

**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 Геоэкологии и геохимии

**МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ**

Тема работы				
<b>Влияние угледобывающих предприятий на эколого – геохимические особенности и здоровье населения территории г. Междуреченска (Кемеровская область)</b>				

УДК \_\_\_\_\_

Студент

2ГМ51	Николаенко Александр Николаевич		
Группа	ФИО	Подпись	Дата

Руководитель

Доцент каф. ГЭГХ	Осипова Нина Александровна	к.х.н., с.н.с.		
Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Доцент каф. Экономики природных ресурсов	Цибульникова Маргарита Радиевна	к.г.н.		
Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата

По разделу «Социальная ответственность»

Ассистент каф. Экологии и безопасности жизнедеятельности	Кырмакова Ольга Сергеевна			
Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

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

Томск – 2017 г.

## ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
2ГМ51	Николаенко Александру Николаевичу

<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:	
<b>1. Производственная безопасность</b> 1.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности: <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> 1.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности: <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>	1.1. Анализ выявленных вредных факторов при исследовании снегового покрова в лабораторных условиях: 1. Отклонение параметров микроклимата в помещении. 2. Недостаточная освещенность рабочей зоны. 3. Повышенный уровень шума.  1.2. Анализ выявленных опасных факторов при исследовании снегового покрова в лабораторных условиях: 1. Поражение электрическим током; 2. Пожароопасность.
<b>2. Экологическая безопасность:</b> <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.
<b>3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>– перечень возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения;</li> </ul>	Выбор и описание возможных ЧС: 1. Пожар, вследствие неисправности и

<ul style="list-style-type: none"> <li>– выбор наиболее типичной ЧС;</li> <li>– разработка превентивных мер по предупреждению ЧС;</li> <li>– разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий.</li> </ul>	замыкания электропроводки. 2. Взрыв лабораторного оборудования (прибора). - разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; - разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий.
<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>	- специальные правовые нормы трудового законодательства; - организационные мероприятия по улучшению условий труда.
<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	Николаенко Александр Николаевич		

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

Студенту:

Группа	ФИО
2ГМ51	Николаенко Александру Николаевичу

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

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Расчет сметной стоимости выполняемых работ, согласно применяемой методики
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	Нормы расхода материалов, тарифные ставки заработной платы рабочих, нормы амортизационных отчислений, нормы времени на выполнение операций, нормы расхода материалов, инструмента и др.
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Налог на добавленную стоимость 18%

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

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

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

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

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

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры ЭПР	Цибульникова Маргарита Радиевна	Кандидат географических наук		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ГМ51	Николаенко Александр Николаевич		

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 151 с., 40 рис., 23 табл., 72 источника.

Ключевые слова: твердый осадок снега, загрязнение снежного покрова, пылевая нагрузка, химические элементы, угольная промышленность, заболеваемость.

Объектом исследования является территория г. Междуреченска, и прилегающая к нему территория (угольный разрез Томусинский, дороги ведущие на шахту Распадская и туристическую базу Романтика).

Цель работы – определение уровня загрязнения воздуха в зоне влияния угледобывающих предприятий на примере г. Междуреченска по данным изучения снегового покрова, определение элементного состава снегового покрова, а также изучение состояния здоровья населения в городе Междуреченске.

В процессе исследования проводился литературный обзор об исследовании снегового покрова как индикатора загрязнения атмосферного воздуха, а также эколого – геохимической изученности г. Междуреченска и его окрестностей, отбор и подготовка 52 проб снега, изучение их на бинокулярном и электронном микроскопе, расчет эколого-геохимических показателей по данным анализа элементного состава проб инструментальным нейтронно-активационным анализом, определение содержания ртути в пробах талой снеговой воды и твердом осадке снега на ртутном анализаторе, построение и анализ карты распределения величины пылевой нагрузки на территории г. Междуреченска, анализ заболеваемости детского населения в возрасте от 0 – 14 и 15 - 17 лет по данным МБУЗ «Центральная городская больница» г. Междуреченска за 2013 – 2014 год. На основе полученных данных была выявлена пылевая нагрузка на территории г. Междуреченска а также в его окрестностях, элементный и минеральный состав твердого осадка снега на территории г. Междуреченска а также в его окрестностях, заболеваемость

детского населения в возрасте от 0 – 14 и 15 – 17 лет на территории г. Междуреченска.

Область применения: Результаты данной выпускной работы могут быть переданы в природоохранную службу разреза «Томусинский», а также могут быть использованы в экологических службах Департамента природных ресурсов и охраны окружающей среды г. Междуреченска Кемеровской области. Также, данные могут быть использованы для создания базы данных пылевой нагрузки по Кемеровской области. Также, данные могут быть использованы кафедрой ГЭГХ ТПУ, для дальнейшего продолжения работу по данной тематике, и выявления динамики загрязнения снегового покрова на территории г. Междуреченска и в его окрестностях.

Экономическая эффективность/значимость работы экономическая целесообразность и выгода не являются прямой целью работы. Значимость работы заключается в исследовании снежного покрова вблизи объектов (предприятий) угольной промышленности, и выявлении степени загрязнения снежного покрова на данной территории.

## Содержание

РЕФЕРАТ .....	5
Введение.....	10
1. Экологическая оценка территории по данным изучения снежного покрова .	14
2. Общая и геоэкологическая характеристика территории г. Междуреченска ..	18
2.1. Административно – географическая характеристика района исследований .....	18
2.2 Климатическая характеристика района исследований .....	19
2.3 Гидрологические условия района исследований.....	20
2.4 Геологическая и геоморфологическая характеристика района исследований .....	21
2.5 Почвенный покров района исследований .....	25
2.6 Геоэкологическая характеристика района исследований.....	26
2.6.1 Основные источники загрязнения на территории г. Междуреченска..	26
2.6.2 Обзор ранее проведенных эколого – геохимических исследований на территории г. Междуреченска.....	30
3. Методика исследования.....	38
3.1. Отбор и подготовка проб снега .....	38
3.2. Аналитическое обеспечение исследований .....	40
3.2.1. Определение ртути в твердом осадке снега .....	40
3.2.2. Определение ртути в талой снеговой воде.....	43
3.2.3. Определение вещественного состава пробы.....	44
3.2.4. Определение минерального состава с помощью растровой электронной микроскопии .....	45
3.2.5. Определение элементного состава с помощью инструментального нейтронно-активационного анализа. ....	46
3.3. Методика обработки данных .....	48
4. Уровень пылевого загрязнения снежного покрова и вещественный состав твердого осадка снега на территории г. Междуреченска .....	52
4.1. Уровень пылевой нагрузки .....	52

4.2. Анализ вещественного состава проб твердого осадка снега.....	55
5. Загрязнение снежного покрова химическими элементами в зоне влияния угледобывающих предприятий (на примере г. Междуреченска) .....	61
6. Оценка состояния здоровья населения города Междуреченска .....	66
7.1. Производственная безопасность .....	72
7.2. Экологическая безопасность.....	77
7.3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях .....	77
7.4. Правовые и организационные решения обеспечения безопасности .....	78
7.4.1. Правовые решения обеспечения безопасности .....	78
7.4.2. Организационные решения обеспечения безопасности .....	80
8. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	81
8.1. Планирование, организация и менеджмент при проведении работ .....	81
8.2. Бюджет научного исследования.....	84
8.3. Расчет затрат времени и труда по видам работ .....	85
8.4. Расчет производительности труда, расчет продолжительности выполнения объема проектируемых работ .....	87
8.5. Нормы расхода материала.....	88
8.6. Общий расчет сметной стоимости проектируемых работ.....	89
8.7. Общий расчет сметной стоимости проектируемых работ.....	92
Заключение .....	94
Список использованной литературы.....	97
Приложение А .....	105
Einleitung .....	106
9.1. Was ist Quecksilber?.....	107
9.2. Auswirkungen von Quecksilber auf die Gesundheit .....	108
9.3. Geschichte von Vergiftungsfällen.....	108
9.4. Quecksilbermengen und Biomonitoring .....	109
9.5. Ursachen der Quecksilberverschmutzung .....	112
9.6. Quecksilberemissionen in die Luft .....	112
9.7. Quecksilberemissionen ins Wasser.....	114



9.8. Globale Verbreitung von Quecksilber in der Umwelt .....	114
9.9. Schluss.....	116

## Введение

Приоритетными источниками загрязнения атмосферного воздуха в городах России являются такие отрасли промышленности, как черная и цветная металлургия, угольная промышленность, химическая и нефтехимическая промышленность, электроэнергетика, производство промышленных строительных материалов [1]. Угольные предприятия Кемеровской области являются одними из самых мощных по добыче угля в России [2]. Функционирование таких предприятий вблизи города обуславливает актуальность мониторинга состояния атмосферного воздуха в окрестностях угольной промышленности. При этом в качестве надежного индикатора загрязнения атмосферы рядом исследователей используется снеговой покров, так как он является природным фильтром для многих веществ и элементов и интенсивно накапливает загрязняющие вещества из атмосферного воздуха [3,4].

**Цель работы:** определение уровня загрязнения воздуха в зоне влияния угледобывающих предприятий на примере г. Междуреченска по данным изучения снегового покрова, определение элементного состава снегового покрова, а также изучение состояния здоровья населения в городе Междуреченске.

В задачи исследования входит:

1. Обзор литературы об исследовании снегового покрова как индикатора загрязнения атмосферного воздуха;
2. Отбор и подготовка снега на территории г. Междуреченска и в его окрестностях;
3. Определениестепени загрязнения изучаемой территории по данным величины пылевой нагрузки;
4. Определение уровня накопления химических элементов, в том числе токсичных, редкоземельных, редких и радиоактивных элементов в твердом осадке снега на территории г. Междуреченска и в его окрестностях;

5. Определение уровня накопления ртути в пробах талой снеговой воды и твердого осадка снега на территорию г. Междуреченска и в его окрестностях;

6. Выявление типов минеральных и техногенных образований в твердом осадке снега на территории г. Междуреченска и в его окрестностях;

7. Анализ статистических данных по заболеваемости населения г. Междуреченска.

Объектом исследования является территория г. Междуреченска, и прилегающая к нему территория (угольный разрез Томусинский, дороги ведущие на шахту Распадская и туристическую базу Романтика). Предметом исследования выступает твердый осадок снега, представляющий собой пылевые частицы, аккумулярованные в снежном покрове, и снеготалая вода.

В основу работы положены результаты научно-исследовательской работы, проводившихся автором совместно с сотрудниками кафедры геоэкологии и геохимии ТПУ в 2015 - 2016 году. Автором совместно с сотрудниками ТПУ проводился отбор и подготовка 52 проб снега.

Все пробы изучены в учебно-научных лабораториях МИНОЦ «Урановая геология» при кафедре геоэкологии и геохимии ТПУ. Содержание 28 химических элементов в пробах твердого осадка снега определяли в ядерно-геохимической лаборатории на базе исследовательского ядерного реактора Томского политехнического университета инструментально нейтронно – активационным анализом, аналитики А.Ф. Судыко и Л.В. Богутская. Определение содержания ртути в пробах проводилось в учебно – научной лаборатории микроэлементного анализа атомно – абсорбционным анализом «холодного» пара при консультации доцента каф. ГЭГХ Осиповой Н.А., ст. преподавателя Ляпиной Е.Е. Изучение вещественного состава проб твердого осадка снега проводилось автором в лаборатории электронно – оптической диагностики с помощью бинокулярного стереоскопического микроскопа согласно запатентованной методике сотрудников каф. ГЭГХ. Также пробы изучали на сканирующем электронном микроскопе Hitachi S-3400N с ЭДС

приставкой Bruker XFlash 4010 (при консультации ассистента каф. ГЭГХ ТПУ Ильенок С.С.).

*Научная новизна работы.* Впервые определен уровень накопления токсичных, редких, редкоземельных элементов в твердом осадке снега, выявлен уровень пылевой нагрузки на снежный покров, выявлены техногенные и минеральные образования в твердом осадке снега в районах расположения угледобывающих предприятий.

*Практическая значимость работы.* Данные выпускной работы могут быть переданы в природоохранную службу разреза «Томусинский», а также могут быть использованы в экологических службах Департамента природных ресурсов и охраны окружающей среды г. Междуреченска Кемеровской области. Также, данные могут быть использованы для создания базы данных пылевой нагрузки по Кемеровской области. Также, данные могут быть использованы кафедрой ГЭГХ ТПУ, для дальнейшего продолжения работы по данной тематике, и выявления динамики загрязнения снегового покрова на территории г. Междуреченска и в его окрестностях. Также, результаты могут быть использованы в учебном процессе при проведении занятий для студентов экологических специальностей.

*Апробация работы.* Основные результаты работы, полученные автором, опубликованы в 3 статьях и тезисах докладов. Докладывались на 2-х Международных и 1-ой научной конференциях:

Международных научных симпозиумах студентов, аспирантов и молодых ученых им. академика М.А. Усова «Проблемы геологии и освоения недр» (Томск, 2016, 2017 гг.) [37, 38].

VII Межрегиональной научной студенческой конференции с элементами научной школы имени профессора М.К. Коровина «Творчество юных – шаг в успешное будущее» [36].

*Благодарности.* Автор выражает глубокую благодарность своему научному руководителю, доценту кафедры ГЭГХ, к.х.н Осиповой Нине Александровне. Также глубокую признательность доценту каф. ГЭГХ, к.г.-м.н.

А.В. Таловской и старшему преподавателю каф. ГЭГХ к.г.-м.н. Е.А.Филимоненко за большое внимание, ценные советы и огромную помощь при выполнении работы.

Выражается благодарность аспиранту кафедры ГЭГХ Т.С. Шаховой за консультации во время выполнения работы.

Автор выражает благодарность ассистенту каф. ГЭГХ Ильенку С.С. за помощь в изучении проб с помощью электронного сканирующего микроскопа, а также старшему преподавателю Ляпиной Е.Е., за консультации во время проведения измерений ртути в пробах.

Также выражается благодарность за проведение анализа проб инструментальным нейтронно-активационным анализом аналитикам лаборатории А.Ф. Судыко и Л.В. Богутской.

Автор выражает благодарность профессору каф. ГЭГХ ТПУ, доктору геолого-минералогических наук Л.П. Рихванову;, профессору каф. ГЭГХ ТПУ, доктору геолого-минералогических наук С.И. Арбузову и заведующему кафедрой ГЭГХ профессору, доктору геолого-минералогических наук Е.Г. Языкову за комментарии во время представления данных работы на конференциях.

## **1. Экологическая оценка территории по данным изучения снежного покрова**

Исследование снежного покрова является удобным и экономичным способом получения данных о поступлении загрязняющих веществ из атмосферы на подстилающую поверхность. Снег может служить индикатором атмосферного загрязнения поллютантами различного типа: пылью, тяжелыми металлами, нефтяными полициклическими ароматическими углеводородами, белковыми соединениями и т.д.[5].

В последнее время в мониторинге загрязнения окружающей среды широко используются природные планшеты – накопители аэрозолей. В этом смысле, снеговой покров как естественный планшет-накопитель дает действительную величину сухих и влажных атмосферных выпадений в холодный сезон. В холодный период года в местах сплошного развития снегового покрова, когда исключается перенос частиц почвы на его поверхность, вещественный и химический состав твердого осадка становится функцией атмосферных выпадений [6,7]. Пробы снега уже давно используются для изучения химического состава, количества и пространственного распределения аэрозольных частиц [6]. Кроме этого, изучение химического состава снежного покрова позволяет выявить пространственные ореолы загрязнения и количественно рассчитать реальное загрязнение ландшафта в течение периода с устойчивым снежным покровом [8].

В Западной Сибири исследование состава атмосферных пылевых выпадений с использованием снеговой геохимической съемки проводится начиная с 1974 г. Большая работа в этом направлении была проведена авторским коллективом, объединившем ученых из Томского государственного университета, Сибирского медицинского государственного университета и НИИ онкологии Томского научного центра РАМН, в составе Бояркиной А.П., Васильева Н.П., Львова Ю.А., Будаевой Л.И., Байковского В.В., Летувнинкаса А.И., Воробьевой А.И. и др. Начиная с 1990-х годов изучение загрязнения окружающей среды, в том числе и снегового покрова, проводится

на базе кафедры геоэкологии и геохимии Томского политехнического университета Рихвановым Л.П., Язиковым Е.Г., Сарнаевым С.И., Шатиловым А.Ю., Таловской А.В. и др. В г. Новосибирске подобные работы проводят сотрудники Объединенного института геологии, геофизики и минералогии СО РАН Росляков Н.А., Ковалев В.П., Щербаков Ю.Г., Сухоруков Ф.В., Щербов Б.Л., Ковалев С.И. и др., а также сотрудники ГПП «Березовгеология» Пахомов В.Г., Попов Ю.П., Зубов Е.В., Анцырев А.А., Лященко Н.Г. и др.

В настоящее время особая роль в геохимическом мониторинге и оценке экологического состояния окружающей среды городов отводится изучению тяжелых металлов, которые в списке приоритетности загрязняющих веществ занимают одно из ведущих положений. Основными источниками загрязнения среды тяжелыми металлами являются промышленные предприятия и автотранспорт [9].

Тяжелые металлы в составе техногенных выбросов осаждаются в снежном покрове, а при таянии образуют подвижные формы, которые считаются наиболее опасными, в связи с потенциальной возможностью их миграции и попадания в воду и пищевые цепи человека [9].

Снежный покров, исходя из условий формирования и существования, включает воду в твердом состоянии как основной компонент (ее содержание обычно более 99%), а также примесные твердые фракции аэрозольных частиц. Следовательно, изучение особенностей накопления химических элементов в твердой и жидкой фазах снегового покрова, является одной из важных задач экологического мониторинга [9].

Анализ ранее проведенных эколого-геохимических исследований на территории г. Междуреченска показывает, что геохимическая специализация твердого осадка снега проявляется в повышенных концентрациях для U, Zn, Pb, Cr, Co, Ni, Cu, Mo, Ba, Sr, V, Hg. Также было выявлено, что по пылевой нагрузке город испытывает пылевой прессинг, связанный с мощным антропогенным воздействием [10].

Эколого-геохимические исследования снегового покрова на территории г. Томска и Томского района Томской области показали, что геохимическая специализация твердого осадка снега проявляется в повышенных концентрациях для U, As, Ba, Br, Sb, Ag, Hg и редкоземельных элементов. По результатам многолетнего мониторинга загрязнения снегового покрова в зоне влияния некоторых крупных промышленных предприятий городов твердом осадке снега из зоны воздействия кирпичных заводов фиксируется повышенное содержание Na, Sc, Hf и Rb, что вероятнее всего связано с составом используемого в производстве сырья (глины, суглинки, супеси) [11].

