

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

---

Институт природных ресурсов  
Направление подготовки Экология и природопользование  
Кафедра геологии и геохимии

**МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ**

Тема работы
<b>Динамика ртутной нагрузки на территорию г. Томска по данным изучения снежного покрова</b>

УДК 622 333 504 550 4:61(517.17)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ГМ51	Нечипоренко Валерия		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры ГЭГХ	Таловская Анна Валерьевна	Кандидат геолого- минералогических наук		

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
	Цибульниковая Маргарита Радиевна			

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент кафедры экологии и безопасности жизнедеятельности	Кырмакова Ольга Сергеевна			

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Языков Егор Григорьевич	Доктор геолого- минералогических наук		

Томск – 2017 г.

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

---

**Запланированные результаты обучения по программе  
 05.04.06. «Экология и природопользование»**

<b>Код результата</b>	<b>Результат обучения (выпускник должен быть готов)</b>	<b>Требования ФГОС ВПО, критериев и/или заинтересованных сторон</b>
<i>Профессиональные компетенции</i>		
<b>Р1</b>	Выпускник готов применять глубокие базовые и специальные естественнонаучные и профессиональные знания в профессиональной деятельности для решения задач обеспечения минерально-сырьевой базы и рационального природопользования	Требования ФГОС (ПК-1, 2, 3, 4, 6, 13;16 ОК-1, 10), Критерий 5, АИОР (п. 5.1, 5.2.1-5.2.3., 5.2.5, 5.2.9)
<b>Р2</b>	Выпускник способен производить подсчет запасов и оценку ресурсов, провести поиск и подбор максимально рентабельных технологий добычи, схем вскрытия руды на месторождениях, осуществлять геологическое сопровождение разработки месторождений нефти и газа. Способен, выполнять моделирование для оценки достоверности запасов и выбора кондиционных параметров, разработать ТЭО кондиций для участков выборочной детализации.	Требования ФГОС (ПК- 6, 7, 12) Критерий 5, АИОР (п. 5.2.3 - 5.2.10)
<b>Р3</b>	Выпускник способен осуществлять поиски и разведку месторождений нефти, газа, газового конденсата; организовать и провести сбор, анализ и обобщение фондовых геологических, геохимических, геофизических и других данных, разрабатывать прогнозно-поисковые модели различных геолого-промышленных типов месторождений, формулировать задачи геологических и разведочных работ.	Требования ФГОС (ПК-3, 4, 7, 11, 12; ОК-4) Критерий 5, АИОР (п. 5.1, 5.2.4, 5.2.5, 5.2.14.- 5.2.15)

P4	<p>Может совершенствовать существующие и разрабатывать новые методы и методики исследования вещества, проведения ГРР, технико-технологические решения, вести поиск новых технологий добычи и переработки руд и углеводородного сырья. Может самостоятельно выполнять лабораторные и экспериментальные геолого-геофизические и минералого-геохимические исследования с использованием современных компьютерных технологий.</p>	<p>Требования ФГОС (ПК 11,17; ОК-3, 5, 6) Критерий 5АИОР (п. 5.1, 5.2.6-5.2.8)</p>
<i>Общекультурные компетенции</i>		
P5	<p>Обладает высоким уровнем стремления показать высокие результаты, готовностью взять на себя дополнительную ответственность. Проявляет оптимизм. Задумывается о том, что выходит за рамки ситуации и др.</p>	<p>Требования ФГОС (ПК 11, ОК-1, 5, 8, 9) Критерий 5 АИОР (п. 5.1,5.2.1, 5.2.12)</p>
P6	<p>Способен отказаться от традиционных подходов, генерировать новые идеи и подходы. Способен найти новые возможности развития в неопределенных ситуациях и др.</p>	<p>Требования ФГОС (ПК 9, ОК-2, 4,) Критерий 5 АИОР (п. 5.1, 5.2.4, 5.2.16)</p>
P7	<p>Эффективно работать индивидуально, в качестве члена и руководителя группы, состоящей из специалистов различных направлений и квалификаций, демонстрировать ответственность за результаты работы и готовность следовать корпоративной культуре организации.</p>	<p>Требования ФГОС (ПК 8, ОК-4, 7, 8) Критерий 5 АИОР (п. 5.2.6, 5.2.11-5.2.16)</p>
P8	<p>Активно владеть иностранным языком на уровне, позволяющем работать в интернациональном коллективе, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты инновационной деятельности в геологоразведочной сфере.</p>	<p>Требования ФГОС (ПК 11, ОК-3, ,) Критерий 5 АИОР (п. 5.1, 5.2.13)</p>
P9	<p>Самостоятельно учиться и непрерывно повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности.</p>	<p>Требования ФГОС (ПК-1,2 10, 11, ОК-1-4, 6) Критерий 5АИОР (п. 5.1, 5.2.2, 5.2.12, 5.2.16)</p>

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

---

Институт природных ресурсов  
Направление подготовки (специальность) 05.04.06. «Экология и природопользование»  
Уровень образования – магистр  
Кафедра геоэкологии и геохимии  
Период выполнения – осенний / весенний семестр 2016/2017 учебного года

Форма представления работы:  
Магистерская диссертация

**КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН**  
**выполнения выпускной квалификационной работы**

Срок сдачи студентом выполненной работы: 09.06.2017

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
15.03.2017	<i>Литературный обзор общих сведений ртути</i>	10
01.04.2017	<i>Литературный обзор ранее проведённых исследований</i>	10
18.04.2017	<i>Анализ результатов ртутной нагрузки</i>	20
20.05.2017	<i>Построение карт распределения ртутной нагрузки</i>	20
27.05.2017	<i>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективности и ресурсосбережение</i>	10
01.06.2017	<i>Социальная ответственность</i>	10

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры ГЭГХ	Таловская Анна Валерьевна	Кандидат геолого- минералогических наук		

**СОГЛАСОВАНО:**

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Язиков Егор Григорьевич	доктор геол.- минерал. наук		

**Форма задания на выполнение выпускной квалификационной работы**  
**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
 Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
 высшего профессионального образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ**  
**ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт природных ресурсов  
 Направление подготовки (специальность) 05.04.06. «Экология и природопользование»  
 Кафедра геоэкологии и геохимии

УТВЕРЖДАЮ:  
 Зав. Кафедрой ГЭГХ ИПР  
 Е.Г. Язиков

\_\_\_\_\_  
 (Подпись)      (Дата)

**ЗАДАНИЕ**  
**на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

магистерской диссертации
--------------------------

Студенту:

Группа	ФИО
2ГМ51	Нечипоренко Валерия

Тема работы:

<b>Динамика ртутной нагрузки на территорию г. Томска по данным изучения снежного покрова</b>	
Утверждена приказом директора ИПР	(дата, номер)

Срок сдачи студентом выполненной работы:	14.06.2016
------------------------------------------	------------

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

<b>Исходные данные к работе</b>	Материалы научно-исследовательской работы
<b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b> <i>(соотносится с названием параграфов или задачами работы)</i>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Общие сведения о ртути;</li> <li>2. Обзор эколого-геохимических исследований в промышленно-урбанизированных и фоновых районах;</li> <li>3. Общая характеристика г. Томска;</li> <li>4. Методика исследования;</li> <li>5. Пространственно-временное распределение ртутной нагрузки ;</li> <li>6. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение;</li> </ol>

	7. Социальная ответственность
<b>Перечень графического материала</b> <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	1. Карты отбора проб; 2. Схема пространственного распределения ртутной нагрузки;
<b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b> <i>(с указанием разделов)</i>	
<b>Раздел</b>	<b>Консультант</b>
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Цибульникова М.Р.
Социальная ответственность	Кырмакова О.С.
Раздел ВКР, выполненный на иностранном языке	Матвеев И.А.
<b>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</b>	
Dynamics of the mercury load on the territory of Tomsk according to the data of the study of the snow cover	

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

**Задание выдал руководитель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры ГЭГХ	Таловская Анна Валерьевна	Кандидат геолого-минералогических наук		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ГМ51	Нечипоренко Валерия		

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

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
2ГМ51	Нечипоренко Валерия

<b>Институт</b>	<b>ИПР</b>	<b>Кафедра</b>	<b>ГЭГХ</b>
Уровень образования	Магистр	Направление/специальность	Экология и природопользование

**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 сметной стоимости выполняемых работ, согласно применяемой методики</i>
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	<i>Нормы расхода материалов, тарифные ставки заработной платы рабочих, нормы амортизационных отчислений, нормы времени на выполнение операций, нормы расхода материалов, инструмента и др.</i>
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	<i>Налог на добавленную стоимость 18% Страховые взносы 30%</i>

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

1. <i>Планирование и формирование бюджета научного исследования</i>	<i>1. Техничко-экономическое обоснование проведения работ 2. Линейный график выполнения работ</i>
---------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------

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

1. <i>Линейный календарный график выполнения работ</i>
2. <i>Карта схема отбора проб снегового покрова на территории г. Междуреченска</i>

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

**Задание выдал консультант:**

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Доцент кафедры ЭПР	Цибулькинова Маргарита Радиевна	Кандидат географических наук		

**Задание принял к исполнению студент:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
2ГМ51	Нечипоренко Валерия		

## ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
2ГМ51	Нечипоренко Валерия

<b>Институт</b>	<b>ИПР</b>	<b>Кафедра</b>	<b>ГЭГХ</b>
Уровень образования	Магистратура	Направление/специальность	Экология и природопользование

<b>Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:</b>	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Исследование снегового покрова (твердый осадок снега) в лабораторных условиях
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
<p><b>1. Производственная безопасность</b></p> <p>1.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой;</li> <li>– действие фактора на организм человека;</li> <li>– приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ);</li> <li>– предлагаемые средства защиты;</li> <li>– (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства).</li> </ul> <p>1.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– механические опасности (источники, средства защиты);</li> <li>– термические опасности (источники, средства защиты);</li> <li>– электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты)</li> </ul>	<p>1.1. Анализ выявленных вредных факторов при исследовании снегового покрова в лабораторных условиях:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Отклонение параметров микроклимата в помещении.</li> <li>2. Недостаточная освещенность рабочей зоны.</li> <li>3. Повышенный уровень шума.</li> <li>4. Электромагнитное поле.</li> </ol> <p>1.2. Анализ выявленных опасных факторов при исследовании снегового покрова в лабораторных условиях:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Поражение электрическим током;</li> <li>2. Пожароопасность.</li> </ol>
<p><b>2. Экологическая безопасность:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– защита селитебной зоны</li> <li>– анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы);</li> <li>– анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы);</li> <li>– анализ воздействия объекта на литосферу (отходы);</li> <li>– разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды.</li> </ul>	Объект исследования (твердый осадок снега) и его изучение в лабораторных условиях, не оказывает воздействия на окружающую среду.
<p><b>3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– перечень возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения;</li> <li>– выбор наиболее типичной ЧС;</li> </ul>	<p>Выбор и описание возможных ЧС:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Пожар, вследствие неисправности и замыкания электропроводки.</li> <li>2. Взрыв лабораторного оборудования (прибора).</li> </ol>



<ul style="list-style-type: none"> <li>- разработка превентивных мер по предупреждению ЧС;</li> <li>- разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- разработка превентивных мер по предупреждению ЧС;</li> <li>- разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий.</li> </ul>
<b>4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства;</li> <li>- организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- специальные правовые нормы трудового законодательства;</li> <li>- организационные мероприятия по улучшению условий труда.</li> </ul>
<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент кафедры ЭБЖ	Кырмакова Ольга Сергеевна			

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ГМ51	Нечипоренко Валерия		

## Содержание

ВВЕДЕНИЕ.....	14
1 Общие сведения о ртути.....	16
1.1 Ртуть как химический элемент .....	16
1.2 Источники поступления ртути.....	17
1.3 Гигиенические показатели ртути. Влияние ртути на организм человека.....	20
2 Обзор эколого-геохимических исследований в промышленно-урбанизированных и фоновых районах.....	24
3 Общая и экологическая характеристика г. Томска.....	27
3.1 Административно-географическое положение.....	27
3.2 Климатические условия.....	28
3.3 Геологическая характеристика .....	29
3.4 Гидрологические условия .....	30
3.5 Почвенная характеристика.....	31
3.6 Функциональное зонирование г. Томска в 2007 и 2015 гг. ....	32
3.7 Динамика техногенной нагрузки в г. Томске в 2007 и 2015 гг. ....	35
4 Методика исследования.....	37
4.1 Отбор проб и подготовка проб снегового покрова.....	37
4.2 Лабораторно-аналитические исследования.....	40
4.3 Методика обработки данных .....	41
5. Динамика геохимических особенностей ртути в снежном покрове территории г. Томска .....	44
5.1 Анализ пространственно-временной ртутной нагрузки на территорию г. Томска по результатам площадной съемки 2007 и 2015 гг. ....	44
5.2 Ртутная нагрузка в функциональных зонах г. Томска в 2007 и 2015 гг. ....	49
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	55
6. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность, ресурсосбережение ..	56
6.1. Планирование, организация и менеджмент при проведении работ .....	56
6.2 Бюджет научного исследования .....	60
6.3. Расчет затрат времени и труда по видам работ.....	61
6.4. Расчет производительности труда, расчет продолжительности выполнения объема проектируемых работ .....	64
6.5. Нормы расхода материала.....	65
6.6. Общий расчет сметной стоимости проектируемых работ.....	66

6.7. Общий расчет сметной стоимости проектируемых работ .....	70
7 Производственная безопасность .....	73
7.2 Экологическая безопасность.....	81
7.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	81
7.4 Правовые и организационные решения обеспечения безопасности .....	83
7.4.1 Правовые решения обеспечения безопасности.....	83
7.4.2 Организационные решения обеспечения безопасности .....	84
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	86
Приложение А .....	94

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа объемом 102 страниц, 20 таблиц, 22 рисунков, 65 источников, 1 приложение

Ключевые слова: снежный покров, теплоэлектростанция, ртуть, город.

Объектом исследования являются: г. Томск

Цель работы: проследить пространственно-временное распределение ртути на территории г. Томска по данным изучения снежного покрова за 2007 и 2015 года.

Область применения: Результаты работы могут быть использованы природоохранными органами для оценки качества атмосферного воздуха, а также принятия мер по ее улучшению. Результаты могут быть использованы в учебном процессе при проведении занятий для студентов экологических специальностей

В будущем планируется провести подобное исследование по другим химическим элементам.

## ВВЕДЕНИЕ

В условиях развития и урбанизации г. Томска при существенном росте предприятий и быстрого темпа роста жилых районов на исследуемой территории формируется множество техногенных источников, оказывающих экологическое давления, напрямую отражающееся на всех компонентах среды.

Источниками загрязнения окружающей среды могут быть различные промышленные производства: топливная энергетика, основанная на сжигании угля, металлургическая, химическая, строительная и др. промышленности.

В связи с этим возникает необходимость проследить изменения состояния компонентов окружающей среды, а в сложившихся условиях выпадения большого уровня осадков в зимний период – наиболее актуальны исследования снежного покрова.

Снег наиболее оптимальный индикатор для проверки состояния окружающей среды и мониторинга, так как элементный состав, который мы определяем является показателем загрязнения окружающей среды. Один из самых опасных загрязнителей и регулярно определяемого в компонентах окружающей среды - это ртуть.

**Цель работы** - проследить пространственно-временное распределение ртути на территории г. Томска по данным изучения снежного покрова за 2007 и 2015 года.

### **Задачи:**

1. Провести обзор литературы об ртути как элементе, путей миграции в природной среде и ее токсикологических свойствах.
2. Провести обзор эколого-геохимических исследований ртутной нагрузки на территории г. Томска за последние несколько десятков лет.
3. Проанализировать динамику геохимических особенностей ртути в снежном покрове территории г. Томска.



