияния рек Жуковки и Еловки, впадает в р. Томь на 51 км от устья. Русло реки извилистое, шириной 4-5 м, глубины в межень составляют 0,3-0,6 м на перекатах и до 1,0-1,5 м на плесах. Дно реки, большей частью, песчаное. У п. Тимирязевский р. Кисловка выходит на пойму р. Томь, протекает здесь по системе пойменных озер и впадает в протоку р. Томь – Бурундук. Из протоки Бурундук сток р. Кисловки поступает в р. Томь у с. Попадейкина. В устье реки в межень наблюдается резкое падение дна в сторону р. Томи с образованием быстрого на участке длиной около 50 м. В месте выхода реки на пойму р. Томи, на правом берегу реки расположено озеро Калмацкое. В настоящее время оно обнесено дамбой и образует пруд. Весной насосная станция забирает воду из р. Кисловки и подает воду в водохранилище. Летом вода используется на орошение земель.

Р. Порос начинается у с. Верхнее-Сеченово и впадает в р. Томь в 45 км от устья. Верхний участок реки до устья ручья Уптала является временным водотоком. Сток здесь наблюдается, в основном, в период половодья. Ниже устья ручья Уптала, который впадает с левого берега, р. Порос является уже постоянным водотоком. Ширина реки у с. Рыбалово достигает 2-4 м на перекатах и 6-8 м на плесах. Глубина реки изменяется от 0,10-0,20 м в среднем

течении и 0,3-0,7 м в нижнем течении у с. Быково. Русло реки извилистое, дно в верховьях илистое, ниже с. Поросино - песчаное. Один из крупных притоков р. Порос – это ручей Уптала. Этот ручей – временный водоток, сток его зарегулирован каскадом прудов. Русло ручья слабо выражено на местности и теряется на плоском дне долины. Ниже устья ручья в р. Порос впадает еще несколько временных водотоков, на которых сооружены пруды. В основном пруды сооружались для целей мелиорации. Непосредственно на р. Порос у с. Поросино построен проточный пруд, который оказывает регулирующее воздействие на нижний участок реки. Самый крупный приток реки - р. Куртук, которая берет своё начало у с. Нелюбино. Водосбор р. Куртук большей частью распахан, сток зарегулирован каскадом прудов [33].

1.6 Геологическое строение

Район исследования расположен в пределах Обь-Томского междуречья, на левобережье р. Томи. В региональном плане территория исследования приурочена к погружению палеозойских структур Колывань-Томской складчатой зоны под мезозойско-кайнозойские отложения Западно-Сибирской плиты. Палеозойские породы слагают фундамент эпигерцинской платформы, рыхлые отложения мезозоя и кайнозоя образуют платформенный чехол. Стратифицированные образования района представлены разнообразными осадочными комплексами: карбон нижний, мел (нижний, нижний-верхний, верхний), олигоцен [3, 5, 29, 39, 41].

Каменноугольная система. По особенностям литологического состава в каменноугольной системе выделяются верхнедевонско-нижнекаменноугольная нерасчлененная саламатовская и ярская свита, нижнекаменноугольная лагерносадская свита, нижнесреднекаменноугольная басандайская свита.

Лагерносадская свита (C_{1lg}) образует узкие протяженные полосы линейных складок северо-восточного простирания, которые установлены на правобережье и частично на левом берегу р. Томи. К северу от Академгородка и с. Корнилово толща локально выходит в ядрах антиклиналей среди

отложений басандайской свиты. Подошва толщи горных пород вскрыта на глубине 10-50 м. На дневную поверхность они выходят в обнажениях правого берега р. Томи у Лагерного Сада (стратотип), а также в бортах долин приустьевой части р. Ушайка и среднего течения р. Басандайка.

Толща сложена однородными темно-серыми глинистыми, иногда углисто-глинистыми сланцами с прослоями алевролитов и мелкозернистых песчаников. Характерной особенностью толщи является рассеянная пиритизация ее пород и наличие прослоев и линз сидерита. Визейский возраст отложений доказывается богатой фауной брахиопод и мшанок. Мощность отложений около 500 м.

Кора выветривания. На палеозойских породах западного склона Томь-Яйского и восточного склона Обь-Томского междуречий повсеместно залегают остаточные коры выветривания, погребенные под мел-палеогеновыми и четвертичными отложениями, на основании чего можно предположить, что выветривание палеозойских пород происходило достаточно продолжительно в течение мел-палеогенового времени.

С учетом преимущественного развития песчано-сланцевых толщ, хорошо изученных на примере глинистых сланцев окрестностей г. Томска, для района наиболее характерны коры выветривания каолинитового и каолинит-гидрослюдистого состава. Они также свидетельствуют о длительности процесса - выветривания. Глубина залегания кровли коры выветривания меняется от 17 м до 498 м на участках погружения палеозойского фундамента. Прослеженная мощность площадных кор выветривания не превышает 20-35 м. Мощность линейных кор выветривания, тяготеющих к тектоническим зонам, может достигать 60-100 м.

При полном профиле гипергенного преобразования исходных пород в корях выветривания выделяются три зоны (снизу вверх): дезинтеграции, выщелачивания (гидратации) и гидролиза [41].

Меловая система. Меловая система представлена континентальными отложениями нижнего и верхнего отделов. В составе нижнемеловых отложений

выделяются илекская свита, ниже-верхнемеловые отложения включают в себя кийскую свиту. Верхнемеловые отложения расчленяются на симоновскую и сымскую свиту.

Илекская свита (K_{1il}) сложена пестроцветными глинами, реже алевролитами и песчаниками. Свита распространена на площади Обь-Томского междуречья и на правобережье р. Томи, ее отложения вскрыты единичными буровыми скважинами.

Кийская свита (K_{1-2ks}) представлена темно-серыми и пестроцветными глинами с прослоями каолинизированных песков, песчаников и линзами сидеритов. Отложения свиты трансгрессивно залегают либо на породах илекской свиты, либо непосредственно на образованиях палеозойского фундамента (или его коры выветривания). В составе свиты по литологическим признакам выделяются две пачки: нижняя преимущественно песчаная, сложенная песками серыми и зеленовато-серыми, разномерными с прослоями серых глин и включениями углистого детрита и верхняя - глинистая, представленная глинами жирными, серыми, белыми, каолинизированными, на отдельных участках ожелезненными, с линзами песков, лигнита и растительного детрита.

Симоновская свита ($K_2 smn$) широко развита в пределах Обь-Томского междуречья р. Томи, выклиниваясь на склоне палеозойского выступа.

В составе свиты преобладают зеленовато-серые и серые кварцполевошпатовые, иногда каолинизированные, разномерные пески с прослоями пестроцветных и серых глин. Самые верхи свиты обычно представлены глинами.

Сымская свита ($K_2 sm$) менее распространена по сравнению с симоновской, которую перекрывает. Свита часто образует линзы различной протяженности в понижениях палеорельефа, приуроченных к опущенным блокам в подножии Томского выступа. Свита повсеместно перекрывается эоценовой люлинворской свитой.

Сложена свита преимущественно голубовато- и зеленовато-серыми, от тонко- до мелкозернистых каолинизированными песками, содержащими прослой и линзы светло-серых и белых глин с остатками углефицированной древесины [41].

Палеогеновая система. Палеогеновые отложения расчленяются на морскую люлинворскую свиту нижнего-среднего эоцена, прибрежно-морскую кусковскую свиту среднего эоцена, континентальную юрковскую свиту верхнего эоцена, а также континентальные новомихайловскую свиту нижнего олигоцена и лагернотомскую свиту верхнего олигоцена. Эоценовые отложения в своем развитии ограничиваются на юго-востоке района склоном Томского выступа фундамента, олигоценовые отложения с фациальными взаимопереходами распространены повсеместно.

Новомихайловская свита (P_{3nm}) наиболее широко развита в районе, отсутствует лишь на небольших участках поймы р.Томи в присклоновой части палеозойского выступа. Свита залегает на песках юрковской свиты или образованиях коры выветривания, подстилая лагернотомскую свиту, а при ее отсутствии – четвертичные отложения. На карте дочетвертичных отложения свиты охватывают юго-восток правобережья р. Томи и большую часть восточной половины Обь-Томского междуречья.

В полных разрезах отложений свиты выделяются два горизонта. Нижний сложен мелко-среднезернистыми плохо сортированными кварц-полевошпатовыми песками, с прослоями глин, алевритов бурых углей и обломками лигнита. Верхний горизонт представлен преимущественно темно-бурыми плотными глинами, содержащими прослой и линзы алевритов, песков, бурых углей. На юго-востоке правобережья р.Томи песчаные разрезы в отложениях свиты нередко замещаются пачками тонкого переслаивания глин, алевритов, реже тонкозернистых песков. Невыдержанность и неоднородность литологического состава отложений обусловлена аллювиально – озерным генезисом свиты. Мощность свиты до 30-100 м

Лагернотомская свита (P₃lt) залегает на новомихайловской свите, перекрывается четвертичными отложениями и частично неогеном. Свита, по сравнению с предыдущей новомихайловской, менее распространена в районе. Сочетание на карте дочетвертичных отложений контуров полей обеих свит позволяет судить о сохранности в разрезе отложений последней. Глубина вскрытия отложений свиты составляет 15-80 м. Свита сложена серыми, зеленовато-серыми тонко-мелкозернистыми песками, глинами, алевролитами с прослоями и линзами бурых углей и лигнитов. От подстилающей новомихайловской свиты лагернотомская отличается желто-зелеными оттенками окраски и листоватым строением своих глин и алевролитов. Мощность отложений до 10-40 м.

1.7 Гидрогеологические условия

Описание гидрогеологических условий территории исследования приведено по материалам отчета по переоценке запасов подземных вод Томского месторождения [78].

Объект исследования расположен в пределах Томь-Кольванской складчатой зоне. Верхний этаж сложен рыхлыми мезозойско-кайнозойскими отложениями, содержащими пластово-поровые воды. Нижний этаж – складчатый фундамент палеозойских образований, представленный осадочными вулканогенными и метаморфическими породами, обводненными, преимущественно, в верхней трещиноватой зоне. Здесь развиты воды, связанные с разрушенными в кровле породами фундамента и зонами разрывных нарушений. Региональным водоупором, разделяющим гидрогеологические этажи, являются глинистая кора выветривания [42].

1.7.1 Водоносный комплекс четвертичных отложений

Водоносный комплекс четвертичных отложений включает в себя сезонно существующие воды «верховодки» и водоносные неоплейстоцен-голоценовые пойменно-террасовые отложения р. Томи и ее притоков.

Верховодка приурочена к террасовым и пойменным супесям и суглинкам. Образуется она за счет естественных (инфильтрации атмосферных

осадков и поверхностных вод) и часто искусственных (строительство дорог, утечки из водоводов и пр.) факторов. Глубина залегания и время существования верховодки зависят от расчлененности рельефа, естественной дренированности участков, метеорологических факторов и изменяется в очень широких пределах от 0,6 до 21,41 м (по Обь-Томскому междуречью). Питание верховодки осуществляется за счет инфильтрации атмосферных осадков и талых вод во время весеннего снеготаяния. Уровенный режим подземных вод имеет сезонные колебания в зависимости от количества атмосферных осадков. Глубина колодцев, эксплуатирующих верховодку, составляет обычно 5-10 м. Верховодка малобитна, воды её часто загрязнены [78].

Водоносный горизонт пойменно-террасовых отложений р. Томи является первым от поверхности постоянно существующим горизонтом. Водовмещающими породами являются гравийно-галечниковые отложения, чаще всего с песчано-глинистым заполнителем. Кровля горизонта отмечается на глубине 1,5-3 м. Мощность пойменных отложений составляет 18-22 м, террасовых - 23-38 м. Статический уровень подземных вод зафиксирован на глубине 5,5-9,9 м в пойме и 4,7-12,0 м на террасе.

1.7.2 Водоносный комплекс верхнеолигоценово-четвертичных отложений

Водоносный комплекс верхнеолигоценово-четвертичных отложений включает в себя гидравлически взаимосвязанные водоносные горизонты:

- голоценовых озерно-болотных отложений;
- голоценовых аллювиальных отложений пойм рр. Томи, Оби и их притоков; верхнеоплейстоценовых аллювиальных отложений первых, вторых надпойменных террас рр. Томи и Оби и третьей надпойменной террасы р. Томи;
- средне-верхнеоплейстоценовых аллювиальных отложений древних ложбин стока и тобольской свиты;
- нижнеоплейстоценовых аллювиальных отложений переуглубленных долин;
- эоплейстоценово-нижнеоплейстоценовых отложений смирновской свиты;

- эоплейстоценовых аллювиальных отложений нижнекочковской подсвиты;
- верхнеолигоценовых отложений лагернотомской свиты.

Водоносный комплекс распространен повсеместно в пределах Обь-Томского междуречья и левобережья р. Оби и локально на правобережье р. Томи. Он характеризуется значительной изменчивостью гидродинамических и гидрохимических показателей как в плане, так и в разрезе. Площадь развития водовмещающих отложений различных водоносных горизонтов четко увязывается с геоморфологическим строением территории, а изменения мощности определяются цикличностью неотектонических движений. В кровле водоносного комплекса лежат глины, суглинки, эоловые пески. Мощность перекрывающих глинистых отложений изменяется от 3-10 м в поймах р. Томи.

В подошве водоносного комплекса залегают чаще всего глины олигоценовых отложений новомихайловской, реже - лагернотомской свит, а в юго-восточной части района - глинистые продукты выветривания палеозойских образований.

В процессе эксплуатации Томского водозабора в пределах его дренирующего влияния произошло снижение уровней подземных вод верхнего водоносного комплекса, величина которого напрямую зависит от водозабора. В 2003 г. по данным [78] уровни подземных вод в пойменных и террасовых отложениях отмечались на глубинах от 3,32 м до 11,58 м, многолетние сработки уровня в этих скважинах составили соответственно 0,35 и 8,59 м. На водораздельной части междуречья глубина залегания уровней изменялась от 2,64 м до 34,42 м. Минерализация изменяется от 0,12 до 0,45 г/л. Часто в колодцах, находящихся в населенных пунктах, воды очень жесткие, солоноватые, по составу хлоридно-гидрокарбонатные, хлоридно-сульфатные и нитратно-гидрокарбонатные, что объясняется загрязнением их с поверхности.

Область питания верхнего водоносного комплекса атмосферными осадками совпадает с областью его распространения. Кроме того, в долинах рек в него разгружаются воды нижележащих водоносных горизонтов.

Разгрузка подземных вод происходит в долины рек в виде родникового и подруслового стока, а на водоразделе - в нижележащие водоносные горизонты через песчаные «окна» и разделяющую толщу.

1.7.3 Водоносный комплекс среднеэоценово-нижнеолигоценовых отложений

Водоносный комплекс среднеэоценово-нижнеолигоценовых отложений приурочен к осадкам новомихайловской, юрковской и кусковской свит и имеет широкое распространение в пределах характеризуемого района, отсутствуя лишь в юго-восточной части Обь-Томского междуречья и в южной части правобережья р. Томи.

Характеризуемый комплекс на большей части площади изолирован от водоносного комплекса верхнеолигоценово-четвертичных отложений глинами, алевролитами и лигнитами лагернотомской и новомихайловской свит. Мощность перекрывающих водоупорных отложений изменяется в широких пределах: от 1-3 м до 65-69,9 м. Однако на отдельных участках перекрывающие отложения отсутствуют и через песчаные литологические «окна» осуществляется взаимосвязь верхнего и палеогенового водоносных комплексов, что подтверждается и опытом эксплуатации Томского и Северских водозаборов.

Подошвой комплекса на большей части территории являются аргиллитоподобные, выдержанные по мощности, палеоцен-эоценовые глины люлинворской свиты, выклинивающиеся в юго-восточной части междуречья и на правобережье р. Томи, и, на отдельных площадях, верхнемеловые глины сымской или симоновской свит. Мощность подстилающих отложений изменяется от 1-5 м до 41-68,5 м. Вблизи границы выклинивания песчаных отложений палеогена подошвой комплекса служит преимущественно глинистая кора выветривания образований нижнего карбона. Глубина залегания кровли водоносного комплекса изменяется в пойме р. Томи от 27,5 м до 79 м, на Обь-Томском водораздельном пространстве достигает 148,5 - 169,6 м [78].

С точки зрения возможного подтопления изучаемой территории интерес представляют наиболее близко залегающие к поверхности постоянно

существующие водоносные горизонты верхнего гидрогеологического этажа, объединенные в четвертичный и палеогеновый водоносные комплексы.

1.7.4 Водоносный комплекс палеогеновых отложений

Водоносный комплекс палеогеновых отложений включает в себя водоносные отложения новомихайловской и лагернотомской, юрковской и кусковской свит и имеет широкое распространение в пределах всего Обь-Томского междуречья в целом. Подземные воды данного комплекса являются основным источником для хозяйственно-питьевого водоснабжения потребителей в районе. Общая мощность комплекса составляет 45-62 м, глубина залегания кровли варьирует от 22 до 37 м. В подошве залегают аргиллитоподобные водоупорные глины люлинворской свиты. Воды комплекса напорные.

Наибольшую обводненность в пределах комплекса имеют отложения новомихайловской и юрковской свит. Водовмещающими породами здесь являются пески кварцевые разномышечные слабоглинистые с включением органических веществ в виде растительного детрита. Статический уровень отмечается на глубине от 4,7 до 19 м. Водообильность пород различная: удельные дебиты скважин, оборудованных на отложения юрковской свиты равнины 0,24-2,95 л/с, а скважин, оборудованных на отложения новомихайловской свиты 0,26-2,6 л/с.

1.7.5 Водоносный комплекс меловых отложений

В рыхлой толще меловых отложений в пределах района выделяются водоносные горизонты илекской, кийской, симоновской и сымской свит, изученные довольно слабо. По материалам [78] геолого-съёмочных работ, предшествовавших поискам и разведке подземных вод для водоснабжения г. Томска, было известно, что для централизованного водоснабжения использование меловых водоносных горизонтов нецелесообразно ввиду их довольно глубокого залегания и невысокой обводненности.

Водоносный комплекс меловых отложений широко распространен в пределах характеризуемого района, отсутствуя лишь в юго-восточной части

Обь-Томского междуречья и в южной части правобережья р. Томи. В кровле комплекса на большей площади его распространения лежат глины люлинворской свиты, выклинивающиеся в южной части Обь-Томского междуречья и на правобережье р. Томи, и на отдельных участках - глины сымской и симоновской свит.

Отложения мелового водоносного комплекса отличаются резкой фациальной изменчивостью и представляют собой толщу чередующихся водоупоров и коллекторов. В верхней части разреза распространены песчаные отложения сымской и симоновской свит с прослоями и линзами глин и песчаников. В нижней части - глины кийской и илекской свит с прослоями песков и алевроитов. Пески от тонко- до среднезернистых, каолинизированные.

Глава 2. Социально-экологическая характеристика района исследований

2.1 Демографическая ситуация и экономическое развитие района

Численность населения левобережной части Томска на начало 2016 г. [74] составила около 11 тыс. чел. Население проживает в 4 населенных пунктах, из которых наиболее крупные - это с. Тимирязевское (64%) и с. Дзержинское (27%).

Общая площадь жилищного фонда населенных пунктов левобережной части Томска составила 170 тыс. кв. м или 15,5 кв. м на одного жителя. Это гораздо ниже, чем в целом по России и Томску. За последние 5 лет ежегодные объемы нового жилищного строительства составляют 9,9 тыс. кв. м общей площади, или 0,9 кв. м в год на одного человека, что соответствует эталонному значению ввода жилья для Российской Федерации. Наибольшие объемы ввода характерны для индивидуальной застройки – 95% от введенного за 5 лет. Многоквартирный дом был введен в 2008 году.

Транспортное сообщение с основной частью города осуществляется по двум мостам через р. Томь: мост в северной части Томска (в створе объездной дороги), мост в южной части Томска. Автобусное сообщение осуществляется по южному мосту.

2.2 Виды и интенсивность антропогенной нагрузки на исследуемую территорию

Особенностью современного состояния ландшафтов Обь-Томского междуречья является значительное и разнообразное антропогенное воздействие. Наиболее значимыми типами воздействия являются эксплуатация Томского водозабора, наличие населенных пунктов, деятельность сельскохозяйственных предприятий, вырубка леса, рекреационная деятельность и строительство.

Населением для питьевого водоснабжения используются подземные водные горизонты (артезианские скважины). Исключение составляют 3 водозабора для горячего водоснабжения г. Томска, которые используют речную

воду (р. Томь). По материалам государственного доклада «О санитарно-эпидемиологической обстановке на территории Томской области» для подземной воды эксплуатируемых водоносных горизонтов (палеогеновый, палеозойский) характерно высокое природное содержание железа до 30 предельно-допустимых концентраций (ПДК), марганца до 6 ПДК, аммиака до 3 ПДК, кремния до 3 ПДК. По микробиологическим показателям подземная вода соответствует гигиеническим нормативам.

Вода эксплуатируемых хозяйственно-питьевых водопроводов не по всем параметрам соответствует нормативным требованиям [58]. Основными факторами, обуславливающими низкое качество водопроводной воды на территории Томской области по данным государственного доклада «О санитарно-эпидемиологической обстановке на территории Томской области», являются: высокая природная концентрация в подземной воде железа, марганца, аммиака, кремния; отсутствие в составе головных водопроводных сооружений станций водоочистки (ВОС); низкая эффективность работы имеющихся на водопроводах станций водоочистки (ВОС) [51].

Для хозяйственно-питьевых целей население исследуемой территории использует также родники и отдельные скважины. Родники и одиночные скважины могут рассматриваться как резервные альтернативные источники питьевого водоснабжения. Абсолютное большинство родников не учтено и не обустроено. Во многих из них качество воды не соответствует санитарно-гигиеническим требованиям.

Степень трансформации ландшафтов в зоне действия Томского водозабора различна и зависит от устойчивости ландшафта к внешним воздействиям. Озерно-аллювиальные равнины, перекрытые плащом лессовидных суглинков мало восприимчивы к изменению гидрогеологических условий. Наиболее трансформированы ландшафты древних ложбин стока первой очереди водозабора и подножия вторых террас, где вследствие изменения гидрологического режима происходит уменьшение влажности и плотности торфа, что приводит к увеличению пожароопасности.

Сельскохозяйственные угодья выделяются в виде нескольких массивов и приурочены к наиболее плодородным серым лесным почвам и пойменным ландшафтам. Площадь сельскохозяйственных угодий 61,3 тыс. га, из которых 70% составляет пашня. По данным исследователей из Томского Государственного университета [6], здесь активно развиваются процессы водной и ветровой эрозии, деградация и снижение плодородия, загрязнение почв тяжелыми металлами, пестицидами, биологическое загрязнение почв отходами животноводства и др. С населенными пунктами связаны многочисленные несанкционированные свалки бытовых отходов.

В настоящее время часть коренных лесных массивов междуречья вырублена и представлена производными березово-осиновыми или осиново-березовыми лесами и сосновыми молодняками. Коренные сосновые леса сохранились небольшими массивами и приурочены, главным образом, к ложбинам древнего стока, часто заболочены [6].