Эколого-геохимические исследования снегового покрова на территории г. Омска показали, что среднее содержание хрома — 220 мг/кг, при этом изменяется это значение от 28 до 2616 мг/кг, фон — 259 мг/кг. Содержание кобальта изменяется от 11 и до 27 мг/кг, фон — 25 мг/кг и среднее содержание тяжелого металла 15 мг/кг. Содержание цинка изменяется от 58 до 1000 мг/кг на территории г. Омска, при среднем содержании 190 мг/кг и фоне 379 мг/кг. Содержание мышьяка по городской сети распределено неравномерно и варьируется в пределах значений 0,2–159 мг/кг, где фон — 21,3 мг/кг, среднее значение — 12,9 мг/кг. Концентрация сурьмы на территории города колеблется в диапазоне от 0,3 до 70,4 мг/кг, фон 3,1 мг/кг, среднее значение 5,8 мг/кг. И только содержание бария на всей территории города однородно, среднее значение — 297 мг/кг, а фоновое — 239 мг/кг, явных превышений над фоновым значением не выявлено [12].

Эколого-геохимические исследования снегового покрова на территории г. Барнаула показали, что содержание микроэлементов на территории города варьирует: Al (7–102) мкг/л; V (0,01–1,8) мкг/л; Mn (2–15) мкг/л; Co (0,02–0,3) мкг/л; Ni (0,1–1,2 мкг/л); Cu (2–26) мкг/л; Zn (7–40) мкг/л; As (0,1–0,7) мкг/л; Cd (0,03–0,5) мкг/л; Pb (0,3–1,5) мкг/л. Результаты анализа показывают, что содержание загрязняющих веществ в снежном покрове контрольных точек отбора превышает их концентрацию в фоновых точках.



Для оценки уровня загрязнения снежного покрова был рассчитан коэффициент концентрации (аномальности) химических элементов (Кс), который показывает, во сколько раз содержание химического компонента в исследуемой точке отбора превышает его концентрацию на фоновом участке. Коэффициент концентрации в исследуемых точках варьирует для: Al 2–11; As 3–7; Mn 2–6; Cd 3–17; Co 4–15; Cu 2–17; Cr 3–16; Pb 1,5–2; Ni 4–12; V 4–13; Zn 2–6. В ряду загрязнителей снежного покрова в черте города выделяются Cd и Cu, коэффициент аномальности которых наибольший [13].

Таким образом, по результатам исследования твердого осадка снега на территории г. Томска, г. Омска, г. Междуреченска, г. Барнаула, можно сделать вывод, что возможно использование твердого осадка снега как индикатора оценки атмосферной эмиссии тяжелых металлов и определения геохимической проявленности загрязнения тяжелыми металлами на территории городов.

## **2. Общая и геоэкологическая характеристика территории г. Междуреченска**

### **2.1. Административно – географическая характеристика района исследований**

Территория Междуреченского городского округа Кемеровской области находится в центральном районе Томусинского каменноугольного месторождения на стрелке рек Томь и Уса (отсюда и название города – Междуреченск) [14].

Город Междуреченск расположен в предгорьях Кузнецкого Алатау на слиянии рек Томь и Уса в пойменной заболоченной низменности, осушенной в ходе строительства жилых кварталов.

Он находится в 60 км восточнее города Новокузнецка и в 302 км юго-восточнее областного центра (рис. 1). Муниципальное образование «Междуреченский городской округ» граничит с:

- Красноярским краем;
- Таштагольским муниципальным районом;
- Новокузнецким муниципальным районом;
- Мысковским городским округом.

Междуреченск – один из наиболее удаленных от областного центра городов наряду с городами Таштагол (368 км), Калтан (289 км), Мыски (282 км), Осинники (274 км) [15].

Общая площадь территории в пределах городского округа составляет 732290 тыс. кв. метров.

Общая численность населения в 2016 году составляла 98734 человек [15].



Рисунок 1 – Карта расположения г. Междуреченска на территории Кемеровской области [14].

В Междуреченске имеется значительный потенциал земельных ресурсов, рациональное использование которых дает возможности для дальнейшего социально-экономического развития города.

Отличительной особенностью городского округа является наличие в его составе отдаленных населенных пунктов: п. Майзас; п. Малый Майзас; п. Ортон; п. Большой Ортон; п. Ильинка; п. Новый Базас; п. Трехречье; п. Учас; п. Теба; п. Барсук; п. Лужба; п. Сливень; п. Студеный Плес.

Все перечисленные поселки находятся вне зоны пешей доступности городской черты. Проезд до места назначения осуществляется автомобильным транспортом высокой проходимости или железнодорожным транспортом. При этом существует необходимость переправы через реки по мостам или понтонам. В период половодья данный процесс значительно затруднен [14].

## 2.2 Климатическая характеристика района исследований

Температурный режим на территории Междуреченского городского округа один из самых суровых по Кемеровской области. Среднегодовая

температура для города Междуреченска составляет  $-0,1^{\circ}\text{C}$ , средняя температура января  $-19^{\circ}\text{C}$ , средняя температура июля  $+18,5^{\circ}\text{C}$ . Абсолютный температурный минимум  $-48^{\circ}\text{C}$ , абсолютный максимум  $+39^{\circ}\text{C}$ . Дата последнего заморозка - 30 мая, дата первого заморозка - 15 сентября. Продолжительность безморозного периода - 107 дней [15].

Количество осадков составляет 900-1200 мм в год. Главенствующие направление ветра – северо-восточное (рис. 2).

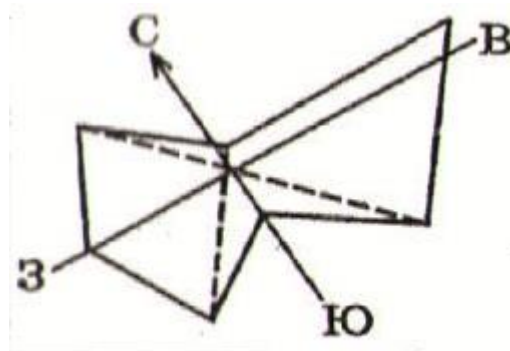


Рисунок 2 – Среднегодовая роза ветров г. Междуреченска[15].

Снежный покров устанавливается в октябре (в горах - в сентябре). Мощность снегового покрова в районе города 1,0 м, в горах - от 2,5-3,0 м (на склонах) до 4,0-7,0 м (в межгорных понижениях). Процесс таяния снега и ледников в горах ежегодно создает угрозу затопления территории частной жилой застройки, расположенной по берегам рек Томь, Уса, Назас, Ортон, Майзас и их притокам.

Суровый температурный режим сопровождается повышенной влажностью атмосферного воздуха вследствие расположения городского округа между реками на болотистой местности. Ситуацию усугубляет недостаток солнечного света (в основном пасмурная или облачная погода) [15].

### **2.3 Гидрологические условия района исследований**

Город Междуреченск расположен в предгорьях Кузнецкого Алатау на слиянии рек Томь и Уса в пойменной заболоченной низменности, осушенной в ходе строительства жилых кварталов. Реки Томь и Уса аккумулируют

максимальное количество поверхностных вод, обеспечивают значительную часть поверхностного стока, питье и техническое водоснабжение населенных пунктов и промышленных объектов, имеют рекреационное значение для отдыха, рыбной ловли.

Река Томь имеет транзитный характер. В пределах г. Междуреченска имеет 1 приток – р. Уса, которая является наиболее крупным притоком по своей длине, по площади водосбора а также по расходу воды.

Русла рек Томь и Уса имеют значительные уклоны, русла порожистые с обилием перекатов, прямолинейные и редко меандрирующие. Скорость течения характеризуется скоростью 1-2 м/с. В пойме рек в нижнем течении характерны процессы заболачивания и заторфовывания, наличие стариц и пойменных озер.

Питание рек снеговое и дождевое [16].

Длительность ледостава 153-160 дней. Толщина льда от 30 см до 50-90 см. Установление ледового покрова - в ноябре, вскрытие рек происходит в середине апреля (рис.3).

1959	17.04	1969	29.04	1979	23.04	1989	01.04	1999	15.04	2009	07.04
1960	22.04	1970	10.04	1980	20.04	1990	13.04	2000	11.04	2010	23.04
1961	06.04	1971	17.04	1981	13.04	1991	18.04	2001	01.04		
1962	11.04	1972	09.04	1982	13.04	1992	15.04	2002	02.04		
1963	22.04	1973	11.04	1983	19.04	1993	14.04	2003	23.04		
1964	25.04	1974	14.04	1984	14.04	1994	03.04	2004	08.04		
1965	10.04	1975	07.04	1985	14.04	1995	08.04	2005	15.04		
1969	15.04	1976	22.04	1986	17.04	1996	19.04	2006	19.04		
1967	13.04	1977	12.04	1987	20.04	1997	02.04	2007	08.04		
1968	18.04	1978	07.04	1988	15.04	1998	01.04	2008	15.04		

Рисунок 3 – Дата начала ледохода на р. Томь на территории г. Междуреченска [16].

## 2.4 Геологическая и геоморфологическая характеристика района исследований

Междуреченск расположен на южной границе Кузнецкого угольного бассейна [14].

В тектоническом отношении территория г. Междуреченска является южной периферией Кузнецкого краевого прогиба герцинского возраста, образовавшегося в ранее возникшей Алтае-Саянской складчатой области. Подстилает прогибу каледонский по возрасту фундамент, который формируют верхнепротерозойские, кембрийские, ордовикские и силурийские отложения. Прогибание территории, начавшееся в девоне (около 400 млн. лет назад), сопровождалось установлением морского режима. На дне возникшего бассейна началось накопление карбонатных осадков. В каменноугольном периоде море обмелело, на значительных площадях развились низменные заболоченные равнины, покрытые пышной тропической растительностью. Отмирание растений привело к накоплению огромных масс торфа. Эти накопления периодически перекрывались минеральными осадками. Без существенных изменений такой режим продолжался многие миллионы лет. Накопленный за этот период торф стал исходным материалом для образования мощной толщи Кузнецкого угольного бассейна, получившей название Балахонской серии.

В пермском периоде Кузнецкий прогиб превратился в замкнутую межгорную котловину, также занятую мелководным бассейном. В эту котловину осуществлялся снос материала с окружающих гор Кузнецкого Алатау, Салаира, Горной Шории. На дне водоёма шло переслаивающееся накопление растительных остатков и рыхлого минерального материала, приносимого водными потоками. Таким образом, накопилась ещё одна угленосная толща Кузбасса - Кольчугинская серия.

В триасовом периоде устанавливается континентальный режим, сопровождаемый вулканизмом. Территория является областью сноса ранее накопленного материала.

В начале юрского периода погружение Кузнецкого прогиба вновь возобновляется, в результате чего в условиях теплого влажного климата образуются речные и озерно-болотные осадки. Торфонакопление в этот период привело в последующем к образованию бурых углей.

В последующие 130 млн. лет происходило разрушение обрамляющих Кузнецкий бассейн горных сооружений и формирование мощных кор выветривания. К концу неогена Кузнецкая котловина и окружающие ее когда-то горные территории представляли собой обширную плоскую равнину, называемую пенепленом. В понижениях рельефа накапливались маломощные отложения речных систем.

Два-три миллиона лет назад в результате неотектонических движений, имевших восходящий глыбовый характер, возродились горы Кузнецкого Алатау, Шории и Салаира. Так сформировался современный рельеф Кемеровской области.

Территория г. Междуреченска оказалась на границе Кузнецкой котловины, представляющей из себя холмистую равнину, и Горной Шории - низкого, глубоко расчлененного плоскогорья. Общее определение рельефа нашего района может быть сформулировано так: холмисто-увалистый (по облику), аллювиально-денудационный (по происхождению), сформировавшийся на мел-палеогеновом (по возрасту) пенеплене, сглаженном наносами четвертичных суглинков. Часть геологической истории нашего района можно своими глазами увидеть в обнажениях, вскрытых речной сетью: по правобережью. Томьвыше по течению. Здесь обнажаются осадочные породы пермского периода: песчаники серого и желтого цвета, мелкозернистые алевролиты и аргиллиты, относящиеся в основном к Ильинской свите Балахонской угленосной серии.

На пермских породах со стратиграфическим несогласием залегают юрские отложения. Они относятся к так называемой Тарбаганской серии, которая сложена преимущественно расцементированными конгломератами, представленными хорошо окатанной галькой кварца, роговика, кремня, различных изверженных пород неясного состава. Образование этих пород связано с триасовым вулканизмом. В юрском периоде реки обработали этот материал, превратив его в хорошо окатанную гальку самой разнообразной крупности до 10-15 см в диаметре. Юрские отложения слагают возвышенные

водораздельные части рельефа. В понижениях они размыты и снесены современной гидросетью.

Мощность четвертичных отложений колеблется от 1 до 5 метров. Современные процессы рельефообразования связаны с продолжающейся денудацией возвышенных частей и аккумуляцией наносов в речных долинах. Проявлением денудации является образование оползней, случающихся на водораздельных склонах.

Неотектонические движения, проявляющиеся в медленном поднятии территории, определяют продолжение донной эрозии. Периодически случающиеся землетрясения не отличаются большой силой (что, впрочем, не исключает согласно сейсмическому районированию и 7-балльных толчков), а поэтому какого-либо заметного влияния на рельеф территории не оказывают.

Осадочный комплекс горных пород определяет однообразие полезных ископаемых: каменный уголь, торф.

Главным минеральным богатством наших недр, конечно же, является каменный уголь. Территория, на которой расположен город, относится к Кондомскому геолого-экономическому району Кузнецкого угольного бассейна и занимает крайнее южное положение в нём. Южная и западная границы бассейна удалены от города на расстояние лишь около 10 км, а восточная 20-30 км. В краевых частях района угленосные толщи залегают на относительно небольшой глубине, давая возможность добывать уголь и открытым способом.

Угленосные отложения района представлены Балахонской серией общей мощностью около 2000 метров. На значительной площади серия перекрыта Кузнецкой свитой Кольчугинской серии. В разрезе Балахонской серии известно до 48 пластов угля суммарной мощностью от 50 до 80 метров. Количество рабочих пластов меняется от 25 до 42. По технологическим свойствам угли района относятся к маркам от К (коксовых) до Т (тощих) и, следовательно, могут быть использованы как энергетические, а также для получения кокса.

Общие запасы углей Междуреченского района, подсчитанные до глубины 1800 м, составляют 34,5 млрд. тонн [15].



## 2.5 Почвенный покров района исследований

Формирование почв – это результат взаимодействия всех компонентов географической среды, прежде всего материнских горных пород и растительности, но также животного мира, рельефа, климата, почвенных и грунтовых вод. К почвообразовательным факторам надо отнести ещё время (продолжительность формирования почв) и воздействие человека.

Всевозможные сочетания этих факторов определяют значительное видовое разнообразие почв даже на относительно небольших территориях, к каковым, собственно говоря, и относится описываемый район. Однако, в конечном счёте всё это видовое разнообразие сводится лишь к нескольким типам почв, соответствующих господствующим типам растительности.

Таким образом, в окрестностях г. Междуреченска можно встретить следующие типы почв: под черневой тайгой – глубоко-подзолистые почвы, в лесостепной зоне – серые лесные, в долине Томи и Усы – аллювиально-луговые и торфяные.

Подзолистые почвы формируются в условиях избыточного увлажнения, определяющего вертикальное промывание их на всю глубину и вынос гумусовых частиц с поверхностного слоя. Обеднённость гумусом и повышенная кислотность почв объясняют их невысокое плодородие.

Более высоким плодородием отличаются серые лесные почвы благодаря большому поступлению растительного опада и отсутствию глубокого промывания. Мощность гумусового горизонта в несколько раз превышает таковую у подзолистых почв, достигая 20 см.

Разнообразен почвенный покров долины р. Уса – аллювиальные почвы. В прирусловой части поймы развиты слабо – сформированные рыхло-песчаные дерновые почвы. В центральной части поймы под луговой растительностью формируются черноземные почвы, которые в значительной степени окультурены владельцами огородов и садовых участков [17].

## 2.6 Геоэкологическая характеристика района исследований

### 2.6.1 Основные источники загрязнения на территории г. Междуреченска

Особенности развития муниципального образования неразрывно связаны с природными ресурсами. На территории Междуреченского городского округа разведаны разнообразные месторождения полезных ископаемых: каменные угли коксующихся и энергетических марок, железные и марганцевые руды, россыпное и рудное золото, строительные материалы (глина, гравий, бутовый камень, мрамор, гранит, кварциты, диабазы), а также месторождения нерудных полезных ископаемых: талька, фосфорита, вермикулита, мусковита [14].

Промышленность г. Междуреченска характеризуется многоотраслевой структурой, угольная отрасль является градообразующей. В структуре промышленного производства приходится 90 % на долю предприятий, осуществляющих добычу и переработку полезных ископаемых (в основном, каменный уголь). За 2011 год угольными предприятиями г. Междуреченска было добыто 4,27 млн. тонн угля [15].

Крупнейшими угольными объединениями города являются: ЗАО «Распадская угольная компания», ОАО «Междуречье», ОАО «Южный Кузбасс» [14].

**ОАО «Распадская угольная компания»** – единый производственно-территориальный комплекс по добыче и обогащению угля, расположенный в Кемеровской области Российской Федерации. ОАО «Распадская» имеет лицензии на ведение горных работ на территории обширного угольного месторождения к юго-западу от Томусинского участка Кузнецкого угольного бассейна, который обеспечивает три четверти добычи коксующегося угля в России.

На территории г. Междуреченска компания объединяет группу предприятий, включающую:

– «Распадская» – шахта, в которой отрабатываются четыре лавы, крупнейшая шахта компании и крупнейшая подземная шахта в России. Она расположена в 15 км. от города в северо – восточном направлении.

– ОАО «МУК-96» – шахта, в которой отрабатывается одна лава. Шахта расположена в 10км. от города в северо – восточном направлении.

– ЗАО «Разрез Распадский» – шахта открытой добычи, впервые в России применившая систему глубокой разработки пластов (КГРП). Разрез расположен в 8км. от города в северо – восточном направлении.

– ЗАО «Распадская Коксовая» – строящаяся шахта, которая будет добывать подземным способом ценный уголь марки «К» и «КО»

– ЗАО «ОФ «Распадская» – современная обогатительная фабрика, работающая с применением новейших технологий. ОФ расположена в 10км. от города в северо – восточном направлении.

– Пять предприятий транспортной и производственной инфраструктуры, а также компанию по продажам и маркетингу и управляющую компанию.

ОАО «Распадская» — один из ведущих поставщиков угольной продукции на крупнейшие российские металлургические предприятия – ММК (Магнитогорский металлургический комбинат), НЛМК (Новолипецкий металлургический комбинат) и предприятия ЕвразГруп [14].

В 2013 году количество выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух от компании ОАО «Распадская угольная компания» составило 65872, 8 тонн.

Основными загрязняющими вещества являются: Метан, оксид углерода, зола угольная, пыль неорганическая, диоксид азота, диоксид серы, сажа и прочие загрязняющие вещества [15].

**ОАО «Междуречье»**, занимающее третье место по добыче угля среди разрезов Кузбасса, на территории города Междуреченска включает в себя предприятия:

– Погрузочно-транспортное управление

– ОФ Междуреченская. ОФ расположена в 8км. от города в юго – западном направлении.

– Разрез «Междуреченский» — один из самых больших не только в Кузбассе, но и в России. В 2004 году на разрезе добыто шесть миллионов тонн угля. И в будущем эта цифра будет только возрастать. Разрез расположен в 8км. от города в юго – западном направлении [14].

В 2013 году количество выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух от компании ОАО «Междуречье» составило 1504, 2 тонн.