## 1 Общие сведения о ртути

### 1.1 Ртуть как химический элемент

Ртуть (Hg, атомная масса – 200,59) — серебристо-белый жидкий при комнатной температуре металл с температурой плавления  $-39^{\circ}\text{C}$  и кипения –  $356,5^{\circ}\text{C}$ , давление пара 0,16 Па (при  $20^{\circ}\text{C}$ ). Испаряясь при  $18^{\circ}\text{C}$ , ртуть превращается в бесцветный, не обладающий каким-либо запахом и вкусом пар, который может быть обнаружен только с помощью химического анализа [1].

Металлическая ртуть относится к тяжелым металлам. Пары ртути в 7 раз тяжелее воздуха, а 1 литр жидкой ртути весит 13,5 кг. Благодаря высокому поверхностному натяжению и малой вязкости, ртуть легко распадается на мелкие шарики, значительно увеличивая тем самым поверхность испарения. Так, 5–10 г ртути разбивается на шарики диаметром до 0,1 мм, образуя поверхность испарения 1,5–3,0 м<sup>3</sup>. Металлическая ртуть обладает высокой летучестью, способностью к образованию источников вторичного загрязнения (депо сорбированной ртути), стабильностью во внешней среде, биоаккумуляцией с высоким коэффициентом биоконцентрирования в трофических цепях, метилированием в природных условиях с образованием более токсичных ртутьорганических соединений [1].

Ртуть поступает в атмосферу от естественных и антропогенных источников, и в последнее время привлекает больше внимания исследователей из-за своей высокой токсичности и биоаккумуляции [2]. Более 95 % ртуть присутствует в атмосфере в газообразной форме в виде элементарной ртути Hg<sup>0</sup>. Существует реактивная газообразная форма, состоящая из различных окисленных форм Hg (II). Кроме того, ртуть поступает в атмосферу в виде Hg<sup>0</sup>, адсорбированной на поверхности частиц, а также ртуть может содержаться в органических соединениях (метилртуть) [3].

Алкильные соединения ртути, в частности, метилртуть, образуются в воде морским микропланктоном в результате естественного метилирования

ртути. Эти соединения накапливаются в организме морских животных и попадают в организм человека вместе с пищей. Рыба относится к основному пищевому источнику отравления [4].

Непереходный металл ртуть чрезвычайно редкий химический элемент в земной коре, средняя масса его только 0,08 ppm [11]. В природе ртуть находится в самородном состоянии в виде мелких капелек, но чаще в виде минерала киновари, состоящего из соединения ртути с серой — сернистая ртуть, содержащей 0,1–4% металлической ртути.

Подвижный и легко испаряющийся металл, используемый в практической жизни людей в течение нескольких тысячелетий, является весьма токсичным для любых форм жизни — растений, в том числе и морских водорослей, водных беспозвоночных (моллюсков, ракообразных), рыб, млекопитающих животных и человека. Ртуть не входит в число 15 эссенциальных микроэлементов, однако вследствие загрязнения окружающей среды определяется во всех живых организмах [14]. В.И. Вернадский относил ртуть к ультрамикроэлементам, т.к. содержание её в живых организмах составляет 10-5% [15].

## **1.2 Источники поступления ртути**

Глобальный круговорот ртути включает в себя 2 основных компонента: природная составляющая и антропогенная эмиссия. К природным составляющим относят: дегазацию земной коры, вулканические и геотермические выбросы, рудные месторождения [5].

Антропогенная эмиссия происходит при сжигании природного топлива, использовании в промышленности и сельском хозяйстве ртутьсодержащих приборов и химических соединений и при выбросе промышленных и бытовых отходов. В окружающую среду ртуть поступает при добыче и выплавке ртутьсодержащей руды, выплавке цветных металлов из сульфидных руд, извлечении золота из руд, отбеливании целлюлозы, при производстве хлора, каустика, винилхлорида, электрического оборудования



(ламп, различных источников тока), приборов измерения и контроля (термометров, манометров), ртутьсодержащих медицинских препаратов, цемента, при применении ртуть содержащих пестицидов, сжигании угля и мазута и т.д [6].

В России выброс ртути в атмосферный воздух от промышленных предприятий составляет примерно 10 т в год. Это соответствует выбросам ртути промышленностью в других индустриально развитых странах мира. Вблизи хлорщелочных производств образовались зоны интенсивного загрязнения ртутью окружающей среды. До 20 т ртути ежегодно поступает в окружающую среду при сжигании угля и мазута. Содержание ртути в углях различных месторождений значительно отличается. В среднем оно составляет 17 мкг/т топлива, но в углях Кузбасса доходит до 28 мкг/т. Высоко загрязнение окружающей среды ртутью также в окрестности золотоизвлекающих фабриках, где содержание этого металла превышает ПДК в атмосферном воздухе в 13 раз, в воде – в 2 – 24 раза, в продуктах питания – в 2 раза [7].

В результате усилившихся техногенных выбросов в атмосферу и гидросферу ртуть из естественного компонента природной среды, участвующего во всех круговоротах, превратилась в весьма опасный компонент для здоровья человека и живого вещества. Ртуть в атмосферном воздухе присутствует преимущественно в газообразной форме. Фоновое содержание ее в воздухе в нашей стране не превышает 0,05 мкг/м<sup>3</sup>, а в основном – ниже 0,02 мкг/м<sup>3</sup>. В воздухе промышленных районов концентрация ртути значительно выше. Дальность распространения ее в атмосферном воздухе от источников загрязнения определяют по содержанию ртути в осадках. Механизм вымывания ее дождем из атмосферы связан с растворением соединений ртути и с вымыванием ее взвешенных частиц. В результате выпадения ртути на поверхность земли формируются антропогенные аномалии в почве и снежном покрове [8].

Ртуть применяют в металлургической, химической, электротехнической, электронной, целлюлозно-бумажной и фармацевтической промышленности, используют для производства взрывчатых веществ, люминесцентных ламп, лаков и красок. Промышленные стоки и атмосферные выбросы, горно-обогатительные фабрики при ртутных рудниках, теплоэнергетические установки, использующие минеральное топливо, являются главными источниками загрязнения биосферы этим токсичным компонентом. Известно, что каждый 2-й кг добытой ртути не доходит до потребителя, а улетучивается в атмосферу или теряется. На предприятиях, использующих ртуть в технологических целях (например, амальгамирование при добыче золота), ее потери достигают 100% [9].

Кроме того, ртуть входит в состав некоторых пестицидов, которые используются в сельском хозяйстве для протравливания семян и защиты их от вредителей (гранозан) [10].

Вместе с тем, формирование зон ртутного загрязнения связано не только с промышленными выбросами, с прямым влиянием "ртутных производств", использующих этот металл или его соединения в своих технологических циклах. Установлено, что ртуть является типоморфным (характерным, постоянно присутствующим) элементом практически любых техногенных геохимических аномалий (зон загрязнения), формирующихся в городах. На заводах, в научных центрах, военных объектах, в медицинских и учебных учреждениях, в быту используется значительное количество ртутьсодержащих изделий, приборов: люминесцентные и ртутные лампы, термометры, гальванические элементы, которые при неправильной утилизации могут стать источниками загрязнения окружающей среды ртутью [12].

Вследствие этого ртуть - типичный компонент различных промышленных и бытовых отходов, присутствующий на полигонах. В

районах свалок в окружающей среде всегда отмечаются ее повышенные уровни [13].

Загрязнение объектов городской среды происходит также при нарушении (в бытовых и производственных условиях) правил эксплуатации и хранения ртутных (ртутьсодержащих) приборов, устройств и изделий, в результате небрежного обращения с металлической ртутью, ртутными соединениями и ртутьсодержащими отходами [14].

Вместе с тем, для России проблема ртутного загрязнения имеет особое значение. Существенное количество ртути поступает в окружающую среду при сжигании отходов. Несмотря на снижение объемов использования ртути в промышленности, в стране накоплены огромные количества ртутьсодержащих отходов, в обращении находится большое количество ртутных приборов, изделий и устройств, на руках у населения имеется значительное количество ртути и ее соединений [16].

### **1.3 Гигиенические показатели ртути. Влияние ртути на организм человека**

Как говорилось ранее ртуть – один из наиболее токсичных металлов, широко распространен в окружающей среде, обладает способностью к биоаккумуляции и движению по трофическим цепям. В упрощенном виде движение ртути по пищевым цепям может быть представлено следующим образом: вода – донные отложения – биота (бентос, фито-, зоопланктон) – рыбы и птицы, питающиеся рыбой. Особо опасны органические соединения ртути, образующиеся в водных системах и результате процессов биохимического метилирования [17].

ПДК ртути в атмосферном воздухе составляет 0,3 мкг/м<sup>3</sup>, в питьевой воде – 0,5 мкг/л, в почве – 2,1 мг/кг. Поступление этого металла за счет сброса отходов в водоемы рыбохозяйственного назначения недопустимо. ПДК ртути в водоемах составляет 0,01 мкг/л. Так, для водных систем охраняемых территорий Великих озер норматив был снижен до 0,0018 мкг/л, и, возможно,

поэтому были ужесточены требования относительно вод озера Байкал. Допустимое содержание ртути в продуктах питания дифференцировано по группам продуктов; согласно СанПиН 2.3.2.560–96 в продовольственном сырье и пищевых продуктах не допускается наличие ртутиорганических пестицидов [18].

Ввиду того, что метилртуть, широко распространенная в окружающей среде, обладает кумулятивными свойствами, ФАО и ВОЗ установили предельное еженедельное поступление в организм ртути. На уровне 300 мкг, из них в виде метилированной – не более 200 мкг в пересчете на ртуть. В 2003 г. по результатам изучения влияния метилртути на плод показатель ее недельного поступления был снижен до 1,6 мкг/кг массы тела. ФАО/ВОЗ рекомендуют допустимое содержание ртути в рыбе на уровне не более 0,5 мг/кг сырой массы. Агентством по окружающей среде США на основании многолетнего изучения характера питания матерей во время беременности, результатов определения содержания ртути в крови пуповины, в волосах матерей во время рождения ребенка и в волосах детей разных возрастов, а также установления психоневрологического статуса детей рекомендована допустимая пороговая доза метилртути 0,1 мкг/кг массы тела [19].

В Швеции, где рыба – неотъемлемый компонент пищевого рациона населения, разработаны нормы потребления пресноводной хищной рыбы, в организме которой накапливается поступающая по трофической цепи метилртуть. Женщинам детородного возраста вообще не рекомендуется употреблять такую рыбу [20].

В почве накопление ртути определяется уровнем содержания органического углерода и серы. Естественное содержание ртути в почве, унаследованное от материнской породы, колеблется в пределах от 0,02 до 0,3 мг/кг, составляя в среднем 0,06 мкг/кг, и зависит от типа почв. В городах концентрация ртути в почве несколько выше, что связано с наличием большого количества различных выбросов [21].

В воде ртуть может находиться в органическом и неорганическом состоянии. Основным источником ртути в питьевой воде – водоисточники, загрязненные сточными водами, например, от хлорщелочного производства, далее атмосфера и, наконец, реагенты, используемые при водоподготовке. Не исключено также прямое загрязнение колодцев из колодезных насосов. ПДК ртути в воде водоисточников по санитарно-токсикологическому показателю составляет 0,5 мкг/л. Неорганическая ртуть в окружающей среде может превращаться в металлоорганические соединения, в том числе в высокотоксичную метилированную ртуть. Она образуется в результате биологических процессов в водной среде и по трофической цепи поступает и накапливается в организмах хищных рыб (акул, тунцов, шук и др.) и морских млекопитающих (тюленей, китов). Потребление этих продуктов является основным источником попадания метилртути в организм человека [22].

Ртуть оказывает существенное влияние на здоровье человека. Для правильной оценки влияния ртути на здоровье человека очень важно знать, какие ее соединения и каким образом попадают в организм. Ртуть принадлежит к числу тиоловых ядов, блокирующих сульфогидратные группы белковых соединений и нарушающих белковый обмен и ферментативную деятельность организма. Основным путем поступления неорганической ртути из окружающей среды является ингаляционный. С атмосферным воздухом в среднем человек вдыхает около 1 мкг ртути в сутки. До 80 % вдыхаемых паров ртути задерживается в легких и, попадая в кровь, быстро окисляется. Практически вся поступившая в организм ртуть быстро ионизируется [23].

Более опасными считаются органические соединения ртути, попадающие в организм с питьевой водой и продуктами питания. С водой поступает менее 0,4 мкг ртути от ее суточного количества. Основным источником ртути для населения, не имеющего производственного контакта с ртутью, является пища, главным образом рыба и рыбные продукты. В районах

с высоким загрязнением суточное потребление ртути с этими продуктами питания может достигать 300 мкг, что приводит к отравлению метилртуть [24].

Ртуть, попадающая в организм в виде паров, способна быстро проходить через плаценту. Органические соединения ртути более длительно, чем неорганические, находятся в организме в неизменном виде, гораздо позже проникая через гематоэнцефалический и плацентарные барьеры. У кормящих матерей, возможно, накопление соединений ртути в грудном молоке, и поэтому ртуть обнаруживают в крови младенцев. Период полувыведения неорганической ртути составляет примерно 80 суток, а при поступлении метилртути – более 600 суток [25].

Распределение ртути при отравлении обусловлено характером соединений и способом их поступления в организм. При ингаляционном поступлении паров ртути, основное ее воздействие оказывает на почки, в результате чего развиваются почечная недостаточность. Ртуть проникает также в ткани головного мозга, чем объясняются нервные поражения, которые могут проявляться и через несколько лет после прекращения воздействия. Кроме того, постоянное воздействие ртути, по данным Н. А. Павловской (2002), ведет к развитию иммунной недостаточности. У рабочих, контактировавших с ртутью, в клинической картине профессионального заболевания преобладали неврастения, агрессивность, головные боли, нарушения сна и памяти. При более низких уровнях воздействия наблюдались изменения поведения моторных функций, настроения, повышенная эмоциональность и т.д [24].

Профессиональное заболевание, возникшее под воздействием ртути, впервые было описано в XVI в. Классическим примером такого заболевания является «болезнь сумасшедшего шляпника», использовавшего нитрат ртути при изготовлении фетра. Известны случаи смертельных исходов и заболеваний, наступивших вследствие отравления населения некоторых стран продуктами, содержащими метилртуть. Все пострадавшие употребляли и

пишу рыбу и моллюсков. Нарушения координации были замечены также у кошек и птиц. Десятки людей погибли, многие получили тяжелые поражения нервной системы (что было связано с проникновением метилртути через плацентарный барьер в чрево матери) и отклонениями физического и умственного развития. Известны также случаи отравления людей метилртутью вследствие употребления загрязненного хлеба, выпеченного из пшеницы и других злаков, обработанных ртутьсодержащими фунгицидами [24].

## **2 Обзор эколого-геохимических исследований в промышленно-урбанизированных и фоновых районах.**

Первые масштабные исследования урбанизированных территорий в России были начаты под руководством Ю.Е. Саета в 1976 году. В Западной Сибири исследования атмосферных выпадений с использованием снеговой геохимической съемки проводятся начиная с 1974 г. Основы данных работ заложены авторским коллективом в составе Бояркиной А.П., Васильева Н.П., Львова Ю.А., Будаевой Л.И., Байковского В.В. и других ученых из Томского государственного университета, Сибирского медицинского государственного университета, НИИ онкологии Томского научного центра РАМН, Института оптики атмосферы СО РАН [26].

Данные исследования показали, что источники загрязнения можно квалифицировать следующим образом: котельные, промышленные предприятия, автомобильный транспорт.

Масштаб загрязнения атмосферного воздуха вредными веществами достаточно велик. Так, выбросы предприятий города в 1987 г. составили 45,2 тыс. т. В воздухе города содержится более 110 вредных веществ [27].

Основными источниками выбросов взвешенных веществ являлись ГРЭС – 2, ТЭЦ, заводы резиновой обуви, электромеханический, крупное домостроение, завод железобетонных конструкций, асфальтобетонные, предприятия электротехнической промышленности, лесопромышленный

комбинат, мебельная и спичечная фабрики. Всего по городу количество выбрасываемых взвешенных веществ составляло 21 тыс т/г [27].