Междуречье является освоенной в туристическом отношении территорией, что обусловлено близостью крупных городов Томска и Северска. На территории междуречья расположены два заказника - Томский государственный комплексный заказник федерального значения и зоологический заказник регионального значения «Калатайский». На рассматриваемой территории имеются припоселковые кедровники.

Территория поймы р. Томь и частично первой надпойменной террасы подвергается процессам затопления и периодического подтопления в периоды прохождения половодий и паводков.

Исследуемая территория левобережья р. Томь по мнению [51] относится к ограниченно благоприятной и местами неблагоприятной для градостроительного освоения. Ограничивающими факторами являются проявление или возможное развитие неблагоприятных процессов на пойме и первой надпойменной террасе: периодическое и постоянное подтопление, близкое залегание грунтовых вод; понижения в рельефе, процессы

заболачивания (заболачивание характерно для понижений и уклонов поверхности менее 5%); периодическое затопление.

Атмосферный воздух является одним из основных факторов среды обитания человека. Санитарное состояние атмосферного воздуха определяется природно-климатическими показателями, выбросами от стационарных источников (промышленные и инженерные объекты), выбросами от передвижных источников (транспорт).

По данным управления охраны окружающей среды и природного комплекса администрации города Томска на сегодняшний день на территории исследования отсутствуют производственные объекты, а также источники неблагоприятного техногенного и антропогенного воздействия на окружающую среду.

По метеорологическим параметрам территория г. Томска относится к зоне повышенного потенциала загрязнения атмосферы (ПЗА) (по классификации Главной геофизической обсерватории им. А.И. Воейкова). В среднем более чем в половине всех дней года в городе создаются условия, способствующие скоплению в приземном слое выхлопных газов от автомашин и вредных выбросов из заводских труб. Отрицательными факторами являются приземные инверсии, туманы, а также снежные метели, штили. Летом возможно уменьшение ПЗА за счет увеличения в этот сезон по сравнению с зимой количества осадков. Положительными факторами служат открытые пространства, река Томь и зеленые насаждения.

Постоянный мониторинг загрязнения атмосферного воздуха в г. Томске осуществляется на стационарных постах ГУ «Томский областной центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды», маршрутных постах ФГУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Томской области», а также ведомственными лабораториями на границах санитарно-защитных зон промышленных предприятий. Полученные данные о состоянии атмосферного воздуха собираются и анализируются в рамках социально-гигиенического мониторинга (СГМ).

По данным наблюдений ГГО им. Воейкова уровень загрязнения на территории города Томска оценивается как очень высокий. Фиксируются превышения по показателям: диоксид азота, формальдегид, бенз(а)пирен. Однако, на большей части территории города, среднегодовые концентрации данных веществ не превышают 0,5 ПДК м.р. Среднегодовые уровни загрязнения прочими загрязняющими веществами (сажа, фенол, азота оксид, аммиак, метанол) находится на уровне 0,1 ПДКм.р. При этом анализ результатов лабораторного контроля на маршрутных постах наблюдения ФГУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Томской области» показал, что основным источником загрязняющих веществ в атмосферном воздухе является автомобильный транспорт. Удельный вес проб атмосферного воздуха с превышением предельно-допустимых концентраций фиксируются вдоль автомагистралей. Исключение составляют такие загрязняющие вещества, как окислы азота, диоксид серы, формальдегид, аммиак, превышения которых в разные периоды наблюдались в зоне промышленных предприятий.

2.3 Планируемое развитие территории

Согласно плану градостроительного строительства территории Левобережья р. Томи [51] разработаны планировочные и инфраструктурные мероприятия по подготовке и комплексному освоению территории.

2.3.1 Архитектурно-планировочное решение

Основными особенностями территории Левобережья, которые по мнению [51] представляют возможность активного социально-экономического и градостроительного развития территории являются:

- благоприятная экологическая ситуация и наличие ценных природно-рекреационных ресурсов;
- наличие свободных территорий;
- благоприятная транспортная доступность от центра города и основных селитебных районов, которая будет резко улучшена при условии строительства нового мостового перехода через р. Томь.

Однако существует необходимость контроля за освоением территории и развития экологически сбалансированного комплекса Левобережья, из-за следующих особенностей территории:

- наличия месторождения подземных вод, являющихся источником питьевого водоснабжения гг. Томска и Северска;
- резкого сокращения коренных лесов, что требует принятия особых природоохранных мероприятий;
- сложных инженерно-строительных условий (затопление при паводках, подтопление, эрозия берегов, нестабильное русло р. Томи, наличие большого количества стариц и старичных озер).

В целом концепция развития левобережной части г. Томска состоит в развитии многофункционального градостроительного и природного комплекса, построенного на основе баланса природоохранных, рекреационных, обслуживающих и инфраструктурных функций.

Согласно отчету [51] территория левобережья разделена на три крупных сектора – южный, центральный и северный (рис. 2.1) (ПРИЛОЖЕНИЕ Б).



Рисунок 2.1- Расположение объектов левобережья [51]

В южной части территории в зоне Коммунального моста предполагается организация крупного регионального Научно-образовательного и научно-производственного центра с общежитиями для студентов и жильем для преподавателей.

В самой юго-восточной части получит развитие зона спортивных сооружений с соответствующей гостиничной и обслуживающей инфраструктурой (гребной канал, бассейн, игровые и тренировочные поля и др.). В этой зоне, также, размещены объекты рекреации и туризма.

В центральном секторе будут размещены крупные объекты областного и городского значения – медико-диагностический центр, объекты социальной защиты, гостиницы и др.

В северном секторе предлагают расположить офисно-деловой центр, торгово-развлекательный комплекс «Парк развлечений», выставочный комплекс и другие объекты, связанные с обслуживанием населения.

Вдоль трассы меридиональной автомобильной дороги до существующих населенных пунктов Дзержинское и Тимирязевское предлагается организация зон жилой застройки переменной этажности (от 3 до 8 этажей), где будет проживать до 20 тыс. чел.

Данное количество жителей и соответствующий показатель новой жилой площади продиктованы параметрами экономической целесообразности освоения Левобережья. На севере проектируемой территории предложено формирование зоны индивидуальной жилой застройки.

В районах примыкания широтных магистралей от южного, центрального и северного и мостовых переходов к главной меридиональной трассе, размещены зоны многофункциональных центров обслуживания (торгово-развлекательные комплексы, автосалоны, объекты придорожного сервиса и т.п.).

На территории левобережья предложено решение по углублению и частичному расширению русла реки Кисловки и протоки Бурундук, обустройства их берегов. Данная река и протока образуют единую систему и

будут являться выразительным планировочным природным элементом застраиваемой территории. Данные мероприятия могут обеспечить более благоприятный гидрологический режим на пойменной части Левобережья. Некоторые озера включены в систему р Кисловка - протока Бурундук и органично вписаны в планировку. Однако по данным [51] на данный момент не проведено достаточных гидрологических исследований, дающих исчерпывающие рекомендации и необходимых для научного подхода к освоению затопляемых пойменных территорий.

2.3.2 Социально-экономическая ситуация

Проектом предусмотрено увеличение числа населения левобережья, включая существующее население и население проектируемого кампуса (студенты, профессорско-преподавательский состав, обслуживающие кадры) и составит 35 тыс. чел. Кампус рассчитан на 7 тыс. чел, из которых на его территории будут проживать 4 тыс. чел. В течение расчетного срока жилищный фонд проектируемой территории увеличится до 1,1 млн. кв. м. Объем нового жилищного строительства в течение планируемого строительства составит порядка 0,9 млн. кв. м. Средняя жилищная обеспеченность увеличится до 35 кв. м на чел.

Проектом принята следующая структура нового жилищного строительства: Среднеэтажная застройка - 8%, Малоэтажная застройка - 86%, Индивидуальная жилая застройка с приусадебными земельными участками - 6% (рис. 2.1). Убыль жилищного фонда составит 15 тыс. кв. м (6% от существующего жилищного фонда), кроме сноса ветхих и аварийных жилых домов в убыль жилищного фонда попадут дома, расположенные в местах перспективного строительства транспортной и инженерной инфраструктуры. На территории Левобережья не предполагается размещение новых производственных зон.

Уровень и качество жизни горожан в значительной мере зависят от развитости социальной сферы, которая включает в себя учреждения здравоохранения, спорта, образования, культуры и искусства, торговли,

социальной защиты, прочие объекты. Авторами проекта [51] предполагается, что воплощение в жизнь проекта застройки левобережья повысит имидж территории, ее привлекательность для развития деловых связей (в том числе, международных).

2.3.3 Водоснабжение и водоотведение

На территории исследования проектом застройки предусматривается организация централизованной системы водоснабжения. Проектируется единая сеть для хозяйственно-питьевых и противопожарных нужд (табл.2.1). Наружное пожаротушение предусматривается из пожарных гидрантов, устанавливаемых на уличных и внутриквартальных сетях водопровода

Таблица 2.1 – Расходы хозяйственно-питьевой воды и хозяйственно-бытовых стоков жилищного строительства левобережья г. Томска

№ п/п	Наименование потребителей, ед. изм.	Водопотребление тыс. куб. м/сут		Водоотведение, тыс. куб. м/сут	
		Ср.	Макс. К = 1,2	Ср.	Макс. К = 1,2
Участок № 1	Средне- и Малоэтажная застройка (16 тыс.чел)	5,18	6,02	4,20	5,04
Участок № 2	Малоэтажная застройка, 2,0 тыс.чел..	0,65	0,75	0,51	0,61
Участок № 3	Малоэтажная застройка, 6,0 тыс.чел.	1,94	2,25	1,52	1,83
Участок № 4	Индивидуальная застройка, 1,0 тыс.чел..	0,32	0,38	0,25	0,31
Всего (без существующей застройки)		11,70	13,00	10,10	11,40
Всего по левобережному району		13,60	15,30	11,60	13,20

* Расходы воды подсчитаны в [51] исходя из норм хозяйственно-питьевого водопотребления, принятым в соответствии со СНиП 2.04.01-85*; на пожаротушение - в соответствии со СНиП 2.04.02-84* и СНиП 2.04.01-85*.

Существующая подача питьевой воды в город в настоящее время составляет 199 тыс.м³/сут. По генеральному плану на расчетный срок водопотребление определено в 230 тыс.м³/сут. Составляющей данного расхода является расход воды для существующей сохраняемой жилой застройки левобережья. С учетом расхода от новой застройки левобережья общее водопотребление по городу составит 243 тыс.м³/сут.

При нормативном уровне водопотребления потребуется увеличение производительности городских водозаборных сооружений на 44 тыс.м³/сут.

По данным [51] предусматривается полная раздельная система канализации с самостоятельными сетями и сооружениями бытовой и дождевой канализации. Расчеты проекта [51] выполнены на основе СНиП 2.04.03-85* «Канализация. Наружные сети и сооружения» [69] и СНиП 2.04.01-85* «Внутренний водопровод и канализация зданий» [67]. Схема прокладки уличных сетей хозяйственно-бытовой канализации определяется рельефом местности, решением вертикальной планировки территории и предложением по размещению канализационных очистных сооружений (КОС). Канализационные стоки с. Тимирязевское предполагается отводить на реконструируемые КОС. В остальных существующих населенных пунктах левобережья проектом предусматривается централизованная система канализации, с отведением стоков в систему канализации левобережья.

Бытовые сточные воды от жилых и общественных зданий самотечными сетями отводятся во внутриквартальную сеть бытовой канализации и далее подаются на канализационные насосные станции, которыми перекачиваются на КОС, размещаемые в северной части левобережной территории. Санитарно-защитная зона КОС - 400 м. Проект предусматривает сброс канализационных стоков после очистки в р. Томь. Нормы водоотведения приняты равными нормам водопотребления.

Дождевая канализация. По данным [51] предлагается организация системы водоотведения поверхностного стока путем строительства уличных коллекторов, насосных станций, с направлением стоков на очистные

сооружения дождевой канализации. Принцип организации водоотведения поверхностного стока – по отдельным бассейнам стока.

В районах среднеэтажной и малоэтажной застройки предусматривается строительство закрытой дождевой сети, в индивидуальной застройке – открытые водостоки (лотки).

Предлагается четыре комплекса очистных сооружений. В соответствии с нормативными данными в системе дождевой канализации должна быть обеспечена очистка наиболее загрязненной части поверхностного стока. Это талые, поливомоечные воды, которые характеризуются малыми расходами и высокой концентрацией загрязнения, дожди малой интенсивности. На очистных сооружениях предусматривается механическая очистка стоков от плавающего мусора, взвешенных веществ, нефтепродуктов. В состав ОС входят регулирующие резервуары, отстойники твердого стока, нефтеловушки.

Санитарно-защитная зона от очистных сооружений поверхностных стоков открытого типа составляет 100 м, закрытого типа – 50 м. Очищенный сток должен отвечать требованиям, предъявляемым к водам, сбрасываемым в водные объекты рыбохозяйственного значения.

Глава 3. Эколого-геохимическое состояние поверхностных вод в районе застройки микрорайона «Северный парк» (г. Томска)

Исследуемая территория микрорайона «Северный парк», расположена на левобережной части Томска, является частью Кировского района (внутригородской территориальной единицы) и ограничена с востока, севера и запада границей городского округа город Томск. На левобережной территории находятся населенные пункты: с. Дзержинское, с. Тимирязевское, д. Эушта, п. Нижний Склад, п. Тояновский, п. Заречный, п. 2-й Заречный. Наиболее крупные из них с. Дзержинское и с. Тимирязевское расположены на незатопляемой территории. Точные границы населенных пунктов не установлены. На территории левобережья Томска находятся массивы садоводческих товариществ "Бурундук", «Калинка», "Коммунальщик", "Зайчик", "Левобережье".

3.1 Физико-географические особенности района исследований

Рельеф поймы и первой надпойменной террасы достаточно ровный, осложнен логами с пологими бортами глубиной до 1,5м, в некоторых случаях заполненными озерами старичного типа, а так же расчленен руслами рек Кисловки, протоки Бурундук. Поверхность покрыта кустарником, травяной растительностью. Абсолютные отметки территории – от 70,0 м до 78,0м [58].

В геоморфологическом отношении территория микрорайона Северный Парк, приурочена к левобережной пойме, часто затапливаемой в период весеннего половодья. Пойма, согласно [20], это часть дна речной долины, сложенная наносами и периодически заливаемая в половодье и паводки. Микрорайон с планируемым размещением 6 тыс. жителей подвергаются опасности подтопления домов, так и возможно с затоплением подвалов (цокольных этажей). Кроме того, на исследуемой территории отсутствуют благоустроенные набережные, водоохранные зоны не обустроены, их общее состояние неудовлетворительно. Прибрежные защитные полосы, используемые населением для отдыха также находятся в неудовлетворительном состоянии.

Это может также спровоцировать ухудшение эколого-геохимического состояния поверхностных водных объектов.

С одной стороны, пойма изрезана пойменными протоками (притеррасные понижения) и малыми реками (Кисловка) с закрытыми и проточными водоемами. С другой стороны, участок рассматриваемой поймы ограничен автодорожными насыпями с водопропускными сооружениями (мостовые переходы). Риск подтопления и затопления территории Северного Парка складывается из возможного негативного воздействия следующих факторов:

1) притеррасная разгрузка грунтовых вод, с частичным поверхностным стоком в водоприемник - р. Кисловку (пр. Бурундук);

2) затопление речными водами р. Кисловки. Затопление водами Кисловки возможно можно в случае развития подпорных явлений со стороны р. Томи и при распространении подпорных явлении от водопропускного сооружения под автодорогой «Шегарский тракт» [51].

Подпорные явления на р. Кисловке от р. Томи наблюдаются в годы высокой водности в сочетании с формированием заторных явлений. Подпорные явления на р. Кисловке в наибольшей степени локализуются в нижнем течении, приводя к внутреннему затоплению н.п. Петрово, Эушта, Нижний Склад. В случаях экстремальном водности на Томи возможно распространение подпорных явлений на р. Кисловке до территории «Северный парк». особенно его северной части. Отдельно стоит отметить подпорные явления от водопропускного сооружения на Шегарском тракте, которые возникают в связи с малой пропускной способностью одноочкового портала данного сооружения. Подпорные явления на данном участке отмечались и в период весеннего половодья 2016 г, которые можно отнести к средним по водности.

3) затопление речными водами р. Томи. В связи с тем, что территория «Северного Парка» находится в пойме р. Томи, нельзя исключать вариант затопления р. Томью. Автодорожные насыпи, проходящие по периметру микрорайона, имеют сквозные водопропускные сооружения, отметки данных

автодорог ниже значений уровней редкой повторяемости. При неблагоприятном сочетании гидрометеорологических факторов (обильное снеготаяние, высокая водность, образование заторов льда в черте г. Томска) возможен резкий подъем уровней воды в р. Томи с развитием подпорных явлений на малых реках-притоках, в том числе Кисловке с частичным затоплением левобережной поймы р. Томи [51]

Встречающиеся неблагоприятные гидрометеорологические условия на р. Томи в осенне-зимний период (а именно - рекордные снегозапасы, значительный объем ледового материала в русле, осенние зажоры и др.) позволяют предполагать, что вскрытие р. Томи будет происходить с образованием заторов льда и повышением уровней воды до опасных отметок (рис.3.1)

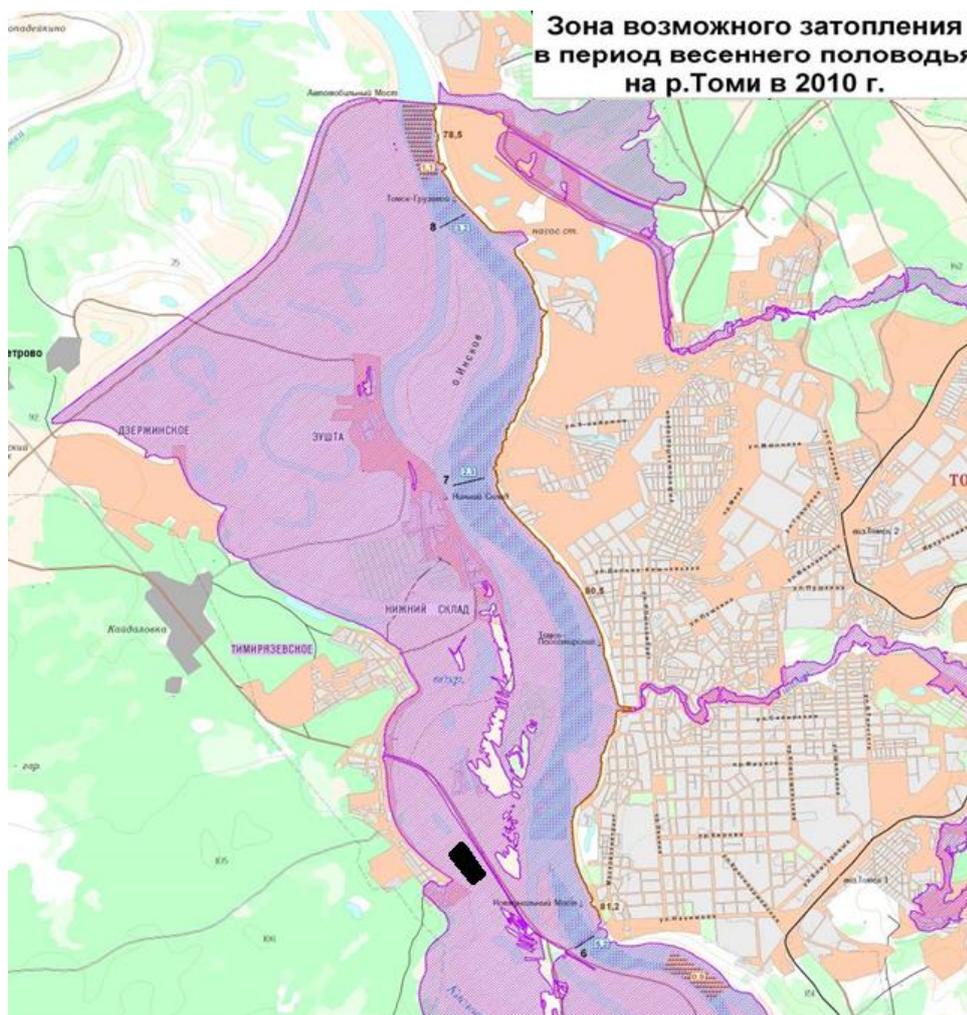


Рисунок 3.1 – Зона возможного затопления в пределах г. Томска в случае прорыва ограждающей дамбы (выделено красным цветом) [75]

Ярким примером наиболее опасного затопления (за последние десятилетия) условия сложились в период 2009–2010 гг., когда в ноябре, уже после установления ледового покрова на р. Томи, в Горной Шории прошли необычно интенсивные дожди (рис. 3.2). В результате резкого повышения уровней и расходов воды произошло разрушение первичного ледового покрова и его последующее восстановление уже на более высоком уровне.

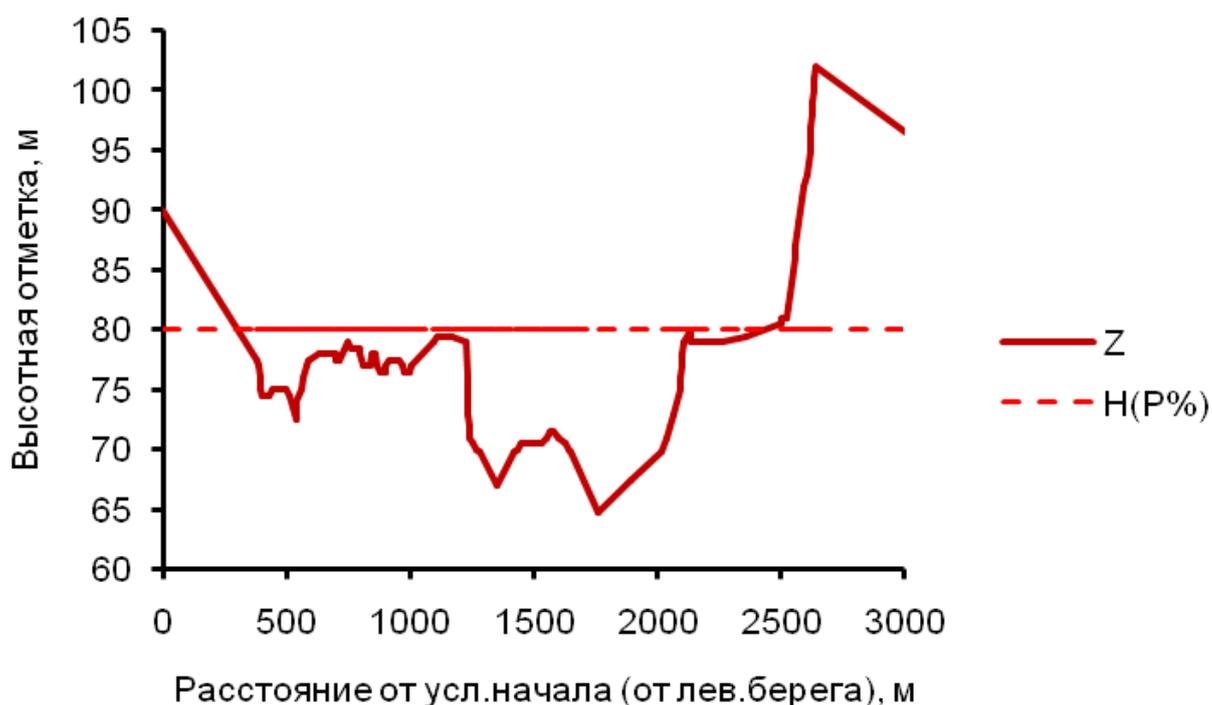


Рисунок 3.2 - Схематичный профиль р. Томь ниже коммунального моста и положение уровня воды с учётом образования затора и зажора при расходе воды $Q_{1\%}=14360 \text{ м}^3/\text{с}$ [56]

Условия, благоприятные для образования ледовых заторов и зажоров на р. Томи, наблюдаются достаточно часто. Соответственно велика и вероятность затоплений населённых пунктов (их частей) и объектов инфраструктуры, в течение 2000х гг., наблюдалось как минимум, четыре случая (рис.3.2, 3.3). В связи с этим можно сделать вывод о том, что проблема наводнений заключается не в периодическом (закономерном) затоплении значительной части речной долины, а в неоптимальном размещении в пойме р. Томи и её притоков жилых и иных объектов [56].