Основными загрязняющими вещества являются: Оксид углерода, зола угольная, пыль неорганическая, диоксид азота, диоксид серы, сажа и прочие загрязняющие вещества [15].

**ОАО «Южный Кузбасс»** - на территории г. Междуреченска в состав компании входят такие предприятия как:

– Филиал ОАО «Южный Кузбасс» – Управление по подземной добыче угля (шахта «Ольжерасская-Новая», шахта им. В. И. Ленина). Шахты расположена в 6км. от города в северо – восточном направлении.

– Филиал ОАО «Южный Кузбасс» – Управление по открытой добыче угля (разрез «Красногорский», разрез «Ольжерасский»). Разрез «Красногорский» расположен в 5км. от города в юго - западном направлении, а разрез «Ольжерасский» в 15 км. от города в северо – восточном направлении.

– Филиал ОАО «Южный Кузбасс» – Управление по переработке и обогащению угля (ЦОФ «Сибирь», ЦОФ «Кузбасская», ГОФ «Томусинская», ОФ «Красногорская»);

– ОАО «Разрез «Томусинский». Разрез находится в 12 км. от города в северо – восточном направлении.

Промышленные запасы угля коксующихся и энергетических марок, обеспечивающих стабильную работу разрезов и шахт ОАО «Южный Кузбасс», по имеющимся лицензиям на 1 января 2015 года составляют порядка 500 млн. тонн, а балансовые запасы превышают 1,7 млрд тонн. Общая проектная

мощность предприятий компании по подземной и открытой добыче угля - 21,8 млн. тонн в год, по обогащению угля - 17 млн. тонн в год [14].

В 2013 году количество выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух от компании ОАО «Междуречье» составило 21036, 6 тонн.

Основными загрязняющими вещества являются: Метан, оксид углерода, зола угольная, пыль неорганическая, диоксид азота, диоксид серы, сажа и прочие загрязняющие вещества [15].

**Котельные.** На территории г. Междуреченска расположено пять котельных, которые отапливают прилегающие районы (рис. 4). Все котельные расположены в восточной части города.



Рисунок 4 – Основные промышленные объекты на территории г. Междуреченска

В качестве топлива на всех котельных используется каменный уголь, который поставляется с угольных предприятий г. Междуреченска.

Масса выбросов в 2013 г. от городских коммунальных котельных составила 8 834 тонны или 9% от всех выбросов по городскому округу.

Основными загрязняющими веществами являются: Зола угольная, сажа, диоксид серы, диоксид азота, оксид углерода [15].

## 2.6.2 Обзор ранее проведенных эколого – геохимических исследований на территории г. Междуреченска

### Общая загрязненность снегового покрова

На территории города Междуреченска была проведена снегогеохимическая съемка в 1991 году. По данным исследований было выявлено что пылевая нагрузка изменяется от 72 кг/км<sup>2</sup>.сут. (Старое Междуречье) до 1545 кг/км<sup>2</sup>.сут. (Промышленная зона) при средней величине 363 кг/км<sup>2</sup>.сут (рис.5).

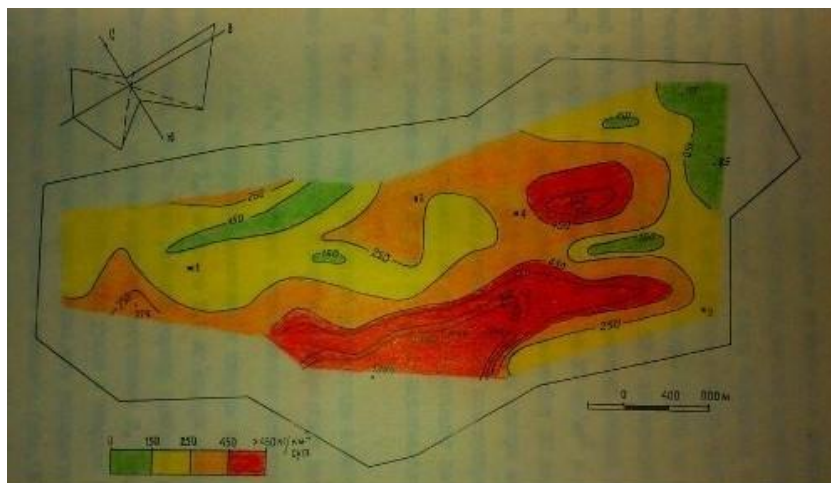


Рисунок 5 – Схема распределения пылевой нагрузки на территории г. Междуреченска в 1991 г [10].

На территории города Междуреченска выделяется два ореола с высокой пылевой нагрузкой (Промышленная зона и Центр). Здесь следует учитывать два фактора, влияющих на загрязнение: региональный и локальный. К региональному фактору следует отнести выпадения, связанные с переносом вещества от угольных разрезов расположенных в северной и южной части от города в процессе их разработки и горно – взрывных работ. Локальный фактор загрязнения обусловлен котельными, автотранспортом, открытыми площадками хранения угля и золы и др.

По данным проведенных исследований можно констатировать, что минимальная величина загрязнения (72 кг/км<sup>2</sup>\*сут) для города превышает фон, который был взят в 15 км. от города на территории турбазы «Романтика» (20

кг/км<sup>2</sup>\*сут) в 3.5 раза, а средняя величина в 16 раз, тогда как максимальное содержание – в 77 раз.

Из этого следует, что территория города испытывает сильный пылевой прессинг, связанный с мощным антропогенным воздействием.

Анализ уровня накопления тяжелых металлов 1,2 и 3 класса опасности в твердом осадке снега представлен ниже [10].

### **Элементы 1 класса опасности**

**Ртуть.** Содержание элемента в твердом осадке снегового покрова изменяется от 0,03 до 0,55 мг/кг, при среднем значении 0,14 мг/кг. Концентрации ртути в районах города очень близки и фиксировались на уровне 0,16 мг/кг. Лишь в Западном районе концентрации значительно ниже их, и средняя величина составляет 0,09 мг/кг.

На территории г. Междуреченска были выявленные два ореола повышенных значений, один из которых приходится на район турбазы «Восход» и Сыркаши, а второй на Промышленную зону. Концентрация ртути изменяется от 0,35 мг/кг (Промышленная зона) до 0,5 мг/кг (Турбаза «Восход»).

**Свинец.** Содержание элемента изменяется от 20 мг/кг до 150 мг/кг, при среднем значении 62 мг/кг. Из всех районов выделяется Западный, где средняя величина составляет 86 мг/кг.

На территории г. Междуреченска был выявлен три ореола повышенных концентраций, первый находится в районе автовокзала, второй – на пересечении улицы Кузнецкой с проспектом 50 лет Комсомола, а третий – на пересечении улиц Юдина и Кузнецкая.

Выявленные ореолы, скорее всего, объясняются влиянием транспортного парка, так как известно, что он является одним из главных источников загрязнения урбанизированных территорий.

**Цинк.** Содержание элемента изменяется от величины ниже предела чувствительности до 1500 мг/кг, при средней величине 95 мг/кг. Из всех районов города выделяется Западный, где средняя величина равна 173 мг/кг.

На территории г. Междуреченска было выявлено три ореола повышенных концентраций, первый находится в районе автовокзала, второй на пересечении улицы Кузнецкой с проспектом 50 лет Комсомола, а третий – на пересечении улиц Юдина и Кузнецкая. Повышенное содержание элементов связано с интенсивным автомобильным движением и истиранием их шин.

**Мышьяк.** Содержание элемента изменяется от 6,2 мг/кг до 42 мг/кг, при среднем значении 16,1 мг/кг. Наиболее высокие концентрации установлены на пересечении улиц 50 лет Комсомола и Ермака и Рядом с жилым домом по ул Лазо 4. Содержание элемента в этих точках были равны 42мг/кг и 27 мг/кг.

**Кадмий.** Содержание элемента ниже предела обнаружения, т.е. меньше 11мг/кг.

**Селен.** Содержание элемента изменяется от величин ниже предела обнаружения до 2,9 мг/кг, при среднем значении 0,6 мг/кг. Селен на территории города был обнаружен в пяти точках: первая – улица Паровозная 32 – концентрация равна 2,9мг/кг; вторая – пересечение улицы Октябрьской с проспектом Шахтеров (2,1 мг/кг); третья – поселок Притомский (1,9 мг/кг); четвертая – на пересечении улиц Интернациональная и Пушкина (1,7 мг/кг); пятая – поселок Притомский (1,8мг/кг) [10].

### **Элементы 2 класса опасности**

**Хром.** Содержание элемента изменяется от 6 мг/кг до 40 мг/кг. Из всех районов выделяется Западный, где средняя величина равна 21 мг/кг.

На территории г. Междуреченска был выявлен один ореол с повышенный концентраций, который приходится на кварталы 46 и 47. Причину его проявления пока объяснить трудно.

**Никель.** Содержание элемента изменяется от 6 мг/кг до 40 мг/кг, при средней величине 18 мг/кг. При этом, выделяются районы Западный и п. Притомский, где концентрации соответственно равны 22 и 20 мг/кг.



На территории г. Междуреченска был выявлен один ореол с повышенный концентраций, который приходится на квартал 46. Причину его проявления пока объяснить трудно.

**Кобальт.**Содержание элемента изменяется от 1 мг/кг до 30 мг/кг, при средней величине 4 мг/кг.

На территории г. Междуреченска было выявлен два ореола с повышенными концентрациями, первый – в северо-западной части города (п. Нахаловка); второй – в северо-восточной части города (Старое Междуречье). Причину проявления ореолов пока объяснить трудно.

**Медь.**Содержание элемента изменяется от 20 мг/кг до 80 мг/кг, при средней величине 40 мг/кг. Наибольшая его величина отмечается в Западном районе, где средняя концентрация составляет 53мг/кг.

На территории г. Междуреченска было выявлено три ореола повышенных концентраций, два из которых находятся в Западном районе (Кварталы 46 и 47 и ул.Перевалко), а третий на район Сыркаши.

**Молибден.** Содержание элемента изменяется от 1 мг/кг до 4 мг/кг, при средней величине 1,5 мг/кг. Более высокие концентрации отмечаются в п. Притомский, где средняя концентрация составляет 2,3 мг/кг.

Основное загрязнение приходится на западную часть города. Содержание элемента невысокое, однако, общая тенденция загрязнения сохраняется.

**Сурьма.**Содержание элемента изменяется от величин ниже предела обнаружения до 7,5 мг/кг, при средней величине 1 мг/кг. Сурьма была обнаружена только в двух пробах: первая – район городской автостанции; вторая – турбаза «Восход», содержание элемента соответственно равны 2,8 и 7,5 мг/кг [10].

### **Элементы 3 класса опасности**

**Марганец.** Содержание элемента изменяется от 100 до 300 мг/кг, при средней величине 204 мг/кг. Из районов города незначительно выделяются по концентрации Марганца Промышленный, где она составляет 218мг/кг.

На территории города фиксируются незначительные ореолы повышенных значений в нескольких участках города. Аномальных содержаний нет.

**Барий.**Содержание элемента изменяется от 200 до 600 мг/кг, при средней величине 304 мг/кг. В западном районе средняя концентрация равна 387 мг/кг.

На территории г. Междуреченска было выявлено четыре ореола повышенных концентраций: один из них приходится на кварталы 46 и 47, а другой – на пересечении улиц Юдина и Кузнецкой. Небольшой ореол фиксируется в квартале 49 и открытый ореол – в западной части города, рядом с автобазой.

**Ванадий.**Содержание элемента изменяется от 6 до 60 мг/кг, при средней величине 13 мг/кг. В западном районе средняя концентрация равна 18 мг/кг.

На территории г. Междуреченска было выявлено три ореола повышенных концентраций: один из них проявляется в Старом Междуречье, а два остальных – практически на всей территории Западного района.

**Стронций.** Содержание элемента изменяется от 200 до 500 мг/кг, при средней величине по городу 298 мг/кг и 360 мг/кг в Западном районе.

#### **Оценка суммарного загрязнения снегового покрова тяжелыми металлами**

Для большей наглядности, а также решения практических задач были рассчитаны суммарные показатели для элементов 1, 2 и 3 классов опасности отдельно, а также общий для всех трех классов.

Из анализа схем (рис. 6,7,8) отмечено, что по трем элементам 1 класса опасности основной ореол повышенных значений показателя загрязнения приходится на Западный район, в котором расположена автобаза и автовокзал. По элементам 2 класса опасности выделяется западная часть города, по элементам 3 класса опасности – квартал 46, 47 и место пересечения улиц Юдина – Кузнецкой.



Рисунок 6 – Схема распределения суммарного показателя загрязнения снегового покрова территории г. Междуреченска тяжелыми металлами 1 класса опасности [10].

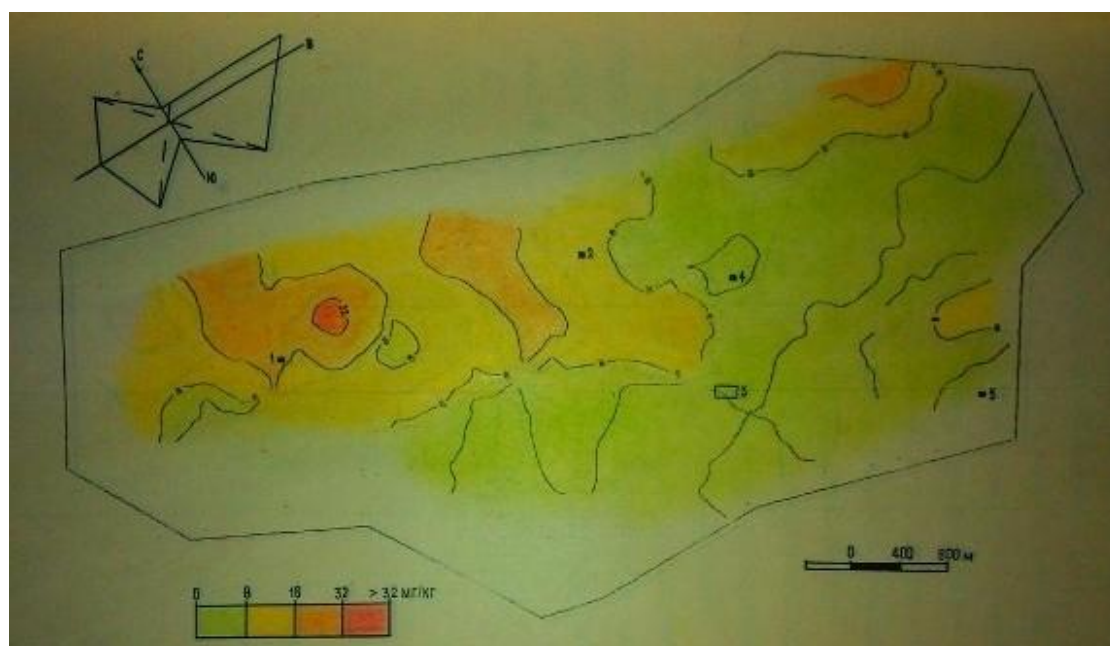


Рисунок 7 – Схема распределения суммарного показателя загрязнения снегового покрова территории г. Междуреченска тяжелыми металлами 2 класса опасности [10].

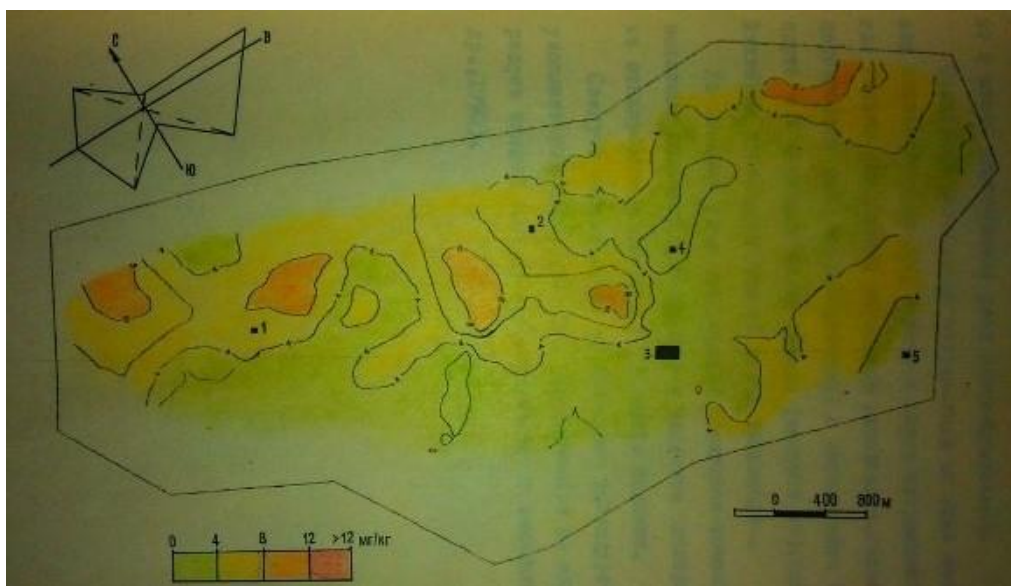


Рисунок 8 – Схема распределения суммарного показателя загрязнения снегового покрова территории г. Междуреченска тяжелыми металлами 3 класса опасности [10].

Суммарный показатель загрязнения по всем элементам загрязнения 1,2 и 3 класса опасности (рис. 9) отражает общее загрязнение кварталов 46, 47 где близко расположен городской автовокзал. Ореол также попадает на перекресток улиц Юдина – Кузнецкой с интенсивным потоком автотранспорта и в западной части города (квартал 49), где по проспекту Шахтеров проходит основной поток транспорта.

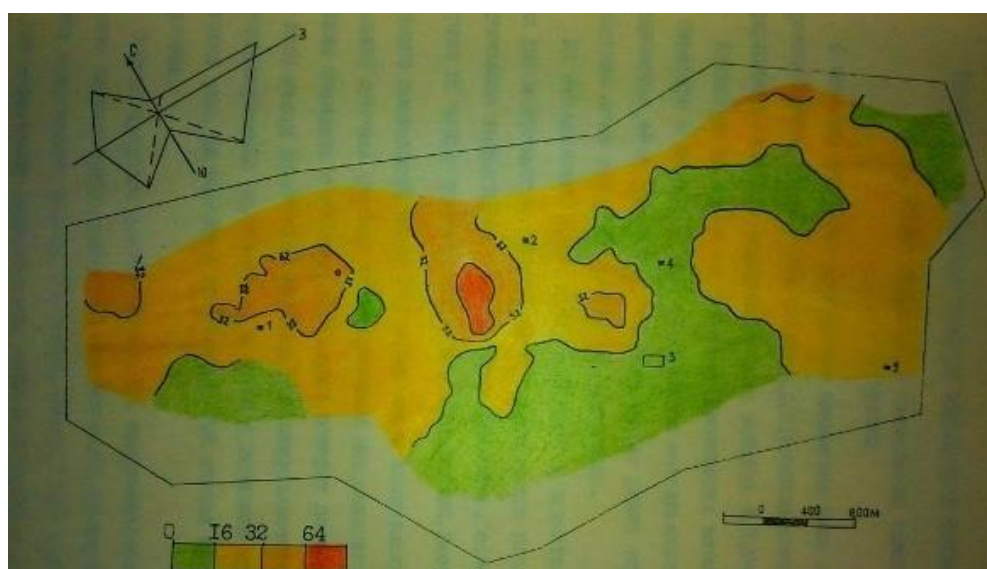


Рисунок 9 – Схема распределения суммарного показателя загрязнения снегового покрова территории г. Междуреченска тяжелыми металлами 1,2,3 класса опасности [10].