По данным 1976 г. в окрестностях города в среднем на 1 дм<sup>2</sup> в год выпадало 3,4 мкг ртути. В атмосферных выбросах г. Томска содержится в микропримесях [27].

Изучение загрязнения снегового покрова в Томском государственном университете начато под руководством А.И. Летувнинкаса (Летувнинкас, 1999, 2002) совместно с Ильченко Н.В. (Ильченко, 2000) и продолжено Ивановым А.О. (Иванов, 2007) совместно со специалистами из Томского политехнического университета [28].

В Томском политехническом университете изучение загрязнения окружающей среды с использованием снежного покрова активно проводится учеными с 1990-х годов. Развитием этого направления активно занимались в разные годы Рихванов Л.П., Язиков Е.Г., Зуев В.А., Сарнаев С.И., Поцелуев А.А., Шатилов А.Ю., Таловская А.В. Ляпина Е.Е., Филимонено Е.А. (Сарнаев и др., 1995; Экология..., 1994; Шатилов, 2001; Эколого-геохимические..., 2006; Таловская, 2008; Язиков, и др., 2010).

В работах Ляпиной Е.Е. было указано, что многолетние исследования показали очаги с максимальными концентрациями (258 нг/г) ртути отмечались в северной части города (район Соснового бора). Но кроме самого крупного были еще два очага с повышенным содержанием ртути в них, расположенных в районе микрорайона Черемошники (243 нг/г), что объяснялось большим количеством домов с печным отоплением, и практически над всей центральной частью города в районе пр. Ленина и пр. Фрунзе (175 нг/г), т.к. это основные пути движения автотранспорта с очень низкой пропускной способностью, а так же район влияния ГРЭС-2, которая оказывает многокомпонентное негативное влияние [29].





Рисунок 2.1. Распределение содержания ртути в снеговом покрове г. Томска нг/г (Ляпина Е.Е. 2005г.).

Так же по данным площадной снеговой съемки (Таловская, 2008) и данным ежегодных мониторингов снежного покрова, проводимых ОГБУ «Облкомприрода» на территории г. Томска установлено, что один из наиболее контрастных ореолов по величине притока атмосферной пыли на снег расположен вблизи объекта теплоэнергетической отрасли города – Томской ГРЭС-2 [29].

Таким образом, литературный обзор показал, что в окрестностях ГРЭС – 2 наблюдается устойчиво поступление тяжелых металлов, в том числе и ртути.

### 3 Общая и экологическая характеристика г. Томска

#### 3.1 Административно-географическое положение

Город Томск расположен в Томском районе Томской области, на востоке Западной Сибири на берегу реки Томь. Томский район расположен в южной части Томской области (рис. 3.1). Район граничит на юге – с Кемеровской областью, на севере – с Кривошеинским и Асиновским районами, на востоке – с Асиновским и Зырянским, на западе – с Кожевниковским и Шегарским районами [30].



Рисунок 3.1 – Схема расположения г. Томска

#### 3.2 Климатические условия

Климат района континентально-циклонический с продолжительной холодной зимой и коротким жарким летом. В циркуляционных процессах участвуют арктические и умеренные воздушные массы, а летом – и тропические. В общей циркуляции атмосферы большое значение имеют возникающие и перемещающиеся здесь циклоны и антициклоны [31].

Ветровой режим характеризуется среднегодовой скоростью ветра, равной в г. Томске 3,1 м/с. Наибольшие скорости ветра приходятся на зимние месяцы (декабрь, март), наименьшие – на летние (июль, август). Число дней с

сильным ветром (15 м/с и более) равно в среднем 20, причем наибольшее число таких дней приходится на зимние месяца. Преобладающими являются южные ветры. Особенно велика повторяемость южных ветров зимой (в среднем 47%) и летом – 26%. В летние месяцы увеличивается повторяемость северных ветров [31].

Среднегодовая температура воздуха за многолетний период наблюдений по метеостанции г. Томска составляет – 0,6°С. Максимальные температуры воздуха приходятся на июль и достигают плюс 36°С, минимальные температуры характерны для декабря – января и понижаются до минус 55°С. Переход через «0» среднегодовой температуры происходит в последних числах марта – первых числах апреля, а осенью – в первой декаде октября. Средняя продолжительность безморозного периода – 115 дней [31].

Средняя глубина промерзания почвы равна 82 см, на залесенных участках промерзание почвы значительно меньше. Средняя глубина промерзания почв в лесу – 0,7 м, на открытых участках – до 3 м [31].

Средние многолетние температуры воздуха приведены в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Значения температуры по данным метеорологической станции Томск, °С

месяц	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	год
МНОГОЛЕТ.	-17,1	-14,7	-7,0	1,3	10,4	15,9	18,7	15,7	9,0	1,7	-8,3	-15,1	0,9
2007 г.	-9,4	-15,1	-8,0	6,1	9,6	13,8	20,4	15,0	10,6	1,2	-6,4	-6,8	2,6
2015г.	-13,5	-11,0	-5,4	5	11,8	18,4	19	15,9	8,0	2,5	-9,7	-11,0	2,5

Зимы 2006-2007, 2014—2015 гг. характеризовались высокой аномалией тепла со снегопадами, особенно обильными во второй половине зимы и непродолжительными морозами

Направление ветра в 2007 году наблюдается в основном юго-западное. В 2015 году направление ветра преимущественно южное.

### **3.3 Геологическая характеристика**

В геологическом отношении район расположен в окраинной части Западно-Сибирской низменности на стыке с Колывань-Томской складчатой зоной, в области питания Западно-Сибирского артезианского бассейна. В строении его принимают участие разнообразные комплексы пород от евонских до четвертичных. Строение двухэтажное. Нижний этаж представлен породами девона и карбона, смятыми в складки северо-восточного простирания, которые слагают западное крыло Томского синклинория. Отложения нижнего структурного яруса слабо трещиноваты, рассланцованы и обладают слабой водообильностью. От отложений верхнего яруса они отделены водоупором, которым являются коры выветривания, развитые повсеместно на осадках палеозоя. Верхний этаж представлен рыхлой, горизонтально залегающей толщей мезозойско-кайнозойских отложений, которые перекрывают породы девона и карбона с угловым несогласием [32].

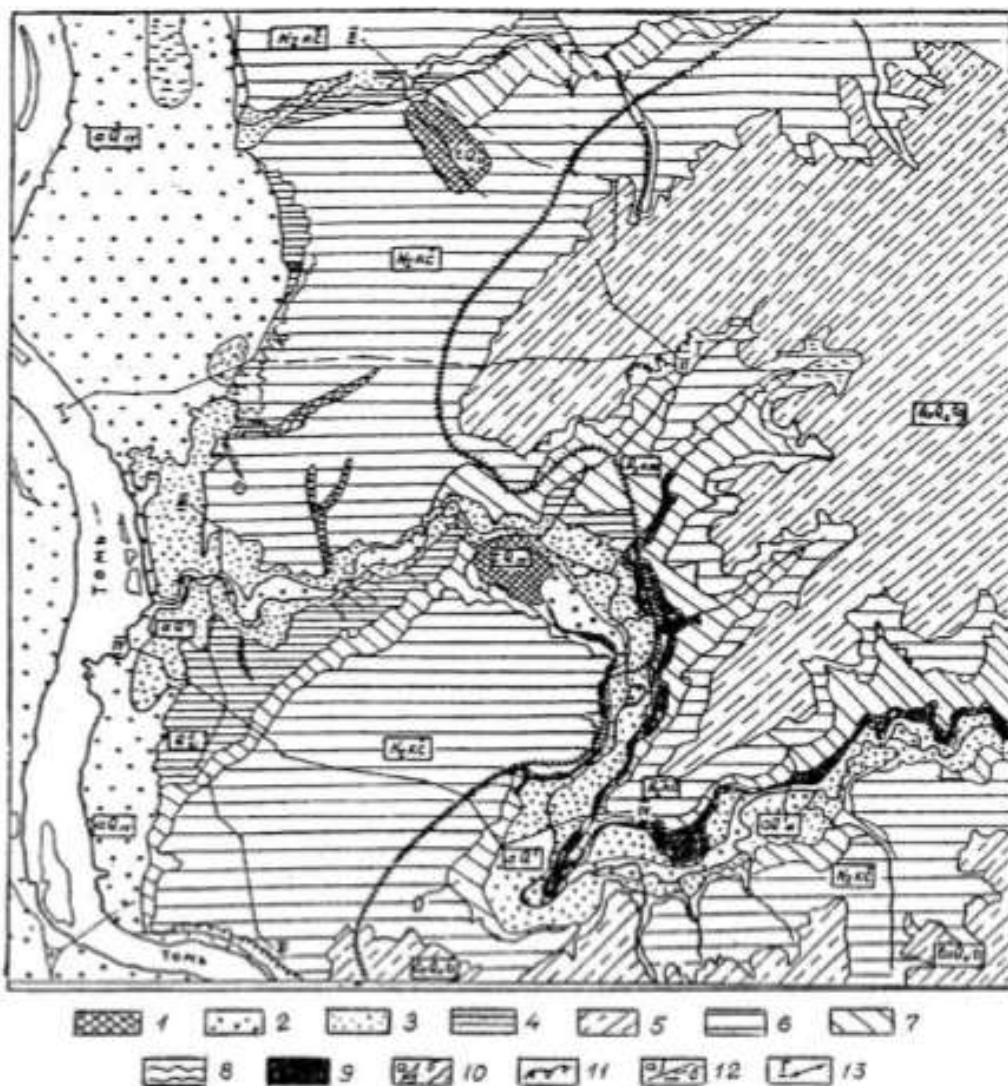


Рисунок 3.2 – Геологическое строение территории г. Томска [32]: 1 – золоотвал, свалки; 2 – аллювиальные отложения высокой поймы реки Томи; 3 – аллювиальные отложения рек Ушайки и Малой Киргизки; 4 – отложения второй надпойменной террасы рек Ушайки и Малой Киргизки; 5 – отложения тайгинской свиты; 6 – отложения кочковской свиты; 7 – отложения новомихайловской свиты; 8 – границы свит; 9 – палеозойские отложения лагерно томской и басандайской свит; 10 – овраги: а) засыпные; б) незасыпные; 11 – границы оползневых участков; 12 – заболоченность территории: а) незаболоченные; б) заболоченные; 13 – разведочные линии

Томское месторождение подземных вод расположено на Обь-Томском междуречье, являющимся юго-восточной окраиной Западно-Сибирского артезианского бассейна [32].

### **3.4 Гидрологические условия**

Главной водной артерией г. Томска является р. Томь. Длина ее в пределах города составляет 20 км, ширина русла колеблется от 250 до 650 м. Река имеет смешанное питание с преобладанием снегового. На реке выделяется три гидрологических сезона; весеннее половодье, летне-осенний период и зимняя межень. Замерзает река в начале ноября, вскрывается во второй половине апреля - первой половине мая [32].

Правые притоки Томи в пределах города - реки Ушайка и Киргизка имеют западно-северо-западное направление течения. Малые реки вскрываются на 5-8 дней раньше Томи. Река Ушайка на протяжении 10 км протекает по территории города. Только устьевой участок р. Киргизки расположен в пределах города [32].

Территория г. Томска изобилует озерами, которые загрязнены и не имеют стока - Университетское, Мавлюкеевское, Ирневское, Керепеть и др. Все озера сходны по морфологическим признакам, а по происхождению являются озерами старичного типа. Много на территории города и озер антропогенного происхождения (пруд плотинного типа на Степановке).

В систему гидросети включены также многочисленные родники и болота, занимающие значительные площади города, расположенные в основном в районах высокого стояния грунтовых вод и долинах рек [32].

### **3.5 Почвенная характеристика**

Почвенный покров окрестностей г. Томска представлен серыми лесными, подзолистыми, дерновоподзолистыми типами, в понижениях рельефа часто наблюдаются процессы оглеения. На территории г. Томска естественные почвы встречаются редко. Городские почвы в некоторой степени наследуют свойства зональных почв и горных пород. Большая часть городской территории представляет собой асфальтированные и застроенные участки, а на оставшихся открытыми местах преимущественно развиты антропогенные модификации почв (техногенно измененные почвы), которые

формировались в основном в процессе хозяйственного освоения участков земли, а также рекультивации тех или иных объектов [33].

### 3.7 Динамика техногенной нагрузки в г. Томске в 2007 и 2015 гг.

На территории г. Томска ведутся систематические наблюдения за загрязнением атмосферного воздуха ГУ «Томский центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды» на 7 постах. В ходе наблюдений оценивается содержание в воздухе 13 веществ: пыль, сернистый ангидрид, оксид углерода, диоксид азота, оксид азота, сероводород, фенол, сажа, хлористый водород, аммиак, формальдегид, метанол и бенз(а)пирен.

Индекс загрязнения атмосферы (ИЗА) комплексный показатель характеризующий степень загрязнения атмосферного воздуха. В соответствии с существующей градацией уровень загрязнения считается низким, если ИЗА  $< 5$ , повышенным — при ИЗА от 5 до 6, высоким — при ИЗА от 7 до 13, очень высоким — при ИЗА  $\geq 14$  [36].

Так за период с 2007 по 2015 год уровень ИЗА снизилось на 10,5 показателей. (рисунок 3.5)



Рисунок 3.5 – Динамика индекса загрязнения атмосферного воздуха на территории г. Томска за 2007-2015 гг. [36].

Немаловажную роль в загрязнении атмосферы играют выхлопные газы автомобилей, которые поступают в приземный слой воздуха и тем самым представляют большую опасность для здоровья населения. Химический состав выбросов зависит от вида и качества топлива, технологии производства, способа сжигания в двигателе и его технического состояния.

В целом состояние атмосферного воздуха на детских площадках и в зонах отдыха населения г. Томска благоприятное, но были зафиксированы превышения концентраций взвешенных веществ (пыли) в 2,4—3,6 раза в Советском и Кировском районах [36].