Рисунок 3.3 – Ледовый затор и выход воды на пойму выше г. Томска в апреле 2010 г. (фото Савичева О.Г.)



Рисунок 3.4 – Ледовый затор и выход воды на левую пойму у г. Томска в апреле 2010 г. (фото Савичева О.Г.)

В геологическом отношении территория сложена породами палеозойского фундамента, которые перекрыты мощным чехлом рыхлых мезо-кайнозойских отложений. Эти отложения образуют два структурных этажа.

Нижний структурный этаж представлен породами нижнекаменноугольного и девонского возраста, которые сложены глинистыми, углисто-глинистыми и алевролито-глинистыми сланцами и песчаниками.

Верхний структурный этаж представлен рыхлой, почти горизонтально залегающей толщей мезо-кайнозойского возраста, сложенной прослоями песчаных и глинистых пород. Изученная мощность грунтов составляет 15,0 м.

Почвенно-растительный слой на участке работ представлен повсеместно, мощность слоя составляет 0,2 м. Далее залегают суглинки от твердой до текучей консистенции, мощность которых колеблется от 1,5-6,5 м. Практически на всем участке исследования авторами [51] встречены супеси от твердой до текучей консистенции, мощностью 0,6-5,1 м. Так же встречены пески гравелистые, мелкозернистые и пылеватые, мощность которых составляет 0,4-3,7 м. С глубины 5,5-9,0 м вскрыты гравийно-галечниковые отложения с суглинистым, супесчаным и песчаным заполнителем, мощность этих грунтов составляет 4,2-7,0 м. Встречен суглинок элювиальный полутвердой консистенции, видимая мощность составляет 0,6-4,0 м. Показатели свойств грунтов в пределах каждого инженерно-геологического элемента (отложений) изменяются незакономерно.

Глубина промерзания грунта зависит от высоты снежного покрова. Наибольшее промерзание наблюдается на возвышенных и открытых местах. На поймах рек и в логах при значительной высоте снежного покрова промерзание грунтов сравнительно невелико. Нормативная глубина сезонного промерзания грунтов, согласно [64] получена [51] расчетным путем и составляет для суглинков и глин - 1,97 м; для супесей, песков мелких и пылеватых - 2,40 м; для песков гравелистых, крупных и средних - 2,57 м; для крупнообломочных грунтов - 2,91 м. По степени пучинистости грунты деятельного слоя, согласно

[21], обладают слабопучинистыми, среднепучинистыми и сильнопучинистыми свойствами.

Согласно [51] грунтовые воды в августе 2010 г были встречены на глубине 3,2-9,0м. Распространение грунтовых вод приурочено к современным аллювиальным отложениям поймы р. Томи. Питание грунтовых вод осуществляется за счет инфильтрации атмосферных осадков, частично за счет притока грунтовых вод террасовых отложений, а также со стороны р. Томи в условиях подпора во время паводков. Грунтовые воды имеют тесную гидравлическую связь с водами р. Томи. Разгрузка подземных вод осуществляется в реки Томь и Бурундук.

Водовмещающими грунтами являются песчаные и гравийно-галечниковые отложения. Воды слабонапорные. Грунтовые воды по химическому составу являются гидрокарбонатно-кальциевыми, неагрессивными.

По условиям залегания, циркуляции, питания и разгрузки в районе исследования выделяются воды зоны аэрации и зоны насыщения.

Исследуемая территория расположена в зоне действия депрессионной воронки Томского водозабора (рис.3.5), откуда осуществляется питьевое водоснабжение почти всего города. Поэтому первостепенной задачей должно быть сохранение этой зоны от дополнительного антропогенного загрязнения, существует точка зрения, что в дальнейшем антропогенная нагрузка от деятельности микрорайоне негативно повлияет на состояние подземных вод.

Поверхностные воды наиболее уязвимы к антропогенной нагрузке по сравнению с подземными водами. Левый берег р. Томи в пределах г. Томска - это часть города, которая активно застраивается в течение последнего десятилетия, на ней ведется строительство окружной левобережной трассы, кроме того данная территория является местом отдыха томичей.



Рисунок 3.5 - Схема расположения Томского водозабора (по данным АО «Томскгеомониторинг») с добавлением автора

Особенностью данного района является многообразие особых условий использования территории, а именно наличие санитарно-защитных зон (СЗЗ) предприятий, сооружений и иных объектов; охранных зон инженерных коммуникаций; санитарных разрывов от транспортных коммуникаций; санитарных разрывов от инженерных коммуникаций; прибрежной защитной полосы; береговой полосы; водоохраных зон; зоны санитарной охраны источников водоснабжения и водопроводов питьевого назначения; санитарно-

защитной полосы водоводов; зоны затопления паводковыми водами 1% и 10% обеспеченности.

Зоны санитарной охраны (ЗСО) объектов хозяйственно-питьевого водоснабжения назначаются в соответствии с действующими нормативами [76,75] с целью:

- обеспечения санитарно-эпидемиологической надежности хозяйственно-питьевого водоснабжения города;

- предупреждения загрязнения источника водоснабжения и изменения качественного состава воды в источнике ЗСО организуются в составе трех поясов:

1 пояс строгого режима включает территорию расположения водозаборов, в пределах которых запрещаются все виды строительства, не имеющие непосредственного отношения к водозабору.

2, 3 пояса (режимов ограничений) включают территорию, предназначенную для предупреждения загрязнения воды источников водоснабжения. В пределах 2, 3 поясов ЗСО градостроительная деятельность допускается при условии обязательного канализования зданий и сооружений, благоустройства территории, организации поверхностного стока и др.

Ширина санитарно-защитной полосы принимается по обе стороны от водоводов:

- при отсутствии грунтовых вод – не менее 10м при диаметре водоводов до 1000мм;

- при наличии грунтовых вод – не менее 50м вне зависимости от диаметра водоводов.

Согласно [7], вокруг любого водоема (реки, озера, водохранилища), выделяется особая водоохранная зона рек до 50 км (р. Кисловка) на расстоянии 100 м, допускаются проектирование и строительство хозяйственных объектов при условии их оборудования сооружениями, обеспечивающими охрану водных объектов. Под этими сооружениями понимаются централизованные

системы канализации, ливневые системы водоотведения и т. п. Согласно [51] такие сооружения только планируются.

3.2 Материалы исследований

В непосредственной близости от района строительства «Северный парк» находятся следующие поверхностные водные объекты: река Кисловка (протока Бурундук), являющейся притоком р. Томь и водоемы: озера Щучка и Боярское.

Река Кисловка (протока Бурундук) в гидрологическом отношении не изучена, она образуется от слияния рек Жуковки и Еловки в 2 км ниже с. Головино на территории Тимирязевской лесной дачи, протекает рядом с деревней Кисловка, сёлами Тимирязевское и Дзержинское, деревней Петрово. Река Кисловка у с. Тимирязево выходит на пойму р. Томи, протекает по системе пойменных озёр – в районе с. Тимирязевское Кисловка протекает через Тояново озеро; и впадает в протоку р. Томи – Бурундук (рис.3.6, 3.9). Из протоки Бурундук сток р. Кисловки поступает в р. Томь у д. Попадейкино. впадает в Томь на 51 км от устья напротив г. Северска. Длина реки 49 км, площадь водосбора - 200 км², средняя глубина – 0,3 м. Среднегодовой расход воды – 1,20 м³/с [37]. Отбор проб осуществлялся выше и ниже микрорайона «Северный парк» по течению р. Кисловка (пр. Бурундук). Практически все озера на исследуемой территории являются старичными озерами (старицами) реки Томь. **Озеро Щучка** расположено рядом с Шегарским трактом длина около 300 м ширина около 70 м (рис.3.7). Отбор проб осуществлялся в юго-западной части озера. **Озеро Боярское** расположено на левом берегу Томи в 1 км к западу от коммунального моста (рис.3.8). Озеро небольшое: с севера на юг – около 630 метров, в своей самой широкой части – около 70 метров. Глубина – до 2 метров. Озеро имеет форму бумеранга. Рядом, южнее, расположено озеро, меньшее по размерам, называемое Малое Боярское. Потому часто большее озеро называют Большое Боярское. Озеро является популярным местом летнего отдыха томичей, в 1970-1990 гг., в северной его части, была расположена спортивно-плавательная база курсантов Военного училища связи



Рисунок 3.6 –р. Кисловка (Бурундук) возле «Северного парка» (фото автора)
(стрелка показывает район размещения Северного парка)



Рисунок 3.7 – оз. Щучка с видом строящихся объектов «Северного парка»
(фото автора, июль 2016 г.)

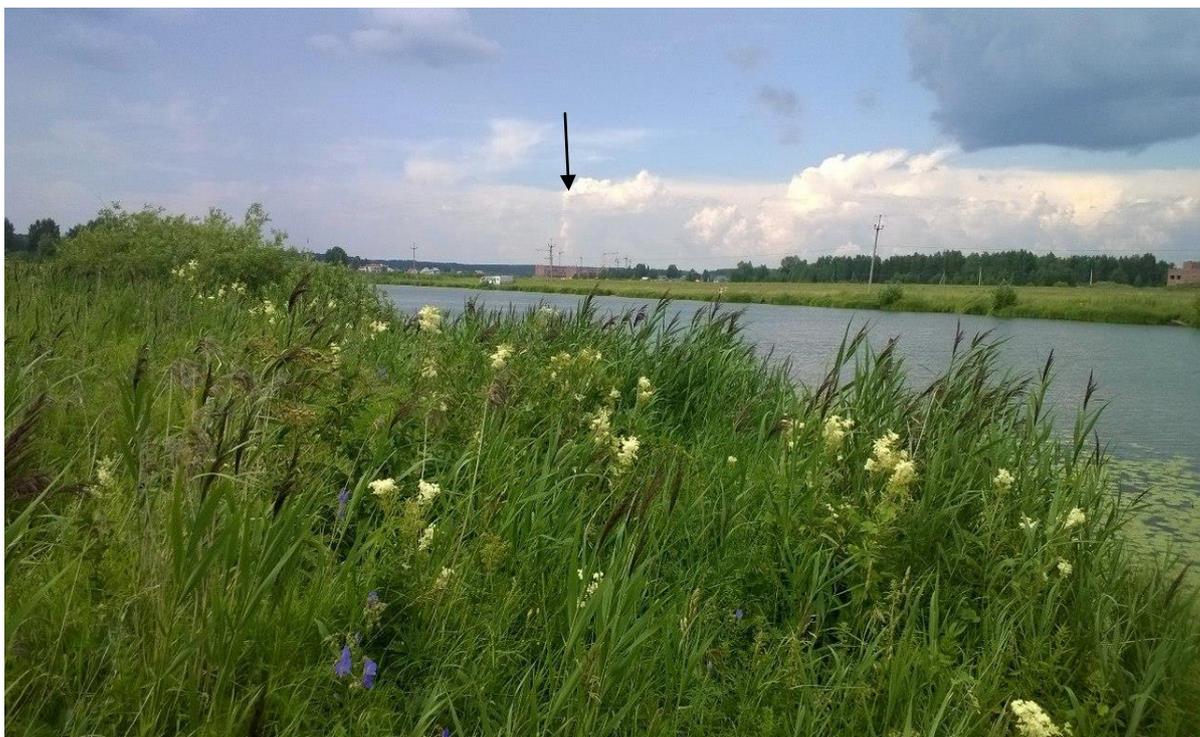


Рисунок 3.8 – оз. Боярское (фото автора, июль 2016)
(стрелкой указан «Северный парк»)



Рисунок 3.9 – Схема расположения точек отбора проб

Берега озера крутые, полностью поросли травянистой растительностью, местами растут кустарники, преимущественно на западной стороне водоема. Вода достаточно прозрачная, весной берега захламливаются бытовым мусором, иногда является местом мойки автотранспорта. Отбор проб был произведен с северо-восточной части озера.

Данные озера, как и юго-восточнее расположенная Сенная Курья, являются следами бывшего русла реки Томи.

Оценка эколого-геохимического состояния поверхностных вод проводилась автором на основе данных мониторинга поверхностных на территории «Северный парк», предоставленных АО Томскгеомониторинг [33] и собственных исследований (рис.3.9.).

Автором было отобрано 12 проб. Для анализа химического состава поверхностных водных объектов в июле 2016г. – 4 пробы (рис), 6 проб снегового покрова в марте 2016 и 2017 гг. и 2 пробы на микробиологический анализ вод реки Кисловка (протока Бурундук).

3.3 Методика отбора проб

Методика отбора проб 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 пробы снегового покрова на водосборной территории р. Кисловка в марте 2016 – 2017 гг. и был проведен анализ химического состава жидкой фазы снега, растопленного при комнатной температуре. Точки отбора приведены на рисунке 3.8

Проведение отбора снегового покрова проводилось в соответствии с нормативным документом [54]. 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 kern 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.

Методика отбора проб поверхностных вод

Целью отбора проб является получение дискретной пробы, отражающей качество (состав и свойства) исследуемой воды. Для определения эколого-геохимического состояния поверхностных водных объектов.

Задачей отбора проб, является определение причин загрязнения на территории исследований и анализ влияния дополнительной антропогенной нагрузки в виде жилого комплекса.

Отбор проб воды связан с решением задач:

- по оценке качества воды в пределах бассейна р. Кисловка;
- определения пригодности воды водного объекта для развития рыболовства;
- изучение воздействия инженерных работ на водном объекте на качество воды

Для отбора точечных проб применяют батометры, допускается бутылью.

Пробу воды с небольшой глубины (особенно зимой) отбирают бутылью, прикрепленной к шесту. Перед закрытием бутылки пробкой слой воды сливается так, чтобы под пробкой оставался небольшой слой воздуха.

Пластмассовые емкости ополаскивают ацетоном, разбавленной соляной кислотой, тщательно промывают водой, ополаскивают дистиллированной и сушат струей воздуха [27].

Качество воды в различных водных объектах редко бывает постоянным по времени, оно подвержено постоянным изменениям. Между скоростью изменения одних параметров существует некоторая взаимосвязь, другие могут

изменяться независимо. При измерении среднего, максимального и минимального значений показателей состава и свойств воды за какой-либо период времени близость измеряемых значений к истинным зависит от изменчивости показателей и количества отобранных проб. Чем большее количество проб использовали для определения значений показателей, тем уже будут пределы возможных различий между наблюдаемыми и истинными значениями.

Непостоянство качества воды обусловлено количественными изменениями концентрации веществ, поступающих в водный объект. Такие изменения могут быть вызваны естественными причинами или являться результатом деятельности человека; они могут носить циклический или случайный характер.

Амплитуда колебаний параметров качества воды в водоемах и водотоках различна. Она наиболее велика в водотоках, причин тем больше, чем ближе точка отбора пробы к источнику, вызывающему изменения. Перемешивание воды по мере удаления от этого источника сглаживает неоднородности. Однако вследствие увеличения расстояния между источником, вызывающим изменения, и точкой отбора проб будет происходить не только снижение амплитуды колебаний, но и разбавление, а значения некоторых параметров уменьшатся за счет процессов самоочищения, образования отложений и адсорбции. Это необходимо учитывать, если пункты отбора проб используются с целью контроля качества воды.

В водоемах масса воды и хорошее горизонтальное перемешивание обеспечивают незначительный водообмен вблизи места отбора проб. Во многих водоемах обнаружены явно выраженные сезонные изменения, обусловленные термической стратификацией, термическим перемешиванием и биологической активностью.

При исследовании качества воды необходимы данные о концентрации веществ в пробах, отобранных в определенном месте или в течение определенного промежутка времени. В зависимости от этого различают

точечную и составную пробы [18, 27]. Пробоотборники должны обеспечивать герметичность сосуда с пробой; материал пробоотборников должен быть химически стойким и исключать возможность изменения состава отобранной пробы за время её нахождения в сосуде.

Под действием физических, химических и биологических процессов происходят значительные изменения состава воды, в отобранной пробе воды интенсивность этих процессов возрастает. В результате имеет место исчезновение одних и образование других веществ. Например, изменяется содержание растворенного кислорода, диоксида углерода, некоторые показатели восстанавливаются, другие окисляются, адсорбируются на стенках бутылки или выщелачиваются из них и т.д.

Скорость и направленность этих процессов зависит от многих причин (от температуры, вида сосуда, взбалтывания, типа воды, природы исследуемого показателя и др.), поэтому важно предусмотреть все меры, позволяющие свести к минимуму процессы, изменяющие первоначальный химический состав проб воды, и анализировать пробы по возможности быстрее. Несмотря на многочисленные исследования, проведенные в этом направлении, не существует универсальных рекомендаций, которые охватили бы все случаи и не имели бы исключений.

Показатели состава и свойств воды, изменяющиеся за небольшой промежуток времени (например, температура, рН, Eh, растворенный кислород), необходимо определять на месте отбора, непосредственно после отбора пробы.

В ряде случаев необходима экстракция проб. Эту операцию следует проводить на месте отбора проб и транспортировать в лабораторию экстракты. Если это невозможно, следует принять меры, обеспечивающие торможение биохимических, химических и физических процессов. Одной из таких мер, которая, однако, не всегда достаточна, является правильное заполнение сосудов. Сосуды следует заполнять так, чтобы не оставалось пузырьков воздуха. Этот способ предохраняет пробы от взбалтывания во время

транспортирования и предотвращает процессы осаждения карбонатов, окисления железа, изменения цветности и т.д.

Методика отбора на микробиологический анализ

Методика отбора на микробиологический анализ проводилась в соответствии с нормативным документом [44]

Пробы для санитарно-микробиологического анализа отбирались в стерильные емкости.

Для отбора проб воды использовалась специально предназначенная емкость многократного применения, изготовленного из материала, не влияющих на жизнедеятельность микроорганизмов.

Емкости были оснащены плотно закрывающимися пробками (резиновыми) и защитными колпачками (из плотной бумаги). Многоцветная посуда, в т.ч. пробки, выдерживали стерилизацию сухим жаром или автоклавированием.

Стерильные емкости открывают непосредственно перед отбором, удаляя пробку вместе со стерильным колпачком. Во время отбора пробка и края емкости не должны чего-либо касаться. Ополаскивать посуду не следует.

После наполнения емкость закрывают стерильной пробкой, обеспечивающей герметичность и не намокающей при транспортировании (ватные пробки не применять), и стерильным колпачком.

При заполнении емкостей должно оставаться пространство между пробкой и поверхностью воды, чтобы пробка не смачивалась при транспортировании.

Поверхностные пробы отбирались с глубины 10-15 см от поверхности воды. Доставку проб воды осуществляют в контейнерах-холодильниках при температуре (4-10) °С, если пробы нельзя охладить, их анализ проводят в течение 2 ч после забора.

3.4 Химический состав снегового покрова

Геохимические аномалии в снежном покрове, по существу, отражают эколого-геохимическое состояние атмосферы, суммируя воздействие

природных, природно-техногенных и техногенных факторов, влияющих на динамику геохимической экологической функции литосферы во времени. Наличие коррелятивных зависимостей между веществами-загрязнителями атмосферного воздуха и их содержанием в снежном покрове позволяют использовать этот тип депонирующей среды для экспрессной геоэкологической оценки общего уровня загрязнения урбанизированных территорий. В период снеготаяния находящиеся в снеге токсиканты мигрируют в поверхностные воды, донные осадки, почвы, причем ареал их распространения значительно превышает контуры геохимических аномалий в снежном покрове .

Для корректной оценки влияния площадки строительства на поверхностные воды пробы снежного покрова были отобраны в марте 2016 и 2017 гг. в одних и тех же точках (рис. 3.9), результаты анализа химического состава жидкой фазы снегового покрова представлены в таблицах 3.1 и 3.2. Содержание компонентов химического состава в снеговых водах сравнивались с ПДК_р [50], ПДК_{к-б} [48].

3.5 Химический состав поверхностных вод

Для оценки эколого - геохимического состояния поверхностных вод проводилось опробование водотоков и водоемов, расположенных в непосредственной близости от площадки строительства. Согласно методическим указаниям [52] необходимо производить до и после воздействия на водный объект, в основные фазы водного режима. Автором были отобраны пробы в летнюю межень (рис.3.9), отбор после застройки было невозможно

осуществить по техническим причинам. В остальные фазы водного режима автор воспользовался данными, предоставленными АО «Томскгеомониторинг».

Оценка качества поверхностных вод, проводилась согласно требованиям, предъявляемым к объектам культурно-бытового [48] и рыбохозяйственного [50] назначения. Опробование поверхностных водных

объектов проводилось в районе застройки микрорайона Северный парк на реке Кисловка, озерах Щучка и Боярское (рис. 3.9).

3.6 Микробиологический состав поверхностных вод

Воды открытых водоемов отличаются разнообразием и непостоянством химического состава и микробного населения. Численность микробов зависит от целого ряда причин: заселенности прибрежных районов, количества атмосферных осадков, времени года и т.д., поскольку они обуславливают характер и степень загрязнения водоема. Особенно много микроорганизмов в водных источниках вблизи крупных городов. Значительно возрастает число бактерий в водоемах после дождя и в период весеннего половодья.

Вода различных водоемов содержит достаточное количество питательных веществ, что является главным фактором, способствующим развитию микроорганизмов. Чем богаче она органическими веществами, тем большее количество микробов содержится в ней. Воды рек по течению, выше городов всегда беднее бактериями, чем ниже города.

Наибольшее количество бактерий приходится на период с мая по июль, содержание питательных веществ в этот период не являются максимальным. Очевидно, это связано с температурными изменениями воды.

Постоянно присутствуют в поверхностных водах 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 [45].

3.7 Оценка эколого-геохимического состояния поверхностных вод

Существуют различные методики оценки качества вод по комплексу гидрохимических показателей. Автором были рассчитаны индекс загрязнения воды (ИЗВ) (табл. 3.6) и удельный комбинаторный индекс загрязненности воды (УКИЗВ), а также определен класс качества воды на текущий момент.