Следует отметить, что СПЗ снега г. Междуреченска смотрится удовлетворительно, т.к он не превышает 64 единиц что характеризует низкий уровень загрязнения по тяжелым металлам [10].

### **3. Методика исследования**

#### **3.1. Отбор и подготовка проб снега**

Автором совместно с сотрудниками кафедры геоэкологии и геохимии ТПУ на протяжении двух лет (2015 – 2016 гг.), в феврале месяце, в период максимального накопления влагозапаса и загрязняющих веществ в снеге, проводился отбор и подготовка проб снега на территории г. Междуреченска и его окрестностях. На территории города использовали площадную систему наблюдения в масштабе 1:80000. Всего на территории города было отобрано 32 пробы снега.

Также, поскольку вблизи города действуют угольные карьеры, то возникает необходимость оценки возможного вклада этих объектов на формирование пылевого загрязнения на территории города за счет ветрового переноса пыли с угольных разрезов и шахт. В случае оценки влияния отдельного промышленного объекта проводят отбор проб по профилям согласно главенствующему направлению ветра [18]. Для решения этой задачи был заложен профиль от расположенного в юго-западной части от города угольного разреза в сторону города (Точки отбора № 39 – 47). Дополнительно был заложен профиль в северо-восточной части от города, а именно от угольной шахты в сторону города (Точки отбора № 39 – 47). И еще один профиль был заложен в юго-восточном направлении в сторону города (Точки отбора № 33 – 38). На этих профилях выбирали доступные участки для отбора проб, где возможно максимальное накопление пылевых выбросов, переносимых от угольных объектов во время буро-взрывных работ в сторону города, согласно ранее проведенным исследованиям экологов предприятия. Фоновые пробы отобраны в 15 километрах восточнее города, на территории туристической базы «Романтика», где влияние города и угольных объектов минимально (Точка отбора № 38).

Отбор и подготовку проб проводили согласно РД 52.04.186 – 89, а также Методических рекомендаций по оценке загрязнения атмосферного воздуха населенных пунктов металлами по их содержанию в снежном покрове и почве №5174-90, и с учетом многолетнего опыта снегогеохимических исследований на территории Западной Сибири [5,8,10,9,11] Схема пробоотбора и пробоподготовки представлена на рисунке 11.



Рисунок 11 – Схема пробоотбора и пробоподготовки проб снега.

Пробы отбирались методом шурфа, на всю мощность снегового покрова, за исключением 5-и сантиметрового слоя над почвой, с замером сторон и глубины шурфа, а также время отбора проб. Все пробы были помещены в полиэтиленовые пакеты, в журнале был указан номер пробы и его длина, ширина, глубина шурфа, дата отбора. Вес одной пробы составлял – 17-19кг.

В лаборатории проводили таяние снега при комнатной температуре 18 – 19<sup>0</sup>С. Процесс таяния снега занимает около суток. Объём воды одной пробы при оттаивании снега составил 15-18 л. Для этого проба была высыпана из полиэтиленовых пакетов в пластмассовые тазы, и накрыта полиэтиленовым пакетом. Из растаявшей воды пинцетом были удалены крупные включения, и отобрана проба воды объемом 100 мл. для анализа ртути в жидкой фазе. Данная пробы была помещена в 100 мл. стеклянную тару с плотно закручивающейся пластмассовой крышкой и законсервирована для дальнейшего анализа. Далее

через трубочки касаясь стенок таза была слита вода, за исключением 1-ого литра воды со взвешенными частицами, которой были помыты стенки таза. Эта вода была перелита в литровую банку, и отстояна двое суток.

Затем проводили фильтрацию отстоявшейся воды через воронки, в которые были помещены предварительно взвешенные фильтры типа «Синяя лента». После фильтрации, не вытаскивая беззольного фильтра из воронки, происходит его просушивание при комнатной температуре. Далее беззольные фильтры помещаются в специально приготовленные конверты, на которых должен быть указан номер пробы и длина, ширина, глубина шурфа и дата отбора этой пробы.

Далее в лаборатории проводили просеивание через сито с диаметром в 1 мм. и взвешивание пробы на электронных весах. Разница в весе предварительно взвешенного фильтра и фильтра с твердым осадком характеризует вес пыли, осевший на снеговой покров.

### **3.2. Аналитическое обеспечение исследований**

#### **3.2.1. Определение ртути в твердом осадке снега**

В лаборатории микроэлементного анализа Международного инновационного научно – образовательного центра «Урановая геология» при кафедре геоэкологии и геохимии ТПУ проводили измерения концентрации ртути в твердой фазе снега.

Определение ртути в твердой фазе проводили атомно – абсорбционным методом на приборе Анализатор ртути «РА-915+» с пиролизической приставкой «ПИРО-915+» (рис.12). Работа этого прибора основана на термодеструкции матрицы пробы и восстановлении содержащейся в пробе связанной ртути методом пиролиза с последующим переносом образовавшейся атомарной ртути газом-носителем (воздухом) из атомизатора в аналитическую кювету.

Двухсекционный атомизатор «ПИРО-915+» состоит из:

- испарителя, в котором происходит испарение жидких и пиролиз



твердых проб,

– нагретого реактора, в котором происходит каталитическая деструкция соединений матрицы пробы.

После пиролизатора газовый поток сразу поступает в аналитическую кювету, нагретую до 700 °С. Блок питания приставки обеспечивает постоянство скорости прокачки воздуха и температуры испарителя, реактора и кюветы.



Рисунок 12 – Анализатор ртути «РА-915+» с пиролизической приставкой «ПИРО-915+»[19].

Принцип действия приставки ПИРО – 915+ основан на восстановлении до атомарного состояния содержащейся в пробе связанной ртути методом пиролиза и последующем переносе образовавшейся атомарной ртути из атомизатора в аналитическую кювету газом – носителем (воздухом).



Рисунок 13 – Блок – схема приставки ПИРО – 915+ с анализатором ртути РА – 915+[19].

Блок – схема приставки ПИРО – 915+ с анализатором ртути РА – 915+ представлена на рисунке 13. Побудитель расхода воздуха (3), входящий в блок питания и прокачки приставки (1), используются для нагнетания воздуха в атомизатор и аналитическую кювету. Входной угольный сорбционный фильтр (2) используется для очистки от паров ртути воздуха, поступающего в термокамеру. Скорость прокачки воздуха задается и поддерживается автоматически в зависимости от выбранного режима работы. Навеску пробы помещают в лодочку дозатора (11), которую вводят в первую секцию (испаритель) атомизатора (7), где происходит нагревание пробы. Температура испарителя может меняться от 200 до 800° С в зависимости от выбранного режима работы. Соединения ртути испаряются и частично диссоциируют с образованием элементарной ртути и вместе с газом – носителем поступают во вторую секцию (дожигатель) атомизатора (8). В дожигателе при температуре 600 - 700° С происходит полная диссоциация соединений ртути и дожигание органической матрицы пробы. Из атомизатора газовый поток поступает в нагреваемую до 700° С выносную аналитическую кювету (9). Регистрация атомов ртути осуществляется анализатором РА – 915+ (13), при этом результат анализа выводится на компьютер (14).

Достоинствами и особенностями комплекса являются:

- уникальная возможность прямого определения (без пробоподготовки) содержания ртути в жидких и твердых пробах: сточной воде, крови, продуктах питания, нефти и нефтепродуктах, почве, донных отложениях, горных породах и т.д.;
- определение ртути без ее предварительного накопления на золотом сорбенте;
- широкий динамический диапазон измерений (более трех порядков);
- устранение влияния высоких содержаний хлорид – ионов и бензола в пробе на результаты анализа нагревом аналитической кюветы до 700°C;
- возможность выбора оптимальной температуры испарителя и функция «Форсаж» (ступенчатое увеличение температуры испарителя) позволяет снизить предел обнаружения;
- визуализация процесса выхода ртути из образца;
- стабильность градуировочного коэффициента обеспечивается встроенной системой контроля скорости прокачки и мощности нагревателей.

Для управления анализатором ртути РА-915+ с компьютера, обработки, визуализации, хранения данных, получаемых с анализатора, использовалась программа RA915P[19].

Общее количество изученных проб твердого осадка снега составило – 52 пробы, из них 1 фоновая проба.

### **3.2.2. Определение ртути в талой снеговой воде**

Содержание ртути в талой снеговой воде определяли атомно-абсорбционным методом «холодного пара» на ртутном анализаторе РА-915+ с приставкой РП-91 согласно методике ПНД Ф 14.1:2.4.243-07. Границы относительной погрешности измерений в соответствии с данной методикой при диапазоне измерений массовой концентрации общей ртути от 10 до 30 нг/дм<sup>3</sup> составляет 60%. Пробы снеготалой воды для определения в них концентраций

ртути анализировались не позднее чем через 3 дня с дня начала консервации данных проб. Для измерений использовались сверхчистые реактивы и специальным образом подготовленная лабораторная посуда, что позволило снизить методический предел обнаружения ( $10 \text{ нг/дм}^3$ ) до  $1 \text{ нг/дм}^3$ . Общее количество изученных проб твердого осадка снега составило – 52 пробы, из них 1 фоновая проба.

### **3.2.3. Определение вещественного состава пробы**

Для определения вещественного состава проводят детальное микроскопическое исследование пробы твердого осадка снега. Исследование состава твердого осадка снегового покрова проводят на основе авторского патента на изобретение № 2229737 от 17 октября 2002 г., авторы: Язиков Е.Г., Шатилов А.Ю., Таловская А.В. «Способ определения загрязненности снегового покрова техногенными компонентами»[20].

Вещественный состав проб твердого осадка снега изучался в учебно – научной лаборатории электронно – оптической диагностики Международного инновационного образовательного центра «Урановая геология» кафедры геоэкологии и геохимии ТПУ с применением стереоскопического бинокулярного микроскопа (LeicaEZ4D). Детальное изучение микрочастиц позволяет дать характеристику частиц с определением цвета, блеска, твердости, прозрачности, формы и размеров частиц, характера поверхности, степени окатанности и окисленности.

Для нахождения количества частиц разных типов в пробах определяют процентное содержание всех типов минеральных, биогенных частиц и техногенных частиц методом сравнения с эталонными кружками палетки С.А. Вахромеева (Вахрамеев, 1956), таким образом, чтобы содержание всех частиц в сумме составляло 100 % [21].

Общее количество изученных проб твердого осадка снега составило – 52 пробы, из них 1 фоновая проба.

### **3.2.4. Определение минерального состава с помощью растровой электронной микроскопии**

Электронная микроскопия – совокупность методов исследования с помощью электронных микроскопов микроструктуры тел (вплоть до атомно-молекулярного уровня), их локального состава и локализованных на поверхностях или в микрообъёмах тел электрических и магнитных полей (микрополей). В основе РЭМ лежит сканирование поверхности образца электронным зондом и детектирование (распознавание) возникающего при этом широкого спектра излучений.

Электронный сканирующий микроскоп HitachiS-3400N — аналитический прибор, способный демонстрировать высокое разрешение в широком диапазоне ускоряющих напряжений и давлений остаточного вакуума в камере (режим VP-SEM). Микроскоп оснащен термоэмиссионным вольфрамовым катодом. Рабочая камера имеет 10 портов (фланцев) для подключения дополнительного оборудования [22].

- S-3400N позволяет исследовать образцы диаметром до 200 мм.
- Разрешение 3 нм (глубокий вакуум) и 4 нм (при 270 Па)
- Моторизованный столик образца с возможностью перемещения по 5 осям, наклоном образца от -20 до +90 градусов.
- Можно исследовать образец до 80 мм высотой.
- Новый дизайн камеры образца оптимизирован для одновременной установки и использования EDS, WDS и EBSD детекторов.
- Полная автоматизация всех функций (автоматическое насыщение катода, авто фокус, автоматическая регулировка луча по осям и другие).
- Турбомолекулярный насос позволяет сократить время необходимое для замены образца до 90 секунд и делает ненужным водяной контур.
- Микроскоп устанавливается за один день практически без подготовки помещения.

Минеральный состав пробы твердого осадка снега изучался в учебно – научной лаборатории электронно – оптической диагностики Международного инновационного образовательного центра «Урановая геология» кафедры геоэкологии и геохимии ТПУ с применением растрового электронного микроскопа (консультировал ассистент Ильенок С.С.).

Твердый осадок снега помещался на углеродный скотч для дальнейшего изучения под электронном микроскопом. Образец помещался в вакуумную камеру, после откачки воздуха был достигнут вакуум 40 Па. Поиск включений происходил при ускоряющем напряжении 20 кВ, в режиме обратно-рассеянных электронов (BSE3D). Детекторы отраженных электронов (BSE - backscattered electrons) предназначены для получения изображения с информацией о вариациях состава на основе контраста по среднему атомному номеру.

С помощью электронного микроскопа изучалась<sup>3</sup> пробы твердого осадка снега из города Междуреченска и его окрестностей.

### **3.2.5. Определение элементного состава с помощью инструментального нейтронно-активационного анализа.**

Техногенное воздействие на организм носит комплексный характер и отличается многофакторным воздействием, поэтому большое значение имеет выбор анализа, позволяющего охватить большое количество элементов. Следует также учитывать специфику пробоподготовки материала, точность определения, распространенность метода и применимость для других сред. Всем этим требованиям отвечает современный высокочувствительный вид анализа – инструментальный нейтронно-активационный (ИНАА), который был реализован в ядерно-геохимической лаборатории на базе исследовательского ядерного реактора Томского политехнического университета.

Пробоподготовка твердого осадка снега для ИНАА проходит быстро в несколько этапов: берется упаковка из алюминиевой фольги (размер 3 см x 3 см), предварительно обработанной спиртом, пинцетом формируется пакетик,

далее на электронных весах определяется вес фольги (мг), на пакетики проставляется шифр пробы, пробу насыпаем в пакетики на электронных весах определяется вес пробы (в идеале – 100 мг) и общий вес.

Далее образец подвергается бомбардировке нейтронами, в результате чего образуются элементы с радиоактивными изотопами, обладающими коротким периодом полураспада. Радиоактивное излучение и радиоактивный распад хорошо известны для каждого элемента. Используя эту информацию изучаются спектры излучения радиоактивного образца и определяется в нём концентрации элементов.

Аналитический сигнал снимается с ядер химических элементов, ввиду этого химическое и физическое состояние пробы не влияет на результат анализа. Влияние изменения состава матрицы пробы определяется лишь интерферирующими и нейтронно-поглощающими элементами содержания химических элементов. Плотность потока тепловых нейтронов в канале облучения составляла  $2 \cdot 10^{13}$  нейтр./см<sup>2</sup>\*с. Продолжительность облучения проб до 20 часов. Измерение производилось на многоканальном анализаторе импульсов АМА 02Ф с полупроводниковым Ge-Li детектором ДГДК-63А.

Предел обнаружения элементов в зависимости от их активационных свойств и состава матрицы анализируемой пробы в основном колеблется от  $n \cdot 1$  до  $n \cdot 10^{-6}$  %. Нижние пределы определения содержания элементов в природных средах приведены в таблице 1 [23].

Таблица 1 – Нижние пределы определения содержания элементов в природных средах методом ИНАА

Элемент	Предел, мг/кг	Элемент	Предел, мг/кг	Элемент	Предел, мг/кг
Na	20	Ba	3	Sr	1
Ca	300	La	0,007	Ag	0,02
Sc	0,002	Ce	0,01	Cs	0,3
Cr	0,1	Sm	0,01	Sb	0,007
Fe	10	Eu	0,01	Au	0.002
Co	0,1	Tb	0,001	Th	0.01
Ni	20	Yb	0,05	U	0.01
Zn	2	Lu	0,01	Br	0.3

Rb	0,6	Hf	0,01		
As	1	Ta	0,05		

Метод ИНАА используется для аттестации стандартных образцов состава (СОС) как отечественных, так и зарубежных (МАГАТЭ, Германия, Япония, Индия и др.). Инструментальный нейтронно-активационный анализ обладает рядом преимуществ по сравнению с другими методами. В данном методе отсутствует химическая подготовка пробы, что исключает погрешности за счет приноса или удаления элементов вместе с реактивами.

Общее количество изученных проб твердого осадка снега составило – 52 пробы, из них 1 фоновая проба.

### 3.3. Методика обработки данных

По полученным данным были рассчитаны эколого-геохимические показатели для твердого осадка снега и талой снеговой воды с использованием программы MicrosoftOfficeExcel.

Пылевая нагрузка рассчитывается по формуле[21]:

$$P_n = \frac{P_o}{S \times t},$$

где  $P_n$  – величина пылевой нагрузки, мг/м<sup>2</sup>\*сут или кг/км<sup>2</sup>\*сут;

$P_o$  – вес твердого снегового осадка, мг (кг);

$S$  – площадь снегового шурфа, м<sup>2</sup> (км<sup>2</sup>);

$t$  – количество суток от начала снегостава до дня отбора проб.

В практике используется следующая градация по среднесуточной пылевой нагрузке:

0-250 мг/м<sup>2</sup>\*сут – низкая степень загрязнения, неопасный уровень заболеваемости;

251-450 мг/м<sup>2</sup>\*сут – средняя степень загрязнения, умеренно опасный уровень заболеваемости;

451-850 мг/м<sup>2</sup>\*сут – высокая степень загрязнения, опасный уровень заболеваемости;



$>850 \text{ мг/м}^2 \cdot \text{сут}$  – очень высокая степень загрязнения, чрезвычайно опасный уровень заболеваемости.

Коэффициент концентрации, рассчитывается как отношение содержания элемента в снеге к его фоновому содержанию[21]:

$$K_K = C/C_{\phi},$$

где  $K_K$  – коэффициент концентрации,

$C$  - содержания элемента в твердом осадке снега (мг/кг) или снеготалой воде (мг/дм<sup>3</sup>);

$C_{\phi}$  – фоновое содержание элемента в твердом осадке снега(мг/кг) или снеготалой воде(мг/дм<sup>3</sup>).

Общая нагрузка, создаваемая поступлением каждого из химических элементов в окружающую среду (среднесуточный приток каждого элемента из атмосферы на снеговой покров) [21]:

$$P_{\text{общ}} = C \cdot P_n,$$

где  $P_{\text{общ}}$  – общая нагрузка, мг/ (км<sup>2</sup> \* сут),

$C$  - содержания элемента в твердом осадке снега (мг/кг),

где  $P_n$ – величина пылевой нагрузки (кг/км<sup>2</sup>\*сут).

Коэффициент аэрозольной аккумуляции  $K_a$  [25]:

$$K_a = A/K,$$

где  $A$  - содержание элемента в твердом осадке снега, мг/кг;

$K$  - кларк химического элемента гранитного слоя коры континентов по А.А. Беусу (1972 г.), для ртути - 0,033 мг/кг [21].