## 4 Методика исследования

### 4.1 Отбор проб и подготовка проб снегового покрова

Для изучения твердого осадка снега проводился отбор проб снега в период максимального влагозапаса, что в климатических условиях Томской области соответствует концу февраля – началу марта. В 2007 и 2015 гг. сотрудниками кафедры геоэкологии и геохимии проводился отбор проб снега на территории города Томска. В 2007 году было отобрано 69 проб снега, В 2015 году было отобрано 101 проба снега. Карты с точками отбора проб представлены рисунках 4.1, 4.2

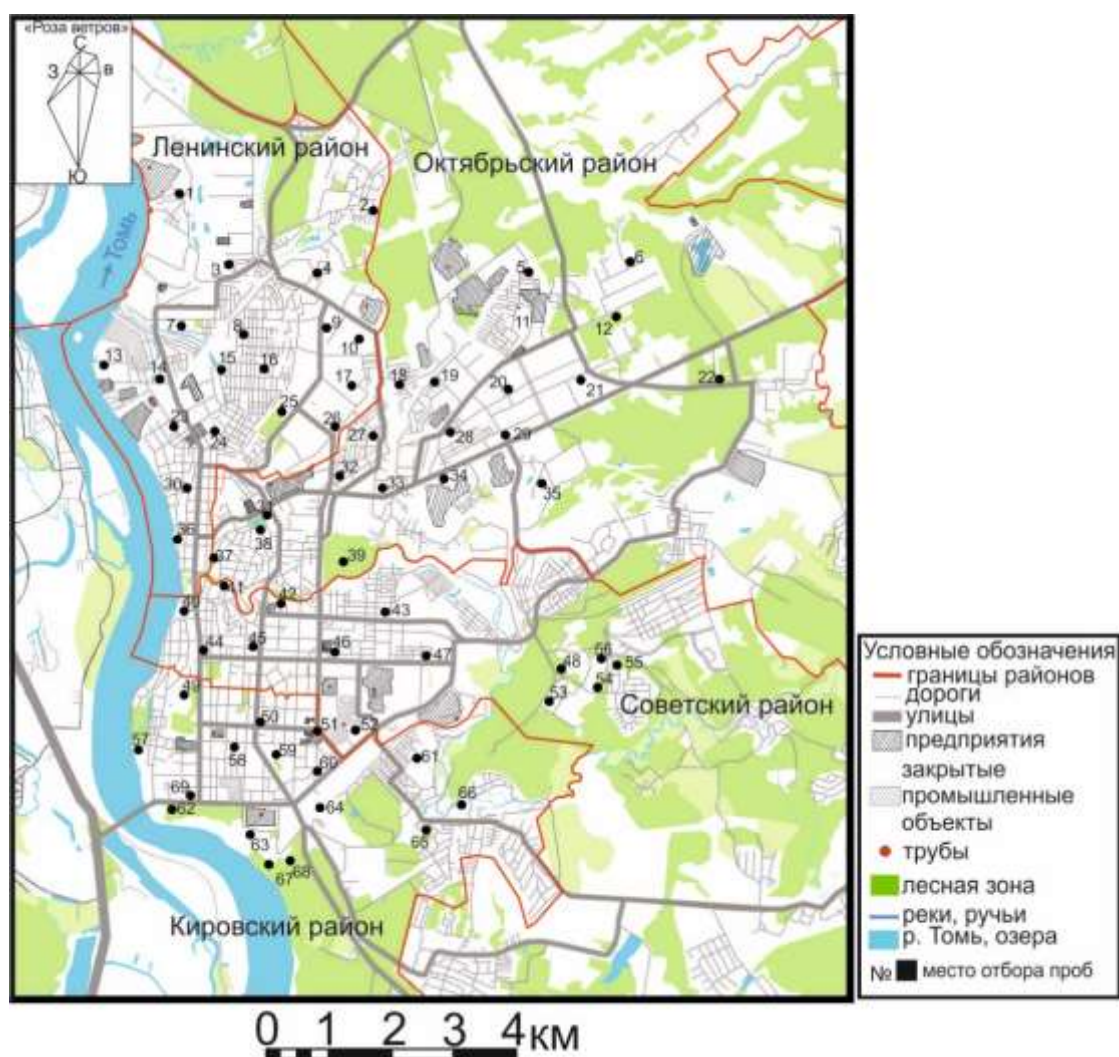


Рисунок 4.1 – Схема отбора проб снега на территории г. Томска в 2007г. (отбор проб сотрудниками кафедры ГЭГХ – доцент Таловская А.В.)

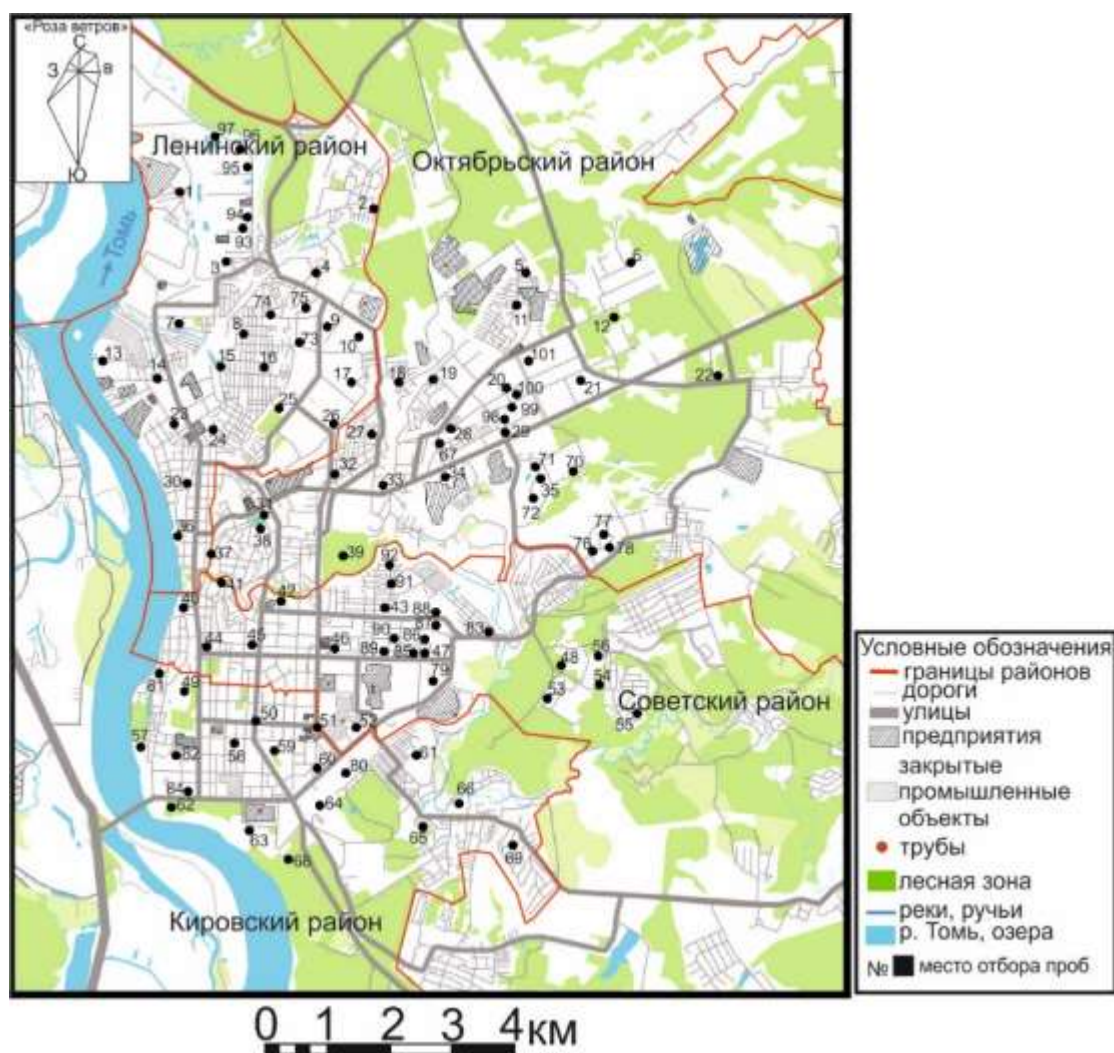


Рисунок 4.2 – Схема отбора проб снега на территории г. Томска в 2015г. (отбор проб сотрудниками кафедры ГЭГХ – доцент Таловская А.В., магистрант Самохина Н.П., Гусева А.)

Отбор снеговых проб производили из шурфов, организованных на всю мощность снега, кроме 5 см, прилегающих к почвенному покрову, для исключения возможного загрязнения снеговых проб литогенной компонентой, смешивающейся с приземным слоем снега во время формирования снежного покрова [37]. Результаты исследований при отборе проб снега на всю мощность снегового покрова являются наиболее представительными, так как исключают последствия флуктуации направления ветра и фактор непостоянства выбросов загрязняющих веществ. Такие результаты дают средневзвешенную характеристику величины загрязнения, которая была

усреднена естественным путем в течении продолжительного времени, т.е. с момента установления снегового покрова и до момента отбора пробы. В ходе процедуры отбора проб снега обязательно ведется замер площади и глубины шурфа, а также фиксируется время (в сутках) от начала снегостава до дня отбора проб. Вес каждой пробы составлял от 15 до 18 кг. Отбор снега предполагает либо отдельный анализ твердой и жидкой фаз, либо только его твердой составляющей, которая состоит из атмосферной пыли, осаждаемой на поверхность снежного покрова (рисунок 4.3). Предметом исследования являлись твердый осадок снега. Процесс пробоподготовки начинается с таяния снега при комнатной температуре. Затем последовательно проводится декантация верхней части отстоянной талой воды, фильтрация нижней части снеготалой воды через беззольный фильтр типа «синяя лента», высушивание фильтра, просеивание до фракции менее 1 мм и взвешивание фильтра с осадком. Разница в массе фильтра до и после фильтрования характеризовала массу пыли в пробе.



Рисунок 4.3 – Схема подготовки и изучения проб снега

#### 4.2 Лабораторно-аналитические исследования

*Все исследования проб выполнялись в лабораториях международного инновационного научно-образовательного центра «Урановая геология» на базе кафедры геоэкологии и геохимии ТПУ*

*1. Лаборатория микроэлементного анализа Консультант: к.г.-м.н., старший преподаватель каф. ГЭГХ Е.А. Филимоненко.*

Содержание ртути в пробах определяли на атомно-абсорбционном спектрометре РА-915+ (Люмэкс, Россия) с зеемановской коррекцией с использованием пакета программ RA915P (ПНД Ф 16.1:2.23-2000). Пробы твердого осадка снега анализировались с помощью пиролитической приставки ПИРО-915 (метод пиролиза). Диапазон измерений данного метода для массовой доли общей ртути в пробах составляет от 1 до 10000 мкг/кг. Границы относительной погрешности измерений при числе наблюдений  $n=2$  (для каждой пробы нерастворимой фазы снега было проанализировано по 2 навески, в качестве результирующего значения бралось среднеарифметическое по двум измерениям), доверительной вероятности  $P=0,95$  и диапазоне измерений массовой доли общей ртути от 100 до 10000 мкг/кг составляет 25%. В связи с недостатком вещества было изучено в 2007 г. 59 проб, а в 2015 г. – 96 проб.

#### **4.3 Методика обработки данных**

Обработка аналитических данных изучения твердого осадка снега производилась с использованием программ «Excel» и «Statistica 8.0». Построение карт-схем и других графических способов представления информации проводили с помощью программ «Surfer 10» (kriging method) и «Corel Draw».

По полученным данным были рассчитаны эколого-геохимические показатели для твердого осадка снега. На основе полученных данных были рассчитаны следующие показатели.

Пылевая нагрузка рассчитывается по формуле [38]:

$$P_n = P / (S \cdot t) \quad (1)$$

где:  $P_o$  – масса твердого осадка снега (мг; кг);

$S$  – площадь шурфа ( $m^2$ ;  $km^2$ );

$t$  – время от начала снегостава (количество суток) до даты отбора проб.

В практике используется следующая градация по среднесуточной пылевой нагрузке [38]:

Менее 250 – низкая степень загрязнения, неопасный уровень заболеваемости

251-450 – средняя степень загрязнения, умеренно уровень заболеваемости

451-850 – высокая степень загрязнения, опасный уровень заболеваемости

>851 – очень высокая степень загрязнения, чрезвычайно опасный уровень заболеваемости

Показателем уровня аномальности содержаний химических элементов является коэффициент концентрации (КК), который рассчитывался как отношение содержания химического элемента в нерастворимой фазе снега ( $C$ ) к его фоновому содержанию ( $C_{\phi}$ ):

$$КК = C/C_{\phi} \quad (2)$$

В качестве регионального фона был выбран условно фоновый район п. Киреевск, фоновая станция Института оптики атмосферы СО РАН (лесная зона в 60 км от города), содержание ртути в данном районе составило 0,08 мг/кг [37].

Была рассчитана величина общей нагрузки (мг/ (км<sup>2</sup>•сут.)), создаваемая среднесуточным выпадением элемента из атмосферы на снеговой покров, которая учитывает пылевую нагрузку  $P_n$ , (кг/км<sup>2</sup>•сут.) и концентрацию химического элемента  $C$  (мг/кг) в твердом осадке снега:

$$P_{\text{общ}} = C P_n, \quad (3)$$

коэффициент относительно увеличения общей нагрузки элемента:

$$K_p = P_{\text{общ}}/P_{\phi} \quad (4)$$

где:  $P_{\phi}$  – фоновая нагрузка химического элемента на снеговой покров, рассчитываемая по формуле:

$$P_{\phi} = C_{\phi} \cdot P_{пф} \quad (5)$$

где  $C_{\phi}$  – фоновое содержание рассматриваемого химического элемента, мг/кг

$P_{пф}$  – фоновая пылевая нагрузка, которая составляет 1,2 мг/(км<sup>2</sup>•сут)  
[37].

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По результатам исследования снеговой съемки было установлено, что значения коэффициента концентрации ртути в период с 2007 по 2015 года уменьшилось почти в 2,5 раза, а также изменились пространственные ореолы распределения с высокими показателями содержания ртути. Также уменьшился общий поток поступления мышьяка в атмосферный воздух на территории г. Томска.

Такое снижение может обуславливаться тем, что в 2014 г. были проведены природоохранные мероприятия. Были проведена реконструкция системы газоснабжения котлов Томской ГРЭС -2, рекультивация «старого» золоотвала Томской ГРЭС – 2. Данные реконструкции снизили объем выбросов загрязняющих веществ

В 2015 г. изменилась пространственное распределение ртути на территории г. Томска. Появились новые ореолы в частном секторе и высотных застройках. Данное распределение объясняется тем, что в частном секторе используют уголь для отопления.



## **6. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность, ресурсосбережение**

Данная выпускная квалификационная работа представлена на тему: Динамика ртутной нагрузки на территорию г. Томска по данным изучения снежного покрова

Научное исследование проводилось с целью выявления пространственно – временного распределения ртути на территории г. Томска с 2007 по 2015 гг.

Для этого необходимо произвести следующие виды работ, которые выполняются последовательно: эколого-геохимические, лабораторные и камеральные (таблица 6.1).

С целью выявления денежных затрат, связанных с выполнением технического задания, необходимо определить прежде всего время на выполнение отдельных видов работ по проекту, спланировать их последовательное выполнение и определить продолжительность выполнения всего комплекса работ по проекту.

### **6.1. Планирование, организация и менеджмент при проведении работ**

Организационный период. На стадии организационной подготовки ставится задача на проведение эколого-геохимических исследований, производится комплектование подразделения инженерно-техническим персоналом, подбираются приборы, оборудование, снаряжение и материалы, проверяется пригодность и точность приборов, распределяются обязанности между сотрудниками, осуществляются мероприятия по безопасному ведению работ.

Полевой период. Во время полевого периода производится отбор проб снежного покрова.

Согласно сборнику сметных норм на геологоразведочные работы эколого-геохимические работы по пылевым выпадениям из атмосферы путем изучения снежного покрова на отдельных площадках включают в себя: Выбор

площадок отбора проб. Привязка пунктов наблюдения. Расчистка троп к площадкам отбора проб. Проходка шурфов на всю мощность снежного покрова, их документация. Измерение сечения и глубины шурфов. Расчет площади сечения шурфов. Отбор проб. Маркировка тары для проб. Эtiquетирование и упаковка проб. Изучение и описание ландшафтно-экологических условий площадок отбора проб и прилегающих к ним территорий. Отражение и закрепление на маршрутной карте пунктов наблюдения. Перекладывание проб снега в емкости для таяния. Корректировка записей в полевой книжке. Регистрация проб в журнале.