ИЗВ установлен Госкомгидрометом СССР и относится к категории показателей, наиболее часто используемых для оценки качества водных

объектов (впрочем, необходимость его применения не подтверждается ни одним из опубликованных позже официальных нормативных документов). Расчет ИЗВ для поверхностных вод проводился по строго ограниченному количеству ингредиентов. Всего таких ингредиентов шесть, включая в обязательном порядке БПК₅. Этот индекс является типичным аддитивным коэффициентом и представляет собой среднюю долю превышения ПДК по строго лимитированному числу индивидуальных ингредиентов:

$$\text{ИЗВ} = \frac{1}{n} * \sum_{i=1}^n \frac{C_i}{\text{ПДК}_i},$$

C_i – концентрация компонента (в ряде случаев – значение физико-химического параметра); n – число показателей, используемых для расчета индекса, $n = 6$; ПДК_i – установленная величина норматива для соответствующего типа водного объекта.

В зависимости от величины ИЗВ участки водных объектов подразделяются по качеству на 7 классов, представленных в таблице 3.7.

Таблица 3.7 - Классификация качества воды водоемов в зависимости от комплексного ИЗВ

Качественное состояние воды	Значения ИЗВ	Класс качества воды
Очень чистые	$< 0,2$	1
Чистые	$0,2 - <1,0$	2
Умеренно загрязненные	$1,0 - <2,0$	3
Загрязненные	$2,0 - <4,0$	4
Грязные	$4,0 - <6,0$	5
Очень грязные	$6,0 - <10,0$	6
Чрезвычайно грязные	$\geq 10,0$	7

Согласно, таблицы (таблица 3.7) величина ИЗВ 1,39 исследуемые воды - умеренно загрязнённый, класс качества 3.

Основные недостатки данного метода: учитываются только гидрохимические показатели; выпадают из внимания многие загрязняющие вещества, не вошедшие в группу из 6 показателей.

Метод комплексной оценки степени загрязненности поверхностных вод по гидрохимическим показателям (РД 52.24.643-2002)

Данный метод расчета комплексных показателей дает возможность формализовать процессы анализа, обобщения, оценки аналитической информации о химическом составе воды и трансформировать ее в относительные показатели, комплексно оценивающие степень загрязненности и качество воды водных объектов.

В качестве норматива могут использоваться предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ для воды рыбохозяйственных водоемов, а также водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования.

Наиболее информативными комплексными оценками, получаемыми по данному методу, являются:

удельный комбинаторный индекс загрязненности воды (УКИЗВ)
класс качества воды.

УКИЗВ – относительный комплексный показатель степени загрязненности поверхностных вод. Условно оценивает в виде безразмерного числа долю загрязняющего эффекта, вносимого в общую степень загрязненности воды, обусловленную одновременным присутствием ряда загрязняющих веществ, в среднем одним из учтенных при расчете комбинаторного индекса ингредиентов и показателей качества воды. Значение УКИЗВ может варьироваться в водах различной степени загрязненности от 1 до 16, большему значению соответствует худшее качество воды [55].

Согласно данной методике качество поверхностных вод на основе УКИЗВ разделено на 5 классов:

- 1 класс – условно чистая;
- 2 класс – слабо загрязненная;
- 3 класс – загрязненная;
- 4 класс – грязная;
- 5 класс - экстремально грязная.

Третий и четвертый классы разделены также на разряды от «а» до «г».

Перед началом расчета определяется перечень ингредиентов и показателей, на основании которого рассчитываются комплексные показатели, оптимальное число оцениваемых веществ составляет от 10 до 25.

Обязательный перечень используется при подготовке информационных материалов для административных органов, который включает 15 загрязняющих веществ (O_2 , БПК₅, ХПК, фенолы, нефтепродукты, NO_3^- , NO_2^- , NH_4^+ , $Fe_{общ.}$, Cu, Zn, Ni, Mn, хлориды, сульфаты) [40].

Комплексную оценку степени загрязненности проб озер и рек проводим по 11 ингредиентам (БПК₅, ХПК, Cl^- , SO_4^{2-} , $Fe_{общ.}$, NO_3^- , NO_2^- , NH_4^+ , нефтепродукты, Cu, Zn) отдельно за каждый год исследования. В качестве норматива используем ПДК вредных веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования (табл.3.8-3.9)

. ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА

**«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

Группа	ФИО
2ВМ51	Воротовой Екатерине Викторовн

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. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	<i>Расчет стоимости ресурсов при проведении полевых, лабораторных и камеральных работ по исследованию поверхностных вод</i>
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	- ССН-92, Вып.1, Вып.7 - Инструкция по составлению проектов и смет на геологоразведочные работы - СНОР-93, Вып.1 - СБЦ -99
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	Налоговый кодекс РФ, ФЗ-213 от 24.07.2009 в редакции от 23.06.2016г. ФЗ-55 от 9.03.2016 г.

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. <i>Оценка потенциала научного исследования</i>	<i>Составление плана проведения полевых и камеральных работ и лабораторных исследований.</i>
2. <i>Планирование процесса управления НИИ: структура и график проведения, бюджет, риски и организация закупок</i>	1. <i>Расчет затрат времени, труда, материалов, оборудования при проведении полевых и камеральных работ и лабораторных исследований.</i> 2. <i>Расчет затрат на оплату труда основных исполнителей работ</i> 3. <i>Расчет страховых взносов во внебюджетные фонды</i>
3. <i>Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности</i>	<i>Оценка экономической стоимости полевых, лабораторных и камеральных работ по изучению химического состава поверхностных вод микрорайона «Северный парк» (г. Томск).</i>

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. <i>Структура сметной стоимости расходов при проведении полевых, лабораторных и камеральных работ по исследованию поверхностных вод на территории микрорайона «Северный парк» (г. Томск)</i>
--

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

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
2ВМ51	Воротова Екатерина Викторовна		

Глава 4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Основной целью магистерской диссертации является изучение химического состава поверхностных вод района микрорайона «Северный парк» (г. Томск). Для осуществления исследования выполняются следующие виды работ:

1. Полевые работы, которые состоят из нескольких периодов:

Подготовительный период;

Организация полевой лаборатории;

Производство работ.

2. Камеральные работы

3. Лабораторные работы

Перечисленные работы позволят определить химический состав вод, его количественные и качественные характеристики.

В данном разделе работы представлена сметная стоимость проведения полевых и лабораторных работ.

4.1 Расчет затрат времени, труда, материалов, оборудования

4.1.1 Полевые работы

В процессе проведения полевых работ требуется выполнять передвижения между пунктами наблюдения. Протяженность таких передвижений во многом определяется освоенностью территории исследования и организацией производства конкретных разновидностей 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 транспорте. Виды, нормы времени и планируемые объемы работ представлены в таблице 4.1.

Протяженность маршрутов на автомобильном транспорте составляет 5 км, пешие переходы 1 км. Всего: 6 км.

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

$$N_i = H_{\text{Вр}} \times V_i;$$

где $H_{\text{Вр}}$ - 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:

$$0,43 * 1/10 \text{ км} = 0,043 \text{ бр/см}$$

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

$$0,41 * 5/100 \text{ км} = 0,020 \text{ бр/см}$$

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

Всего затраты времени на передвижение при отборе проб составили 0,063 бр/см.

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 2 раза в год (август, февраль) в 4 пунктах опробования. Пробы воды отбирались в пластмассовые бутылки емкостью 1,5 л. С каждого пункта отбиралось в общей сложности по 1,7 л воды. Всего было отобрано 12 проб (12 проб на химический), общий объем – 20,4 л воды.

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

$$0,37 * 14/10 = 0,52 \text{ бр/см.}$$

Затраты труда (в чел.-сменах) исполнителя работы - инженера-гидрогеолога численно равны нормам длительности соответствующих работ.

Показатель трудозатрат рассчитывается по формуле:

$$T = L \cdot t,$$

где T – трудозатраты на создание определенного объема продукции, в человеко-смены рабочего времени;

L – численность работников, занятых в производственном процессе;

t – среднее количество фактически отработанных, нормативных или плановых часов рабочего времени в расчете на одного работника.

Так как в бригаде 2 специалиста (инженер-гидрогеолог и лаборант химического анализа), получаем на каждого специалиста:

Пешие переходы исполнителей между точками наблюдений одним специалистом:

$$t = T/L = 0,043/2 = 0,0215 \text{ (чел/см)}$$

Передвижения на автомобильном транспорте одним специалистом:

$$t = T/L = 0,02/2 = 0,01 \text{ (чел/см)}$$

Отбор проб воды одним специалистом:

$$t = T/L = 0,52/2 = 0,26 \text{ (чел/см)}$$

Таблица 4.1 - 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	1 км	вып. 1, ч. 1, т. 40	0,43	0,1	0,043	0,0215
Передвижения на автомобильном транспорте	5 км	вып. 1, ч. 1, т. 40	0,41	0,05	0,02	0,01
Отбор проб воды	проб	вып. 1, ч. 4, т. 48	0,37	1,4	0,52	0,26
ВСЕГО						0,292

Результаты расчета материальных затрат на проведение полевых работ приведены в таблице 4.2.

Таблица 4.2 - 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	14	10	140
Скотч упаковочный	шт	1	40	40
ВСЕГО				180

Таким образом, затраты труда составили 0,292 чел/см, материальные затраты на проведение полевых работ - 180 рублей.

4.1.2 Лабораторные исследования

Отбор проб воды осуществлялся в соответствии с требованиями ГОСТ Р 51592–2000 «Вода. Общие требования к отбору проб». Общий химический анализ воды проводился в гидрохимической лаборатории НОЦ «Вода»

Единичная расценка сметной стоимости работ по выполнению полного химического анализа принимается равной 4 034 руб. за 12 проб согласно СБЦ-99.

Всего было выполнено 14 анализов, следовательно, затраты на лабораторные работы составят $1,4 \cdot 4034 = 5647,6$ руб.

4.1.3 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 847 рубля.

4.2 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 таблице 4.3.

Так как в месяце 22 рабочих дня, а оклад рассчитан на месяц, получаем, что заработная плата за смену для инженер-гидрогеолога составляет 1773 рубля, а для лаборанта химического анализа – 1477 рублей.

Таблица 4.3 - Основная заработная плата

№ п/п	Наименование должностей	Кол-во человек	Оклад (в рублях)	Район. коэф	Затраты труда, чел/см	Заработная плата с учетом надбавок и затраты труда
1.	Инженер-гидрогеолог	1	30000	1,3	0,292	517,7
2.	Лаборант химического анализа	1	25000		0,292	431,3
	Итого по зарплате:					949

Таким образом, сумма заработных плат за 0,292 смен для обоих специалистов составляет 1157 рублей (с учетом северного и районного коэффициента).

4.3 Затраты на страховые взносы в государственные внебюджетные фонды

Затраты на страховые взносы в Пенсионный фонд, Фонд социального страхования, Фонд обязательного медицинского страхования и обязательного социального страхования от несчастных случаев на производстве при сооружении резервуара с применением механизированных способов сварки представлены в таблице 4.4

Рассчитывая затраты на страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний, выбираем класс I с тарифом 0,2, очистке и распределению воды (код по ОКВЭД – 41.00).

Таблица 4.4 – Расчет страховых взносов (за месяц)

Показатель	Инженер-гидрогеолог	Лаборант химического анализа
Количество работников	1	1
Зарплата, руб./мес	517,7	431,3
Фонд социального страхования (2,9%)	15	12,5

Продолжение таблицы 4.4

Показатель	Инженер-гидрогеолог	Лаборант химического анализа
Фонд обязательного медицинского страхования (5,1%)	26,4	22
Пенсионный фонд (22%)	113,9	94,9
Страхование от несчаст. случаев (тариф 0,2%)	1	0,86
Всего, руб.	156,3	130,3
Итого:	286,6	

Таким образом, сумма страховых взносов (без учета заработной платы) для инженера-гидрогеолога и лаборанта химического анализа составила 366,8 рублей.

4.4 Затраты на проведение мероприятия

На основании вышеперечисленных расчетов затрат определяется общая сумма затрат на проведение организационно-технического мероприятия (таблица 4.5).

Таблица 4.5 – Затраты на проведение организационно-технического мероприятия

Состав затрат	Сумма затрат, руб.
Амортизационные отчисления	10586
Затраты на материалы и исследования	6675
Оплата труда	949
Страховые взносы	286,6
Накладные расходы (20%)	3699,3
Всего затрат:	22195,92

Структура сметной стоимости расходов по мониторингу определяемых показателей поверхностных вод для определения эколого-геохимического состояния территории левобережья микрорайона «Северный парк» представлена на рисунке 4.1.

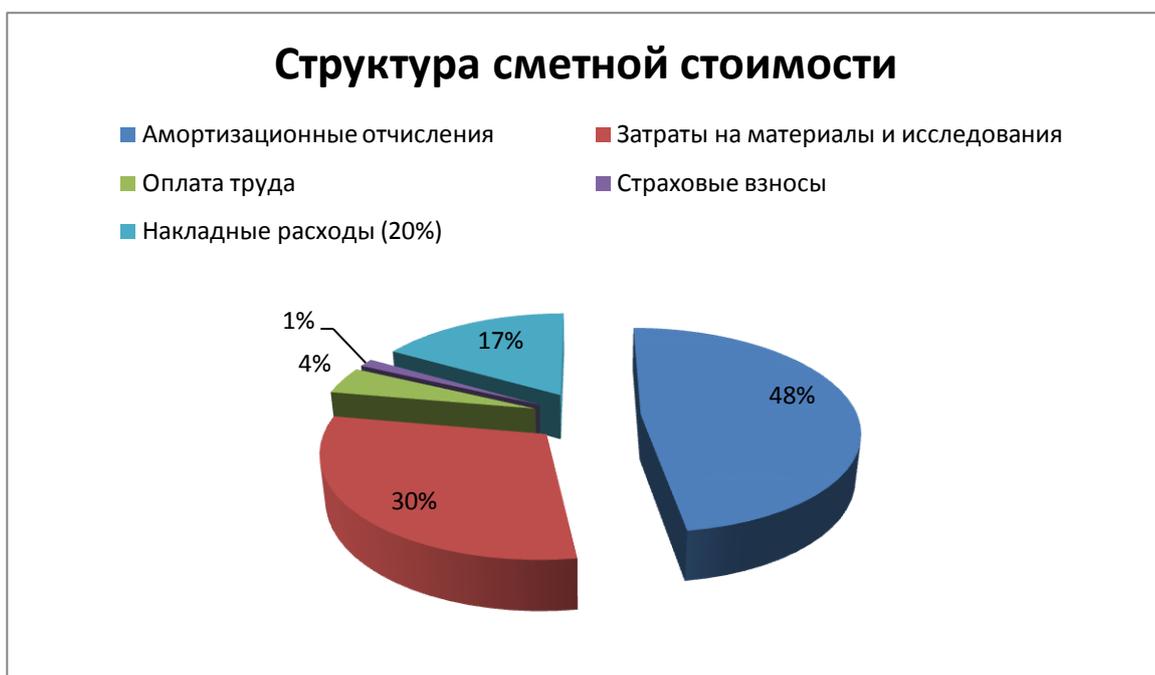


Рисунок 1 – Структура сметной стоимости

Общая сметная стоимость расходов при анализе влияния поверхностных водных объектов на территорию микрорайона «Северный парк» составляет 22195,92 рубля. При этом 48% приходится на амортизационные отчисления что составляет 10586 рубля, 30 % на затраты на материалы и исследования, около 4% составляют оплата труда и 17% накладные расходы. Наименьшие затраты приходятся на страховые взносы и составили около 1% .

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

Группа	ФИО
2ВМ51	Воротовой Екатерине Викторовне

Институт	Природных ресурсов	Кафедра	Кафедра гидрогеологии, инженерной геологии и гидрогеоэкологии
Уровень образования	Магистратура	Направление	Природообустройство и водопользование

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	<ul style="list-style-type: none"> — Полевые работы предусматривают мониторинг определяемых показателей поверхностных вод для определения эколого-геохимического состояния поверхностных водных объектов микрорайон «Северный парк» (г. Томск). — Лабораторные исследования проведены в гидрохимической лаборатории НОЦ «Вода». — Камеральная обработка проводилась в учебной аудитории на пятом этаже 20 корпуса ТПУ — На рабочем месте находятся письменный стол, стул и персональный компьютер.
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Производственная безопасность	<ul style="list-style-type: none"> — Полевые работы — Анализ вредных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению (отклонение показателей микроклимата, недостаточная освещённость, превышение уровней шума). — Анализ опасных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению (техника безопасности)
2. Экологическая безопасность	<ul style="list-style-type: none"> — Основные факторы загрязнения водных поверхностных объектов; — Мероприятия по минимизации загрязнений поверхностных вод.
3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях	<ul style="list-style-type: none"> — Возможное ЧС на объекте пожар и взрыв, наиболее типична ЧС – пожар. — Необходимо предусмотреть ряд профилактических мероприятий технического, эксплуатационного и организационного характера, проведение противопожарных инструктажей.
4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	<ul style="list-style-type: none"> — Специальные правовые нормы трудового законодательства для лаборанта химико-

	аналитической лаборатории, — организационные мероприятия
--	---

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Задорожная Т.А.			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ВМ51	Воротова Екатерина Викторовна		

Глава 5. Социальная ответственность при проведении гидрологических работ

Целью магистерской диссертации является определение эколого-геохимическое состояние поверхностных вод микрорайона «Северный парк» (г. Томск).

Для осуществления поставленной цели необходимо было выполнить следующие основные задачи:

- произвести отбор проб поверхностных вод;
- выполнить с надлежащим качеством лабораторные исследования (химические анализы проб воды);
- оформить результаты исследований в виде отчета.

Полевые работы проводились в пределах Обь-Томского междуречья, на территории микрорайона «Северный парк», отбор проб поверхностных вод р. Кисловка, оз. Щучка, оз. Боярское осуществлялся в летнее время. Лабораторные исследования проводились в лаборатории научно-образовательный центр «Вода»

Камеральная обработка данных (анализ результатов и составление отчета) проводилась в учебной аудитории на пятом этаже 20 корпуса ТПУ. Помещение имеет размеры: длина - 8 метров, ширина - 6 метров, высота - 3 метра.

5.1 Производственная безопасность

Основные элементы производственного процесса, формирующие опасные и вредные факторы при выполнении работ на рабочем месте представлены в таблице. Анализ вредных и опасных факторов проведен в соответствии с ГОСТ 12.0.003-74 представлен в таблице 5.1

Таблица 5.1 – Вредные и опасные факторы при исследовании свойств веществ в лабораторных условиях [12]

Наименование видов работ	Факторы (ГОСТ 12.0.003-74 [12])		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
Полевые работы (отбор проб воды)	Отклонение показателей микроклимата на открытом воздухе	Острые кромки и шероховатость на инструментах	ГОСТ Р 51232-98 [26] СанПиН 2.1.4.1074-01 [58] ГОСТ 18963-73 [19]
Анализы проб воды (общий химический, радиологический и микробиологический анализы воды) и камеральная обработка данных (составление отчета (таблиц, графиков и анализа изменений))	Отклонение показателей микроклимата в помещении (физ.); Превышение уровней шума (физ.); Превышение уровней электромагнитных излучений (физ.); Недостаточная освещенность рабочей зоны (физ.).	Пожарная и взрывная опасность; Электрический ток (физ.).	ГОСТ 30494-2011 [24] ГОСТ 12.1.003-2014 [13] ГОСТ Р 55710-2013 [28] ГН 2.2.5.2895-11 [9] НПБ 105-03 [47] СП 12.13130.2009 [71] ГОСТ 12.1.013-78 [17]

Анализ приведенных в таблице элементов производственного процесса при выполнении лабораторных и камеральных работ описан в следующей подглаве.

5.1.1 Полевые работы

Все виды полевых работ должны производиться в соответствии с утвержденными в установленном порядке наставлениями, руководствами, инструкциями и методическими указаниями по производству этих наблюдений и работ при строгом соблюдении требований государственных стандартов безопасности труда, настоящих Правил, а также других действующих правил, норм и инструкций по технике безопасности.

Перед началом работы должен быть определен перечень работ в соответствие с техническим заданием. Обязаны повторить обучение работников в следующих случаях:

- а) изменения физико-географических условий работ;
- б) получения в процессе производства работ новой техники и внедрения новой технологии работ;

в) обнаружения грубых нарушений правил безопасного ведения работ, приведших или способных привести к тяжелым последствиям;

г) появления нового процесса или вида работ, правилам безопасного исполнения которых наблюдатели гидрометеорологических постов и вспомогательные рабочие ранее не обучались;

д) введения вышестоящими организациями новых правил и требований по безопасному производству работ или в случаях получения особых указаний и распоряжений.

Место отбора должно обеспечивать безопасный отбор пробы воды в любое время года. С этой целью к местам отбора проб должны вести лестницы, лестничные спуски, трапы, переходные мостики. Оператор должен всегда иметь страховочный трос, тщательно закрепленный на берегу.

Спуски тропинок без дополнительного их оборудования допустимы лишь при крутизне менее 30 °С. При более крутом спуске тропинка должна быть оборудована деревянными, каменными или зарытыми в грунт ступеньками. В особо опасных и крутых местах спуск должен быть огражден с одной или двух сторон леерами или перилами.

При выполнении работ инженерно-технические работники, наблюдательский и вспомогательный персонал должны быть обеспечены и обязаны пользоваться индивидуальными средствами защиты, а также спецодеждой и спецобувью

Все виды гидрометеорологических наблюдений и работ должны выполняться в строгом соответствии с общими требованиями пожарной безопасности [15]. Кроме того, должны строго выполняться требования противопожарной безопасности, особо оговоренные в соответствующих разделах РД 39-092-91 [53] , при выполнении отдельных видов работ (использование самоходных плавсредств и судов при производстве гидрологических и морских гидрометеорологических наблюдений и работ, работы с огнеопасными легковоспламеняющимися и взрывоопасными веществами в химических лабораториях, работы по газодобытию и

использованию сжатого водорода при производстве аэрологических наблюдений, при хранении и использовании горюче-смазочных материалов, при эксплуатации двигателей внутреннего сгорания, автономных электростанций, аккумуляторных установок и других работ, при выполнении которых имеется угроза возникновения пожара).

В случае консервации проб необходимо соблюдать требования безопасности при работе с опасными и сильнодействующими веществами [52].

Все работники организации, применяющей опасные химические вещества, должны быть обучены приемам оказания первой доврачебной помощи. При отравлениях или воздействии агрессивных веществ пострадавшему должна быть оказана первая доврачебная помощь.

При попадании на кожный покров ядовитых веществ необходимо осторожно их удалить влажным тампоном, фильтровальной бумагой или смыть водой.

5.1.1.1 Отклонение показателей микроклимата на открытом воздухе

Главной характеристикой показателя микроклимата является температура воздуха - степень его нагретости, выражаемая в градусах. Низкая температура воздуха имеет место при работах на открытом воздухе зимой и в переходные периоды года.

г. Томск располагается в умеренном поясе с умеренно континентальным климатом, с тёплым летом и холодной зимой, равномерным увлажнением, довольно резким изменением элементов погоды в сравнительно короткие периоды времени, зависящим от сложной циркуляции воздушных масс над Западно-Сибирской низменностью.

О влажности воздуха в различных частях территории можно судить по величине упругости водяного пара, относительной влажности воздуха, а также и по недостатку насыщения воздуха водяным паром (табл.5.2).