В практике, по коэффициенту аэрозольной аккумуляции, используется классификация предложенная Добровольским [25]:

$>100$  - очень сильная;

50-100 - сильная;

10-50 - средняя;

1-10 - умеренная;

$<1$  - отрицательная.

Фактор обогащения рассчитывался для проб твёрдого осадка снега согласно работе (Аэрозоли ..., 2006) по формуле:

$$\Phi_{\text{обогащения}} = \left( \frac{X}{S_c} \right)^{\text{взвесь}} / \left( \frac{X}{S_c} \right)^{\text{земн. коры}}$$

где X – элемент, для которого рассчитывается фактор обогащения.

Кларк земной коры по Григорьеву, 2003 [39]. Согласно этой формуле, фактор обогащения атмосферной примеси, имеющей почвенное происхождение, должен быть близок к единице.

Коэффициент подвижности элемента в системе «твёрдый осадок снега – снеготалая вода» ( $K_{\text{подв}}$ ) рассчитывается как [27]:

$$K_{\text{подв}} = \lg (C_{\text{твёрдый осадок снега}} / C_{\text{снеготалая вода}}),$$

где  $C_{\text{твёрдый осадок снега}}$  – концентрация химического элемента в составе твёрдого осадка снега, мг/дм<sup>3</sup>,

$C_{\text{снеготалая вода}}$  – концентрация химического элемента в снеготалой воде, мг/дм<sup>3</sup>.

Суммарный показатель загрязнения  $Z_c$  и нагрузки  $Z_p$ , характеризующие эффект воздействия группы элементов:

$$Z_c = \sum K_k - (n-1), \quad Z_p = \sum K_p - (n-1)$$

где n – число учитываемых элементов с  $K_k > 1$  и  $K_p > 1$  соответственно.

По величине суммарного показателя загрязнения существует ориентировочная шкала оценки аэрогенных очагов загрязнения, которая предусматривает следующие уровни (28).

- менее 64 – низкая степень загрязнения, неопасный уровень заболеваемости;
- 64–128 – средняя степень загрязнения, умеренно опасный уровень заболеваемости;
- 128–256 – высокая степень загрязнения, опасный уровень заболеваемости;
- более 256 – очень высокая степень загрязнения, чрезвычайно опасный уровень заболеваемости.

По величине суммарного показателя нагрузки, создаваемой выпадением химических элементов на снеговой покров, также существует ориентировочная шкала оценки аэрогенных очагов загрязнения, которая предусматривает следующие уровни [29].

- 0-1000 – низкая степень загрязнения, неопасный уровень заболеваемости;
- 1000 – 5000 – средняя степень загрязнения, умеренно опасный уровень заболеваемости;
- 5000 – 10000 – высокая степень загрязнения, опасный уровень заболеваемости;
- > 10000 – очень высокая степень загрязнения, чрезвычайно опасный уровень заболеваемости.

Также, были построены карты распределения содержания элементов на территории г. Междуреченска и в его окрестностях. Все карты строятся в программе Surfer.

#### **4. Уровень пылевого загрязнения снежного покрова и вещественный состав твердого осадка снега на территории г. Междуреченска**

##### **4.1. Уровень пылевой нагрузки**

По результатам исследования, на территории г. Междуреченска величина пылевой нагрузки изменяется от 29 до 246 мг/м<sup>2</sup>\*сут, среднее значение составило 122 мг/м<sup>2</sup>\*сут. Данные величины соответствуют низкой степени загрязнения и не опасному уровню заболеваемости согласно нормативной градации (менее 250 мг/(м<sup>2</sup>\*сут)) [19]. В тоже время величины пылевой нагрузки на территорию города превышают фон 2016 г. (10,5 мг/(м<sup>2</sup>\*сут)) от 4 до 35 раз.

В целях более детального изучения пылевой нагрузки на территории города, интервал соответствующий низкому уровню загрязнения (менее 250 мг/(м<sup>2</sup>\*сут)) был разбит на два уровня менее 125 мг/(м<sup>2</sup>\*сут) и более 125 мг/(м<sup>2</sup>\*сут), тем самым было определено на какую часть города приходится основное пыление от предприятий расположенных на территории г. Междуреченска.

Анализ пространственного распределения пылевой нагрузки на территории города, показал, что высокие значения пылевой нагрузки соответствуют центральной и восточной части города, где в жилых кварталах расположены большинство угольных котельных с их открытыми угольными складами (рис.14). В этих районах города отмечается превышения фоновых значений от 30 до 35 раз. Изучение вещественного состава проб с этой части города показало, что они в основном содержат такие неминеральные частицы как частицы угольной пыли (35-55%) и недожжённого угля (15-25%). В пробах, отобранных вблизи котельных, содержание частиц угольной пыли составляет 55-60%, а недожжённого угля – 20-25%. Эти частицы являются типичными выбросами для угольных котельных. Угольная пыль также может поступать за счет ветрового переноса с открытых угольных складов, и во время погрузочно-разгрузочных работ. Кроме того, в пробах выявлено и другие типичные для

выбросов угольных котельных частицы - Al-Si-richspheres, содержание которых на уровне 10-15%. Кроме того, можно предположить, что на окраине центральной и восточной части города пылевая нагрузка дополнительно еще формируется за счет ветрового переноса пыли от близ расположенных угольных объектов<sup>5</sup>.

С учетом расположения города между двух рек формируется свой ветровой режим переноса от угольных объектов за счет аэродинамического переноса пыли вдоль рек. Данное предположение обосновано результатами наших исследований в юго-западной, северо-восточной и юго-восточной части от города, где и расположены угольные объекты. Было выявлено, что величина пылевой нагрузки в юго-западной части от г. Междуреченска, на территории р. Томусинский (точки № 39 – 47), изменяется от 83 до 459 мг/(м<sup>2</sup>\*сут), и в среднем составляет 261 мг/(м<sup>2</sup>\*сут), при фоне 10,5мг/(м<sup>2</sup>\*сут). Это означает, что согласно нормативной градации пылевая нагрузка изменяется от низкой до высокой степени загрязнения, а среднее значение соответствует средней степени загрязнения. Более того, высокая степень пылевого загрязнения выявлены в точках приближенных к восточной части г. Междуреченска. Вероятнее всего пылевая нагрузка сформирована в этой части от города за счет переноса пыли от буро-взрывных работах на угольных разрезах, а также во время транспортировки угля. Из анализа вещественного состава проб твердого осадка снега в юго-западной части от г. Междуреченска видно, что эти пылевые выбросы содержат преимущественно угольную пыль (80 – 90 %) и кварц (10-20 %). При этом максимальное содержание угольной пыли (80-90%) было выявлено в точках исследования с максимальным значением пылевой нагрузки.

В северо-восточной части от г. Междуреченска, вдоль дороги, ведущей на ш. Распадская (точки № 48 – 52), было выявлено, что пылевая нагрузка изменяется от 48 до 422 мг/(м<sup>2</sup>\*сут), и в среднем составляет 153мг/(м<sup>2</sup>\*сут), при фоне 10,5мг/(м<sup>2</sup>\*сут). Это означает, что согласно нормативной градации пылевая нагрузка изменяется от низкой до высокой степени загрязнения, а

среднее значение соответствует низкой степени загрязнения. Высокая степень загрязнения выявлена в п. Ольжерас, т.к. в поселке печное отопление, и в качестве топлива используется уголь. Также, предположительно, высокая пылевая нагрузка в п. Ольжерас, может быть дополнительно сформирована, за счет переноса загрязняющих веществ с расположенной в юго – западном направлении ш. Ленина. По мере приближения к городу пылевая нагрузка существенно уменьшается.

В юго-восточном направлении от города, вдоль дороги, ведущей на т.б Романтика (точки № 33 – 37), видна закономерность уменьшения величины пылевой нагрузки от 91 до 13 мг/(м<sup>2</sup>\*сут), и в среднем составляет 38 мг/(м<sup>2</sup>\*сут), при фоне 10,5 мг/(м<sup>2</sup>\*сут). Кроме того, в первых двух точках от города выявлена максимальное значение пылевой нагрузки 39 и 91 мг/(м<sup>2</sup>\*сут), и в пробах из этих точек определено высокое содержание угольных частиц (70 и 45 % соответственно). Полученные значения соответствуют низкой степени загрязнения. Поскольку этот участок исследования расположен в крест основному направлению ветра, поэтому перенос пыли как от угольных объектов, так и от города происходит в меньшей степени. Также полученные значения пылевой нагрузки показывают, что с объектов, расположенных юго-восточной части перенос пыли в сторону города не значителен.

По сравнению с ранее проведенными эколого – геохимическими исследованиями на территории города Междуреченска, которые были проведены в 1991 году сотрудниками кафедры ГЭГХ ТПУ, наблюдается уменьшение величины пылевой нагрузки в 3 раза. Средняя величина пылевой нагрузки на территории города в 1991 г. составляла 363 мг/км<sup>2</sup>\*сут, а в 2015 г. средняя величина составляет 122 мг/км<sup>2</sup>\*сут. Это может быть вызвано тем, что за пятнадцать лет существенно сократилось количество котельных на территории города Междуреченска, а также закрылось большое количество угледобывающих и углеперерабатывающих предприятий [30].

Отметим, что среднее значение пылевой нагрузки 122 мг/(км<sup>2</sup>\*сут.) на территории г. Междуреченска сопоставимо с таковой для территории Юга

Западной Сибири ( $135 \text{ мг}/(\text{км}^2 \cdot \text{сут.})$ ) и г. Северска ( $153 \text{ мг}/(\text{км}^2 \cdot \text{сут.})$ ), в 2 раза выше для г. Томска ( $63 \text{ мг}/(\text{км}^2 \cdot \text{сут.})$ ) [31,32] и в 7 раз выше для г. Благовещенка ( $17 \text{ мг}/(\text{км}^2 \cdot \text{сут.})$ ) [33,34].

#### **4.2. Анализ вещественного состава проб твердого осадка снега**

По результатам микроскопического исследования проб твердого осадка снега на бинокулярном стереоскопическом микроскопе LeicaEZ4D с видеоприставкой в них были идентифицированы минеральные и техногенные частицы, а также определено их процентное соотношение (таблица 3).

Источниками минеральных частиц в урбанизированных районах являются выбросы промышленных предприятий, противогололёдные мероприятия, а также дальний перенос воздушными массами [35].

##### ***Минеральные частицы.***

1. Прозрачные бесцветные частицы кварца, образующие в результате противогололёдных мероприятий.
2. Полупрозрачные частично окатанные частицы кварца желтоватого цвета. Размеры от 28 мкм до 1 мм.

##### ***Техногенные частицы.***

1. Частицы черного цвета, уплощённой формы – частицы сажи (рис. 16), характерные для выбросов тепловых котельных и сжигания мусора.
2. Бесформенные частицы с полуметаллическим блеском, черного или бурого цвета – частицы шлака (рис. 16). Частицы шлака поступают в окружающую среду с выбросами тепловых котельных и электростанций, использующих уголь.

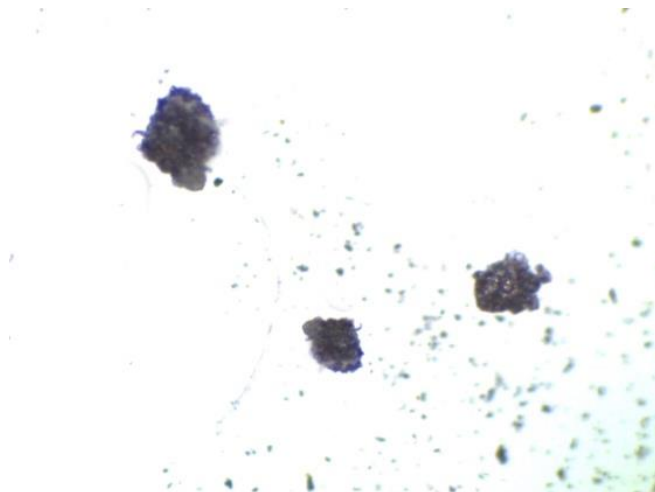


Рисунок 16 – Частицы сажи и шлака, увеличение 35х

3. Черные скорлуповатые частицы угольной пыли (рис. 17.)



Рисунок 17 – Черные скорлуповатые частицы (угольная пыль), увеличение 35х

4. Волокнистые частицы различных цветов: красные, синие, зеленые, черные (рис. 18).





Рисунок 18 – Волокнистые частицы и угольная пыль, увеличение 35х

5.Микросферулы светло-серого и белого цвета со стеклянным блеском и полые внутри. Исследования проб твёрдого осадка снега с помощью электронного микроскопа показали, что эти микросферулы алюмосиликатного состава (рисунок 19,20).

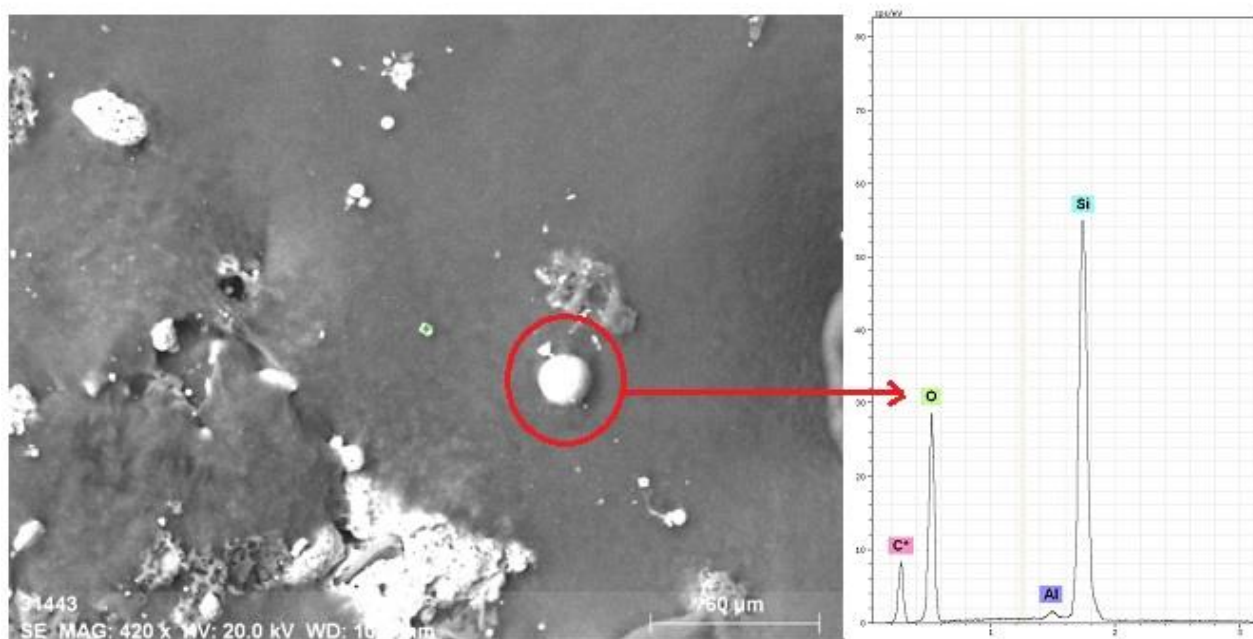


Рисунок 19 - Снимок частицы и ее энергодисперсионный спектр по данным электронной микроскопии (Кварц?)

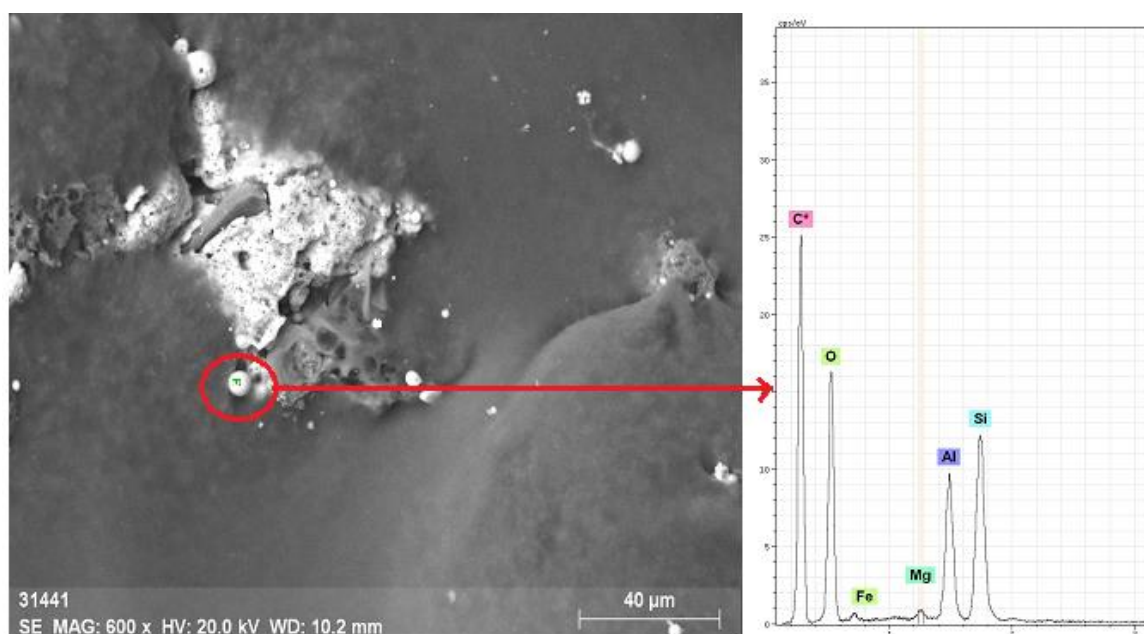


Рисунок 20 - Снимок частицы и ее энергодисперсионный спектр по данным электронной микроскопии (Муллит?)

При изучении вещественного состава проб твердого осадка снега в окрестностях г. Междуреченска было выявлено:

1. На территории г. Междуреченска (точки № 1 – 32) в целом наибольший процент приходится на техногенные образования (70 – 85%). Техногенные частицы представлены преимущественно частицами сажи (30-40 %) и угольной пыли (12 – 25 %), шлаком (12 – 30 %), алюмосиликатными микросферулами (10%). Минеральные частицы представлены преимущественно кварцам (15 – 30 %). Преобладание техногенных частиц над минеральными частицами в пробах с территории г. Междуреченска связано с нахождением на территории города маленьких котельных, использующие уголь и которые отапливают прилегающие районы. Также поступление техногенных частиц может быть вызвано тем, что в окрестностях города Междуреченска находится большое количество шахт и угольных разрезов. Дальний перенос пыли в г. Междуреченске также возможен во время проведения взрывов на территории разрезов.

2. В юго – восточной части от г. Междуреченска, вдоль дороги, ведущей на т.б Романтика (точки № 33 – 37) наибольший процент приходится на техногенные образования (45 – 80 %). Техногенные частицы представлены преимущественно угольной пылью (35 – 70 %), волокнистыми частицами (10 %). Минеральные частицы представлены преимущественно кварцам (20-55 %).

3. Фоновая точка № 38 представлена преимущественно природными минеральными и биогенными частицами кварца (55 %). Техногенные частицы представлены преимущественно угольной пылью (25 %), волокнистыми частицами (20 %). Появление техногенных частиц в пробе связано с дальним переносом их с угледобывающих разрезов.