**Отбор снеговых проб** Отбор снеговых проб производили из шурфов, организованных на всю мощность снега, кроме 5 см, прилегающих к почвенному покрову, для исключения возможного загрязнения снеговых проб литогенной компонентой, смешивающейся с приземным слоем снега во время формирования снежного покрова

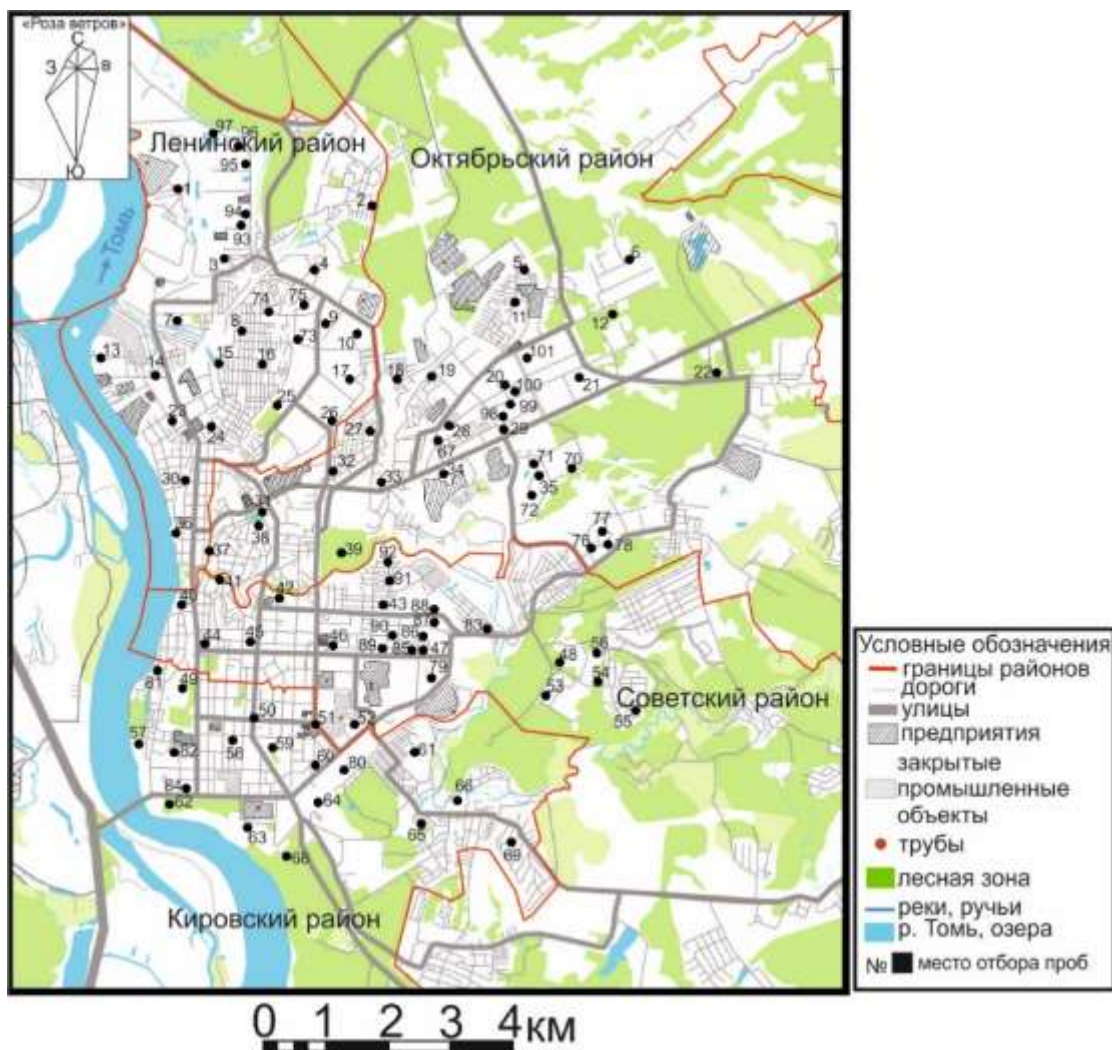


Рисунок 6.1 – Схема отбора проб снега на территории г. Томска в 2015г.

**Лабораторные работы.** На данном этапе были проведены работы, которые включали в себя:

1. Определение ртути в твердом осадке снега (Определяли с помощью анализатора ртути «РА-915+»);

**Камеральные работы.** На данном этапе были проведены работы, которые включали в себя обработку данных и анализ материалов по полученным данным:

1. Выполнение стандартного комплекса операций камеральной обработки материалов (без ЭВМ);
2. Определение фоновых и минимально – аномальных содержаний анализируемых элементов;

3. Расчет суммарной экологической нагрузки от совокупности элементов – загрязнителей в одной природной среде;

4. Камеральная обработка материалов (с использованием ЭВМ).

Календарный план - это оперативный график выполнения работ. Календарный план отражает отдельные этапы и виды планируемых работ (проектирование, полевые, камеральные, лабораторные и другие работы), общую их продолжительность и распределение этого срока по месяцам в планируемом году (таблица 6.1).

Таблица 6.1 Календарный план-график проведения проекта

№ работ	Вид работ	Исполнитель и	$T_{ki}$ , кал. дн.	Продолжительность выполнения работ																			
				февр		март			апрель			май			июн ь								
				2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2							
1	Планирование проектной работы	Геоэколог	4																				
2	Эколого-геохимические работы по пылевым выпадениям из атмосферы путем изучения снежного покрова на отдельных площадках	Геоэколог, рабочий	2																				
3	Пробоподготовка	Геоэколог	9																				
4	Лабораторные	Геоэколог	8																				

	работы																	
5	Камеральные работы	Геоэколог	14															
6	Составление дипломной работы	Инженер	50															

Финансовый план позволяет планировать бюджет проекта. Финансирование геоэкологических работ осуществляется поквартально, это удобно и инвестору, и исполнителям, так как первые могут следить за промежуточными результатами, а вторые могут создать необходимые запасы и планировать выполнение работ и доходы. Итоги финансового и календарного плана включаются в договор с инвестором, который имеет юридическую силу.

Финансовый план включает в себя расчет основных расходов физических единиц работ, общую сметную стоимость геоэкологических работ, расчет стоимости, с учетом амортизационных отчислений, основных фондов.

## 6.2 Бюджет научного исследования

Виды, условия и объемы работ представлены в таблице 6.2 (технический план). На основании технического плана рассчитываются затраты времени и труда.

Таблица 6.2 - Виды и объемы проектируемых работ (технический план)

№	Виды работ	Объем		Условия производства работ	Вид оборудования
		Ед. изм	Кол-во		
1	Эколого-геохимические работы по пылевым выпадениям из атмосферы	проба	98	отбор проб снега, категория проходимости - 1	Снегомерная линейка, полиэтиленовые пакеты, тазы, полиэтиленовое ведро с крышкой,

	путем изучения снежного покрова				лопата
2	Лабораторные работы	проба	98	пробоподготовка материала	
		проба	98	определение содержания ртути в твердой фазе снега	Анализатор ртути «РА-915+»
3	Камеральные работы			обработка данных, анализ материала	ПЭВМ

### 6.3. Расчет затрат времени и труда по видам работ

Для расчета затрат времени и труда на проведение исследований предполагается использование “Инструкции по составлению проектов и смет на геологоразведочные работы” и ССН-93 “Геоэкологические работы” (выпуск 2).

Расчет затрат времени выполняется по формуле:

$$t=Q*N_g*K \quad 1),$$

где:

Q- объем работ;

N<sub>g</sub> - норма времени;

K - соответствующий коэффициент к норме.

С помощью приведенных выше формулы и справочных данных, были определены нормы затрат времени по видам работ и рассчитаны затраты времени для каждого этапа работ при наиболее благоприятном стечении обстоятельств (Таблица 6.3).

Таблица 6.3 - Расчет затрат времени и труда

№	Вид работ	Объем				

		Ед. изм	Ко л- во (Q)	Норма времен и по ССН (Нвр)	Коэф -ты (К)	Докумен т	Итого времен и на объем (N)
1	2	3	4	5	6	7	8
Полевые работы							
1. 1	Эколого- геохимические работы по пылевым выпадениям из атмосферы путем изучения снежного покрова (масса пробы 15 кг)	площадка	98	0,1249	1	пункт 107 ССН, вып. 2	6,49
1. 2	Полевая камеральная обработка материалов (работы по пылевым выпадениям из атмосферы путем изучения снежного покрова)	проба	98	0,0041	1	табл. 54 ССН, вып. 2 1 стр, 3 ст	0,2132
1. 3	Определение содержания ртути в твердом осадке снега, беспламенным	проба	98	0,26	1	табл. 1.3 ССН, вып. 7 Норма 256	13,52

	атомно – адсорбционным методом						
1. 4	Определение содержания ртути в снеготалой воде, беспламенным атомно – адсорбционным методом	проба	98	0,26	1	табл. 1.3 ССН, вып. 7 Норма 257	13,52
1. 5	Выполнение стандартного комплекса операций камеральной обработки материалов (без использования ЭВМ)	проба	98	0,0136		табл. 59 ССН, вып. 2 3 стр., 3 ст.	0,7072
1. 6	Определение фоновых и минимально- аномальных содержаний анализируемых элементов	Определение элементов	98	0,00046	-	ССН, вып. 2 табл. 60 30 стр., 7 ст..	0,02392
1. 7	Расчет суммарной экологической нагрузки от совокупности элементов-	Определение элементов	98	0,00336	-	ССН, вып. 2 табл. 60 32 стр., 7 ст	0,17472



	загрязнителей в одной природной среде						
1.8	камеральная обработка материалов (с исполъз. ЭВМ)	проба	98	0,0337	-	табл. 61 ССН, вып. 2 3 стр 3 ст	1,7524
<b>Итого:</b>							<b>36,4 чел/смена</b>

Геохимические исследования будет выполнять отряд, состоящий из 2 человек (геоэколог, рабочий 2 разряда).

#### **6.4. Расчет производительности труда, расчет продолжительности выполнения объема проектируемых работ**

Основным показателем для планируемых работ во времени считается производительность труда за месяц.

Основным показателем для планирования, организации и управления проектируемыми работами является производительность труда. Эти технико-экономические показатели необходимы для планирования проектируемых работ. Производительность труда за месяц ( $P_{мес}$ ), определяется по формуле:

$$P_{мес} = Q / T_{усл} * n$$

$$n = Q / P_{мес} * T_{усл}$$

где  $Q$  - объем работ;  $T_{усл}$  - время проектное в расчетных единицах (месяц) для каждого вида работ;  $n$  - коэффициент загрузки.

Таблица 6.4 – Расчет затрат труда по исполнителям

		Т (чел./смена)	Геоэколог Н, чел./смена	Рабочий Н, чел./смена
1	Полевые работы	13,4	6,7	6,7
2	Лабораторные работы	27,04	27,04	-
3	Камеральные работы	2,66	2,66	-

Итого:	43,1	36,4	6,7
--------	------	------	-----

### 6.5. Нормы расхода материала

В соответствии со справочником сметных норм на геологоразведочные работы в таблице 6.5 представлено наименование материалов необходимых для проведения геохимических работ. В таблице 6.5 расчет затрат на ГСМ.

Таблица 6.5 – Нормы расхода материалов на проведение геохимических работ

Наименование и характеристика изделия	Единица	Цена, руб.	Норма расхода	Сумма, руб.
1	2	3	4	5
Атмогеохимические работы				
Журнал регистрационный	шт.	60	1	60
Карандаш простой	шт.	4	2	8
Резинка ученическая	шт.	6	1	6
Пакеты полиэтиленовые фасовочные	шт.	20	98 (кол-во проб)	1040
<b>Итого:</b>				<b>1114 руб.</b>
Лабораторные работы				
Фольга алюминиевая 10 м × 30 см	шт.	36	0,082	2,9
Фильтры беззольные «синяя лента»	уп	4	30,00	120,00
Трубка ПВХ	м	5	40,00	200,00
Воронки пластмассовые	шт	50	8,00	400,00
Буылки полиэтиленовые	шт	40	9,5	380,00

Перчатки резиновые	шт	15	10,00	150,00
Спирт этиловый технический	л	75	1,7	127,5
Вата стерильная хирургическая	кг	150	0,6	90
Пинцет медицинский	шт.	60	1	60,00
Воронка делительная 100мл	шт	170	2,0	340
Итого:				<b>1870,4 руб.</b>
Камеральные работы				
Бумага офисная	пачка	250	0,1	25
Карандаш простой	шт.	4	5	20
Резинка ученическая	шт.	6	2	12
Линейка чертежная	шт.	25	0,5	12,5
Ручка шариковая (без стержня)	шт.	12	2	24
Стержень для ручки шариковой	шт.	15	6	90
Итого:				<b>183,5 руб.</b>
<b>Итого:</b>				<b>3167,9 руб.</b>

Таблица 6.6 Транспортировка грузов (проб) и персонала

№	Используемое топливо	Количество (км)	Стоимость за 1 л. (руб)
1	Бензин, АИ - 92	41,6	34,2
Итого			142,3

### 6.6. Общий расчет сметной стоимости проектируемых работ

Общий расчет сметной стоимости геоэкологического проекта оформляется по типовой форме.

Базой для всех расчетов в этой документе служат: основные расходы, которые связаны с выполнением работ по проекту и подразделяются на: ЭГР; сопутствующие работы и затраты.

На эту базу начисляются проценты, обеспечивающие организацию и управление работ по проекту, так называемые расходы, за счет которых осуществляются содержание всех функциональных отделов структуры предприятия.

Расходы на организацию полевых работ составляют 1,2% от суммы расходов на полевые работы. Расходы на ликвидацию полевых работ - 0,8% от суммы полевых работ. Расходы на транспортировку грузов и персонала - 5% полевых работ. Накладные расходы составляют 15% основных расходов. Сумма плановых накоплений составляет 10% суммы основных и накладных расходов. Сумма доплат рабочим равняется 2% от суммы основных и накладных расходов. Резерв на непредвидимые работы и затраты колеблется от 3-6 %.

Сметно-финансовые и прочие сметные расчеты производятся на работы, для которых нет ССН. Основные расходы для них рассчитываются в зависимости от планируемых расходов: труда (количество человек, их загрузка, оклад), материалов, техники. Следует помнить, что затраты труда определяются по трем статьям основных расходов:

Основная заработная плата (оклад с учетом трудозагрузки);  
Дополнительная заработная плата (7,9% от основной заработной платы);  
отчисления на социальное страхование (26% от суммы основной и дополнительной заработной платы).

Общий расчет сметной стоимости проекта оформляется по типовой форме. Базой для всех расчетов служат: основные расходы, которые связаны с

выполнением работ по проекту и подразделяются на: А (собственно геоэкологические работы) и Б (сопутствующие работы).

Расчет осуществляется в соответствии с формулами:

$$\mathbf{ЗП = Окл*Т*К,}$$

где ЗП – заработная плата (условно),

Окл – оклад по тарифу (р),

Т – отработано дней (дни, часы),

К – коэффициент районный.

$$\mathbf{ДЗП = ЗП*7,9\%,}$$

где ДЗП – дополнительная заработная плата (%).

$$\mathbf{ФЗП = ЗП+ДЗП,}$$

где ФЗП – фонд заработной платы (р).

$$\mathbf{СВ = ФЗП*30\%,}$$

где СВ – страховые взносы.

$$\mathbf{ФОТ = ФЗП+СВ,}$$

где ФОТ – фонд оплаты труда (р).

$$\mathbf{СПР = ФОТ+М+А+R,}$$

где СПР – стоимость проектно-сметных работ.

Расчет заработной платы представлен в таблице 6.7, а расчет затрат на подрядные работы – в таблице 6.8.

Таблица 6.7 – Расчет заработной платы (данные окладов ППС и НС согласно приложению 1 к приказу ректора ТПУ от 1.10.2013 г.)