В таблице приведены средние многолетние значения, вычисленные по рядам средних месячных и годовых значений парциального давления водяного пара за период 1936—1980 гг. Статистическая ошибка определения средних

многолетних значений парциального давления водяного пара не превышает 0,2 гПа.

Таблица 5.2 - Среднее месячное и годовое парциальное давление водяного пара, гПа

месяц	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
давление	1,4	1,5	2,4	4,4	6,9	11,8	15,4	13,3	9,0	5,2	2,8	1,7

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.

Работающие на открытой площадке специалисты должны быть обеспечены спецодеждой. В теплое время года рекомендуется использовать противэнцефалитный костюм, состоящий из 100% хлопка с водоотталкивающей отделкой. В холодное время года - спецодежда с теплозащитными свойствами согласно ГОСТ 27574-87 для женских [22] и ГОСТ 27653-88 для мужских костюмов [23].

При работах на открытом воздухе в результате интенсивного солнечного облучения головы возможен солнечный удар. Он проявляется головной болью, расстройством зрения, рвотой, судорогами, но при нормальной температуре тела.

Полевые базы должны включать рабочие и жилые помещения, отвечающие санитарным нормам для временных сооружений, а также должны быть обеспечены необходимыми предметами быта для создания нормальных условий проживания и работы [63].

Места для разбивки лагеря должны выбираться на ровных, по возможности, безлесных и открытых, сухих участках, защищенных от ветра. Так как территория Обь-Томского междуречья является районом распространения энцефалитных клещей и насекомых, при необходимости,

место стоянки следует очистить от валежника, кустарника и, по возможности, от травы [51].

В холодное время года палатки и другие специальные жилые помещения должны утепляться и оборудоваться обогревательными приборами.

5.1.1.2 Острые кромки и шероховатость на инструментах

Источниками опасности при работе в полевых условиях являются гидрологические приборы в виде цилиндрического сосуда, троса от лебедка, и не посредственно физические факторы.

При несоблюдении техники безопасности возможны механические повреждения частей тела.

Для обеспечения безопасности перед началом гидрогеологических работ должно быть проверено техническое состояние оборудования и исправность гидрологических приборов. При обнаружении во время внешнего осмотра и опробования неисправностей, препятствующих безопасной работе, необходимо, не приступая к работе, доложить о них руководителю работ [52].

Из неработающей скважины отбор проб производится пробоотборником с глубины интервала установки фильтра. Из действующей эксплуатируемой скважины проба отбирается из струи воды, подаваемой насосом .

Кроме того, для наблюдательной скважины необходимо осуществлять прокачку талой воды. Для этого необходимо погрузить насос на необходимую глубину отбора с помощью лебедки. При этом следует соблюдать меры предосторожности для предотвращения повреждения рук. Для этого подходят рукавицы из натурального хлопка с брезентовым наладонником (обычно используются для защиты рук при работе с острыми и режущими предметами). Кроме того, рукавицы предназначены для защиты рук при контакте как с сильно нагретыми, так и очень холодными поверхностями, а также для работы при низких температурах на открытом воздухе и в неотапливаемых помещениях (средства индивидуальной защиты рук работников).

На оборудовании должны быть предусмотрены защитные элементы на подвижных частях оборудования, а именно: защитные кожухи, ограждения подвижных частей оборудования [53].

5.1.2 Лабораторные и камеральные работы

5.1.2.1 Анализ вредных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению (производственная санитария)

5.1.2.1.1 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, согласно СанПиНу 2.2.4.548–96 [63] температура воздуха, температура поверхностей, относительная влажность воздуха, скорость движения воздуха, интенсивность теплового облучения.

Допустимые и оптимальные нормы микроклимата в рабочей зоне производственных помещений приведены в виде таблицы 5.3

При обеспечении оптимальных и допустимых показателей микроклимата в холодный период необходимо предусматривать систему отопления, следует применять средства защиты переохлаждения от окон, а в теплый период необходимо применять средства защиты от попадания прямых солнечных лучей (занавески).

Кроме того, необходимо содержать помещение в чистоте, делать влажную уборку ежедневно и проветривать помещение.

В производственных помещениях, в которых допустимые нормативные величины показателей микроклимата невозможно установить из-за технологических требований к производственному процессу или экономически обоснованной нецелесообразности, условия микроклимата следует рассматривать как вредные и опасные.

Таблица 5.3. - Допустимые и оптимальные нормы микроклимата в рабочей зоне производственных помещений

Период года	Категория тяжести выполняемых работ	Температура, С°		Относительная влажность, %		Скорость движения воздуха, м/сек	
		Допуст.	Оптим.	Допуст.	Оптим.	Допуст.	Оптим.
Холодный	Ia (камеральная обработка)	20,0-21,9, 24,1-25,0	22-24	15-75	60-40	0,1-0,2	0,1
Холодный	IIa (лабораторные исследования)	17,0-18,9, 21,1-23,0	19-21	15-75	60-40	0,1-0,3	0,2
Теплый	Ia (камеральная обработка)	21,0-22,9, 25,1-28,0	23-25	15-75	60-40	0,1-0,2	0,1
Теплый	IIa (лабораторные исследования)	18,0-19,9, 22,1-27,0	20-22	15-75	60-40	0,1-0,4	0,2

В настоящем проекте принимаем категорию Ia для камеральной обработки данных, к которой относятся работы с интенсивностью энерготрат до 120 ккал/ч (до 139 Вт), производимые сидя и сопровождающиеся незначительным физическим напряжением и категорию IIa для лабораторных работ, к которой относятся работы с интенсивностью энерготрат 151-200 ккал/ч (175-232 Вт), связанные с постоянной ходьбой, перемещением мелких (до 1 кг) изделий или предметов в положении стоя или сидя и требующие определенного физического напряжения.

В целях профилактики неблагоприятного воздействия микроклимата должны быть использованы защитные мероприятия (например, системы местного кондиционирования воздуха, воздушное душирование, компенсация неблагоприятного воздействия одного параметра микроклимата изменением другого, спецодежда и другие средства индивидуальной защиты, помещения для отдыха и обогрева, регламентация времени работы, в частности, перерывы в работе, сокращение рабочего дня, увеличение продолжительности отпуска, уменьшение стажа работы и др.).

5.1.2.1.2 Превышение уровней электромагнитных излучений

Источником электромагнитного и ионизирующего излучения в помещении является компьютер.

При работе с компьютером допустимые уровни электромагнитных полей представлены в таблице 5.4.

Таблица 5.4 - Временные допустимые уровни ЭМП, создаваемых ПЭВМ

Наименование параметров		ВДУ ЭМП
Напряженность электрического поля	в диапазоне частот 5 Гц-2 кГц	25 В/м
	в диапазоне частот 2 кГц-400 кГц	2,5 В/м
Плотность магнитного потока	в диапазоне частот 5 Гц-2 кГц	250 нТл
	в диапазоне частот 2 кГц-400 кГц	25 нТл
Электростатический потенциал экрана видеомонитора		500 В

Остальные гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы определены и представлены в СанПин 2.2.2/2.4.1340-03 [62].

Для уменьшения излучения необходимо соблюдать следующие рекомендации:

1. Расстояние от задней панели до спины другого пользователя не должно быть менее 1,5 м (поскольку максимальный уровень радиации располагается в его задней панели).
2. Следует максимально уменьшить длину проводов питания.
3. Монитор должен располагаться на удобном для зрения расстоянии, а системный блок — максимально удален от пользователя.
4. Располагать в углу комнаты, чтобы нивелировать излучение от стенок монитора.
5. Выключение компьютера по окончании работы.
6. При расстановке нескольких компьютеров в офисе, их следует располагать по периметру, оставляя центр помещения свободным.

Данные условия выполнены и способствуют уменьшению электромагнитных излучений, что и подтверждает проведенная оценка ООО «Центр безопасности труда» неионизирующих излучений прибором измерителем напряженности электрических и магнитных полей (марка ПЗ-80, заводской номер: 110052), значения показателей индукции периодического

магнитного поля и значения показателей напряженности электрического поля находятся в норме.

5.1.2.1.3 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 [72] 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 [72] 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 [72]. Для производственных помещений характерна зрительная работа 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.

В помещении используются люминесцентные лампы общего освещения, на столах применяются светильники Трансвит БЕТА.

Согласно проведенной оценки ООО «Центр безопасности труда» люксиметром-яркомером-пульсметром (марка: «ЭКОЛАЙТ»-02, заводской номер: 00180-11) показатели освещенности находятся в норме.

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.

5.1.2.1.4 Превышение уровней шума

В системе мер по обеспечению защиты от шума на производстве большое значение имеет нормативно-техническая документация. Она состоит из документов, которые устанавливают требования к шумовым характеристикам мест пребывания людей и методов контроля этих характеристик; методов установления шумовых характеристик источников шума (машин, оборудования, механизированного инструмента) и т.д.

Основополагающим документом, устанавливающим классификацию шумов, допустимые уровни шума на рабочих местах, общие требования к защите от шума, является ГОСТ 12.1.003-83 [14], а также СанПиН 2.2.4/2.1.8.562-96 [61].

Основными источниками шума в помещениях для лабораторных и камеральных работ являются: компьютеры, принтеры, плоттеры, множительная техника и оборудование для кондиционирования воздуха, вентиляторы систем охлаждения, трансформаторы (в блоках электропитания), лабораторное оборудование (фотометры, спектрофотометры, анализаторы и т.д.).

В результате шума в рабочем помещении у рабочего может появиться: снижение внимания, уменьшение скорости психических реакций, увеличение расхода энергии на выполнение поставленных работ. А соответственно, в результате этого понижается производительность труда и качество выполняемых работ.

Допустимый уровень шума - это уровень, который не вызывает у человека значительного беспокойства и существенных изменений показателей функционального состояния систем и анализаторов, чувствительных к шуму.

Нормируемыми параметрами постоянного шума на рабочих местах являются уровни звукового давления L , дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами: 31,5; 63; 125; 250; 500; 1000; 2000; 4000; 8000 Гц (табл. 5.5)

Таблица 5.5 - Предельно допустимые уровни звукового давления и эквивалентные уровни звука на рабочих местах

Вид трудовой деятельности	Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами в Гц									Уровни звука и эквивалентные уровни звука, дБА
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Творческая деятельность, научная деятельность: в лабораториях для теоретических работ и обработки данных.	86	71	61	54	49	45	42	40	38	50

В соответствии с ГОСТ 12.1.003-2014 [13] защита от шума должна достигаться разработкой шумобезопасной техники, применением средств и методов коллективной защиты и индивидуальной защиты, а также строительно-акустическими методами .

К коллективной защите от шума можно отнести изоляцию источника шума от окружающей среды средствами звуко- и виброзащиты, рациональное размещение оборудования рабочих мест согласно СП 118.13330.2012 [70], а именно: площадь рабочих комнат структурных подразделений на 1 человека для составляет 6,5 м². К средствам индивидуальной защиты от шума относят противошумные вкладыши, а также возможность сокращать время пребывания в рабочих условиях чрезмерного шума.

5.1.2.2 Анализ опасных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению (техника безопасности)

5.1.2.2.1 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) [14].

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 электроустановках напряжением до 1000 В, расположенных в помещениях, кроме особо опасных в особо неблагоприятных условиях, в отношении поражения людей электрическим током, работник, имеющий группу III и право быть производителем работ, может работать единолично (табл.5.6).

Таблица 5.6 - Напряжения прикосновения и токи, протекающие через тело человека при нормальном (неаварийном) режиме электроустановки, не должны превышать значений

Род тока	U , В	I , мА
	не более	
Переменный, 50 Гц	2,0	0,3
Постоянный	8,0	1,0

Напряжения прикосновения и токи приведены при продолжительности воздействий не более 10 мин в сутки и установлены, исходя из реакции ощущения. Напряжения прикосновения и токи для лиц, выполняющих работу в

условиях высоких температур (выше 25°C) и влажности (относительная влажность более 75%), должны быть уменьшены в три раза.

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;). 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 [49].

К основным коллективным способам и средствам электрозащиты относятся: изоляция токопроводящих проводов с непрерывным контролем, предупредительные сигналы, применение малых напряжений и т.д.

В помещении подключение компьютера и другого оборудования, работающего на электричестве, к электрической сети происходит через розетку с заземляющим контактом, причем в розетке заземляющий контакт подключен к шине заземления.

5.1.2.2.2 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 реке территорий. Дождевыми и снеготалыми водами с территорий микрорайона 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 микрорайона «Северный парк» отсутствует канализационные очистные сооружения. В соответствии с отчетом [51] канализационные очистные сооружения только в разработке. Создание системы уличной ливне-дренажной канализации на территории, стройки с подачей вод на КОС, либо системы нагорным каналов с водоприемником и

перекачивающей насосной станцией (в случае реализации, дамбы-набережной).

5.2 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.

К наиболее вероятным и разрушительным видам чрезвычайных ситуаций на рабочем месте относят пожар или взрыв. В соответствии с НПБ 105-03 [47] и СП 12.13130.2009 [71] по взрывопожарной и пожарной опасности помещения подразделяются на категории А, Б, В1-В4, Г и Д, а здания - на категории А, Б, В, Г и Д. Категория помещения по пожаровзрывоопасности - В, так и в офисном помещении, где происходит камеральная обработка данных, так и в лаборатории находятся вещества и материалы, способные при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом гореть (канцелярские принадлежности, мебель).

К организационным мерам в лабораторном помещении относятся:

- разработка планов эвакуации (рис.5.1);
- информирование сотрудников о правилах пожарной безопасности;
- разработка инструкций о действиях при пожаре.

Более того, в административном здании предусмотрены современные автоматические средства сигнализации и устройство автоматических стационарных систем тушения пожаров. Ежегодно проводятся профилактические мероприятия, связанные с проверкой средств пожаротушения (огнетушители, шланги и т.д.), проведение инструктажа по технике безопасности, и проведение учебных тревог.



Рисунок 5.1 – План эвакуации при пожаре и других ЧС

В качестве средств пожаротушения используется огнетушитель порошковый ОП-4(г) - АВСЕ - 02.

5.3 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.

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 [73].

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)

Заключение

Воды являются важнейшим компонентом окружающей природной среды, возобновляемым, ограниченным и уязвимым природным ресурсом, используются и охраняются в Российской Федерации в соответствии с Водным кодексом как основа жизни и деятельности народов, проживающих на ее территории.

Территория микрорайона «Северный парк» расположена в пределах левобережной поймы р. Томь, часто затапливаемой в период весеннего половодья, в зоне действия депрессионной воронки Томского водозабора. Существует риск подтопления и затопления территории Северного Парка, который возможен в случае развития подпорных явлений со стороны р. Томи и при распространении подпорных явлении от водопропускного сооружения под автодорогой «Шегарский тракт». В этом случае на эколого-геохимическое состояние поверхностных вод будет негативно влиять смыв загрязнений с затопленной территории, влияние также может распространиться на подземные воды.

Существующая сеть автодорог в районе Северного Парка не может обеспечивать защиту левобережья от затопления речными водами. В качестве долгосрочных противопаводковых мероприятий и мероприятий по инженерной защите территории от затопления предлагается реконструкция автодорожного водопропускного сооружения по Шегарскому тракту на р. Кисловке с увеличением пропускной способности; создание дамбы-набережной вдоль правого берега р. Кисловки на всем ее протяжении от моста на Серебряный Бор до моста на Шегарском тракте; дальнейшее строительство второй очереди на площадках с вертикальной планировкой местности, площадная отсыпка до незатопляемых отметок. Защита территории от подтопления, в первую очередь должна быть направлена на регулирование поверхностного стока, путем организации дренажной системы и надежности функционирования инженерных водонесущих коммуникаций. Но не все мероприятия на сегодняшний момент осуществлены.

Согласно, концепции градостроительного развития левобережья г. Томска, предполагается застройка средне и малоэтажных домов общей численностью населения примерно 25 тысяч человек. На территории, где располагается объект исследования, планируется малоэтажная застройка мкр. «Северный парк» с численностью населения 6 тыс. человек. На данный момент уже идет возведение многоэтажного здания (построено 8 этажей), что является отклонением от представленной концепции 2011 г.

Деятельность строительной площадки оказывает влияние на различные компоненты биосферы поймы р.Томи: на атмосферу, гидросферу, почвы. Увеличивается поступление взвешенных веществ, солей аммония, нитратов, нитритов, фосфатов, поверхностно-активных веществ, нефтепродуктов, соединений металлов (железа, марганца, меди). Основным фактором загрязнения поверхностных водных объектов является ливневый сток с водосборного бассейна, поступление коммунально-бытовых сточных вод, аварийные загрязнения; с территории строительной площадки также привносится определенная масса загрязняющих веществ.

Результаты исследования снегового покрова говорят о влиянии строительной площадки на эколого-геохимическое состояние поверхностных вод. Анализируя полученные данные о химическом составе поверхностных вод по различным гидрохимическим показателям можно отметить, что в целом по всем показателям превышений над ПДК незначительно. Показатели ХПК на протяжении всего периода измерений превышали установленную норму в 2 раза нормы ПДК_{к-б}. Показатели БПК₅ как правило, превышали ПДК_{к-б} во время летне-осенней межени. Можно заметить, что значения БПК₅ заметно снижены в период летней и летне-осенней межени, в сравнении с зимней меженью.

Однако наряду с химическими элементами в воде содержатся различные микроорганизмы и бактерии. Очень часто микробиологические показатели являются решающими при оценке пригодности воды для использования. Поэтому микробиологический анализ воды нужно считать неотъемлемой частью исследования. Исходя из результатов микробиологических анализов,

можно предположить, что сточные воды являются коммунально-бытовыми, так как после сброса количество аммонифицирующих бактерий увеличивается практически в 4 раза, психрофильных сапрофитов в 3 раза – это говорит об усилении загрязнения водного объекта, кроме того индекс олиготрофности <1 , это свидетельствует о потере способности водного объекта к самоочищению. Но это также может быть вызвано влиянием вторичного загрязнения от донных отложений.

Для оценки степени загрязненности воды использовались комплексные показатели ИЗВ и УКИЗВ. Оценили эколого-геохимическое состояние поверхностных вод по ИЗВ умеренно загрязнённое, класс качества 3. УКИЗВ 2 классу, качество воды слабо загрязненное. Площадка строительства дна данный момент не оказывает негативного влияния на эколого-геохимическое состояние поверхностных вод, возможно, это влияние усилится после введения в эксплуатацию всего комплекса сооружений. Ситуацию осложняет неопределенность с очистными сооружениями и ливневой канализацией. Необходимо обратить особое внимание на соблюдение в исследуемом районе требований экологического законодательства, проведение экологического мониторинга поверхностных и подземных вод. Это потребует больших затрат, однако в условиях жилой застройки в пойме р. Томи избежать этого будет затруднительно.

Список публикаций

1. Воротова Е.В. Геоэкологическое состояние территории застройки левобережья поймы р. Томи. // Проблемы геологии и освоения недр Труды XVII Международного научного симпозиума студентов и молодых учёных имени академика М.А. Усова «Проблемы геологии и освоение недр», посвященного 130-летию со дня рождения академика М. И. Национальный исследовательский Томский политехнический университет. – Томск, 2017.
2. Воротова Е.В. Эколого - геохимическое состояние территории застройки микрорайона северный парк //63-е Университетской научно-технической конференции студентов и молодых ученых. Томский государственный архитектурно-строительный университет.-Томск, 2017.

Список литературы

1. Азьмука Т.И. Ресурсы климата.// Природные ресурсы Томской области.— Новосибирск: Наука, 1991. – с. 83-102
2. Атлас расчетных гидрологических карт и номограмм/Пособие по определению расчетных гидрологических характеристик Л.: Гидрометеоздат,1986
3. Бабин А.А., Шумкова Т.С. Геологическое строение и полезные ископаемые листа О-45-123-Б (Отчет Семилуженской партии за 1959-1960 гг.) Томск, ТГФ,1961.
4. 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.
5. Ваганов Г.Д., Тимофеев А.Н. и др. Гидрогеологические и инженерно-геологические условия листа О-45-XXXII (Отчет Томь-Яйской партии по работам за 1970-1973 гг.) Томск, ТГФ, 1973.
6. Вестник Томского государственного университета. Биология. 2011. № 3 (15). С. 16-37
7. Водный кодекс Российской Федерации (ВК РФ) 74-ФЗ от 03.06.2006
8. Всероссийский научно-исследовательский институт гидрометеорологической информации [Электронный ресурс: <http://meteo.ru>]
9. ГН 2.2.5.2895-11 "Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны"
10. ГН 2.2.5.686-98 "Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны. Гигиенические нормативы.
11. Горная энциклопедия. М.: Советская энциклопедия. Под редакцией Е. А. Козловского. 1984—1991.
12. ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация
13. ГОСТ 12.1.003-2014 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Шум. Общие требования безопасности

- 14.ГОСТ 12.1.003-83 Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования безопасности
- 15.ГОСТ 12.1.004-91 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Пожарная безопасность. Общие требования
- 16.ГОСТ 12.1.007-76 Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности.
- 17.ГОСТ 12.1.013-78 ССБТ. строительство. электробезопасность. общие требования
- 18.ГОСТ 17.1.5.05 Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к отбору проб поверхностных и морских вод, льда и атмосферных осадков
- 19.ГОСТ 18963-73 Вода питьевая. Методы санитарно-бактериологического анализа
- 20.Гост 19179-73 гидрология суши. термины и определения.
- 21.ГОСТ 25100-95 Грунты. Классификация
- 22.ГОСТ 27574-87 Костюмы женские для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий. Технические условия
- 23.ГОСТ 27653-88 Костюмы мужские для защиты от механических воздействий, воды и щелочей. Технические условия
- 24.ГОСТ 30494-2011 здания жилые и общественные. параметры микроклимата в помещениях
- 25.ГОСТ 4204-77. Реактивы. Кислота серная. Технические условия
- 26.ГОСТ Р 51232-98 Вода питьевая. Общие требования к организации и методам контроля качества
27. ГОСТ Р 51592-2000 Вода. Общие требования к отбору проб
- 28.ГОСТ Р 55710-2013 Освещение рабочих мест внутри зданий. Нормы и методы измерений
- 29.Григорьев Н.В., Сазанов П.Т. и др. Геологическое строение и полезные ископаемые планшета О-45-135-А (Окончательный отчет Ярославской партии по геологической съемке 1:50000 масштаба за 1965-1967 гг.) Томск, ТГФ, 1967.

30. 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.
31. Дюкарев А.Г. Пологова Н.Н. Типология земель на основе структуры почвенного покрова как способ эколого-хозяйственной организации территории Обь-Томского междуречья // Вопросы географии Сибири. Томск, 2001. Вып. 24. С. 272-286
32. Евсеева Н.С. География Томской области . – Томск: Изд-во Томского государственного университета, 2001, 223с
33. Информационный отчет по объекту «Ведение мониторинга подземных и поверхностных вод на территории мкр. Северный парк, АО «Томскгеомониторинг»-г.Томск 2016
34. Иоганзен Б. Г. Природа Томской области. - Новосибирск: Западно-Сибирское книжное издательство, 1971.- С.5- 174
35. Квасникова З. Н. /Ландшафты: дифференциация и картографирование / Учебное пособие. – Томск, 2007. – с.73
36. Колоколова О. В. Геохимия подземных вод района Томского водозабора : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук / О. В. Колоколова ; Российская академия наук (РАН), Сибирское отделение (СО), Институт геологии нефти и газа (ИГНГ) ; науч. рук. С. Л. Шварцев. — Томск, 2003. — 21 с. : ил.
37. К.И. Дубровская, Н.А. Ермашова. Особенности гидрологического режима малых рек Обь-Томского междуречья /Томский государственный университет, Томский политехнический университет. Томск – 2001, -101с
38. Кузин П.С., Бабкин В.И., Географические закономерности гидрологического режима рек, Л.: Гидрометеиздат, 1979, 200с.
39. Ларченко Р.И. Отчет о результатах геолого-гидрогеологических исследований на Западном участке. Томск, 1968.