4. В юго – западной части от г. Междуреченска, на территории р. Томусинский (точки № 39 – 47) наибольший процент приходится на техногенные образования (80 – 90 %). Техногенные частицы представлены преимущественно угольной пылью (80 – 90 %), волокнистыми частицами (10 %). Минеральные частицы представлены преимущественно кварцам (10-20 %).

Преобладание техногенных частиц над минеральными частицами в пробах, связано с переносом загрязняющих веществ при проведении взрывных работ на территории разреза.

5. В северо – восточной части от г. Междуреченска, вдоль дороги, ведущей на ш. Распадская (точки № 48 – 52) наибольший процент приходится на техногенные образования (85 – 90 %). Техногенные частицы представлены преимущественно угольной пылью (30 – 50 %) и частицами сажи (20 – 40 %) шлаком (10 – 15 %), волокнистыми частицами (5 – 10 %). Минеральные частицы представлены преимущественно кварцам (10 – 15 %). Появление в пробах частиц сажи и шлака связано с расположенным по близости поселком Ольжерас, т.к в нем используется преимущественно печное отопление.

Таблица 3 - Вещественный состав проб твердого осадка снега на территории г. Междуреченска и фонового района в 2015 г., %

№ проб ы	Природные минеральные и биогенные частицы, %	Техногенные частицы, %				
	Кварц	Частицы сажи	Угольная пыль	Шлак	Алюмосиликатные микросферулы	Волокнистые частицы
1	25	30	20	25	-	-
2	20	30	20	30	-	-
3	25	30	20	25	-	-
4	25	30	20	25	-	-
5	20	30	20	30	-	-
6	20	30	20	30	-	-
7	30	30	20	20	-	-
8	25	30	20	25	-	-
9	25	30	20	25	-	-
10	20	30	20	30	-	-
11	25	30	20	25	-	-
12	25	30	20	25	-	-
13	20	35	17	15	10	3
14	17	35	20	15	10	3
15	15	35	20	17	10	3
16	15	40	17	15	10	3
17	15	35	17	20	10	3
18	15	32	25	15	10	3

19	20	30	22	15	10	3
20	15	35	20	17	10	3
21	15	32	25	15	10	3
22	15	35	17	20	10	3
23	20	35	17	15	10	3
24	20	35	20	12	10	3
25	15	30	20	23	10	3
26	20	30	15	22	10	3
27	20	30	12	25	10	3
28	15	30	17	15	10	3
29	15	30	20	22	10	3
30	25	35	15	25	-	-
31	25	35	15	25	-	-
32	25	10	55	10	-	-
33	20	-	70	10	-	-
34	40	-	45	15	-	-
35	30	-	50	20	-	-
36	40	-	40	10	-	10
37	55	-	35	10	-	-
38 (Ф.т. )	55	-	25	-	-	20
39	10	-	80	-	-	10
40	15	-	75	-	-	10
41	10	-	90	-	-	-
42	15	-	85	-	-	-
43	20	-	80	-	-	-
44	15	-	85	-	-	-
45	10	-	90	-	-	-
46	20	-	70	-	-	10
47	15	-	75	-	-	10
48	10	25	45	10	-	10
49	10	30	50	10	-	-
50	10	40	30	10	-	10
51	15	35	30	15	-	5
52	15	20	50	10	-	5

Примечание: «-» - частицы не обнаружены

## 5. Загрязнение снегового покрова химическими элементами

По данным проведенных исследований на территории г. Междуреченска и в его окрестностях содержание ртути в пробах твердого осадка снега изменяется от 0,14 до 0,66 мг/кг (рис. 31).

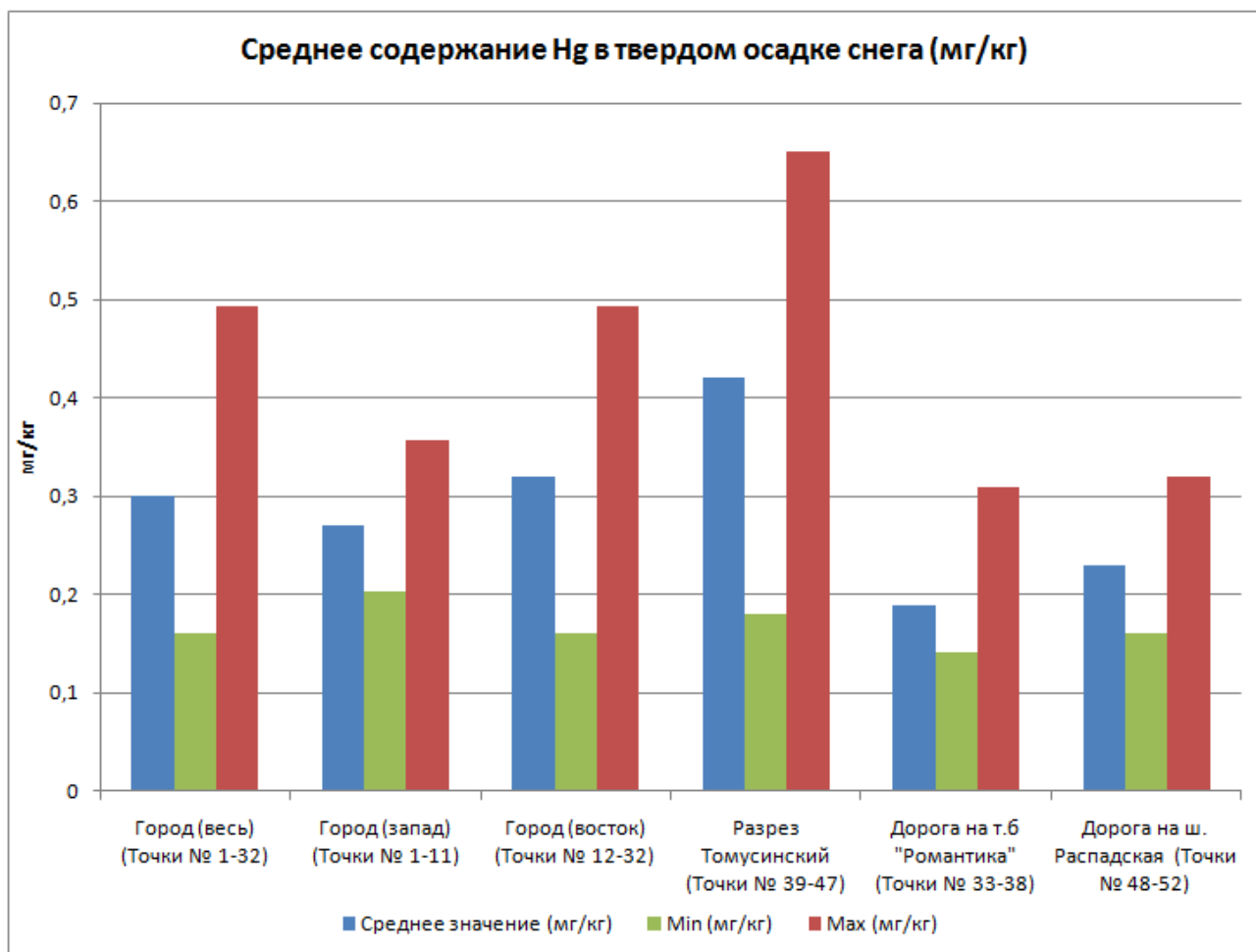


Рисунок 31 – Содержание ртути в твердом осадке снега на территории г. Междуреченска и в его окрестностях, 2015 – 2016 гг.

Как видно из рисунка 31, самое высокое содержание ртути в твердом осадке снега отмечается на территории разреза Томусинский, содержание ртути в пробах твердого осадка снега изменяется от 0,18 до 0,65 мг/кг, при средней величине 0,42мг/кг, превышение фонового содержания составляет 1,27 – 4,6 раз. На территории города Междуреченска, содержание ртути в пробах твердого осадка снега изменяется от 0,16 до 0,49 мг/кг, при средней величине 0,3 мг/кг, превышение фонового содержания составляет 1,1–3,52 раз. Вдоль дороги,

ведущей на т.б Романтика, содержание ртути в пробах твердого осадка снега изменяется от 0,15 до 0,31 мг/кг, при средней величине 0,19 мг/кг, превышение фонового содержания составляет 1,07–2,2 раз. Вдоль дороги, ведущей на ш. Распадская, содержание ртути в пробах твердого осадка снега изменяется от 0,16 до 0,32 мг/кг, при средней величине 0,23 мг/кг, превышение фонового содержания составляет 1,13–1,42 раз.

При сопоставлении значений среднего содержания ртути в пробах твердого осадка снега на территории г. Междуреченска (0,3 мг/кг) и в его окрестностях (р. Томусинский – 0,42 мг/кг; Вдоль дороги ведущей на т.б Романтика – 0,19 мг/кг; Вдоль дороги ведущей на ш. Распадскую – 0,23 мг/кг) с таковыми данными для гг. Киселевска (0,2 мг/кг), Томска (0,34 мг/кг) и Северска (0,32 мг/кг), не отмечается значимого различия полученных значений.

Также, был рассчитан, среднесуточный приток ртути из атмосферы на снеговой покров на изучаемой территории (рис. 32).

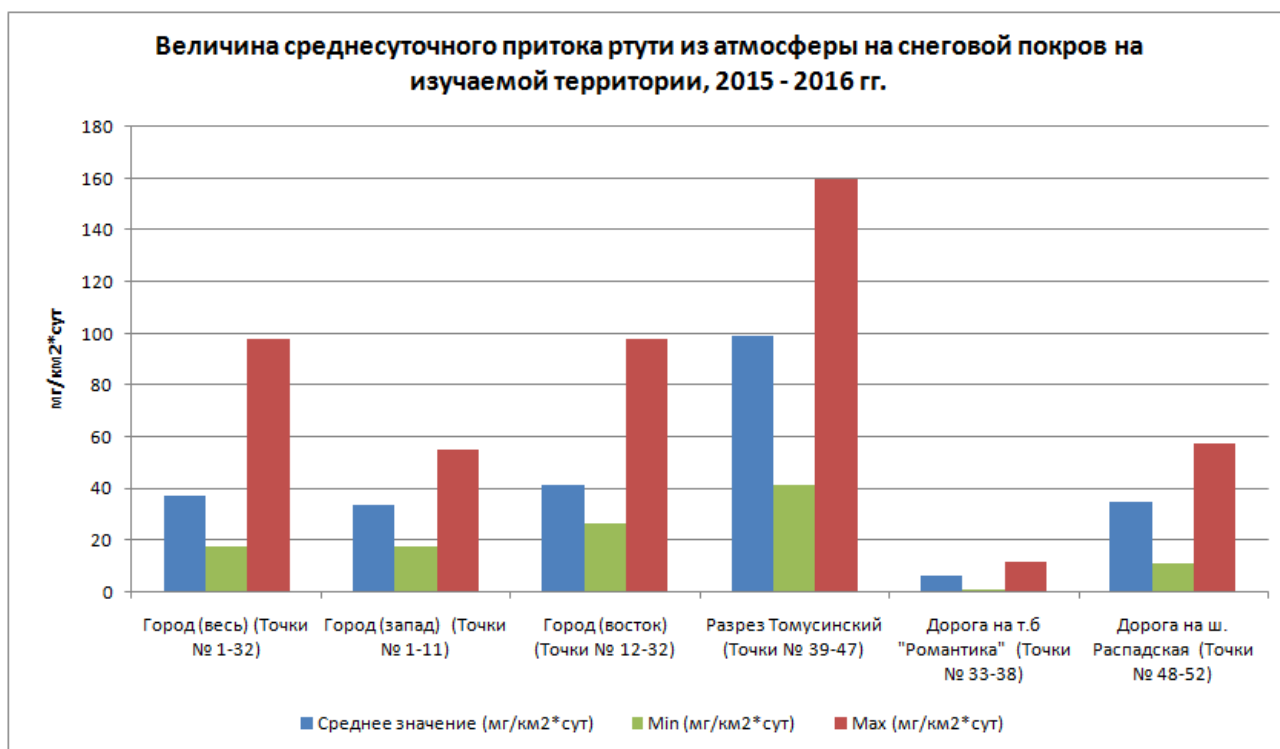


Рисунок 32 – Величина среднесуточного притока ртути из атмосферы на снеговой покров на изучаемой территории, 2015 – 2016 гг.

Как видно из рисунка 32, самый высокий среднесуточный приток ртути на снеговой покров отмечается на разрезе Томусинском, он изменяется от 41,4

до 159,8 мг/(км<sup>2</sup>\*сут), при средней величине 99,1 мг/(км<sup>2</sup>\*сут). На территории города, среднесуточный приток ртути на снеговой покров изменяется от 17,6 до 97,8 мг/(км<sup>2</sup>\*сут), при средней величине 37,7 мг/(км<sup>2</sup>\*сут). Вдоль дороги ведущей на т.б Романтика, среднесуточный приток ртути на снеговой покров изменяется от 1,4 до 12 мг/(км<sup>2</sup>\*сут), при средней величине 6,6 мг/(км<sup>2</sup>\*сут). Вдоль дороги ведущей на ш. Распадская, среднесуточный приток ртути на снеговой покров изменяется от 11,5 до 57,8 мг/(км<sup>2</sup>\*сут), при средней величине 35,3 мг/(км<sup>2</sup>\*сут).

Также, ртуть была изучена и в снеготалой воде. По результатам анализа определено, что содержание ртути в снеготалой воде в фоновом районе составляет 3 нг/л.

По данным проведенных исследований на территории г. Междуреченска и в его окрестностях содержание ртути в снеготалой воде изменяется от 3 до 76 нг/л (табл. 7, рис. 33).

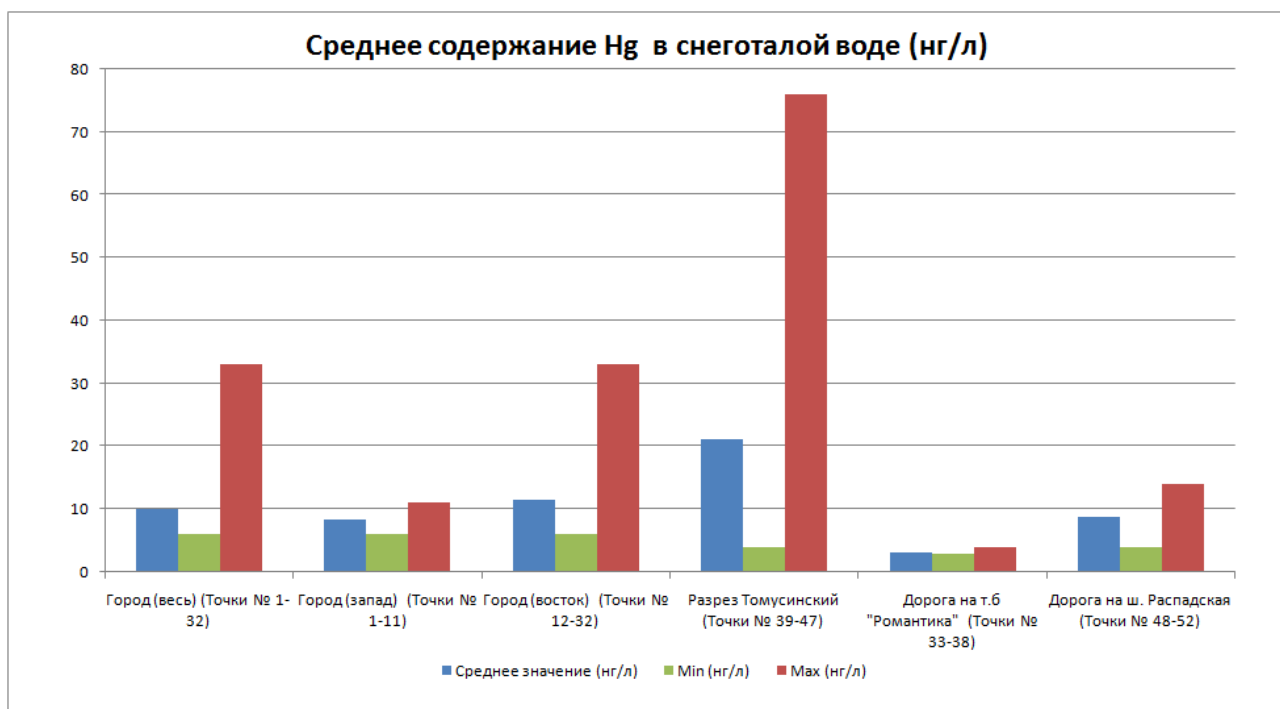


Рисунок 33 – Среднее содержание ртути в снеготалой воде на территории г. Междуреченска и в его окрестностях, 2015 – 2016 гг., нг/л

Как видно из рисунка 33, самое высокое содержание ртути в снеготалой воде отмечается на разрезе Томусинском, содержание ртути в пробах

снеготалой воды изменяется от 4 до 76 нг/л, при средней величине 21,1 нг/л, превышение фонового содержания составляет 1,33 – 25,3 раз. На территории города Междуреченска, содержание ртути в снеготалой воде изменяется от 6 до 33 нг/л, при средней величине 10,1 нг/л, превышение фонового содержания составляет 2 – 11 раз. Вдоль дороги, ведущей на т.б Романтика, содержание ртути в снеготалой воде изменяется от 3 до 4 нг/л, при средней величине 3,16 нг/л, превышение фонового содержания составляет 1 – 1,33 раз. Вдоль дороги, ведущей на шахту Распадская, содержание ртути в снеготалой воде изменяется от 4 до 14 нг/л, при средней величине 8,18 нг/л, превышение фонового содержания составляет 1,33 – 4,66 раз.

На основе количественных данных о содержании ртути в твердом осадке снега и снеготалой воде, был рассчитан коэффициент подвижности элемента ( $K_{\text{подв}}$ ), характеризующий форму переноса элемента и пути его накопления в снежном покрове [9]. Результаты расчета коэффициента подвижности в системе «твердый осадок снега – снеготалая вода» приведены в таблице 7.

По данным расчета коэффициента подвижности была построена гистограмма соотношения содержания ртути в системе «твердый осадок снега – снеготалая вода» (рис. 34).

Из анализа гистограммы (рис. 34) соотношения содержания ртути в системе в системе «твердый осадок снега – снеготалая вода» следует, что больше всего ртути накапливается в твердом осадке снега, чем в талой снеговой воде. Это вызвано тем, что ртуть является мало растворимым в воде химическим элементом, и сорбируется преимущественно на твердых частицах осадка снега.

Наиболее интенсивный переход ртути в раствор наблюдается в пробах отобранных вдоль дорог, ведущих на т.б Романтика и ш. Распадская.