Должность	Количество	Разряд	Затраты труда, чел – см	Дневная ставка, руб	Сумма основных расходов

Ведущий специалист	1	1	36,4	544,26	19811,06
Специалист первой категории	1	1	6,7	331,51	2221,1
Итого	2		43,1		22032,16
Дополнительная зарплата			7,9%		1740,5
ФЗП					23772,6
ФЗП с р.к=			1,3		30904,45
Страховые взносы			30,0%		9271,3
Итого					40175,8

Таблица 6.8– Расчет затрат на подрядные работы

Метод анализа	Количество проб	Стоимость, руб.	Итого
Инструментальный нейтронно – активационный анализ	52	2000	104000
<b>Итого:</b>	104000		

Сумма амортизационных отчислений определяется исходя из балансовой стоимости основных производственных фондов и нематериальных активов и утвержденных в установленном порядке норм амортизации, учитывая ускоренную амортизацию их активной части. Расчет амортизационных отчислений представлен в таблицу 6.9

Таблица 6.9 – Расчет амортизационных отчислений

Наименование объекта основных фондов	Количество	Балансовая стоимость, руб	Годовая норма амортизации, 10 %	Время полезного использования в разработке	Амортизация, руб
--------------------------------------	------------	---------------------------	---------------------------------	--------------------------------------------	------------------

				% по 2015 – 2017 гг.	
Оптический электронный микроскоп	1	23000	10	5	115,0
Персональны й компьютер	1	19000	10	85	1615,0
Анализатор ртути «РА- 915+»	1	1500000	10	4	6000
<b>Итого</b>	<b>7730</b>				

Основные расходы на полевые работы представлены в таблице 6.10

Таблица 6.10 – Основные затраты на полевые работы

Состав затрат	Сумма затрат, руб
1. Материальные затраты	3167,9
2. Затраты на оплату труда (со страховыми взносами)	40175,8
3. Амортизация	7730
Итого основных расходов	51073,7

### 6.7. Общий расчет сметной стоимости проектируемых работ

Общий расчет сметной стоимости геоэкологического проекта оформляется по типовой форме. Базой для всех расчетов в этом документе служат: основные расходы, которые связаны с выполнением работ по проекту и подразделяются на эколого-геохимические работы и сопутствующие работы и затраты. Общий расчет сметной стоимости всех работ отображен в таблице 6.11

Таблица 6.11 – Общий расчет сметной стоимости работ

№ п/п	Наименование работ и затрат	Объём		Единичная расценка	Полная сметная стоимость, руб.
		Ед. изм	Количество		
<b>I</b>	<b>Основные расходы на геоэкологические работы</b>				
	А Собственно геоэкологические работы				
	Проектно-сметные работы	% от ПР	100		51073,7
1	Полевые работы:	51073,7			
2	Организация полевых работ	% от ПР	1,5		766,1
3	Ликвидация полевых работ	% от ПР	0,8		408,6
4	Камеральные работы	% от ПР	100		51073,7
	Сопутствующие работы и затраты				
5	Транспортировка грузов и персонала				142,3
	<b>Итого основных расходов (ОР):</b>	<b>154538,1</b>			
<b>II</b>	<b>Накладные расходы</b>	% от ОР	15		<b>23180,7</b>
	<b>Итого: основные и накладные расходы (ОР+НР)</b>	<b>177718,8</b>			
<b>III</b>	<b>Плановые накопления</b>	% от НР+ОР	20		<b>35543,76</b>
<b>IV</b>	<b>Подрядные работы</b>				
1	Инструментальный нейтронно – активационный анализ	руб			<b>104000</b>
<b>V</b>	<b>Резерв</b>	% от ОР	3		<b>4636,15</b>
	<b>Итого сметная стоимость</b>	<b>321898,7</b>			
	НДС	%	18		57941,76



	<b>Итого с учётом НДС</b>				<b>379840,467</b>
--	---------------------------	--	--	--	-------------------

Таким образом, общая стоимость работ по проведению геоэкологического мониторинга состояния атмосферного воздуха города Томска, включая затраты на проектирование и окончательную камеральную обработку, составила 379840, 457 рублей с учетом НДС.

## 7 Производственная безопасность

В данном разделе будут рассмотрены основные опасные и вредные факторы, которые возникают при исследовании твердого осадка снега в лабораторных условиях. Данные факторы были выбраны с помощью ГОСТа 12.0.003-74 «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация», и приведены в таблице 7.1.

Таблица 7.1 - Основные опасные и вредные факторы, которые возникают при исследовании твердого осадка снега в лабораторных условиях.

Этапы работ	Наименование видов работ и параметров производственного процесса	Факторы (ГОСТ 12.0.003-74)		Нормативные документы
		Опасные	Вредные	
Лабораторный этап	Подготовка проб для аналитических исследований; анализ проб с помощью атомно – адсорбционного метода, электронной микроскопии, рентгенно – структурного анализа.	1. Поражение электрическим током; 2. Пожароопасность.	1. Отклонение параметров микроклимата в помещении. 2. Недостаточная освещенность рабочей зоны. 3. Повышенный уровень шума 4. Электромагнитное поле	СанПиН 2.2.4.548-96 [39] СанПиН 2.2.4.1294-03 [40] ГОСТ 12.1.019-79 [41] ГОСТ 12.1.038-82 [42] ГОСТ 12.1.004-91 [43] СНиП 21-01-97 [44] ГОСТ 12.1.005-88 [45] СанПиН 2.2.1/2.1.1.1.1278-03 [46] ГОСТ 12.1.029-80 [47] ГОСТ 12.1.003-83 [48] ГОСТ 31336-2006 [49] ГОСТ 30494-96 [50]

Лабораторный этап	Подготовка проб для аналитических исследований; анализ проб с помощью атомно – адсорбционного метода, электронной микроскопии, рентгенно – структурного анализа.	1. Поражение электрическим током; 2. Пожароопасность.	1. Отклонение параметров микроклимата в помещении. 2. Недостаточная освещенность рабочей зоны. 3. Повышенный уровень шума 4. Электромагнитное поле	СанПиН 2.2.4.548-96 [39] СанПиН 2.2.4.1294-03 [40] ГОСТ 12.1.019-79 [41] ГОСТ 12.1.038-82 [42] ГОСТ 12.1.004-91 [43] СНиП 21-01-97 [44] ГОСТ 12.1.005-88 [45] СанПиН 2.2.1/2.1.1.1.1278-03 [46] ГОСТ 12.1.029-80 [47] ГОСТ 12.1.003-83 [48] ГОСТ 31336-2006 [49] ГОСТ 30494-96 [50]
-------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Как объект исследования, твердый осадок снега не создает ни каких вредных и опасных факторов, и не представляет никакой угрозы здоровью человека.

К основным опасным и вредным факторам, которые могут возникнуть при проведении лабораторных исследований по изучению твердого осадка снега, и повлиять на состояние здоровья человека, относятся:

*1. Отклонение параметров микроклимата в лаборатории.*

Состояние воздушной среды рабочего помещения характеризуется следующими показателями: температурой, относительной влажностью, скоростью движения воздуха, интенсивностью теплового излучения от нагретой поверхности. Отклонение этих показателей от нормальных параметров микроклимата в лаборатории, может вызывать у человека плохое самочувствие, снижение иммунитета, повышенную утомляемость, пониженную работоспособность и производительность труда.

Компьютерная техника, микроскопы и лабораторные приборы являются источником существенных тепловыделений, что может привести к повышению температуры и снижению относительной влажности в помещении. В таких помещениях должны соблюдаться определенные параметры микроклимата. Нормы микроклимата установлены системой стандартов безопасности труда ГОСТ 12.1.005-88 [45] и строительными нормами СанПиН 2.2.4.548-96 [39]. Для подачи в помещения свежего воздуха используются естественная вентиляция (проветривание). В помещениях, где установлена компьютерная техника, микроскопы и лабораторные приборы, должны соблюдаться определенные параметры микроклимата (таблица 7.2).

Таблица 7.2 – Параметры микроклимата для помещений, где установлено лабораторное оборудование [41]

Период года	Параметр микроклимата	Величина
Холодный или переходный	Температура воздуха в помещении	22-24 <sup>0</sup> С
	Относительная влажность	40-60%
	Скорость движения воздуха	До 0,1 м/с
Теплый	Температура воздуха в помещении	23-25 <sup>0</sup> С
	Относительная влажность	40-60%
	Скорость движения воздуха	0,1-0,2 м/с

Объем помещений, в которых помещены работники лабораторных центров, не должен быть меньше 19,5 м<sup>3</sup>/чел, с учетом максимального числа одновременно работающих в смену.

Нормы подачи свежего воздуха в помещение, где установлено лабораторное оборудование, приведены в таблице 7.3.

Таблица 7.3 – Нормы подачи свежего воздуха в помещениях, где расположено лабораторное оборудование [42].

Характеристика помещения	Объемный расход подаваемого в помещение свежего воздуха, м <sup>3</sup> /на одного человека в час
Объем до 20 м <sup>3</sup> на человека	Не менее 30

Для поддержания оптимальных микроклиматических условий в помещении в летний период необходимо своевременно, не реже одного раза в сутки, проветривать помещение, проводить влажную уборку. В зимнее время помещение лаборатории должно отапливаться.

## *2. Недостаточная освещенность рабочей зоны*

Одним из элементов, влияющих на комфортные условия работы на микроскопе и лабораторном оборудовании, является освещение. Недостаточность освещения приводит к напряжению зрения, ослабляет внимание, приводит к наступлению преждевременной утомленности. Чрезмерно яркое освещение вызывает ослепление, раздражение и резь в глазах. Неправильное направление света на рабочем месте может создавать резкие тени, блики, дезориентировать работающего. Все эти причины могут привести к несчастному случаю или профзаболеваниям, поэтому столь важен правильный расчет освещенности.

К системам освещения предъявляются следующие требования: соответствие уровня освещенности рабочих мест по характеру выполняемой зрительной работы; достаточно равномерное распределение яркости на рабочих поверхностях и в окружающем пространстве; отсутствие резких теней, прямой и отраженной блескости (повышенной яркости светящихся

поверхностей); постоянство освещенности во времени; оптимальная направленность излучаемого осветительными приборами светового потока.

Нормируемые показатели естественного, искусственного и совмещенного освещения в аналитической лаборатории приведены в таблице 7.4.

Таблица 7.4 - Нормируемые показатели естественного, искусственного и совмещенного освещения основных помещений общественного здания, а также сопутствующих им производственных помещений

Помещения	Рабочая поверхность и плоскость нормирования КЕО и освещенности (Г – горизонтальная, В – вертикальная) и высота плоскости над полом, м	Естественное освещение		Совмещенное освещение		Искусственное освещение			
		КЕО $e_{н}$ , %		КЕО $e_{н}$ , %		Освещенность, лк			
		При верхнем или комбинированном освещении	При боковом освещении	При верхнем или комбинированном освещении	При боковом освещении	При комбинированном освещении	При общем освещении	Показатель диск-форга, М, не более	Коэффициент пульсации освещенности, К <sub>п</sub> , % не более
Аналитические лаборатории	Г – 0,8	4	1,5	2,4	0,9	600	50 0	40	10

В помещениях лаборатории освещение является совмещенным (естественное освещение, дополненное искусственным).

Естественное освещение осуществляется боковым светом через окна. Искусственное освещение в помещениях должно осуществляться системой общего равномерного освещения. К общему освещению дополнительно устанавливаются светильники местного освещения, предназначенные для освещения зоны расположения документов или предметов. В качестве источников света при искусственном освещении должны применяться преимущественно люминесцентные лампы типа ЛБ.

### *3. Поражение электрическим током*

Источником электрического тока при проведении анализов на оборудовании, могут явиться перепады напряжения, высокое напряжение и вероятность замыкания человеком электрической цепи.

Проходя через организм человека, электрический ток оказывает: термическое действие (ожоги, нагрев до высоких температур внутренних органов); электролитическое действие (разложение органических жидкостей тела и нарушение их состава); биологическое действие (раздражение и возбуждение живых тканей организма, что сопровождается непроизвольными судорожными сокращениями мышц). Значение напряжения в электрической цепи должно удовлетворять ГОСТу 12.1.038-82 [44]. Напряжения прикосновения и токи, протекающие через тело человека при нормальном (неаварийном) режиме электроустановки, не должны превышать значений указанных в таблице 7.5.

Таблица 7.5 – Нормирование напряжения прикосновения и тока, [42]

Род тока	U, В	I, mA
Переменный 50 Гц	2,0	0,3
Переменный 400 Гц	3,0	0,4
Постоянный	8,0	1,0

По опасности поражения электрическим током помещение лаборатории относится к помещениям без повышенной опасности (согласно ПУЭ), т.к. в

данном помещении преобладают следующие условия: относительная влажность составляет 50-60%; температура воздуха в помещениях не превышает 35 °С; отсутствуют токопроводящие полы (полы деревянные).

Согласно «ГОСТ 12.1.030–81 ССБТ. Защитное заземление, зануление» основными мероприятиями по защите от электропоражения являются:

1. Обеспечение недоступности токоведущих частей путем использования изоляции в корпусах оборудования;
2. Применение средств коллективной защиты от поражения электрическим током;
3. Применение защитного заземления;
4. Применение защитного зануления;
5. Применение защитного отключения.

#### *4. Повышенный уровень шума*

Источником шума в лаборатории являются сами приборы. Систематический шум может вызвать утомления слуха и ослабление звукового восприятия, а также значительное утомление всего организма. Уровни шума от работающих приборов устанавливаются в соответствии с ГОСТ 31336-2006 [51]. Для рабочих помещений допустимый уровень звукового давления составляет 60 дБА по ГОСТ 12.1.003-83 [48].

Для устранения или ослабления неблагоприятных шумовых воздействий целесообразно изолировать рабочие помещения, размещая их в частях здания, наиболее удаленных от городского шума – расположенных в глубине здания, обращенных окнами во двор и т.п. Средства и методы защиты от шума определены в ГОСТ 12.1.029-80 [47].

#### *5. Электромагнитное поле*

Источником электромагнитных полей в лаборатории являются сами приборы. Вредное воздействие ЭМП зависит от интенсивности поля, длины



волны, времени воздействия и функционального состояния организма. От длины волны зависит глубина проникновения поля в живой организм. Длинноволновые ЭМП проникают глубоко в организм, подвергая воздействию спинной и головной мозг. ЭМП СВЧ диапазона свою энергию расходуют, в основном, в поверхностном слое кожи, приводя к тепловому воздействию. От этого больше всего страдают органы, не защищённые жировым слоем, бедные кровеносными сосудами (глаза, мозг, почки, желчный и мочевой пузырь, семенники). Избыточная теплота отводится из организма благодаря терморегуляции. Однако, начиная с определённой величины, называемой тепловым порогом, организм не справляется с отводом образующейся теплоты и температура тела повышается. При этом значение теплового порога тем ниже, чем выше частота ЭМП. Например, для волн дециметрового диапазона тепловой порог  $40 \text{ мВт/см}^2$ , а для миллиметровых волн -  $7 \text{ мВт/см}^2$ . Постоянное воздействие ЭМП ведет к функциональным расстройствам нервной, эндокринной и сердечно-сосудистой систем, у человека понижается кровяное давление, замедляется пульс, тормозятся рефлексы, изменяется состав крови. Тепловое воздействие может привести к перегреву тела и отдельных органов, нарушению их функциональной деятельности. ЭМП СВЧ диапазона приводят к тепловой катаракте (помутнение хрусталика глаза). Субъективно проявление воздействия ЭМП выражается в повышенной утомляемости, головной боли, раздражительности, одышке, сонливости, ухудшении зрения, повышении температуры тела.

Допустимые уровни воздействия ЭМП приведены в ГОСТ12.1.006-84 "Электромагнитные поля радиочастот. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля".

ЭМП с частотой от 60 кГц до 300 МГц нормируются отдельно по электрической и по магнитной составляющей, так как на этих частотах на человека действуют независимо друг от друга электрическое и магнитное поле. Для полей СВЧ диапазона (300 МГц - 300 ГГц) нормируют предельно-

допустимую плотность потока энергии, которая не должна превышать 10 Вт/м<sup>2</sup>.

Если значения ЭМП на рабочих местах превышают допустимые, то необходимо предусмотреть соответствующие способы защиты человека.

Общими методами защиты от электромагнитных полей и излучений являются следующие:

1. Уменьшение мощности генерирования поля и излучения непосредственно в его источнике, в частности за счет применения поглотителей электромагнитной энергии;

2. Увеличение расстояния от источника излучения;

3. Уменьшение времени пребывания в поле и под воздействием излучения;

4. Экранирование излучения;

5. Применение СИЗ.

## **7.2 Экологическая безопасность**

Объект исследования (твердый осадок снега) и его изучение в лабораторных условиях, не оказывает воздействия на окружающую среду.

## **7.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях**

Вероятными чрезвычайными ситуациями, которые могут возникнуть в лаборатории при проведении исследований, могут быть:

1. Пожар, вследствие неисправности и замыкания электропроводки.

2. Взрыв лабораторного оборудования (прибора).

Чтобы не допустить возникновения пожара, вследствие неисправности и замыкания электропроводки, а также взрыва лабораторного оборудования (электрические приборы для проведения анализов) следует выполнить следующие правила и требования пожарной безопасности:

1. Тщательно проверьте исправность электропроводки, постоянно следите за их исправностью, за целостностью розеток, вилок и электрошнуров.

2. Не оставлять без присмотра находящиеся под напряжением электроприборы.