- 40.Левина О.О. Эколого-геохимическое состояние природных вод на левом берегу р. Томи в пределах г. Томска. // Проблемы геологии и освоения недр Труды XVII Международного симпозиума имени академика М.А. Усова студентов и молодых учёных, посвященного 150-летию со дня рождения академика В.А. Обручева и 130-летию академика М.А. Усова, основателей Сибирской горно-геологической школы. Национальный исследовательский Томский политехнический университет. – Томск, 2013. – С. 556 – 558.
- 41.Легенда Обской подсерии Западно-Сибирской серии листов Государственной геологической карты Российской Федерации. Масштаба 1:200000. Под редакцией Бабушкина А.Е. Томск, ТГФ, 2000.
- 42.Льготин В.А., Макушин Ю.В., Савичев О.Г., Кириленко Т.Д. Особенности и факторы формирования гидрохимического состояния поверхностных водных объектов на территории Томской области // География и природные ресурсы. - 2005. - №1, С.39-46.
- 43.Льготин В.А., Савичев О.Г., Нигороженко В.Я. Состояние поверхностных водных объектов, водохозяйственных систем и сооружений на территории Томской области в 2000-2005 гг. – Томск: ОАО «Томскгеомониторинг», «АГРАФ-ПРЕСС», 2006. – 88 с.
- 44.МУК 4.2.1884-04 Санитарно-микробиологический и санитарно-паразитологический анализ воды поверхностных водных объектов
- 45.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
- 46.Научно-прикладной справочник по климату СССР. Серия 3. Многолетние данные. Части 1-6. Выпуск 20.
- 47.НПБ 105-03 Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности

- 48.ГН 2.1.5.1315-03 Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования
- 49.ПОТ Р М 016-2001 Межотраслевые правила по охране труда (правила безопасности) при эксплуатации электроустановок
- 50.Приказ 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»
- 51.Проект планировки и проект межевания территории Левобережья р.Томи в границах городской черты с концепцией градостроительного развития прилегающих территорий Томского района в границах агломерации (далее – Проект планировки) выполняется в соответствии с Муниципальным контрактом №01-11 от 29 марта 2011 г. между Департаментом архитектуры и градостроительства администрации города Томска и Научно-проектным институтом пространственного планирования «ЭНКО» (г.Санкт-Петербург).
- 52.Р 52.24.353-2012 Отбор проб поверхностных вод суши и очищенных сточных вод
- 53.РД 39-092-91 инструкция по безопасному ведению морских инженерно-гидрометеорологических работ
- 54.РД 52.04.186-89 Руководство по контролю загрязнения атмосферы
- 55.РД 52.24.643-2002 Метод комплексной оценки степени загрязненности поверхностных вод по гидрохимическим показателям
- 56.Савичев О. Г. Методика оценки уровней вод реки Томь при ледовых заторах и зажорах у г. Томска (Западная Сибирь) / О. Г. Савичев, В. А. Льготин // Известия Томского политехнического университета [Известия ТПУ]. — 2011. — Т. 318, № 1 : Науки о Земле. — [С. 135-140].
- 57.Савичев О.Г. Реки Томской области. Состояние, использование, охрана. Томск, Изд-во ТПУ, 2003г., 201 с

58. СанПиН 2.1.4.1074-01 Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества
59. СанПиН 2.1.4.1110-02 Зоны санитарной охраны источников водоснабжения и водопроводов питьевого назначения
60. СанПиН 2.1.5.980-00 Гигиенические требования к охране поверхностных вод
61. СанПиН 2.2.4/2.1.8.562-96 Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки
62. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы
63. СанПиН 2.2.4.548-96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений
64. СНиП 2.02.01-83 Основания зданий и сооружения
65. СНиП 2.04.01-85 Внутренний водопровод и канализация зданий;
66. СНиП 2.04.02-84 Водоснабжение наружные сети и сооружения
67. СНиП 2.04.03-85 Канализация. Наружные сети и сооружения;
68. Состояние геологической среды (недр) территории Сибирского федерального округа в 2010 г. : информационный бюллетень / под ред. В.А. Льготина и др. Томск : Томскгеомониторинг, 2011. Вып. 7. 144 с
69. СП 116.13330.2012 Инженерная защита территорий, зданий и сооружений от опасных геологических процессов
70. СП 118.13330.2012 Общественные здания и сооружения.
71. СП 12.13130.2009 Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности электронно-вычислительным машинам и организации работы
72. СП 52.13330.2011 Естественное и искусственное освещение
73. Трудовой кодекс Российской Федерации" от 30.12.2001 197-ФЗ (ред. от 02.04.2014, с изм. от 05.05.2014) (с изм. и доп., вступ. в силу с 13.04.2014)

74. Территориальный орган федеральной службы государственной статистики по Томской области [электронный режим]- <http://tmsk.gks.ru/>
75. Территориальный центр томскгеомониторинг [электронный режим]- <http://www.tgm.ru/>
76. Шварцев С.Л., Лукин А.А. О некоторых спорных проблемах Томского водозабора // Обской вестник: науч.-практ. журн. Томск, 1999. № 3–4. С. 126–131
77. Расписание погоды [электронный режим]- <https://rp5.ru/>
78. Ю.В. Макушин и др. Переоценка эксплуатационных запасов подземных вод Томского месторождения. Томск – 2005 г

**Приложение А
(обязательное)**

Ansätze zur Minderung der Einträge in die Gewässer

Студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ВМ51	Воротова Екатерина Викторовна		

Консультант кафедры ИЯПР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старш. преподаватель	Когут С.В			

Ansätze zur Minderung der Einträge in die Gewässer

Zur Verminderung der Gewässerbelastungen können sehr unterschiedliche Ansatzpunkte gewählt werden. Ziel dieses Kapitels ist es, verschiedene mögliche Minderungsmaßnahmen aufzuzeigen und zu beschreiben. Diese Informationen können als Grundlage verwendet werden, wenn bspw. im Rahmen der Bestandsaufnahme zur Wasserrahmenrichtlinie in einzelnen Flussgebieten Defizite bei der Einhaltung der guten chemischen Qualität aufgezeigt werden und Maßnahmenprogramme zur Verringerung der Gewässerbelastung aufzustellen und umzusetzen sind. Bei der Beschreibung der Maßnahmenansätze wird auf folgende Punkte eingegangen:

- Technische Beschreibung: Verfahrensbeschreibung, Anwendbarkeit, Randbedingungen, technische Vor- und Nachteile;
- Praktikabilität: Verfügbarkeit der Emissionsminderungstechnik, vorliegende Erfahrungen;
- Effektivität bzw. Minderungspotenzial: Spezifische Emissionsminderung, Minderungspotenzial insgesamt;
- ökonomische Auswirkungen: Kosten der Maßnahme, soweit möglich spezifische Kosten bzw. Kostenwirksamkeit (bezogen auf die zu erreichende Emissionsminderung) und
- mögliche Instrumente zur Umsetzung z. B. Informationsprogramme, freiwillige Industrieinitiativen/Selbstverpflichtungen, ökonomische Instrumente, Ordnungsrecht.

Bzgl. des Minderungspotenzials sind die möglichen Emissionsminderungen im Verhältnis zu den Einträgen zu bewerten, die im Rahmen der Arbeiten zum Emissionsinventar Wasser für Deutschland insgesamt berechnet wurden (Fuchs et al., 2002; Böhm et al., 2001). Bei diesen eintragspfadbezogen berechneten Emissionsdaten kann zusätzlich zwischen den kurz- und mittelfristig beeinflussbaren bzw. nicht beeinflussbaren Stofffrachten unterschieden werden. Nicht kurz-/mittelfristig reduzierbare Mengen sind

- die über den Grundwasserpfad eingetragenen Frachten,

- die über menschliche Ausscheidungen und Reinigungswässer ins kommunale Abwasser eingebrachten und über die kommunalen Kläranlagen in die Gewässer emittierten Stofffrachten,
- die über industrielle Direkteinleiter verursachten Stoffeinträge,
- die über die atmosphärische Deposition direkt eingetragene Mengen (Emissionsminderungsmaßnahmen zur Verringerung der Luftemissionen sind in Deutschland bereits weitgehend umgesetzt) und
- die über Bergbaualtlasten verursachten Emissionen.

Die kurz-/mittelfristigen reduzierbaren Eintragungsmengen in die Gewässer liegen danach bei 493 t/a Kupfer, 2.457 t/a Zink und 244 t/a Blei bei Gesamteintragungsmengen von 660 t/a Kupfer, 3.187 t/a Zink und 296 t/a Blei.

Bei den Untersuchungen zu den ökonomischen Auswirkungen werden, soweit aufgrund der Datensituation möglich, Kosten-Wirksamkeitsanalysen vorgenommen. Bei dieser Methode wird die Abschätzung der Wirkung einer Maßnahme (Umweltentlastung) nicht in Geldeinheiten vorgenommen, sondern es werden die monetären Kosten in Beziehung zu nicht monetär bewertbaren Wirkungen gesetzt. Im Falle von Stoffeinträgen in die Gewässer können dies physikalische Einheiten (hier: vermiedene Einträge von Kupfer, Zink und Blei in kg) sein. Die benötigten Kostendaten für die Maßnahmen sind dazu soweit möglich unter einheitlichen Rahmenbedingungen zu berechnen, um eine Vergleichbarkeit der Ergebnisse zu gewährleisten. Im Rahmen eines Forschungsvorhabens für das Umweltbundesamt wurden von Böhm et al. (2002) für verschiedene Maßnahmen im Bereich des Gewässerschutzes Kosten-Wirksamkeitsanalysen durchgeführt. Die Ergebnisse dieser Arbeiten können hier teilweise mit verwendet werden.

Die grundsätzlichen Ansatzpunkte für die Verringerung der Einträge sind zum einen die Vermeidung bzw. die Reduktion der Emissionen durch den Einsatz von Ersatzstoffen, durch den Einsatz modifizierter metallhaltiger Materialien oder im Landwirtschaftsbereich durch veränderte Anbaumethoden. Zum anderen besteht die Möglichkeit der nachträglichen Abtrennung der Stoffe durch eine Behandlung der belasteten Wasserströme. Es wird dabei nur auf solche Maßnahmen eingegangen,

durch deren Umsetzung die Emissionen in die Gewässer in nennenswertem Umfang reduziert werden können. Außerdem werden nur solche Maßnahmen näher behandelt, die technisch weitgehend ausgereift sind und auch in der Praxis bereits umgesetzt wurden. Im Einzelnen werden folgende Maßnahmen untersucht:

Stoffübergreifende Maßnahmen:

- Baubereich: Einsatz von Ersatzstoffen bzw. beschichteten Materialien bei Neubauten/Renovierungen

- Behandlung des abfließenden Niederschlagswassers:

- a) dezentral: Filteranlagen für Einzelgebäude

- b) im Kanalnetz: Regenüberlaufbecken im Mischsystem sowie Bodenfilter im Misch- bzw. Trennsystem;

- Versickerung von Niederschlagswasser;

- Erosionsminderung in der Landwirtschaft;

$\frac{3}{4}$ Einzelstoffbezogene Maßnahmen:

- Kupfer:

- Hausinstallationen: Veränderung der Trinkwassereigenschaften zur Verringerung der Korrosionsraten;

- Verkehrsbereich: Einsatz von Ersatzstoffen für Kupfer in Bremsbelägen;

- Zink:

- Duplex-Beschichtung stückverzinkter Materialien;

- Blei:

- Verkehrsbereich: Einsatz von Ersatzstoffen für Blei in Bremsbelägen;

- Verkehrsbereich: Einsatz von Ersatzstoffen für Blei in Auswuchtgewichten.

Einsatz von Ersatzstoffen bzw. Beschichtungen im Bauwesen

Beschreibung

Die unterschiedlichen Verwendungen von Kupfer, Zink und Blei im Baubereich sind beschrieben und hinsichtlich der resultierenden Emissionen analysiert. Für die Mehrzahl der Anwendungen stehen alternative Materialien zur Verfügung bzw. können Beschichtungen aufgebracht werden, so dass die Kupfer-, Zink- bzw. Bleiemissionen vermieden bzw. deutlich reduziert werden können. Als

Ersatzstoffe sind hier. Materialien wie Edelstahl, Aluminium oder Kunststoff bzw. verzinnertes Kupfer oder organisch beschichtetes Zink oder Blei zu nennen. Der Einsatz dieser alternativen Materialien kann jedoch einen Eingriff in den baulichen Entwurf und die architektonische Gestaltung des betroffenen Gebäudes bedeuten. Außerdem ist zu prüfen, ob die mit dem Einsatz von Kupfer, Zink oder Blei verbundenen technischen Funktionen auch durch die Ersatz- oder die beschichteten Materialien erreicht werden können. Es ist deshalb erforderlich, die unterschiedlichen Anwendungen mit den jeweiligen Randbedingungen differenziert zu betrachten. Die vorgestellten Alternativen vermeiden die im Vordergrund stehenden Kupfer-, Blei- und Zinkemissionen. Dennoch ist es erforderlich, die ökologischen Auswirkungen der Anwendungen über den ganzen Lebenszyklus zu berücksichtigen. In Kapitel 6 werden deshalb die Anwendungen im Bauwesen unter Beachtung der Vor- und Nachteile der unterschiedlichen Materialien detailliert untersucht und es werden darauf aufbauend Empfehlungen abgeleitet.

Grundsätzlich ist zu beachten, dass der Einsatz der alternativen Materialien und Beschichtungen nur bei Neubauten bzw. bei Renovierungen von Gebäuden möglich bzw. wirtschaftlich sinnvoll ist. Bei Nutzungsdauern zwischen 15 und 50 Jahren für die relevanten Bauteile (Dachbleche, Fassaden, Regenrinnen und -fallrohre, etc.) ist somit im Bestand nur langfristig eine Änderung der Emissionssituation zu erreichen.

Praktikabilität. Die alternativen Materialien (incl. Beschichtungen) und die für die Verarbeitung dieser Materialien notwendigen Techniken stehen überwiegend bereits seit vielen Jahren zur Verfügung und sind technisch ausgereift und erprobt. Vergleichsweise neu verfügbar ist verzinnertes Kupfer, das erst seit wenigen Jahren auf dem Markt angeboten wird. Allerdings liegen auch für dieses Material inzwischen ausreichend Erfahrungen vor, so dass es eine vollwertige Alternative darstellt

Effektivität/Minderungspotenzial. Der mit dem Einsatz der alternativen Materialien zu erreichende Wirkungsgrad bzgl. der Emissionen an Kupfer, Zink oder Blei ist sehr hoch, da dadurch entweder auf den Einsatz dieser Stoffe vollständig verzichtet wird oder durch die Beschichtungen der Schwermetall-Abtrag weitgehend

vermieden wird. Aus der Bilanzierung der Einträge ergibt sich für diesen Bereich ein insgesamt hohes Minderungspotenzial (Gesamtmenge der Einträge: 59 t/a Cu, 515 t/a Zn, 17 t/a Pb). Das kurzfristig zu realisierende Minderungspotenzial ist jedoch gering, da die Veränderungen vorwiegend die Bereiche Neubau und Renovierungen betreffen. Die zu erreichende Emissionsminderung hängt u. a. auch von den regionalen Randbedingungen ab (klimatische Faktoren, Schadstoffbelastung der Atmosphäre, Einsatzmengen der relevanten Materialien, etc.).

Ökonomische Auswirkungen/Kosten-Wirksamkeit. Der Kostenvergleich zwischen den Bauprodukten aus Kupfer, Zink oder Blei und den alternativen Materialien ergibt je nach Anwendungsgebiet sehr unterschiedliche Ergebnisse. Teilweise sind die Alternativprodukte mit Mehrkosten verbunden (z. B. Edelstahlbleche gegenüber Zinkblechen), teilweise liegen jedoch die Kosten der Alternativen niedriger (z. B. Aluminium-Metallband gegenüber Kupferband). Dies zeigt, dass für die Auswahl der Materialien sehr häufig nicht die Produktpreise entscheidend sind, sondern zusätzliche Einflussparameter wie z. B. die Kosten bei der Verarbeitung, die Haltbarkeit oder die mit dem jeweiligen Produkt verbundenen Gestaltungsmöglichkeiten. Nach den vorliegenden Daten ist allgemein bei der Verwendung von Edelstahl mit Mehrkosten zu rechnen, ansonsten liegen die Kosten eher niedriger als die der zu ersetzenden Materialien. Die Beschichtung der Materialien ist üblicherweise mit Mehrkosten verbunden. Außerdem kann die Nutzungsdauer der Beschichtungen niedriger liegen als die des beschichteten Materials, so dass eine zwischenzeitliche Sanierung notwendig wird. Bei Bauteilen, deren Sanierung zu aufwändig ist, kann es zu einem vorzeitigen Ersatz des Bauteils kommen. Aufgrund der sehr unterschiedlichen und vom Einzelfall abhängigen Ergebnisse des Kostenvergleichs ist eine pauschale Angabe von Kosten-Wirksamkeiten nicht möglich.

Instrumente. In Deutschland wurden bislang bezüglich der Verwendung von Kupfer, Zink und Blei im Bausektor keine weitergehenden regulatorischen oder informatorischen Maßnahmen umgesetzt. Im "Leitfaden Nachhaltiges Bauen" des Bundesministeriums für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen ist eine allgemeine

Anforderung enthalten, dass für die abflusswirksamen Flächen (z. B. Dach- oder Verkehrsflächen) Materialien in Abhängigkeit von den lokalen Randbedingungen auszuwählen sind, die einen nachteiligen Stoffaustrag und Akkumulation im Boden begrenzen. Im Rahmen eines Sachstandsberichtes des Umweltbundesamtes wird u. a. empfohlen zu prüfen, ob "bei baulichen Maßnahmen zum Beispiel aus Gründen des Gewässerschutzes auf ein Kupferdach verzichtet werden kann" (UBA, o.J.). In der Schweiz wurde dagegen von der Koordination der Bau- und Liegenschaftsverwaltung des Bundes (KBOB) und der Interessengemeinschaft privater professioneller Bauherren (IPB) eine Empfehlung für Bauherren und Planende erarbeitet, nach der der großflächige Einsatz von Kupfer und Titanzink nicht empfohlen wird und auch bei kleinflächigen Anwendungen Werkstoffe mit einem besseren Abschwemmverhalten vorzuziehen sind (KBOB/IPB, 2001).

Auf lokaler Ebene wird in Deutschland jedoch über Regelungen in Bebauungsplänen die Verwendung von Kupfer, Zink und Blei im Bauwesen gelegentlich eingeschränkt. Bspw. bestehen Regelungen, nach denen Bestandteile des Daches, die mit dem Niederschlagswasser in Berührung kommen, nicht mit unbeschichtetem Kupfer, Zink oder Blei ausgeführt sein dürfen. Außerdem können auch indirekt Vorgaben für die Materialauswahl entstehen, wenn die Möglichkeiten zur Versickerung des Ablaufwassers von Dächern mit Metalleindeckungen eingeschränkt sind.

Um das Problembewusstsein bei Architekten und Bauherren für das Problem der durch Baumaterialien verursachten Schwermetallemissionen zu verbessern ist die Nutzung von informatorischen Instrumenten - entsprechend dem Vorgehen in der Schweiz - eine geeignete Maßnahme. Die Erarbeitung eines Leitfadens für Architekten und Bauherren ist dazu ein wichtiger Schritt.

Dezentrale Behandlung von Niederschlagswasser vor der Ableitung - Filteranlagen für Einzelgebäude

Beschreibung. Das von metallischen Dach- oder Fassadenflächen abfließende Niederschlagswasser ist entsprechend den Ausführungen deutlich höher mit Schadstoffen belastet als das Regenwasser. Zur Verringerung der Einträge in

Böden (bei einer Regenwasserversickerung) oder in das Kanalnetz ist eine dezentrale Behandlung des Wassers möglich. Die grundsätzliche Problematik bei der Behandlung von Dachablaufwässern liegt in den unterschiedlichen Belastungen: die hydraulische Belastung schwankt sehr stark, bei Starkregen oder Tauwetter können extrem hohe Zulaufmengen auftreten. Auch die stoffliche Belastung ist sehr unterschiedlich, am Anfang treten hohe Stoffkonzentrationen auf, die zumindest für einige Stoffe dann sehr schnell absinken (first-flush-Effekt). Witterungsbedingt können jedoch auch lange Trockenperioden auftreten.

In den letzten Jahren wurden unterschiedliche Anlagen für die dezentrale Behandlung von Dachablaufwasser entwickelt. Teilweise sind diese Anlagen mit integrierter unterirdischer Versickerung versehen (im allgemeinen Schachtversickerungsanlagen), z. T. dienen sie der Schadstoffelimination unabhängig von der weiteren Ableitung des Niederschlagswassers. Daneben ist unter Beachtung bestimmter Randbedingungen die Oberflächenversickerung ohne vorhergehende Behandlung des Niederschlags möglich. Die Reinigung des Wassers erfolgt dabei durch die Filterwirkung des bewachsenen Oberbodens. Bei nicht abbaubaren Schadstoffen wie den Schwermetallen folgt daraus eine Anreicherung in den oberen Bodenschichten. Die oberflächige Versickerung hat einen hohen spezifischen Flächenbedarf und ist deshalb bspw. in innerstädtischen Gebieten nur begrenzt einsetzbar. Sie kann auch semi-dezentral für mehrere Häuser gemeinsam bzw. für kleinere Wohngebiete realisiert werden.

Anlagen zur dezentralen Behandlung von Dachablaufwasser sind erst seit kurzem auf dem Markt verfügbar. Aufgrund ihrer besonderen Bedeutung für die Zielstellung des Gesamtprojekts und im Rahmen des Leitfadens für Architekten und Bauherren werden die unterschiedlichen Systeme, die derzeit verfügbar sind, im Folgenden näher beschrieben.

Anlagen der Firma HydroCon. Das HydroCon System besteht aus einem Betonschacht mit einem speziellen Betonfilter (poröser Beton), den das zu reinigende Wasser im Aufstrom passieren muss. Dabei findet durch unterschiedliche, parallel ablaufende Prozesse (Sedimentation, Filtration, Adsorption) eine Reinigung statt. Das

Wasser wird über ein zusätzliches Sickerrohr oder über die Ausbildung des Schachts als Sickerschacht (poröse Sickerringe) versickert und dabei über Rigolensand geleitet, so dass eine weitere Reinigung stattfindet. Die Versickerungsstrecke wird dabei durch die vorgeschaltete Reinigung sehr gut vor einer Verschlämmung, etc. geschützt. Das gereinigte Wasser kann - wenn eine Versickerung nicht gewünscht ist - auch in eine Kanalisation abgegeben werden.