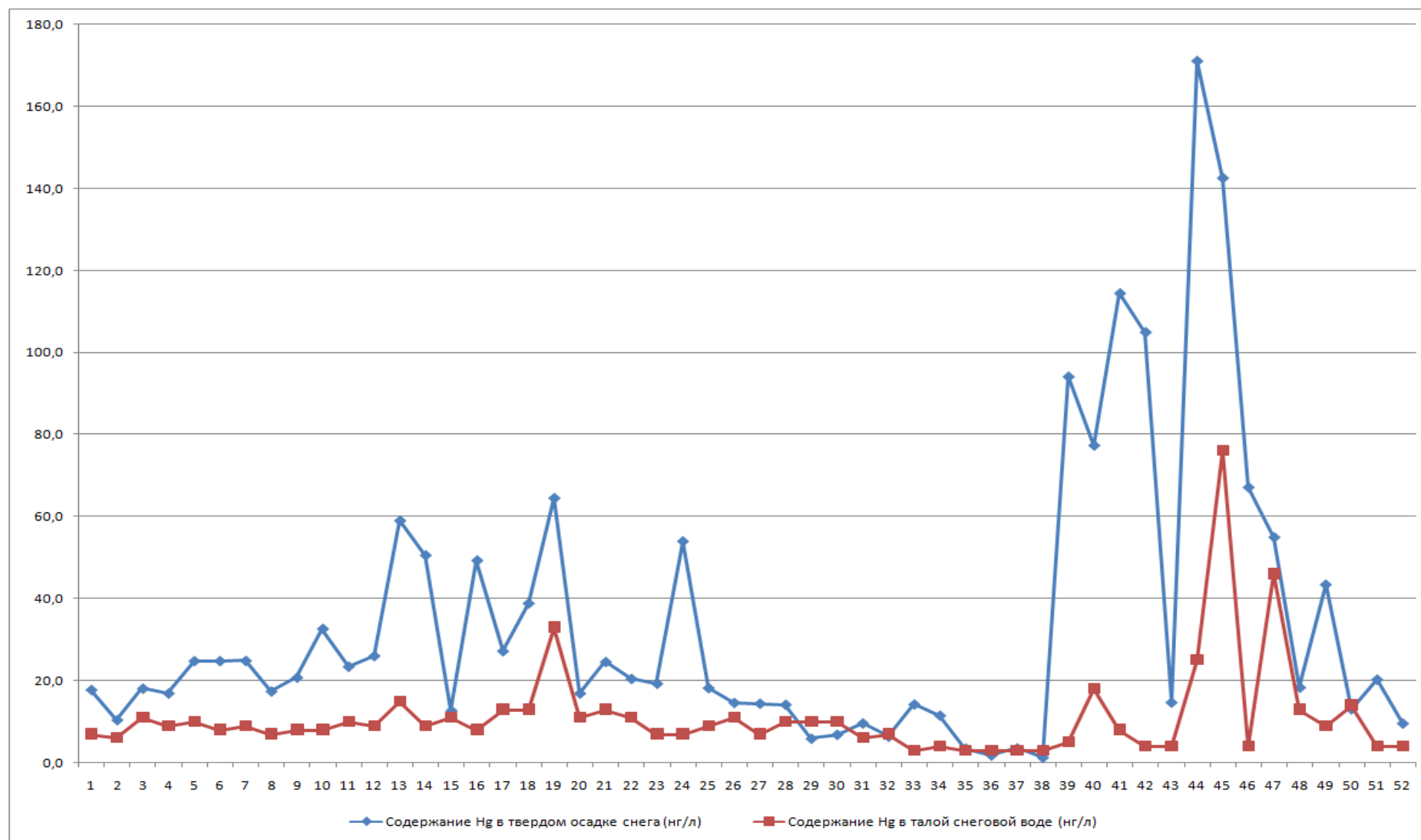


Рисунок 34 – Соотношение содержания ртути в системе «твердый осадок снега – снеготалая вода»

## **6. Оценка состояния здоровья населения города Междуреченска**

Данные по заболеваемости детского населения представлены МБУЗ «Центральная городская больница» г. Междуреченска, и представлены на рисунках 35, 36, 37. В данных материалах представлен контингент больных детей, состоящий на учете на конец года, что отражает общую заболеваемость детского населения, а также число случаев заболеваний, впервые выявленных в текущем году.

На территории г. Междуреченска, среди детского населения в 2013 году было зарегистрировано 40620 заболеваний, из них 37224 заболеваний были выявлены у детей в возрасте от 0 – 14 лет, а 3396 заболеваний были выявлены у детей в возрасте от 15 – 17 лет. В 2014 году, на территории г. Междуреченска, отмечается снижения уровня заболеваемости детского населения. Всего, в 2014 году, среди детского населения было зарегистрировано 35507 заболеваний, из них 31387 заболеваний были выявлены у детей в возрасте от 0 – 14 лет, а 3670 заболеваний были выявлены у детей в возрасте от 15 – 17 лет.

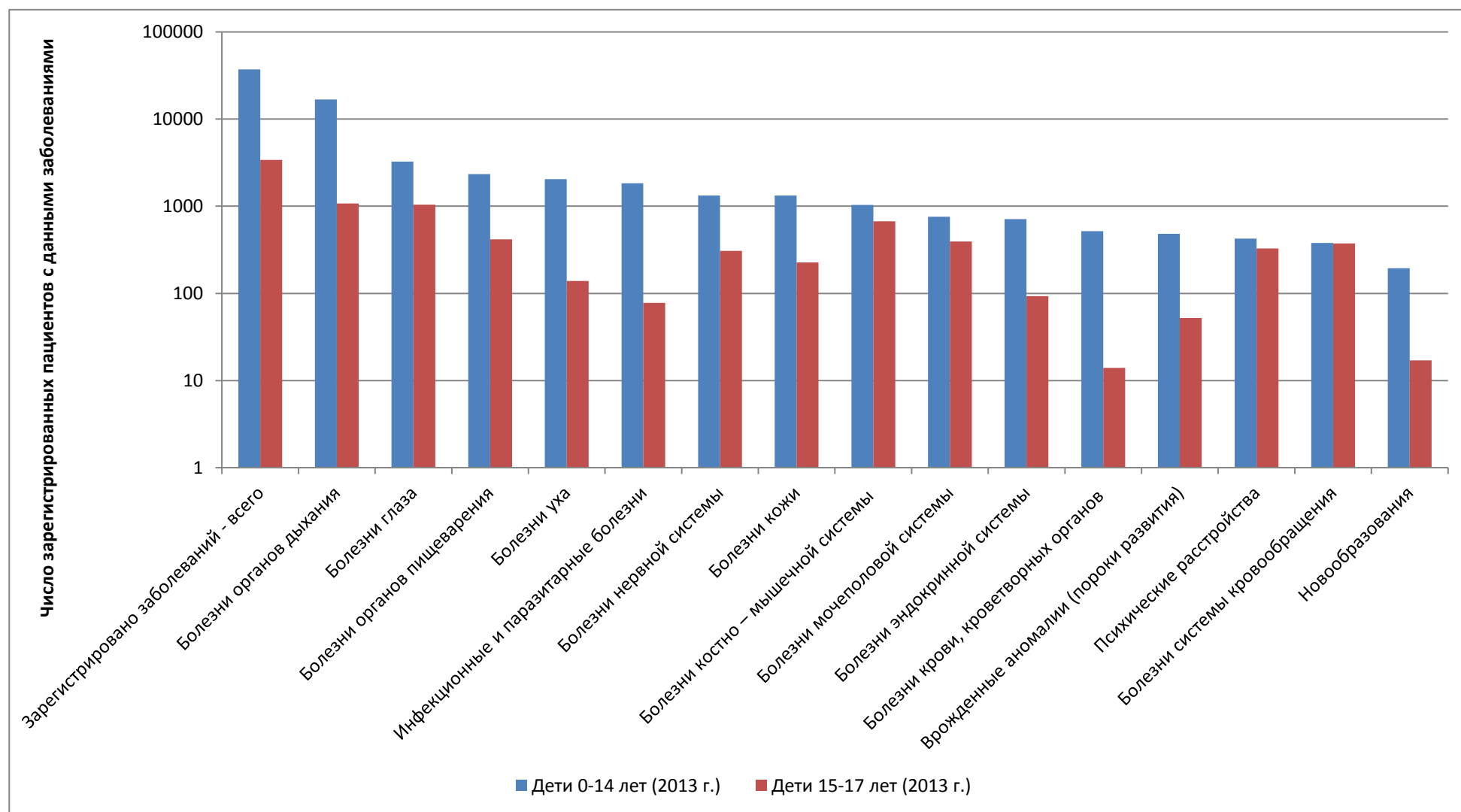


Рисунок 35 – Заболеваемость детского населения в г. Междуреченске в 2013 году

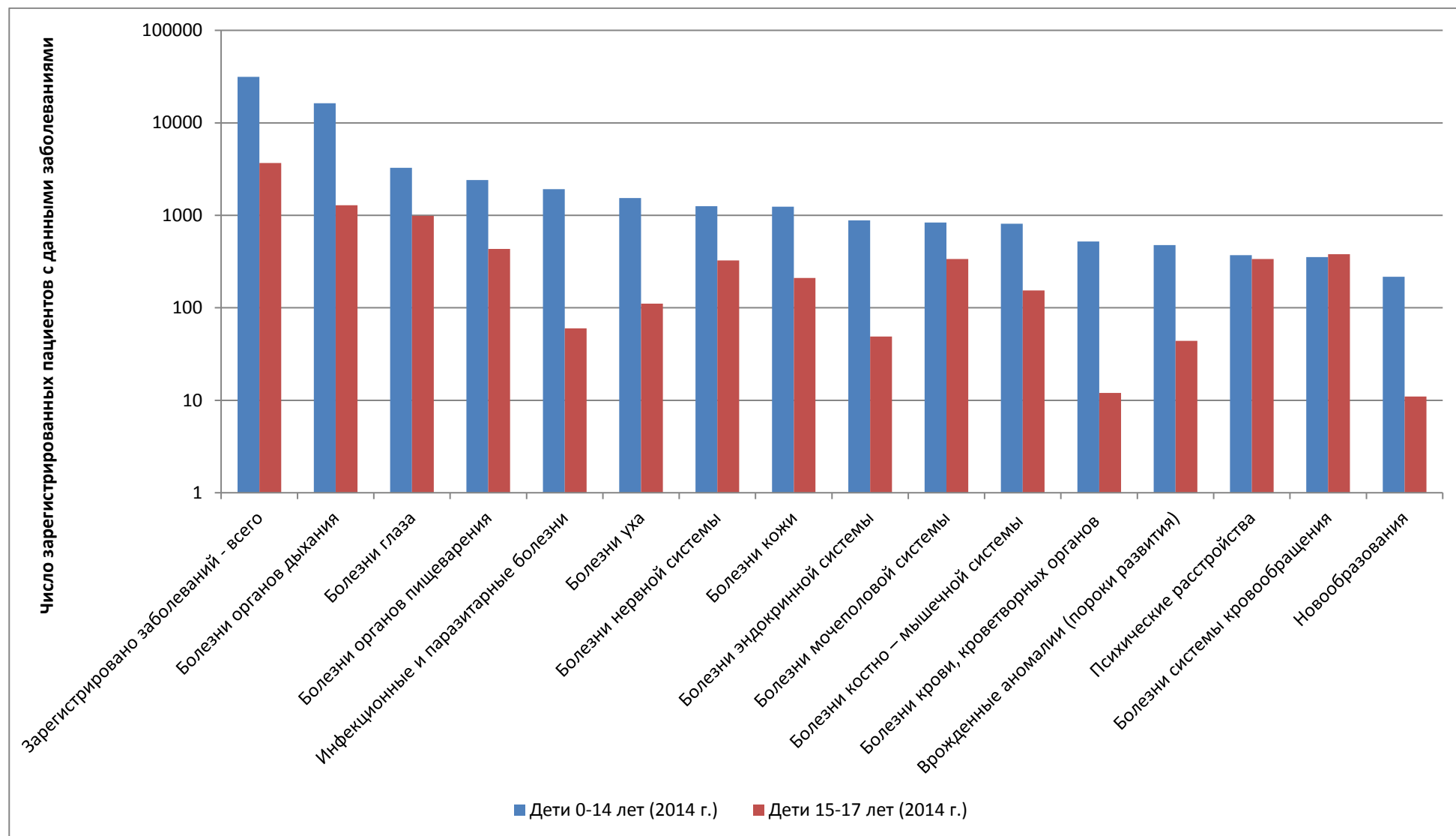


Рисунок 36 – Заболеваемость детского населения в г. Междуреченске в 2014 году

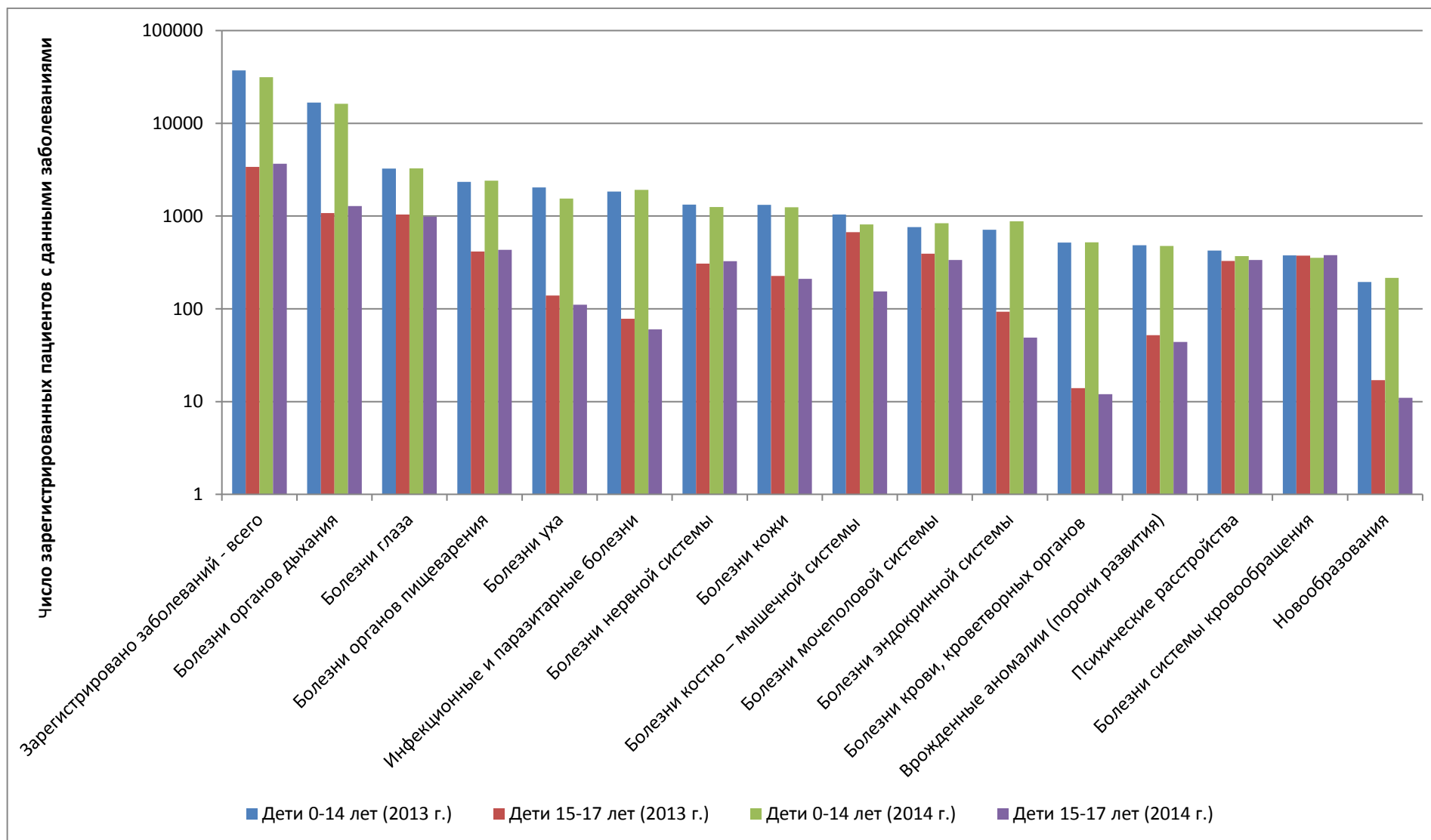


Рисунок 37 – Заболеваемость детского населения в г. Междуреченске в 2013 – 2014 году

По данным заболеваемости детского населения г. Междуреченска за 2013 - 2014 годы (таблица 8, рисунок 37) наблюдается общая тенденция к снижению заболеваемости по следующим видам болезней: 1) болезни органов дыхания; 2) болезни уха; 3) болезни нервной системы; 4) болезни костно – мышечной системы; 5) психические расстройства; 6) болезни системы кровообращения. Наряду с снижением отмечается и возрастание заболеваемости по ряду болезней: 1) болезни органов пищеварения; 2) инфекционные и паразитарные болезни; 3) болезни мочеполовой системы; 4) болезни эндокринной системы; 5) новообразования. Фиксируется ряд болезней, для которых особенных закономерностей не наблюдается: 1) болезни крови, кроветворных органов; 2) болезни глаза; 3) врожденные аномалии (пороки развития); 4) болезни кожи.

Несколько иные данные по детям от 15 до 17 лет включительно (таблица 8). В этом случае наблюдается тенденция к увеличению заболеваемости по следующим видам болезней: 1) психические расстройства; 2) болезни нервной системы; 3) болезни органов дыхания; 4) болезни органов пищеварения, тогда как по остальным заболеваниям тенденция обратная.

Также, было произведено сравнение данных по заболеваемости детского населения в г. Междуреченске в 2013 – 2014 гг, с данными по заболеваемости детского населения в г. Междуреченске в период за 1988 – 1990 гг. Общее число заболевших детей до 15 лет в 1988 году, составляло 53307. В 1989 году, общее число заболевших детей до 15 лет в 1988 году, составляло 43302. В 1990 году, общее число заболевших детей до 15 лет в 1988 году, составляло 40883. Данные по заболеваемости детского населения в возрасте от 15 – 17 лет за период с 1988 – 1990 гг. отсутствуют. Исходя из этих данных, можно сделать вывод, что заболеваемость детского населения в возрасте от 0 – 15 лет в г. Междуреченске, за 26 лет снизилась на 30,1% (число зарегистрированных пациентов в 2014 году по сравнению с 1988 годом, снизилось на 16083 человека).

## **7. Социальная ответственность при оценке влияния угледобывающих предприятий на эколого – геохимические особенности и здоровье населения территории г. Междуреченска (Кемеровская область)**

Данная выпускная квалификационная работа представлена научно-исследовательской работой на тему: Влияние угледобывающих предприятий на эколого – геохимические особенности и здоровье населения территории г. Междуреченска (Кемеровская область).

Научное исследование проводилось с целью определения уровня загрязнения воздуха в зоне влияния угледобывающих предприятий на примере г. Междуреченска по данным изучения снегового покрова, а также оценка состояния здоровья населения в городе Междуреченске.

В процессе исследования осуществлялись работы по отбору и пробоподготовке проб снега, обработка результатов анализов, построение карт и набор текста на персональном компьютере. Работы проводились как в полевых условиях (в зимнее время на открытом воздухе), так и помещении с электронно-вычислительными машинами, а так же в лаборатории. Самый продолжительный по времени этап – лабораторный. На данном этапе осуществлялась пробоподготовка проб твердого осадка снега к дальнейшим анализам, анализ проб твердого осадка снега с помощью атомно – адсорбционного метода, электронной микроскопии, рентгенно – структурного анализа.

Цель данного раздела: рассмотреть профессиональную социальную безопасность, экологическую безопасность, безопасность в чрезвычайных ситуациях, правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности при исследовании свойств веществ и материалов в лабораторных условиях.