3. Постоянно производить проверку лабораторного оборудования, с целью выявления неисправностей. Неисправное лабораторное оборудование нужно немедленно утилизировать, либо отправить в ремонт.

4. Все люди, работающие на электроприборах, должны пройти специальный инструктаж по технике безопасности, и быть допущенными к электроприборам.

В случаи возникновения пожара, или взрыва лабораторного оборудования, нужно действовать согласно «Инструкции о действиях работников в случаи возникновения пожара»:

1. Незамедлительно сообщить об этом по телефону 01 в пожарную охрану (при этом необходимо назвать адрес объекта, место возникновения пожара, а также сообщить свою фамилию), поставить в известность службу охраны и покинуть здание;

2. В случае сильного задымления и ограниченной видимости не следует паниковать, надо лечь на пол (для того, чтобы не задохнуться т.к. дым висит над полом примерно в 30-ти сантиметрах и в этой зоне можно дышать) и осмотреться, сориентироваться в помещении, определить направление движения к выходу и покинуть помещение;

3. Принять по возможности меры по эвакуации людей и материальных ценностей в соответствии с планом эвакуации и реально создавшейся ситуацией;

4. По возможности отключить электроэнергию и приступить к тушению пожара первичными средствами пожаротушения, не подвергая свою жизнь опасности.

## **7.4 Правовые и организационные решения обеспечения безопасности**

### **7.4.1 Правовые решения обеспечения безопасности**

Нормативно – правовой основой для обеспечения безопасности при проведении работ в лабораторных условиях являются Федеральные законы: «Об основах охраны труда в Российской Федерации», «Трудовой кодекс Российской Федерации», а также «Правила работы и техника безопасности в аналитической лаборатории», «Инструкция по технике безопасности», «Правило противопожарной безопасности», «Инструкция по оказанию первой помощи при несчастных случаях».

Согласно ст. 91 «Трудового кодекса Российской Федерации» нормальная продолжительность рабочего времени не может превышать 40 часов в неделю.

Порядок исчисления нормы рабочего времени на определенные календарные периоды (месяц, квартал, год) в зависимости от установленной продолжительности рабочего времени в неделю определяется федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим функции по выработке государственной политики и нормативно-правовому регулированию в сфере труда. (ч.3 введена Федеральным законом от 22.07.2008 N 157-ФЗ)

Работодатель обязан вести учет времени, фактически отработанного каждым работником.

Согласно «Правил работы и техники безопасности в аналитической лаборатории», «Инструкции по технике безопасности», «Правил противопожарной безопасности», «Инструкции по оказанию первой помощи при несчастных случаях», прежде чем приступить к работе, необходимо ознакомиться с лабораторным оборудованием, с методикой проведения основных лабораторных операций, с правилами техники безопасности при этом. Только хорошая организация и охрана труда, строгое соблюдение

правил работы и мер безопасности, соблюдение трудовой дисциплины позволяют полностью исключить возможность несчастных случаев и аварий в лаборатории.

Допуск в лабораторию разрешается только после знакомства с инструкцией по технике безопасности, вводного инструктажа и отметке в специальном журнале под личную роспись прошедших инструктаж.

Ответственность за хранение реактивов, приборов, оборудования и материалов, правила их выдачи возлагаются на инженера лаборатории.

Каждый работающий должен знать, где в лаборатории находятся аптечка для оказания первой медицинской помощи, индивидуальные средства защиты (маска, перчатки, противогаз, резиновые калоши, фартук), средства пожаротушения (ящик с песком, огнестойкое одеяло, огнетушитель), средства для оказания первой медицинской помощи (аптечка, растворы: гидрокарбоната натрия (3%), перманганата калия (1%), уксусной кислоты (1%)).

В конце работы, рабочий обязан навести порядок на своем рабочем месте: внимательно осмотреть и проверить выключение электроэнергии, воды, приборов и аппаратов, убрать легко воспламеняющийся мусор, вымыть стеклянную посуду.

#### **7.4.2 Организационные решения обеспечения безопасности**

При работе в лаборатории ответственный административный аппарат компании обязан поддерживать благоприятные условия труда. Рабочее место должно быть хорошо освещено: недалеко от окон и иметь осветительные лампы. Также, оно должно соответствовать требованиям ГОСТ 12.2.032-78: рабочий стол должен быть устойчивым, иметь однотонное неметаллическое покрытие, не обладающее способностью накапливать статическое электричество; рабочий стул должен иметь дизайн, исключающий онемение тела из-за нарушения кровообращения при продолжительной работе на

рабочем месте; рабочее место должно соответствовать техническим требованиям и санитарным нормам. Аккредитация данного рабочего места должна осуществляться регулярно.

Организационная структура лаборатории должна обеспечивать для каждого сотрудника конкретную сферу деятельности и пределы его полномочий (обязанностей и ответственности).

Персонал испытательной лаборатории должен иметь достаточное образование и квалификацию.

Большое внимание в испытательной лаборатории должно уделяться мероприятиям по повышению квалификации персонала. Они должны проводиться как для новых, так и для опытных сотрудников. Инициатива в решении задач, направленных на улучшение испытаний, должна поощряться.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Онищенко Г.Г. Влияние факторов внешней среды на здоровье человека // Иммунология. 2006. Т.27. №6. С. 352-356.
2. Эдер Л.В. Угольная промышленность России: организационные и региональные особенности, структура экспорта// Экономика и управление. 2012. Т 30. № 6. С. 100-102.
3. Языков Е.Г. Экогеохимия территорий Западной Сибири: монография // Saarbrucken: LAP LAMBERT Academic Publisching GmbH & Co. KG, Germany. 2011. 360 л.
4. Юсупов Д.В., Могилев А.А. Вещественный состав пылеаэрозолей на территории г. Благовещенка (Амурская область) // Тезисы докл. Юбилейная XX группа «Аэрозоли Сибири». Томск. Изд – во ИОА СО РАН, 2013. С. 74.
5. Геохимия снегового покрова в условиях городской среды / А.В. Воронцова, Е.М. Нестеров // Известия Российского государственного педагогического университета им. А. И. Герцена. Серия Естественные и точные науки. СПб., 2012. N 147. С. 125-132.
6. Аэрозоли Сибири / [И.С. Андреева и др.]; отв. ред. К.П. Куценогий; Рос. акад. наук, Сиб. отд-ние, Ин-т химической кинетики и горения [и др.]. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2006. – 548 с. – (Интеграционные проекты СО РАН; вып. 9).
7. Василенко В.Н., Назаров И.М., Фридман Ш.Д. Мониторинг загрязнения снежного покрова // Гидрометеоиздат. 1985. 185 с.
8. Сергеева А.Г., Куимова Н.Г. Снежный покров как индикатор состояния атмосферного воздуха в системе санитарно-экологического мониторинга // Бюллетень физиологии и патологии дыхания. 2011. № 40. С. 100-104.
9. Бортникова С.Б., Рапуга В.Ф., Девятова А.Ю. и др. Методы анализа данных загрязнения снежного покрова в зонах влияния промышленных

предприятий (на примере г. Новосибирск) // Геоэкология. 2009. № 6. С. 515-525.

10. Язиков Е.Г. Проект эколога – геохимических исследований на территории г. Междуреченска Кемеровской области. Проект. – Томск: Изд-во ТПУ, 2000. 300 с.

11. Таловская А.В. Филимоненко Е.А. Оценка загрязнения атмосферного воздуха урбанизированных районов Томской области по данным изучения снежного покрова. Стат. отчет. – Томск: Изд-во ТПУ, 2014.

12. Лончакова А. Д. Изучение загрязнения атмосферного воздуха тяжелыми металлами по данным снегогеохимической съемки на примере г. Омска // Молодой ученый. — 2015. — №14. — С. 666-668.

13. Носкова Т.В., Эйрих А.Н., Дрюпина Е.Ю., Серых Т.Г., Овчаренко Е.А., Папина Т.С. Исследование качества снежного покрова г. Барнаула // Ползуновский вестник. — 2014. — №3. — С. 208-212.

14. Инвестиционный паспорт муниципального образования «Междуреченский городской округ». Изд-во: Администрация г. Междуреченска. 2014.

15. Государственный доклад «О состоянии и охране окружающей среды Кемеровской области в 2013г.». Изд-во: Междуреченский комитет по охране окружающей среды. 2014.

16. Кузнецова М.А., Постникова О.В. Гидрогеология СССР. Том XVII. Кемеровская область и Алтайский край. Изд-во: Недра, Москва. 1972. 399 с.

17. Трофимов С.С. Экология почв и почвенные ресурсы Кемеровской области. Изд-во: Наука, Новосибирск. 1975. 299 с.

18. Требования к геолого-экологическим исследованиям и картографированию масштаба 1:50000-1:25000. – М.: ВСЕГИНГЕО, 1990. – 127 с.

19. Методические рекомендации при работе с прибором Анализатор ртути «РА-915+». Руководство по эксплуатации к прибору.



20. Способ определения загрязненности снегового покрова техногенными компонентами: пат. 2229737 Рос. Федерация/ Язиков Е.Г., Шатилов А.Ю., Таловская А.В. № 2002127851; заявл. 17.10.2002; опубл. 27.05.2004

21. Таловская А. В., Язиков Е.Г. Вещественный состав пробы твердого осадка снега: Методические указания к выполнению лабораторной работы №1 для студентов обучающихся по специальности 020804 «Геоэкология» - Изд. ТПУ. 2010. 25 л.

22. Основы растровой электронной микроскопии. Использование РЭМ в процессе электронной литографии. // Центр коллективного пользования. "Материаловедение и диагностика в передовых технологиях" URL: [http://ckp.rinno.ru/uploads/files/labs/SEM\\_EL\\_v.n2.0beta.pdf](http://ckp.rinno.ru/uploads/files/labs/SEM_EL_v.n2.0beta.pdf) (дата обращения: 17.12.2015).

23. Игнатова Татьяна Николаевна. Элементный состав организма человека и его связь с факторами среды обитания: диссертация ... кандидата геолого-минералогических наук: 25.00.36 Томск, 2010.- 228 с.:

24. Ю.Е. Саэт, Б.А. Ревич, Е.П. Янин. Геохимия окружающей среды. М.: Недра, 1990. 335 с.

25. Добровольский В.В. Основы биогеохимии: Учебник для студ. высш. учеб, заведений. М.: Издательский центр «Академия», 2003. 400 с.

26. Беус А.А. Геохимия окружающей среды. М.: Недра.- 1976г. 248 с.

27. Бортникова С.Б., Рапуга В.Ф., Девятова А.Ю., Юдахин Ф.Н. Методы анализа данных загрязнения снегового покрова в зонах влияния промышленных предприятий (на примере г. Новосибирска) // Геоэкология. 2009. № 6. С. 515–525.

28. Геохимия окружающей среды/ Ю.Е. Саэт, Б.А. Ревич, Е.П. Янин, Р.С. Смирнова, И.Л. Башаркевич, Т.Л. Онищенко, Л.Н. Павлова, Н.Я. Трефилова, А.И. Ачкасов, С.Ш. Саркисян. – М.: Недра, 1990. – 335 с

29. Методические рекомендации по геохимической оценке загрязнения территорий городов химическими элементами. – М.: ИМГРЭ, 1982. – 111 с

30. Государственный доклад «О состоянии и охране окружающей среды Кемеровской области в 2009 г.». Изд-во: Междуреченский комитет по охране окружающей среды. 2010.

31. Таловская А.В. Геохимическая характеристика пылевых атмосферных выпадений на территории г. Томска // Оптика атм. и океана. 2010. Т. 23, № 6. С. 519 – 524.

32. Литау В.В., Таловская А.В., Язиков Е.Г., Лончакова А.Д., Третьякова М.И. Оценка пылевого загрязнения территории г. Омска по данным снеговой съемки. Изд-во: «Оптика атмосферы и океана», 28 № 3 – 2015г.

33. Язиков Е.Г., Таловская А.В., Жорняк Л.В. Оценка эколого-геохимического состояния территории г. Томска по данным изучения пылеаэрозолей и почв / Томский политехнический университет. Томск, 2010. 264 с.

34. Николаенко А. Н. Содержание ртути в снеговом покрове на территории г. Междуреченска / А. Н. Николаенко ; науч. рук. Н. А. Осипова ; А. В. Таловская // Творчество юных - шаг в успешное будущее : материалы VIII Всероссийской студенческой научной студенческой конференции с элементами научной школы имени профессора М.К. Коровина, г. Томск, 23-27 ноября 2015 г. — Томск : Изд-во ТПУ, 2015. — [С. 151-152].

35. Николаенко А. Н. Экологические риски в районах размещения угольных предприятий / А. Н. Николаенко ; науч. рук. Н. А. Осипова // Проблемы геологии и освоения недр : труды XX Международного симпозиума имени академика М. А. Усова студентов и молодых ученых, посвященного 120-летию со дня основания Томского политехнического университета, Томск, 4-8 апреля 2016 г. : в 2 т. — Томск : Изд-во ТПУ, 2016. — Т. 2. — [С. 203-204].

36. Николаенко А. Н. Влияние угольных предприятий на загрязнение снегового покрова и здоровье населения г. Междуреченска / А. Н. Николаенко ; науч. рук. –доцент Н.А.Осипова; доцент А.В. Таловская// Проблемы геологии и освоения недр : труды XXI Международного симпозиума имени академика М. А. Усова студентов и молодых ученых, посвященного 121-летию со дня основания Томского политехнического университета, Томск, 4-8 апреля 2016 г. : в 2 т. — Томск : Изд-во ТПУ, 2016. — Т. 2. — [С. 203-204].

37. Григорьев Ю. Среднее содержание химических элементов в горных породах, слагающих верхнюю часть континентальной земной коры // Геохимия, 2003, № 7, С. 785-792

38. Юдович Я.Э., Кетрис М.П. Ртуть в углях – серьезная экологическая проблема // Биосфера, 2010. Т. 1. № 2. С. 237–247;

39. СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.

40. СанПиН 2.2.4.1294-03. Гигиенические требования к аэроионному составу воздуха производственных и общественных помещений. – М.: Госкомсанэпиднадзор России, 2003.

41. ГОСТ 12.1.019-79 ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты. - М.: Издательство стандартов, 2006

42. ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов

43. ГОСТ 12.1.004-91. Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования.

44. СНиП 21-01-97 Пожарная безопасность зданий и сооружений.

45. ГОСТ 12.1.005–88 (с изм. №1 от 2000 г.). ССБТ. Общие санитарногигиенические требования к воздуху рабочей зоны (01. 01.89).

46. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1.1278-03. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий.

47. ГОСТ 12.1.029-80 Система стандартов безопасности труда. Средства и методы защиты от шума. Классификация
48. ГОСТ 12.1.003-83 Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования безопасности
49. ГОСТ 31336-2006 Шум машин. Технические методы измерения шума компрессоров и вакуумных насосов
50. ГОСТ 30494-96. Межгосударственный стандарт //Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях от 1999-03-01
51. Черных Т. М. Мышьяк в твердых частицах аэрозолей и его влияние на здоровье людей / Т. М. Черных ; науч. рук. А. В. Таловская // Творчество юных - шаг в успешное будущее : материалы VIII Всероссийской студенческой научной студенческой конференции с элементами научной школы имени профессора М.К. Коровина, г. Томск, 23-27 ноября 2015 г. — Томск : Изд-во ТПУ, 2015. — [С. 167-169].
52. Арбузов, Сергей Иванович / Arbuzov, S.I.; Волостнов, Александр Валерьевич / Volostnov, A.V.; Машенькин, Валерий Семенович / Mashen'kin, V.S.; Межибор, Антонина Михайловна / Mezhibor, A.M.. In: Геология и геофизика. 2014 55(11):1649-1660; Федеральное государственное унитарное предприятие "Издательство Сибирского отделения Российской академии наук" Language: Russian, База данных: ELibrary.RU
53. Таловская Анна Валерьевна; Язиков Егор Григорьевич; Шахова Татьяна Сергеевна; Филимоненко Екатерина Анатольевна. In: Известия Томского политехнического университета, 1684-8519, 327 10 116-130, Россия, Томск; Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Томский политехнический университет», 2016. Language: Russian, База данных: CyberLeninka

## **Иностранная литература**

54. Bundesinstitut Für risiKoBeWertung / Bundesinstitut Für gesundheitLichen verBraucherschutz und veterinärMedizin (1999): Empfehlung zum Verzehr bestimmter Fischarten während der Schwangerschaft. [www.bfr.bund](http://www.bfr.bund).