Betriebsaufwand: Für die Reinigung des Schlammfangs (Absaugen des Schlammes und Spülen des Filters) wird bei der Beschickung mit Dachablaufwasser von einem Zeitraum zwischen 2 und 10 Jahren ausgegangen (HydroCon, 2004). In Zeiträumen zwischen 5 und 10 Jahren ist außerdem der Filter der Anlage zu reinigen oder auszutauschen.

Sammelfilter-System der Firmen Mall Umweltsysteme und KME. Dieses System dient der unterirdischen Versickerung von Regenwasser und besteht aus einem (Dachfläche < 500 m²) bzw. zwei (Dachfläche 500 bis 1000 m²) Betonschächten. Das Wasser wird zunächst durch einen vorgeschalteten Schlammfang (Rückhaltung sink- und schwimmfähiger Stoffe) und über eine Filterpatrone geleitet. Das gereinigte Wasser wird anschließend versickert. Der Wirkungsgrad der Anlage wird auf etwa 90 % geschätzt.

Betriebsaufwand: Der Sammel­filter mit Filterpatrone ist in regelmäßigen Abständen zu überprüfen. Das Filtermaterial ist nach derzeitigen Erkenntnissen im Abstand von 2 bis 5 Jahren auszutauschen. Dazu ist der komplette Austausch der Filterpatrone vorgesehen. Das eigentliche Filtermaterial kann regeneriert werden.

Fallrohrfilter-System der Firma KME (KME, 2004). Dieses Filtersystem wurde für die Behandlung von abfließendem Dachablaufwasser direkt im Regenfallrohr entwickelt. Es wird in das Regenfallrohr vor der Grundleitung eingebaut und besteht aus einer Kunststoff-Patrone, die im Wesentlichen aus einem Vorfilter und einem zweiteiligen Filterkörper zusammengesetzt ist. Durch das Filtermaterial werden die im Dachablaufwasser enthaltenen Metallionen und Metallverbindungen weitgehend zurückgehalten. Das derzeit verfügbare System ist für eine maximale Dachfläche von 150 m² ausgelegt, für Dachflächen bis zu 250 m²

ist ein System in der Vorbereitung. Bzgl. der Wirkung des Systems laufen derzeit detaillierte Untersuchungen. Es wird ein Wirkungsgrad von etwa 90 % erwartet.

Betriebsaufwand: Der Vorfilter und ggf. der Filterschwamm sind in regelmäßigen Abständen zu prüfen und bei Bedarf zu reinigen, d. h. mit Wasser abzuspülen. Das Filtermaterial hat nach Angaben von KME eine Standzeit von etwa 2 bis 3 Jahren (je nach Entwässerungsaufkommen und Eintragsfracht). Danach ist die Filterpatrone auszutauschen. Das Filtermaterial kann wieder regeneriert werden.

MA-45 - Anlagen in Österreich. In Österreich werden von verschiedenen Firmen Anlagen zur Reinigung von Dachablaufwasser angeboten. Hintergrund ist die 1996 in Kraft getretene „Technische Richtlinie zur Dimensionierung von Anlagen zur Reinigung von Dachflächenwässern“ („MA 45“) der Stadt Wien. Die für die Einhaltung dieser Anforderungen entwickelten Anlagen bestehen verfahrenstechnisch aus drei Behandlungsstufen: einer Sedimentationsstufe, einem Schwebstofffilter zur Abtrennung der feineren Partikel und einem Adsorptionsfilter aus Aktivkohle für gelöste Stoffe. Die Anlagen befinden sich in zwei hintereinander geschalteten Betonschächten. Der zweite Schacht fungiert gleichzeitig als Sickerschacht, d. h. eine entsprechende Anlage beinhaltet gleichzeitig die Versickerung der gereinigten Wasser. Die Reinigungsleistung liegt nach Herstellerangaben bei etwa 85 %.

Betriebsaufwand: Zur Sicherstellung eines störungsfreien Betriebs sind die Filter regelmäßig zu reinigen. Außerdem ist die eingesetzte Aktivkohle auszutauschen. Die Standzeit der Filter ist dabei stark abhängig von den Randbedingungen.

Entwicklung der TU München. Die TU München erprobt derzeit das Sickerschacht-System der Firma HydroCon mit anderen Filtermedien. Eingesetzt wird dabei zum einen Klinoptilolith, ein Zeolith, der als Ionenaustauscher wirkt. Untersuchungen im Pilotmaßstab zeigten für Zink einen Rückhalt von 92 % für den ersten Spülstoß, für das restliche Regenereignis durchschnittlich 97 % (Helmreich, 2003). Außerdem wird der Einsatz von Polypropylenflocken erprobt. Derzeit laufen weitere Untersuchungen zur Optimierung des Systems (Helmreich, 2004). Die

Investitionskosten eines Systems für eine Dachfläche von etwa 500 bis 1000 m² werden auf ca. 4.000 € geschätzt.

Untersuchungen der EAWAG (Schweiz). In der Schweiz findet derzeit ebenfalls die Entwicklung und Erprobung eines Filtersystems für Dachablaufwasser statt. Eingesetzt wird dabei eine Adsorptionsfilterschicht an der Sohle von Sickerschächten. Die Sickerschächte sind zusätzlich mit einem Filtervlies ausgestattet um eine Kolmation (Selbstabdichtung) der Adsorptionsschicht zu verhindern. Die bisherigen Ergebnisse zeigen einen guten Wirkungsgrad des Systems (Steiner, 2004). In naher Zukunft soll das System auch auf dem Markt angeboten werden.

Praktikabilität. Die oben beschriebenen Techniken werden überwiegend bereits auf dem Markt angeboten, befinden sich jedoch teilweise noch in der Entwicklungs- und Erprobungsphase. Erste Anlagen sind jeweils bereits seit mehreren Monaten im Einsatz. Die in Österreich angebotenen Anlagen werden bereits seit mehreren Jahren eingesetzt. Ein sehr wichtiger Punkt beim Einsatz entsprechender Anlagen ist die Sicherstellung eines dauerhaften, effektiven Betriebs. Da ein fehlerhafter Betrieb (z. B. aufgrund erschöpfter Filtersysteme) nicht ohne genauere Prüfung festzustellen ist, muss eine regelmäßige Wartung und Kontrolle der Anlagen sichergestellt werden. Von einem Anlagenanbieter wird deshalb bereits ein entsprechendes System zur Unterstützung des Betriebs angeboten. Insgesamt erscheint es erforderlich, eine Prüfung und Zertifizierung der unterschiedlichen Systeme und eine funktionierende Betriebskontrolle einzuführen. Ansonsten besteht die Gefahr des Einbaus ungeeigneter Techniken, deren unzureichende Betriebsweise jedoch aufgrund fehlender Kontrollen nicht festgestellt wird.

Effektivität/Minderungspotenzial. Detaillierte, längerfristige Untersuchungen zum Rückhaltevermögen für Metalle der unterschiedlichen Behandlungsanlagen liegen bislang nicht vor. Vom Bayerischen Landesamt für Wasserwirtschaft wurden jedoch verschiedene Anlagen als Übergangslösung freigegeben. Die Überprüfung des Langzeitverhaltens verschiedener Filter im realen Einsatz findet derzeit im Rahmen eines Forschungsvorhabens statt (System Mall/KME, System HydroCon und System

HydroCon mit 2 zusätzlichen Filtermedien der TU München). Gefordert wird eine Reduktion der Jahresfracht des Kupfers von mindestens 97 %.

Das gesamte Minderungspotenzial im Bereich Dachablaufwasser ist nach den Ergebnissen groß (Gesamtmenge der Einträge: 59 t/a Cu, 515 t/a Zn, 17 t/a Pb). Die bislang vorliegenden Erfahrungen an ersten Anlagen lassen eine hohe Eliminationsleistung von über 90 % erwarten. Die Anlagen sind grundsätzlich sowohl im Neubaubereich als auch im Bestand einsetzbar. Im Bestand ist jedoch mit deutlich höheren Kosten zu rechnen, so dass dort erst mittel- bis langfristig mit einer Änderung der Eintragungsmengen zu rechnen ist. Der Einsatz von Filteranlagen könnte jedoch bewirken, dass die Eintragungsmengen aus dem Bereich der Dachablaufwässer zukünftig nicht weiter ansteigen.

Ökonomische Auswirkungen/Kosten-Wirksamkeit. Die spezifischen Investitionskosten der Filteranlagen liegen je nach Anlagentyp zwischen 3 und 15 €/m². Teilweise sind dabei bereits die Kosten für die Versickerungsanlage mit enthalten. Zu den Betriebskosten liegen bislang fast keine Erfahrungswerte vor, die o. g. Angaben beruhen überwiegend auf Schätzungen der Hersteller.

Zur Berechnung der Kosten-Wirksamkeit wurden zwei Fälle unterschieden: der Einsatz bei großflächigen Metallanwendungen (Metallfläche ungefähr entsprechend der angeschlossenen Dachfläche) sowie der Einsatz bei kleinflächigen Anwendungen (Anteil der Metallfläche an der angeschlossenen Dachfläche: ca. 20 %). Unter Berücksichtigung der anfallenden Betriebskosten und einer Nutzungsdauer von 50 Jahren ergibt sich eine Bandbreite von 0,2 - 2,3 €/g Cu, 0,1 - 1,3 €/g Zn und 0,1 - 3,3 €/g Pb bei großflächigen bzw. 0,8 - 9,1 €/g Cu, 0,3 - 5,0 €/g Zn und 0,3 - 13 €/g Pb bei kleinflächigen Anwendungen.

Instrument. Zur Behandlung von Dachablaufwasser liegen bislang keine übergreifenden Regelungen vor. Anforderungen gelten jedoch für die Versickerung des Niederschlagswassers von metallischen Dachflächen auf der Ebene einzelner Bundesländer. Außerdem sind im Arbeitsblatt A 138 und im Merkblatt M153 der ATV-DVWK Hinweise zum Umgang mit Regenwasser von metallischen Dachflächen enthalten. Auf diese Regelungen wird in Kapitel 5.4 näher eingegangen.

Ein künftiger Ansatzpunkt zur Umsetzung von Maßnahmen in diesem Bereich ist die Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie. Im Rahmen der zu erstellenden Maßnahmenprogramme ist die Aufnahme entsprechender Maßnahmen zu überprüfen, falls in dem jeweiligen Flussgebiet Defizite bei der chemischen Qualität bzgl. Kupfer, Zink oder Blei auftreten.

Behandlung von Niederschlagswasser im Kanalnetz - Einsatz von Regenüberlaufbecken bzw. Bodenfiltern

Beschreibung. Wird Niederschlagswasser über das Kanalnetz abgeleitet, gibt es unterschiedliche Möglichkeiten zur Reduktion der in die Gewässer eingetragenen Schadstofffracht. In Mischwasserkanalisationen werden bislang üblicherweise Regenüberlaufbecken eingesetzt, die als Retentionsräume mit Entlastungsmöglichkeit bei Regenwetter Mischwasser vorübergehend speichern und gedrosselt zum Klärwerk weiterleiten. Für das in Deutschland vorhandene Speichervolumen ergibt sich entsprechend den Ausführungen eine mittlere Entlastungsrate von 44 %. Im Trennsystem wird dagegen im Allgemeinen keine technische Regenwasserbehandlung vorgenommen. Die dort teilweise aufgrund besonderer Randbedingungen (Oberflächenabflüsse mit hohem Verschmutzungspotenzial, besonders schutzbedürftige Gewässer als Vorfluter, etc.) eingesetzten Regenklärbecken dienen nur dem Rückhalt leicht sedimentierbarer Stoffe und sind deshalb für eine gezielte Elimination der Schwermetallfrachten aus dem Niederschlagswasser ungeeignet. Der Bau von Regenklärbecken wird deshalb nicht weiter behandelt.

Eine in jüngster Zeit verstärkt eingesetzte Technik zur Reinigung von Niederschlagswasser sind Bodenfilteranlagen, die sowohl im Misch- als auch im Trennsystem eingesetzt werden können (z. B. LfU, 1998; Born et al., 2000; Kasting, 2000). Diese Anlagen sind in der Regel Becken in Erdbauweise mit mehreren unterschiedlichen Filterschichten (s. Abbildung 5.3-1). Nach unten wird der Filter mit Folien oder mineralische Dichtungen abgedichtet. Das durch das Filter perkolierende Wasser wird über eine Drainage abgeleitet. Eine obere Schicht bindigen Bodens dient der erhöhten Sorption partikulärer und gelöster Stoffe (N, P, CSB). Eine Bepflanzung

mit Schilf beugt der Abdichtung (Kolmation) vor. Zur Reinigung des Wassers tragen letztlich sehr viele unterschiedliche, parallel ablaufende Prozesse im Filter bei (Adsorption, Filterwirkung, Stoffwechselprozesse, etc.). Bodenfilter werden sowohl hinter Regenüberläufen, hinter Regenklärbecken oder auch hinter Regenüberlaufbecken (teilweise entsprechend A 128, teilweise deutlich kleiner dimensioniert) im Misch- bzw. Trennsystem eingesetzt.

Durch den Bau von Regenüberlaufbecken oder Bodenfilteranlagen werden nicht nur Schwermetalleinträge in die Gewässer reduziert. Es wird auch die hydraulische Belastung der Gewässer verringert (besonders bei kleineren Gewässern ein sehr wichtiger Effekt) und auch die Einträge anderer Schadstoffe (Stickstoff, Phosphor, organische Schadstoffe, etc.) sowie seuchenhygienisch relevante Belastungen werden vermindert. Der Abtrag der Schadstoffe und damit der Eintrag in die Umwelt wird jedoch über die nachträgliche Behandlung des belasteten Wassers nicht vermieden.

Von Böhm et al. (2002) werden die Maßnahmen zur verbesserten Niederschlagswasserbehandlung, deren Wirkung, die damit verbundenen Kosten und die sich ergebende Kosten-Wirksamkeit detailliert beschrieben.

Praktikabilität. Wie erwähnt werden Regenüberlaufbecken in Deutschland in breitem Umfang zur Regenwasserbehandlung eingesetzt. Bodenfilter stellen dagegen eine neuere, inzwischen jedoch ebenfalls erprobte und eingeführte Technik dar.

Effektivität/Minderungspotenzial. Die über die Einleitung von Niederschlagswasser (Trenn- und Mischsystem) in die Gewässer eingetragenen Schadstofffrachten sind erheblich (187 t/a Cu, 1.193 t/a Zn, 87,4 t/a Pb; Fuchs et al, 2002). Durch den Zubau von Regenüberlaufbecken (Mischsystem) wird die entlastete Wasser- und Schadstoffmenge entsprechend der Erhöhung des spezifischen Speichervolumens verringert. Ein Teil des Niederschlagswassers wird jedoch weiterhin entlastet und die Schwermetallgehalte können nur teilweise abgetrennt werden, d. h. es wird insgesamt nur eine mittlere Eliminationsleistung erreicht. Über Bodenfilter (Misch- und Trennsystem) wird dagegen das Niederschlagswasser fast

vollständig behandelt und es wird aufgrund der Filterwirkung der unterschiedlichen Schichten eine gute Elimination erreicht. Die Wirkung ist durch den Bau entsprechender Anlagen kurzfristig zu erreichen. Entsprechende Anlagen können sowohl in bestehenden Kanalisationsnetzen als auch bei Neubausiedlungen installiert werden.

Ökonomische Auswirkungen/Kosten-Wirksamkeit. Zu den Kosten von Regenüberlaufbecken (sowohl Investitions- als auch Betriebskosten) liegen zahlreiche Erhebungen vor (u. a. Günthert/Reicherter, 2001; Weyand/Willems, 1999; Pecher, 1999). Grundsätzlich sind die spezifischen Kosten bei Anlagen mit geringem Speichervolumen deutlich höher als bei größeren Anlagen. Bei Becken ab einer Größe von etwa 500 m³ schwanken die Investitionskosten je nach den sonstigen Randbedingungen zwischen 500 und 1500 € pro m³ Beckenvolumen. Nach Hillenbrand, Böhm (2004) ergibt sich damit unter günstigen Bedingungen eine Kostenwirksamkeit von ca. 7 €/g Cu, 1,1 €/g Zn und 11 €/g Pb.

Die auf das Anlagenvolumen bezogenen, spezifischen Baukosten von Bodenfilteranlagen liegen in etwa bei der Hälfte der Kosten von Regenüberlaufbecken (ohne Kosten der Vorreinigungsstufe). Unter Berücksichtigung der Betriebskosten und der zu erreichenden Schadstoffelimination ergeben sich unter günstigen Randbedingungen Kosten-Wirksamkeiten von ca. 9 €/g Cu, 1 €/g Zn und 21 €/g Pb im Mischsystem bzw. 5 €/g Cu, 0,5 €/g Zn und 14 €/g Pb in der Trennkanalisation. Dabei ist zu beachten, dass die Eliminationswirkung für die drei Schadstoffe parallel erreicht wird und zusätzliche weitere positive Effekte (Elimination weiterer Schadstoffe, Reduzierung der hydraulischen Belastung) erzielt werden können.

Instrument. Der Zubau von Regenüberlaufbecken erfolgte in der Vergangenheit im Rahmen des von den einzelnen Bundesländern vorgegebenen Ausbaus der Kanalsysteme. Bei besonderen Randbedingungen wurden auch weitergehende Behandlungsanlagen für Regen- bzw. Mischwasser installiert. Der Aspekt der Reduktion der in die Gewässer eingetragenen Schwermetallfrachten stand dabei allerdings eher im Hintergrund. Eine größere Rolle spielten bislang die

Wirkungen bei anderen Schadstoffen bzw. bei der hydraulischen Belastung. Im Rahmen der Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie und der dazu zu erstellenden Maßnahmenprogramme könnten diese Maßnahmen jedoch auch gezielt zur Verringerung der Schwermetallbelastungen eingesetzt werden, wenn in dem jeweiligen Flussgebiet entsprechende Defizite festgestellt wurden. Zusätzlich könnte das Instrument der Abwasserabgabe genutzt werden, um die Belastungen durch die Ableitung von belastetem Regenwasser stärker in den Blickpunkt zu rücken. Dazu wäre eine Überarbeitung des Berechnungsmodus der Abwasserabgabe notwendig, so dass die eingeleiteten Schwermetallfrachten aus diesem Bereich Berücksichtigung finden.

Versickerung von Niederschlagswasser

Beschreibung. Eine andere Möglichkeit zur Verringerung der durch belastetes Niederschlagswasser verursachten Stoffeinträge in die Gewässer besteht in der Abkopplung versiegelter Flächen vom Kanalnetz und der Versickerung des auf diesen Flächen anfallenden Niederschlags. Regenwasser, das versickert wird, bleibt dem natürlichen lokalen Wasserkreislauf erhalten und reduziert die Belastung von Kanalnetzen, Kläranlagen und von als Vorfluter dienenden Gewässern (hydraulische Belastungsspitzen). Auch bei enger Bebauung und weniger durchlässigem Untergrund ist eine Regenwasserversickerung zumindest von Teilmengen technisch möglich. Dabei ist die Versickerung jedoch nicht als isolierte Maßnahme, sondern als Teil eines Regenwasserentsorgungssystems aufzufassen, bei dem die Komponenten (dezentrale) Versickerung, (dezentrale) Speicherung und (gedrosselte) Ableitung für die jeweiligen örtlichen Voraussetzungen und Anforderungen aufeinander abgestimmt werden müssen (Konzept einer naturnahen Regenwasserbewirtschaftung). Im Bestand kann auch die Entsiegelung von Flächen ein wichtiger Bestandteil entsprechender Konzepte sein, die insbesondere bei gering belasteten (Verkehrs-)Flächen genutzt wird.

Zur Versickerung von Niederschlagswasser stehen unterschiedliche Systeme zur Verfügung, die sich insbesondere hinsichtlich ihres Platzbedarfs unterscheiden. Die Reinigungswirkung bei einer Versickerung beruht auf der Filtrationswirkung der

Bodenschichten, durch die das Wasser hindurchsickert. Die beste Eliminationswirkung erreicht dabei der bewachsene Oberboden. Durch eine Regenwasserversickerung wird eine Aufkonzentrierung der (Schad-) Stoffeinträge in den Boden verursacht, Die Frachten der nicht bzw. schwer abbaubaren Schadstoffe (insbesondere Schwermetalle) sowie die Bodeneigenschaften sind bei der Dimensionierung und Ausgestaltung von Versickerungsanlagen zu berücksichtigen (z. B. Ableiten des first-flush, Berücksichtigung des Bodenbelastungspotenzials, ggf. gezielte Veränderung der Bodenmatrix), um die Belastung der Böden zu verringern und auch langfristig Einträge von Schadstoffen in das Grundwasser zu vermeiden (vgl. z. B. Gieska et al., 2000; Stotz, Krauth, 1998). Im Arbeitsblatt ATV-DVWK-A 138 (Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser, Januar 2002) und dem Merkblatt ATV-DVWK-M 153 (Handlungsempfehlungen zum Umgang mit Regenwasser, Februar 2000) sind die bisherigen Erfahrungen und die sich daraus ergebenden technischen Empfehlungen zur Dimensionierung solcher Anlagen zusammengefasst. Wichtige Anforderungen des A 138 sind:

- Abflüsse von befestigten Flächen werden aufgrund der Stoffkonzentrationen in unbedenklich, tolerierbar und nicht tolerierbar eingestuft. Nicht tolerierbare Abflüsse sollten in das Kanalnetz eingeleitet bzw. nur nach einer geeigneten Vorbehandlung versickert werden.

- Eine Versickerung in unterirdischen Anlagen sollte nur bei unbedenklichen Niederschlagsabflüssen erfolgen.

- Abflüsse von mit unbeschichtetem Blei, Kupfer und Zink eingedeckten Dächern werden als tolerierbar eingestuft und können nach geeigneter Vorbehandlung oder ggf. auch ohne Vorbehandlung oberirdisch versickert werden (breitflächige Versickerung). Die unterirdische Versickerung von Niederschlagsabflüssen von unbeschichteten Eindeckungen aus Kupfer, Zink oder Blei ist grundsätzlich nicht zulässig.

- Niederschlagswasser von Dachflächen mit üblichen Anteilen aus unbeschichteten Metallen (Kupfer, Zink, Blei) kann ggf. unterirdisch versickert

werden. Es ist aber immer zu prüfen, ob nach ATV-DVWK M 153 eine Vorbehandlungsmaßnahme erforderlich ist. Die Anteile an der Gesamtdachfläche in der Horizontalprojektion dürfen dabei 50 m² nicht überschreiten.

Die ATV-DVWK Blätter werden von verschiedenen Bundesländern zur Anwendung empfohlen. In Bayern wurde ergänzend festgelegt, dass in begründeten Ausnahmefällen auf unterirdische Versickerungsanlagen für Dachabflüsse von Metalldächern nicht verzichtet werden kann (z. B. in dicht bebauten innerstädtischen Bereichen), diese jedoch mit sehr gut funktionierenden Vorbehandlung ausgestattet sein müssen. Da spezielle Filteranlagen noch in der Erprobungsphase sind, wird als Zwischenlösung der Einsatz bestimmter, derzeit im Rahmen eines Forschungsvorhabens zu untersuchender Verfahren empfohlen. Nach Ergebnissen von Voruntersuchungen werden für diese Verfahren Gesamtwirkungsgrade von bis zu 97 % bei Kupfer und bis zu 90 % bei Zink erwartet.

Für die Versickerung von Straßenablaufwasser werden teilweise spezielle Anlagen eingesetzt, da hier im Vergleich zu Dachablaufwasser ein deutlich höherer Anteil partikulär gebundener Schadstoffe vorhanden ist (z. B. Einsatz von Filtersäcken zur Vorreinigung).

Entsprechend der in Kapitel 5.3 behandelten Maßnahme bedeutet eine Versickerung eine Reduktion der Einträge in die Gewässer, die Emissionen in die Umwelt werden jedoch nicht vermieden, d. h. die Maßnahme setzt nicht an der Emissionsquelle an. Es werden jedoch durch eine Abkopplung versiegelter Flächen vom Kanalnetz neben den Einträgen von Schwermetallen in die Gewässer auch andere Schadstoffeinträge vermieden und es wird die hydraulische Belastung der Gewässer verringert.

Praktikabilität. Die verschiedenen, für die Versickerung von Niederschlagswasser zur Verfügung stehenden Techniken (z. B. Flächen-, Mulden-, Rigolen-, Schachtversickerung) werden bereits in großem Umfang eingesetzt. Zum Schutz des Grundwassers sind dabei in unterirdischen Anlagen jedoch nur unbedenkliche Niederschlagsabflüsse zu versickern.

Effektivität/Minderungspotenzial. Über das Niederschlagswasser werden erhebliche Schwermetallmengen in die Gewässer eingetragen (s. o.). Eine Abkopplung von Flächen vom Kanalnetz durch Versickerungsmaßnahmen bedeutet eine vollständige Vermeidung der Emissionen über das Kanalnetz, d. h. einen Wirkungsgrad von 100 % für die dort anfallenden Regenmengen. Die abgetrennten Schwermetallmengen werden jedoch bei der Versickerung im Boden deponiert, eine dauerhafte Entsorgung dieser Mengen ist dadurch noch nicht sichergestellt.

Unter günstigen Randbedingungen können Maßnahmen zur Regenwasserversickerung kurzfristig umgesetzt werden. Bei der Umsetzung von Maßnahmen zur Versickerung von Regenwasser bestehen jedoch deutliche Unterschiede zwischen Neubaugebieten und bereits bebauten und erschlossenen Flächen. Die Gründe dafür sind vor allem der Flächenbedarf für die Versickerung und die Veränderungen für die Entwässerungsplanung, Punkte, die bei neu zu erschließenden Gebieten leichter berücksichtigt werden können. Trotzdem ist auch im Bestand das Potenzial zur Abkopplung versiegelter Flächen von der Kanalisation erheblich: Für städtische Gebiete zeigen Untersuchungen u. a. im Emschergebiet Werte zwischen 10 bis 30 %, unter optimalen Bedingungen sogar noch darüber (Raasch/Köppner, 2000; Londong, 1999; Wolf/Milojevic, 2000). In ländlichen Gebieten ist dagegen der Anteil selbst bei eher ungünstigen Randbedingungen (gering bis schlecht durchlässiger Boden, teilweise starkes Gefälle, im Ortskern verdichtete Bebauung) höher. Von Leinweber/Schmitt (2000) wird für ein entsprechendes Beispielsgebiet ein maximales Potenzial von 82 % genannt. Nach der ATV-Arbeitsgruppe (1999) sollte als langfristige Zielsetzung die Reduzierung der angeschlossenen undurchlässigen Flächen um 25 % auch in Bestandsflächen angesehen werden.

Ökonomische Auswirkungen/Kosten-Wirksamkeit. Die Kosten für die Versickerung von Niederschlagswasser sind stark abhängig von den lokalen Randbedingungen (Beschaffenheit des Untergrunds, Topographie, Boden- und Baupreise, einzusetzende Verfahren, etc.). Von Böhm et al. (2002) wurden die verfügbaren Daten zu den Investitions- und Betriebskosten von

Versickerungsanlagen ausgewertet und zusammengefasst. Dabei wurden auch die möglichen Einsparungen im Kanalnetz und auf der Kläranlage, die durch eine Verringerung der Niederschlagswassermengen zu erreichen sind, berücksichtigt. Insgesamt ergab sich damit eine große Bandbreite der resultierenden Kosten: unter günstigen Randbedingungen lagen dabei die Aufwendungen für die Versickerung unter den Einsparungen, so dass insgesamt Kosten eingespart werden können. Bei den Kostenbetrachtungen nicht einbezogen wurden die ggf. anfallenden Kosten für die Entsorgung von belastetem Bodenmaterial, da dazu bislang keine Erfahrungswerte vorliegen (Entsorgungsmöglichkeiten, Nutzungsdauer des Bodens, spezifische Kosten). Die Entsiegelung von Flächen ist mit etwas höheren spezifischen Investitionskosten verbunden, so dass im Allgemeinen in der Summe nicht mit Einsparungen gerechnet werden kann.

Zu berücksichtigen sind außerdem die zusätzlichen positiven Effekte bzgl. anderer Schadstoffe und die verringerte hydraulische Belastung der Gewässer.

Instrument. Die in dem ATV-DVWK Arbeitsblatt A 138 und dem ATV-DVWK Merkblatt M 153 enthaltenen Anforderungen und Empfehlungen besitzen für die Umsetzung von Maßnahmen zur Versickerung von Niederschlagswasser große Bedeutung. Auf kommunaler Ebene werden im Rahmen der Bauleitplanung teilweise konkrete Anforderungen an die Versickerung von Niederschlagswasser gestellt. Entsprechend den Ausführungen könnten Maßnahmen zur Versickerung von Niederschlagswasser sowohl im Rahmen der Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie als auch durch eine Anpassung der Abwasserabgabe verstärkt berücksichtigt werden.

Erosionsmindernde Maßnahmen in der Landwirtschaft

Beschreibung. Nach den Ergebnissen der Untersuchungen von Böhm et al. (2001) und Fuchs et al. (2002) werden durch die Landwirtschaft erhebliche Schwermetallfrachten in die Gewässer eingetragen. Die wichtigsten Eintragspfade sind dabei die Erosion und der Oberflächenabfluss. Die Höhe der Einträge ist dabei stark abhängig von standortspezifischen Bedingungen wie Neigung der Flächen, Erosionskraft der Niederschläge und Bodenbeschaffenheit. Die Erosion weist außerdem eine hohe zeitliche Variabilität auf (Sedimenteintrag in die Gewässer

überwiegend bei Starkniederschlägen). Von Böhm et al. (2002) wurden erosionsmindernde Maßnahmen in der Landwirtschaft untersucht und insbesondere hinsichtlich der Kosten-Wirksamkeit zur Verringerung der Einträge von Stickstoff und Phosphor bewertet. Als wichtige Einzelmaßnahmen zur Erosionsminderung wurden dabei die Mulch- bzw. Untersaat, die Anpassung der Fruchtfolge, eine konservierende Bodenbearbeitung und die Minimierung der mechanischen Bodenbearbeitung unterschieden. Grundsätzlich stehen erosionsmindernde Maßnahmen im eigenen Interesse des Landwirts, da die besonders erosionsgefährdeten Lößflächen sehr fruchtbar sind. Deshalb kann bereits durch eine verstärkte Beratung eine Verringerung der Erosion erreicht werden. Von Böhm et al. (2002) wurden folgende Instrumente zur Umsetzung der Maßnahmen näher untersucht:

a) Umsetzung einfacher erosionsmindernder Maßnahmen ohne Zusatzkosten durch verstärkte Beratung und

b) Bewirtschaftungsauflagen für erosionsgefährdete Standorte in Verbindung mit Ausgleichsleistungen für die Landwirte.

Es ist zu beachten, dass die Maßnahmen sinnvollerweise nur in den entsprechend gefährdeten Gebieten einzusetzen sind.

Nach den Untersuchungen von Döhler et al. (2004) sind Futtermittel, Futterzusatzstoffe und Klauenbäder wichtige Eintragsquellen für Schwermetalle im Bereich der Landwirtschaft (detailliert untersucht wurden Tierproduktionsbetriebe). Über den Wirtschaftsdünger werden diese Mengen u. a. auf die landwirtschaftlich genutzten Böden verteilt und verursachen damit auch erhöhte Gewässerbelastungen. Inwieweit durch eine Reduktion der Schwermetallgehalte in diesen Betriebsmitteln die Einträge in die Gewässer reduziert werden können, wäre allerdings detaillierter zu untersuchen (insbesondere die zeitliche Abhängigkeit der erreichbaren Wirkungen). Entsprechende Maßnahmen konnten deshalb in diesem Zusammenhang nicht näher einbezogen werden.

Praktikabilität. Die unterschiedlichen Techniken zur Verringerung der Erosion sind erprobt und werden bereits seit mehreren Jahren eingesetzt.

Effektivität/Minderungspotenzial. Die in Deutschland insgesamt durch Erosion verursachten Emissionen in die Oberflächengewässer wurden für das Jahr 2000 mit 115 t/a Cu, 516 t/a Zn und 111 t/a Pb berechnet (Fuchs et al., 2002). Ggf. können zusätzlich die durch Abschwemmungen verursachten Einträge von 42 t/a Cu, 199 t/a Zn und 16 t/a Pb verringert werden. Diese Mengen stellen das maximale Minderungspotenzial der erosionsmindernden Maßnahmen dar. Die aus den besonders erosionsgefährdeten Gebieten emittierten Mengen lagen bei 47 t/a Cu, 191 t/a Zn und 44 t/a Pb.

Böhm et al. (2002) schätzen, dass die erosionsgetragenen Emissionen durch eine verstärkte Beratung um etwa 50 % und durch Bewirtschaftungsauflagen um etwa 75 % reduziert werden können. Zusätzlich wird davon ausgegangen, dass durch eine Beratung etwa die Hälfte der Betriebe erreicht werden kann und die verstärkten Auflagen ca. 75 % der erosionsgefährdeten Fläche abdecken. Die Verringerung der Emissionen kann durch diese Maßnahmen kurzfristig erreicht werden.

Durch die Minderung der Erosion werden entsprechend der Belastung des erodierten Bodens nicht nur die hier näher untersuchten Schwermetalle, sondern auch andere Schad- bzw. Nährstoffe zurückgehalten (weitere Schwermetalle, Phosphor, Pflanzenschutzmittel bzw. deren Abbauprodukte).

Ökonomische Auswirkungen/Kosten-Wirksamkeit. Die Kosten für die Umsetzung der Maßnahmen liegen nach Böhm et al. (2002) bei: a) Kosten für intensivere Beratung: ca. 5 - 10 €/ha•a b) Prämienzahlungen als Ausgleichsleistungen für die Landwirte in Höhe von ca. 60 - 130 €/ha•a.

Werden diese Kosten ins Verhältnis zur Emissionsminderung gesetzt, ergeben sich Kosten-Wirksamkeiten von a) 1 - 2 €/g Cu, 0,3 - 0,5 €/g Zn bzw. 1 - 2 €/g Pb und b) 7 - 14 €/g Cu, 2 - 3 €/g Zn bzw. 7 - 15 €/g Pb.

Der Rückhalt weiterer Schadstoffe ist ggf. als zusätzlicher Effekt zu berücksichtigen.

Instrument. Eine erosionsmindernde Bewirtschaftung landwirtschaftlicher Flächen kann durch verschiedene Instrumente erreicht werden. In Anlehnung an Böhm et al. (2002) wurde für die hier beschriebenen Analysen von zwei

unterschiedlichen Instrumenten ausgegangen: zum einen Informationsmaßnahmen mit Kosten für eine zusätzliche Beratung von Landwirten und zum anderen Bewirtschaftungsauflagen mit gekoppelten Prämienzahlungen.

Kupfer in Hausinstallationen Veränderung der Trinkwassereigenschaften

Beschreibung. Kupfer wird entsprechend den Ausführungen in Deutschland in großem Umfang als Material für Trinkwasserleitungen in den Haushalten eingesetzt. Bei metallischen Leitungen findet durch Korrosionsprozesse ein kontinuierlicher Abtrag geringer Metallmengen in das Trinkwasser statt. Das Korrosionsverhalten der metallischen Werkstoffe wird dabei von vielen Faktoren beeinflusst. Besondere Bedeutung besitzen die chemischen und physikalischen Eigenschaften des Wassers (pH-Wert, Säure-/Basekapazität als Maß für den Gehalt an freier Kohlensäure). Hohe Gehalte an Kohlensäure können zu einer vergleichsweise schnellen Auflösung der Deckschicht und damit zu einer erhöhten Freisetzung von Metallionen in das Leitungswasser führen (Becker et al., 1996; Werner et al., 1994). Weitere Einflussfaktoren sind der Härtegrad des Wassers, der Gehalt an organischen Stoffen und Neutralsalzen, die Temperatur und das Alter der Leitungen. Im Rahmen mehrerer Forschungsvorhaben wird derzeit die Kupferfreisetzung in Trinkwasserinstallationen in Abhängigkeit unterschiedlicher Randbedingungen untersucht. Ziel ist es, anhand eines Modells die zu erwartenden Kupferkonzentrationen berechnen zu können, eine genaue Berechnung ist bislang allerdings nicht möglich (Alex/Johannsen, 2001; Merkel et al., 2003; Dartmann et al., 2003). Über die DIN 50930 ist die Verwendung von Kupfer als Installationsmaterial u. a. auf Trinkwasser mit einem pH-Wert $\leq 7,4$ bzw. einem pH-Wert zwischen 7,0 und 7,4 bei gleichzeitigem Unterschreiten eines TOC-Wertes von 1,5 mg/l eingeschränkt.

Eine Möglichkeit zur gezielten Einstellung der Eigenschaften des Trinkwassers und in Abhängigkeit von der Ausgangssituation zur Verringerung der Korrosionsraten ist die zentrale Enthärtung von hartem bis mittelhartem Trinkwasser. Durch eine Enthärtung des Wassers und der damit verbundenen Änderung des pH-Wertes und der Säure-/Basekapazität können die Korrosionsprozesse in der

Trinkwasserinstallation und die damit verbundenen Emissionen in das Trinkwasser und damit auch in das Abwasser bzw. in den Klärschlamm und in die Gewässer deutlich reduziert werden (vgl. Abbildung 5.61 bzw. Overath et al., 1997; Becker et al., 1996). Eine aktuelle Untersuchung der mit einer zentralen Enthärtung von hartem Wasser verbundenen Vor- und Nachteile zeigt sowohl ökologische Vorteile (Verringerung der Emissionen von Kupfer und Waschmittel-Abbauprodukten) als auch ökonomische Vorteile, wenn die durch eine Enthärtung möglichen Einsparungen in den Haushalten mitberücksichtigt werden (u. a. Einsparungen an Wasch- und Reinigungsmittel und bei Energie- und Wasserkosten; Hillenbrand et al., 2004).

Praktikabilität. Zur zentralen Enthärtung von Trinkwasser stehen unterschiedliche Verfahren für jeweils unterschiedliche Einsatzbereiche zur Verfügung. Die zur Trinkwasserenthärtung vorrangig einsetzbaren Verfahren können in folgende Gruppen eingeteilt werden:

- Enthärtung und Entcarbonisierung durch Zugabe von Alkalien (Kalkfällung),
- Enthärtung und Entsalzung durch Kationen- und Anionenaustausch und
- Enthärtung und Entsalzung durch Membranverfahren.

Die wichtigsten in Deutschland bereits großtechnisch eingesetzten Verfahren sind die Langsam- und die Schnellentcarbonisierung, das CARIX-Verfahren und die Membranfiltration (vgl. IWW, 1998; WAR, 1998; DVGW, 1991).

Effektivität/Minderungspotenzial. Die berechneten Einträge an Kupfer in die Gewässer aus dem Bereich Trinkwasserversorgung liegen bei 72 t/a bzw. nach Abzug der geogenen Belastung durch das Rohwasser bei 64 t/a. Der davon durch Veränderungen der Trinkwassereigenschaften zu reduzierende Anteil kann nicht berechnet werden, da die Minderungsraten stark von den jeweiligen Randbedingungen und der Rohwasserbeschaffenheit abhängen. Der für den Einzelfall zu erzielende Wirkungsgrad der Maßnahme kann nach den gezeigten Ergebnissen sehr hoch sein, ist jedoch auch von Rohwassereigenschaften, vom Anteil an

Kupferinstallationen im Versorgungsgebiet und von der Eliminationsrate in der Kläranlage abhängig.

Die Wirkung ist nach Umsetzung der Maßnahme kurzfristig zu erwarten. Insbesondere werden damit auch die Emissionen aus dem Bestand mit abgedeckt.

Ökonomische Auswirkungen/Kosten-Wirksamkeit. Nach den Untersuchungen von Hillenbrand et al. (2004) liegen die Kosten der zentralen Enthärtung je nach Verfahren und Anlagengröße zwischen 0,1 bis 0,5 €/m³. Bei sehr kleinen Wasserwerken (< 1.000 m³/d) können die Kosten noch höher liegen. Bei einer Reduktion der Kupferkonzentrationen im Trinkwasser von bspw. 0,5 auf 0,1 mg/l würde sich damit eine Kosten-Wirksamkeit von etwa 10 € pro g Kupfer ergeben. Wird jedoch berücksichtigt, dass durch die Einsparungen im Haushalt die Mehrkosten einer zentralen Enthärtung kompensiert werden bzw. es insgesamt sogar zu Einsparungen kommen kann, würde sich eine sehr günstige Kosten-Wirksamkeit ergeben.

Instrument. Als Instrument zur Umsetzung dieser Maßnahme können insbesondere informatorische Maßnahmen durchgeführt werden. Dabei könnte auf die bereits im Jahr 1983 von der DVGW zusammen mit der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) herausgegebene Empfehlung zur Frage einer zentralen Enthärtung aufgebaut werden, die im Jahr 1991 in der Wasser-Information Nr. 29 wiederholt und konkretisiert wurden. Diese Stellungnahme des DVGW beinhaltet als Kernaussagen folgende Enthärtungskriterien und Ziele:

- Eine zentrale Enthärtung sollte vor allem dann geprüft werden, wenn das Wasser dem Härtebereich 4 nach Waschmittelgesetz zuzuordnen ist, d. h., wenn die Härte über 3,8 mmol/l entsprechend 21 Härtegraden liegt.

- Insbesondere bei größeren Wasserversorgungsunternehmen, bei denen das Wasser ohnehin aufbereitet wird und qualifiziertes Betriebspersonal vorhanden ist, kann die Frage einer zentralen Enthärtung bereits dann erwogen werden, wenn die Härte mehr als 3 mmol/l entsprechend 17 Härtegraden beträgt.

- Der technische Aufwand ist in der Regel nur dann gerechtfertigt, wenn die Calciumkonzentration mindestens um 1 mmol/l entsprechend 5,6 Härtegraden verringert wird.

Zur Unterstützung von informatorischen Maßnahmen wäre die Durchführung von Demonstrationsvorhaben von Vorteil.

Zusammenfassende Bewertung

In den voranstehenden Kapiteln wurden verschiedene Ansatzpunkte zur Verringerung der Einträge von Kupfer, Zink und Blei in die Gewässer beschrieben, die in sehr unterschiedlichen Verursacherbereiche bzw. bei unterschiedlichen Eintragspfaden ansetzen (Baubereich, Verkehrsbereich, Trinkwasserbereich, verzinkte Produkte, Behandlung von Niederschlagswasser). Wird beispielsweise im Rahmen eines zukünftigen Flussgebietsmanagements ein Handlungsbedarf hinsichtlich der Verringerung der Einträge dieser Stoffe festgestellt, können diese Untersuchungen als Grundlage für die konkrete Auswahl von Maßnahmen genutzt werden. Dabei ist es jedoch ganz entscheidend, die unterschiedlichen Randbedingungen der einzelnen Maßnahmen zu berücksichtigen und die notwendigen Daten für das Flussgebiet zu erheben.

In sind die Daten und Erläuterungen zur Kosten-Wirksamkeit der Maßnahmen dargestellt. Die wichtigsten Ergebnisse sind:

- Im Bereich der Niederschlagswasserversickerung sind unter günstigen Bedingungen Einsparungen möglich. Dies gilt grundsätzlich auch für den Einsatz von Ersatzstoffen im Baubereich, hier sind jedoch zusätzliche Anforderungen zu berücksichtigen, die die Materialenauswahl deutlich einschränken können.

- Die Kosten-Wirksamkeit der dezentralen Behandlung des Niederschlagswassers in Filteranlagen ist - insbesondere bei großflächigen Anwendungen der metallischen Materialien - vergleichsweise günstig, auch wenn sich hier eine große Bandbreite ergibt. Die Behandlung im Kanalnetz ist im Vergleich dazu deutlich teurer.

- In einer vergleichbaren Größenordnung wie die Kosten-Wirksamkeit bei der dezentralen Niederschlagswasserbehandlung liegen die Daten für die Erosionsminderung in der Landwirtschaft durch eine verstärkte Beratung.

- Die einzelstoffbezogenen Maßnahmen stellen teilweise ebenfalls eine kostengünstige Möglichkeit zur Verringerung der Einträge des jeweiligen Stoffs dar (blei- bzw. kupferfreie Bremsbeläge, Duplex-Beschichtung stückverzinkter Materialien).

Bei der Auswertung der Ergebnisse ist jedoch zu berücksichtigen, dass mit vielen der Maßnahmen zusätzliche Effekte verbunden sind, die in den dargestellten KostenWirksamkeiten nicht mit dargestellt werden können, die jedoch für die Bewertung der Maßnahmen von entscheidender Bedeutung sein können (z. B. zusätzliche Effekte bei der Niederschlagswasserbehandlung im Kanalnetz oder der Erosionsminderung im Kanalnetz).

Literatur

1. ATV-DVWK (2002): Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser. Hrsg.: ATV-DVWK, Hennef.
2. Becker, K.; Müssig-Zufika, M.; Hoffmann, L.; Krause, C.; Meyer, E.; Nöllke, P.; Schulz, C.; Seiwert, M. (1997): Umwelt-Survey (1990/92): Trinkwasser. Deskription der Spurenelementgehalte im Haushalts- und Wasserwerks-Trinkwasser der Bevölkerung in der Bundesrepublik Deutschland. WaBoLu Hefte, 5, Institut für Wasser-, Boden- und Lufthygiene des Umweltbundesamtes, Berlin.
3. BMVBW (Bundesministerium für Verkehr, Bau und Wohnungswesen, Hrsg., 2003): Verkehr in Zahlen. 32. Jg., Berlin
4. Boller, M. (2000): Schadstoffe und Stoffflüsse im Straßenbereich. Praktischer Umweltschutz Schweiz, 4, S. 4 - 5.
5. Boller, M. (2002a): Charakterisierung von Straßenabwasser - Emissionen und Immissionen. VSA-Fortbildungskurs 2002 - Straßenentwässerung der Zukunft.
6. ERFA, BUWAL (Erfahrungsaustausch und Bauökologie, Schweiz und Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Schweiz) (1994): erfa info 4/94 Extensive Dachbegrünungen. URL http://www.kbob.ch/de/publikationen/pdf/d_94.4.dachbegruenung.pdf