55. Agency For toxic suBstances and disease registration, us cdc. Toxicologic Profiles, Mercury. Health Effects Chapter. <http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp46-c2.pdf> abgerufen am 17.07.2006.

56. EuroPeAn coMMission, sec. (2005)101 Communication from the Commission to the Council and the European Parliament on Community Strategy Concerning Mercury Extended Impact Assessment (COM (2005) final) 28.01.2005. S. 78.

57. Partly adapted from us dePartMent oF heaLth & huMan services, Public Health Services, Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Case Studies in Environmental Medicine. Mercury Toxicity. März 1992.

58. WorLd heaLth organisation (2005), Mercury in Health Care, Policy Paper, August 2005, [www.healthcarewaste.org](http://www.healthcarewaste.org).

59. Quecksilber. Globale Belastung und Gefährdung kindlicher Fähigkeiten. [http://www.env-health.org/IMG/pdf/quecksilber\\_studie\\_032007.pdf](http://www.env-health.org/IMG/pdf/quecksilber_studie_032007.pdf)

60. Siehe <http://www.ospar.org/documents/dbase/decrecs/decisions/pd90-03e.doc> für weitere Details. Abgerufen am 15.12.2006.

61. MÜLLER-BBM [2014b]. Stadtwerke München GmbH, HKW Nord Block 3 Emissionsmessungen. Bericht Nr. M112671/32. 14.08.2015. Planegg bei München

62. MÜLLER-BBM [2015a]. Stadtwerke München GmbH, HKW Nord Block 2 Interne Emissionsmessung der Komponente Quecksilber. Bericht Nr. M112671/48. 21.04.2015. Planegg bei München

63. Richtlinie 2004/107/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 15. Dezember 2004 über Arsen, Cadmium, Quecksilber, Nickel und polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe in der Luft.

64. Schäfer et al. [1994]: Schäfer, SG. Elsenhans, B. Forth, W. Schümann, K (1994): Metalle. in: Marquardt, H. Schäfer, SG. (Hrsg): Lehrbuch der Toxikologie. BI-Wiss.-Verl., Mannheim

Schulz et al. [2015]. Integrierte Bewertung von Quecksilber anhand der Erhebungen der Umweltprobenbank des Bundes (UPB)

# Приложение А

## Раздел 1

Dynamics of the mercury load on the territory of Tomsk according to the data of the study of the snow cover

Студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ГМ51	Нечипоренко Валерия		

Консультант – лингвист кафедры ИЯПР:

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



## **1. GENERAL INFORMATION ABOUT MERCURY**

### **1.1. MERCURY AS A CHEMICAL ELEMENT**

Mercury (Hg, atomic weight – 200,59) is a silvery-white liquid (at room temperature) metal with a melting point of  $-39^{\circ}\text{C}$  and boiling one of  $-356,5^{\circ}\text{C}$ , the vapor pressure of 0.16 PA (at  $20^{\circ}\text{C}$ ). Steaming at  $18^{\circ}\text{C}$ , mercury becomes a colorless without any scent and taste vapor, which can be detected only by the chemical analysis [1].

Metallic mercury is a heavy metal. Mercury vapor is 7 times heavier than air, and one liter of liquid mercury weighs 13.5 kg. Due to the high surface tension and low viscosity, mercury easily breaks up into small balls, greatly enhancing the surface of evaporation. So, 5-10 g of mercury break into balls with a diameter up to 0.1 mm, forming the surface of evaporation at 1,5–3,0 m<sup>3</sup>. Metallic mercury is highly volatile, it can form the sources of secondary pollution (depot of sorbed mercury), it is stable in the environment, it has a bioaccumulation with a high coefficient of bioconcentration in food chains and a methylation in the natural conditions with the formation of the more toxic organomercury compounds [2].

Mercury enters the atmosphere from the natural and anthropogenic sources, and it has recently attracted more attention of researchers because of its high toxicity and bioaccumulation [2]. More than 95% of the mercury present in the atmosphere in the gaseous form as elemental mercury  $\text{Hg}^0$ . There is a reactive gaseous form, consisting of various oxidized forms of Hg (II). In addition, mercury enters the atmosphere as  $\text{Hg}^0$  adsorbed on the surface of the particles, also mercury can be contained in organic compounds (methylmercury) [3].

Alkyl mercury compounds, particularly, methylmercury, are formed in the water by the sea microplankton as a result of the natural methylation of mercury. These compounds accumulate in the organisms of marine animals and get into human organism together with food. The fish belongs to the main food source of the intoxication [4].

Intransitive metal mercury is an extremely rare element in the earth's crust, its average mass is only 0.08 ppm [11]. In nature, mercury is in the native state in the form of small droplets, but more often in the form of the mineral cinnabar, composed of the mercury compound with the sulfur — the sulfur mercury, containing 0.1–4% metallic mercury [5].

Mobile and volatile metal, used in the practical lives of people for several millenaries, is very toxic to all life forms — plants, including algae, aquatic invertebrates (mollusks, crustaceans), fish, mammals and humans. Mercury is not among the 15 essential minerals, but due to the pollution of the environment it is determined in all living organisms [14]. V. I. Vernadsky took the mercury to ultramicroelements, because its content in living organisms is 10-5% [15].

## **1.2. THE SOURCES OF MERCURY**

The global circulation of mercury involves 2 main components: natural component and anthropogenic emissions. The natural components include: degassing of the earth's crust, volcanic and geothermal emissions, ore deposits [6].

Anthropogenic emission has place at the combustion of fossil fuels, at using in the industry and agriculture mercury-containing devices and chemical compounds and at the discharge of industrial and domestic waste. Into the environment mercury flows during the extraction and smelting of mercury-containing ores, smelting of non-ferrous metals from sulfide ores, the recovery of gold from ores, bleaching of cellulose, during the manufacture of chlorine, caustic soda, vinyl chloride, electrical equipment (lamps, different power sources), devices of measurement and control (thermometers, manometers), mercury-containing medicaments, cement, during the application of mercury containing pesticides, during the burning of coal and fuel oil, etc [7].

In Russia, the discharge of mercury into the air from industrial enterprises is about 10 tons per year. This coincides to the discharge of mercury by the industry in other industrialized countries. Near the chlor-alkali industries zones of intense mercury pollution of the environment have formed. Up to 20 tons of mercury

annually come into the environment by burning coal and fuel oil. Mercury content in coals of different deposits is significantly different. On average, it is 17  $\mu\text{g/t}$  of fuel, but in coals of Kuzbass it comes to 28  $\mu\text{g/t}$ . The pollution of the environment with mercury is also high in the neighborhood of the gold-extracting factories, where the content of this metal exceeds maximum concentration limit in the atmospheric air 13 times, in the water – 2 – 24 times, in food – 2 times [8].

Because of increased technogenic emissions into the atmosphere and hydrosphere mercury from a natural component of the natural environment, participating in all cycles, turned into a very dangerous component for the human health and for the living matter. Mercury in air presents mainly in gaseous form. Its background content in the air in our country does not exceed 0.05  $\mu\text{g/m}^3$ , but mostly it is below 0.02  $\mu\text{g/m}^3$ . In the air of industrial areas the concentration of mercury is much higher. The range of its distribution in the atmospheric air from the pollution sources is determined by the content of mercury in the rainfalls. The mechanism of leaching it from the atmosphere (by the rain) is associated with the dissolution of mercury compounds and with the washing out of its suspended particles. As a result of fallout of mercury at the earth's surface the anthropogenic anomalies are formed in soils and snow cover [9].

Mercury is used in metallurgical, chemical, electrical, electronic, pulp and paper and pharmaceutical industries, it is used to produce explosives, fluorescent lamps, varnishes and paints. Industrial drains and atmospheric discharge, the mining processing plants at the mercury mines, the thermal power plants using the fossil fuels are the main sources of pollution of the biosphere by this toxic component. It is known, that every second kg of produced mercury does not reach the consumer, and it escapes into the atmosphere or is lost. In the companies that use mercury in industrial purposes (for example, the amalgamation at the gold mining), its losses may reach 100% [10].

In addition, mercury is included in some pesticides used in agriculture for seed treatment, and protecting them from pests (granosan) [11].

However, the formation of zones of mercury pollution is not just connected with industrial discharges, with the direct influence of the "mercury industries", that use this metal or its compounds in their process cycles. It is found that mercury is a morphological (characteristic, ever-present) element of almost any technogenic geochemical anomalies (areas of pollution), emerging in the cities. In the factories, research centers, military sites, medical and educational institutions, in the home a large amount of mercury-containing products and devices are used, for example: fluorescent and mercury vapor lamps, thermometers, galvanic cells, which if not properly disposed can become the sources of environmental pollution with mercury [13].

As a result, mercury is a typical component of various industrial and household waste products, which present in landfills. Within the area of the dumpsites, its elevated levels in the environment are always marked [14].

The pollution of objects of the urban environment also takes place at the breaking (in domestic and industrial conditions) the rules of operation and storage of mercury (mercury-containing) equipment, devices and products, as a result of careless handling of metallic mercury, mercury compounds and mercury-containing wastes [16].

However, for Russia, the problem of mercury pollution has a particular importance. A significant amount of mercury enters the environment at the burning of the waste products. Despite the reduction of the mercury use in industry, the country has accumulated the huge amounts of mercury-containing wastes, there is a large number of mercury products and devices in the treatment, on the hands of the population there is a significant amount of mercury and its compounds [17].

### **1.3. THE HYGIENIC INDICATORS OF MERCURY. THE IMPACT OF MERCURY ON THE HUMAN BODY**

As mentioned earlier mercury is one of the most toxic metals, it is widespread in the environment, it has the ability to bioaccumulate and to move through the food chains. In the simplified form, the movement of mercury through

the food chain can be represented as follows: water – sediment – biota (benthos, phytoplankton, zooplankton) – fish and birds eating fish. The organic mercury compounds formed in the aquatic systems and as a result of the processes of biochemical methylation are especially dangerous [18].

MPC of mercury in the atmospheric air is  $0.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , in drinking water is  $0.5 \mu\text{g}/\text{l}$ , in soil –  $2.1 \text{ mg}/\text{kg}$ . The inflow of this metal on account of the discharge of waste into the water bodies of fishery industry is unacceptable [19].

MPC of mercury in water bodies is  $0.01 \mu\text{g}/\text{l}$ . So, for water systems of the protected areas of the Great lakes the ratio was reduced to  $0.0018 \mu\text{g}/\text{l}$ , and, may be, for this reason the requirements about the waters of lake Baikal have been tightened. The allowable mercury content in food products is differentiated by the product groups; (according to the Sanitary Rules and Norms 2.3.2.560–96) in food raw materials and foodstuff organ-mercury pesticides are not permitted [20].

Due to the fact, that methyl-mercury is widespread in the environment, it has cumulative properties, the FAO (Food and Agriculture Organization) and the WHO (World Health Organization) have set a limit for weekly intake of mercury. At the level of  $300 \mu\text{g}$ , and from it the methylated one shouldn't be more than  $200 \mu\text{g}$  in recalculation of mercury. In 2003, the results of studying the effects of methylmercury on the fetal, the indicator of its weekly income was reduced to  $1.6 \mu\text{g}/\text{kg}$  of body weight. FAO/WHO recommend the permissible level of mercury in fish below  $0.5 \text{ mg}/\text{kg}$  of raw weight. The environment agency of the USA on the basis of long-term study of the diet of mothers during the pregnancy, the results of determining the content of mercury in umbilical cord blood, in the hair of mothers during the childbirth and in the hair of children of different ages, as well as the establishment of the psycho-neurological status of children the acceptable threshold dose of methylmercury is recommended to be  $0.1 \mu\text{g}/\text{kg}$  of body weight [21].

In Sweden, where fish is an inseparable component of the diet of the population, there are developed the rates of consumption of freshwater predatory

fish, the body of which accumulates coming through the food chain methylmercury. Women of childbearing age are generally not recommended to eat such a fish [22].

In the soil the accumulation of mercury is determined by the level of organic carbon and sulfur. Natural mercury content in soil, which is inherited from the parent rocks, ranges from 0.02 to 0.3 mg/kg, averaging at 0.06  $\mu\text{g}/\text{kg}$ , and it depends on the soil type. In the cities the concentration of mercury in soil is slightly higher due to the presence of a large number of different discharges [23].

In water mercury can exist in organic and inorganic state. The main sources of mercury in the drinking water are the water sources polluted by sewage, for example, from the chlor-alkali production, then the atmosphere and, finally, the reagents used in water treatment. The direct pollution of the wells from well pumps is also possible. MPC of mercury in the water sources for the sanitary and toxicological indicator is 0.5  $\mu\text{g}/\text{l}$ . The inorganic mercury in the environment can turn into organometallic compounds, including the highly toxic methylated mercury. It is the result of biological processes in the aquatic environment and through the food chain it enters and accumulates in organisms of predatory fish (sharks, tuna, pike, etc.) and marine mammals (seals, whales). The consumption of these products is the main source of exposure of methylmercury into the human body [24].

Mercury has a significant impact on the human health. For a correct assessment of the impact of mercury on the human health it is very important to know which of her compounds exist and how they enter the body. Mercury belongs to the thiol poisons, which block the sulfhydryl group of protein compounds and disrupt the protein metabolism and enzymatic activity of the body. The main way of inflow of inorganic mercury from the environment is an inhalant one. With the atmospheric air the average person breathes in about 1  $\mu\text{g}$  of mercury per day. Up to 80 % of inhaled mercury vapour is retained in the lungs and, reaching the blood, it is rapidly oxidized. Almost all ingested mercury is quickly ionized [25].

More dangerous are organic mercury compounds, which enter the body with drinking water and food. With the water less than 0.4 micrograms of mercury from

its daily amount enter. The main source of mercury for the population, without industrial exposure to mercury, is food, mainly fish and fish products. In areas of high pollution, the daily consumption of mercury from these foods can reach 300 µg, which leads to methylmercury poisoning [26].

Mercury, entering the body in the form of vapour, can quickly pass through the placenta. Organic mercury compounds can be more longly than inorganic in the body in unchanged form, much later penetrating through the blood-brain and placental barriers. The nursing mothers may accumulate mercury compounds in their breast milk, and therefore the mercury can be found in the blood of infants. The half-life of inorganic mercury is approximately 80 days, and at the inflow of methylmercury it is more than 600 days [27].

The distribution of mercury in cases of poisoning is caused by the nature of the compounds and the method of its exposure. At the inhalation of mercury vapor, its main effect is made on the kidneys, resulting the development of the kidney failure. Mercury also penetrates into the brain tissue, and it explains the nerve lesions, which may occur several years after the cessation of exposure. In addition, the constant exposure of mercury, according to N. A. Pavlovskaya (2002), leads to the development of immune deficiency. The workers, who were in contact with mercury, in the clinical picture of occupational diseases dominated the nervousness, aggressiveness, headaches, disturbances of sleep and memory. At lower exposure levels were observed behavior changes of motor function, mood, emotionalism, etc [28].

The occupational disease, arising under the influence of mercury, was first described in the sixteenth century. A classic example of this disease is a "disease of the mad Hatter", who used the mercurous nitrate in the manufacture of felt. There are known cases of deaths and diseases caused by poisoning of the population of some countries by the products containing methylmercury. All the victims had eaten fish and shellfish. Impaired coordination of cats and birds was also noted. Dozens of people died, many suffered severe damage to the nervous system (due to the

penetration of methylmercury through the placental barrier into the womb) and deviations of the physical and mental development. There are also known cases of poisoning of humans by methylmercury through the consumption of polluted bread baked from the wheat and other cereals treated with fungicides containing mercury [29].