## 7.1. 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 9.

Таблица 9 - 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	СанПиН 2.2.4.548-96 [41] СанПиН 2.2.4.1294-03 [42] ГОСТ 12.1.019-79 [43] ГОСТ 12.1.038-82 [44] ГОСТ 12.1.004-91 [45] СНиП 21-01-97 [46] ГОСТ 12.1.005-88[47] СанПиН 2.2.1/2.1.1.1.1278-03 [48] ГОСТ 12.1.029-80 [49] ГОСТ 12.1.003-83 [50] ГОСТ 31336-2006 [51] ГОСТ 30494-96[52]

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 [47] и строительными нормами СанПиН 2.2.4.548-96 [41]. 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 10).

Таблица 10 – 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 11.

Таблица 11 – 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 12.

Таблица 12 - 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 е <sub>н</sub> , %		КЕО е <sub>н</sub> , %		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	500	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 13.

Таблица 13 – Нормирование напряжения прикосновения и тока, [44]

Род тока	U, В	I, мА
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 [50].

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 [49].

### **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 находится 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.

## **8. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение**

Данная выпускная квалификационная работа представлена научно-исследовательской работой на тему: Влияние угледобывающих предприятий на эколого – геохимические особенности и здоровье населения территории г. Междуреченска (Кемеровская область).

Научное исследование проводилось с целью определения уровня загрязнения воздуха в зоне влияния угледобывающих предприятий на примере г. Междуреченска по данным изучения снегового покрова, а также оценка состояния здоровья населения в городе Междуреченске.

Для этого необходимо произвести следующие виды работ, которые выполняются последовательно: эколого-геохимические, лабораторные и камеральные (таблица 14).

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.

### **8.1. 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** на территории г. Междуреченска проводили в 2015 - 2016 гг. по площадной и векторной сети. Масштаб исследования на территории города составлял 1:80000 (площадная сеть). Также, от города Междуреченска, было заложено дополнительно три вектора. Точки отбора были расположены на территории р. Томусинский, вдоль дороги ведущей на т.б Романтика, вдоль дороги ведущей на ш. Распадская. Всего было отобрано 52 пробы снега. Между точками отбора передвигались на машине. Общее расстояние, которое было преодолено на машине, составило 41,6 километра.

**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+»);
2. Определение ртути в снеготалой воде (Определяли с помощью анализатора ртути «РА-915+»);
3. Исследование вещественного состава пробы (микроскопическое изучение пробы с помощью бинокулярного микроскопа Leica EZ4D);

4. Подготовка пробы для инструментально нейтронно-активационного анализа (Определение химического состава пробы выполнялось подрядчиками в ядерно-геохимической лаборатории кафедры геоэкологии и геохимии на базе исследовательского ядерного реактора)

**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 14).

Таблица 14 – Календарный план-график проведения проекта

№ работ	Вид работ	Исполнители	$T_{ki}$ , кал. дн.	Продолжительность выполнения работ													
				февр.		март			апрель			май			июнь		
				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	Геоэколог, рабочий	2														



				твердой фазе снега	
		проба	52	определение содержания ртути в снеготалой воде	Анализатор ртути «РА-915+»
		проба	52	микроскопическое изучение проб	бинокулярный микроскоп Leica EZ4D
3	Камеральные работы			обработка данных, анализ материала	ПЭВМ

### 8.3. 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:

$$t=Q \cdot H_g \cdot K \text{ (1),}$$

где:

Q- объем работ;

$H_g$  - 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 16).

Таблица 16 - Расчет затрат времени и труда

№	Вид работ	Объем		Норма времен и по ССН ( $H_{вр}$ )	Коэф- -ты (K)	Докумен т	Итого времен и на объем (N)
		Ед. изм	Ко л- во (Q)				
1	2	3	4	5	6	7	8
Полевые работы							
1.1	Эколого-геохимические работы по пылевым выпадениям из атмосферы	площадка	52	0,1249	1	пункт 107 ССН, вып. 2	6,49

	путем изучения снежного покрова (масса пробы 15 кг)						
1.2	Полевая камеральная обработка материалов (работы по пылевым выпадениям из атмосферы путем изучения снежного покрова)	проба	52	0,0041	1	табл. 54 ССН, вып. 2 1 стр, 3 ст	0,2132
1.3	Определение содержания ртути в твердом осадке снега, беспламенным атомно – адсорбционным методом	проба	52	0,26	1	табл. 1.3 ССН, вып. 7 Норма 256	13,52
1.4	Определение содержания ртути в снеготалой воде, беспламенным атомно – адсорбционным методом	проба	52	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	52	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	52	0,00046	-	ССН, вып. 2 табл. 60 30 стр., 7 ст..	0,02392

1.7	Расчет суммарной экологической нагрузки от совокупности элементов-загрязнителей в одной природной среде	Определение элементов	52	0,00336	-	ССН, вып. 2 табл. 60 32 стр., 7 ст	0,17472
1.8	камеральная обработка материалов (с использ. ЭВМ)	проба	52	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).

#### **8.4. 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 16 – 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	27,04	27,04	-

	работы			
3	Камеральные работы	2,66	2,66	-
	Итого:	43,1	36,4	6,7

### 8.5. Нормы расхода материала

В соответствии со справочником сметных норм на геологоразведочные работы в таблице 17 представлено наименование материалов необходимых для проведения геохимических работ. В таблице 18 расчет затрат на ГСМ.

Таблица 17 – Нормы расхода материалов на проведение геохимических работ

Наименование и характеристика изделия	Единица	Цена, руб.	Норма расхода	Сумма, руб.
1	2	3	4	5
<b>Атмогеохимические работы</b>				
Журнал регистрационный	шт.	60	1	60
Карандаш простой	шт.	4	2	8
Резинка ученическая	шт.	6	1	6
Пакеты полиэтиленовые фасовочные	шт.	20	52 (кол-во проб)	1040
Итого:				<b>1114 руб.</b>
<b>Лабораторные работы</b>				
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>
<b>Камеральные работы</b>				
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 18 – 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

### 8.6. 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:

$$\text{ЗП} = \text{Окл} * \text{Т} * \text{К},$$

где ЗП – заработная плата (условно),

Окл – оклад по тарифу (р),

Т – отработано дней (дни, часы),

К – коэффициент районный.

$$\text{ДЗП} = \text{ЗП} * 7,9\%,$$

где ДЗП – дополнительная заработная плата (%).

$$\text{ФЗП} = \text{ЗП} + \text{ДЗП},$$

где ФЗП – фонд заработной платы (р).

$$\text{СВ} = \text{ФЗП} * 30\%,$$

где СВ – страховые взносы.

$$\text{ФОТ} = \text{ФЗП} + \text{СВ},$$

где ФОТ – фонд оплаты труда (р).

$$\text{СПР} = \text{ФОТ} + \text{М} + \text{А} + \text{Р},$$

где СПР – стоимость проектно-сметных работ.

Расчет заработной платы представлен в таблице 18, а расчет затрат на

подрядные работы – в таблице 19.

Таблица 18 – 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 19 – 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 20

Таблица 20 – Расчет амортизационных отчислений

Наименование объекта основных фондов	Количество	Балансовая стоимость, руб	Годовая норма амортизации, 10 %	Время полезного использования в разработке % по 2015 – 2017 гг.	Амортизация, руб
Оптический электронный микроскоп	1	23000	10	5	115,0
Персональный 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 21.

Таблица 21 – 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
<b>Итого основных расходов</b>	<b>51073,7</b>

### 8.7. 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 22.

Таблица 22 – Общий расчет сметной стоимости работ

№ п/п	Наименование работ и затрат	Объём		Единичная расценка	Полная сметная стоимость, руб.
		Ед. изм	Количество		
I	Основные расходы на геоэкологические работы				
	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
	Итого основных расходов (ОР):				154538,1
II	Накладные расходы	% от ОР	15		23180,7
	Итого: основные и накладные расходы (ОР+НР)				177718,8
III	Плановые накопления	% от НР+ОР	20		35543,76
IV	Подрядные работы				
1	Инструментальный нейтронно – активационный анализ	руб			104000
V	Резерв	% от ОР	3		4636,15
	Итого сметная стоимость				321898,7
	НДС	%	18		57941,76
	Итого с учётом НДС				379840,467

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

## Заключение

В результате работы можно сделать следующие выводы:

1) Самая высокая пылевая нагрузка была выявлена на разрезе Томусинском. Уровень пылевой нагрузки на разрезе изменяется от 83 до 459 мг/(м<sup>2</sup>\*сут), и в среднем составляет 261 мг/(м<sup>2</sup>\*сут), при фоне 10,5 мг/(м<sup>2</sup>\*сут). Это означает, что согласно нормативной градации пылевая нагрузка изменяется от низкой до высокой степени загрязнения, а среднее значение соответствует средней степени загрязнения. На остальных изучаемых территориях, величина пылевой нагрузки соответствуют низкой степени загрязнения и не опасному уровню заболеваемости согласно нормативной градации (менее 250 мг/(м<sup>2</sup>\*сут)). Так, на территории г. Междуреченска, пылевая нагрузка изменяется от 29 до 246 мг/м<sup>2</sup>\*сут, среднее значение составило 122 мг/м<sup>2</sup>\*сут. В северо-восточной части от г. Междуреченска, вдоль дороги ведущей на ш. Распадская, пылевая нагрузка изменяется от 48 до 422 мг/(м<sup>2</sup>\*сут), и в среднем составляет 153 мг/(м<sup>2</sup>\*сут), при фоне 10,5 мг/(м<sup>2</sup>\*сут). В юго-восточном направлении от города, вдоль дороги ведущей на т.б. Романтика, пылевая нагрузка изменяется от 91 до 13 мг/(м<sup>2</sup>\*сут), в среднем составляет 38 мг/(м<sup>2</sup>\*сут), при фоне 10,5 мг/(м<sup>2</sup>\*сут).

2) При изучении вещественного состава проб твердого осадка снега на территории г. Междуреченска и в его окрестностях, было выявлено, что частицы техногенного происхождения преобладают над минеральными образованиями. Техногенные частицы на территории г. Междуреченска и в его окрестностях представлены преимущественно частицами сажи и угольной пыли, шлаком, алюмосиликатными микросферулами. Минеральные частицы представлены преимущественно кварцам. Преобладание техногенных частиц над минеральными вызвано специализацией данного района. Фоновая проба представлена преимущественно природными минеральными и биогенными частицами кварца (55 %). Остальной процент составляют техногенные частицы, появившиеся в данной пробе за счет дальнего переноса.

3. При изучении элементного состава проб твердого осадка снега на территории г. Междуреченска и в его окрестностях, было выявлено, что на изучаемой территории, в твердом осадке снега происходит накопление следующих химических элементов: Ba, Zn, Sr, Eu, Lu, Ca, As, Cs, Tb, Sc, Co, La, Hg. Данные элементы на данной изучаемой территории поступают в окружающую среду за счет антропогенных источников, что подтверждается расчетами фактора обогащения и коэффициента аэрозольной аккумуляции. Самое высокое накопление Ca, Lu, Ba, Sr, As, Cs, Tb, Sc, Co, Eu, La было выявлено на территории г. Междуреченска. Т.к. данные элементы являются элементами – примесями в углях, можно предположить, что их поступление на территорию города связано с дальним переносом от угольных разрезов, а также от сжигания углей в котельных, которые расположены на территории города, и в качестве топлива используют уголь. Также, было выявлено, что вдоль дорог ведущих на т.б Романтика и шахту Распадская, отмечается самое высокое на изучаемой территории накопление Zn, что может быть связано с интенсивным автомобильным движением и истиранием их шин. В пробах снега, отобранных на территории разреза Томусинский, было выявлено накопление следующих химических элементов: Zn, Cs, Lu, Rb, Eu, Cs, Ba, Tb, Sc, La, Hg. Данные элементы являются элементами – примесями в углях, поэтому их поступление в окружающую среду обусловлено как природными факторами (миграция химических элементов), так и техногенными факторами (при проведении буровзрывных работ на территории разреза).

Также было выявлено, что степень загрязнения территории г. Междуреченска и его окрестностей, на основе рассчитанных значений суммарного показателя загрязнения соответствует низкой степени загрязнения, неопасному уровню заболеваемости.

4. При изучении заболеваемости детского населения на территории г. Междуреченска, было выявлено, что больше всего детей в возрасте от 0-14 и 15-17 лет имеют заболевание органов дыхания. Суровый климат, особенности промышленности и экологии города делают заболевание органов дыхания

одной из самых важных социальных и медицинских проблем в городе и регионе.

5.Основной вклад на загрязнение снегового покрова на территории г. Междуреченска оказывают два фактора: региональный и локальный. К региональному фактору относятся выпадения, связанные с переносом вещества от угольных разрезов в процессе разработки и горно – взрывных работ. К локальному фактору загрязнения относятся котельные, которые расположены на территории г. Междуреченска, а также автотранспорт.



### 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. Язиков Е.Г. Экогеохимия территорий Западной Сибири: монография // Saarbrücken: LAP LAMBERT Academic Publishing 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 // Гидрометеоздат. 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., Рапута 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 эколого – 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., Рапута 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. 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.

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

33. Литау В.В., Таловская А.В., Языков 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.

34. 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.

35. Языков 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.

36. 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].

37. 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].

38. 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].

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

49. ГОСТ 12.1.029-80 Система стандартов безопасности труда. Средства и методы защиты от шума. Классификация

50. ГОСТ 12.1.003-83 Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования безопасности

51. ГОСТ 31336-2006 Шум машин. Технические методы измерения шума компрессоров и вакуумных насосов

52. ГОСТ 30494-96. Межгосударственный стандарт //Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях от 1999-03-01

### **Иностранная литература**

53. 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).

54. 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.

55. 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.

56. 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.

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

58. 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)

59. Siehe <http://www.ospar.org/documents/dbase/decrecs/decisions/pd90-03e.doc> für weitere Details. Abgerufen am 15.12.2006.
60. MÜLLER-BBM [2014b]. Stadtwerke München GmbH, HKW Nord Block 3 Emissionsmessungen. Bericht Nr. M112671/32. 14.08.2015. Planegg bei München
61. MÜLLER-BBM [2015a]. Stadtwerke München GmbH, HKW Nord Block 2 Interne Emissionsmessungender Komponente Quecksilber. Bericht Nr. M112671/48. 21.04.2015. Planeggbei München
62. Richtlinie 2004/107/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 15. Dezember 2004 über Arsen, Kadmium, Quecksilber, Nickel und polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe in der Luft.
63. 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
64. Schulz et al. [2015]. Integrierte Bewertung von Quecksilber anhand der Erhebungen der Umweltprobenbank des Bundes (UPB); [https://www.umweltprobenbank.de/upb\\_static/fck/download/Endbericht\\_Integrierte\\_Bewertung\\_Hg\\_2015\\_08\\_10\\_Web.pdf](https://www.umweltprobenbank.de/upb_static/fck/download/Endbericht_Integrierte_Bewertung_Hg_2015_08_10_Web.pdf)
65. TA Luft [2002]. Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz, Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft, vom 24. Juli 2002
66. Zeschmar-Lahl [2014]. Quecksilberemissionen aus Kohlekraftwerken in Deutschland – Stand der Technik der Emissionsminderung. Studie im Auftrag der Fraktion Bündnis 90/DIE GRÜNEN im Bundestag, April 2014. BZL GmbH, Oyten
67. Umweltverträglichkeitsuntersuchung der geplanten Klärschlammverbrennungsanlage München, Gut Grosslappen. Gutachten. Endbericht. Im Auftrag der Landeshauptstadt München. ifeu-Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg, Februar 1993.

68. Minamata und das Gesundheitsrisiko Quecksilber [http://www.casio-projectors.eu/\\_global/downloads/de/160119\\_Minamata\\_Feedback\\_Final\\_22012016.pdf](http://www.casio-projectors.eu/_global/downloads/de/160119_Minamata_Feedback_Final_22012016.pdf)



## ПриложениеА

### Quecksilber in der Umwelt

Студент

2ГМ51	Николаенко Александр Николаевич		
Группа	ФИО	Подпись	Дата

Консультант – лингвист кафедры ИЯПР:

Старший преподаватель кафедры ИЯПР	Когут Светлана Валерьевна			
Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата

## Einleitung

Den Spaniern ist seit 2 000 Jahren bekannt, dass die Sklaven, die in den Quecksilberminen gearbeitet hatten, nach und nach krank wurden und schließlich starben. In den 1960er- und 1970er-Jahren machten heftige großflächige Vergiftungen wie in Minimata, Japan, Quecksilber als ein Nervengift sowie als Ursache von Geburtsfehlern bekannt. In der jüngeren Zeit haben Studien auf den Faroer-Inseln und auch an anderen Orten gezeigt, dass geringe Mengen von Quecksilber während der Schwangerschaft negative Auswirkungen auf die Entwicklung der Gehirne von Kindern haben.

Aufgrund aktueller Forschungen lässt sich besser nachvollziehen, wie giftig Quecksilber ist und welche komplexen Effekte es auf die Gesundheit hat. Dies wird von der Tatsache bestärkt, dass die Angaben, welche Mengen an Quecksilber noch als „unbedenklich“ gelten, regelmäßig nach unten korrigiert werden. Neben den eindeutigen Belegen, dass Quecksilber einen negativen Effekt auf die Entwicklung des Nervensystems hat, zeigen weitere aktuelle Untersuchungen, dass geringe Belastungen mit Quecksilber auch andere negative Auswirkungen auf die Gesundheit, z.B. auf das Herz-Kreislaufsystem, haben. Die Auswirkungen von kleinen Mengen Quecksilber mögen vielleicht nicht in einzelnen Kindern zu sehen sein, doch haben sie auf der Ebene der breiten Bevölkerung eine große Bedeutung: Es gibt weniger „begabte“ Kinder und mehr Kinder mit niedrigen Intelligenzquotienten (IQ).

Die wachsende Aufmerksamkeit in der Wissenschaft bezüglich der zerstörerischen Auswirkungen von geringen Quecksilbermengen lässt drängende Fragen zu den Gesundheitsrisiken auch im Rahmen der bestehenden Grenzwerte aufkommen. Geht man von dem Abwärtstrend der Grenzwerte aus, erfordert vorsorgliches politisches Handeln weitere Sicherheitsspannen einzuziehen. Gleichzeitig wächst der Druck, die Quellen der Quecksilberbelastung zu reduzieren [53].

## 1. Was ist Quecksilber?

Quecksilber hat im menschlichen Körper keine positive Funktion und es ist sehr schwer festzulegen, welche Menge an Quecksilber als für den Menschen ungefährlich gelten kann. Quecksilber kann in der Umwelt in verschiedenen Formen vorliegen, und obgleich es in jeglicher Form für Menschen giftig ist, hängt der Grad der Giftigkeit von der chemischen Form, dem Weg, auf dem es in den Körper gelangt, der Menge, der Dauer, dem Zeitpunkt der Belastung und der Empfindlichkeit der belasteten Person ab.

Reines Quecksilber (chemisch: Hg) ist bei Raumtemperatur flüssig. Falls es über die Nahrung aufgenommen wird, ist Quecksilber nicht sehr giftig, weil es nicht im Verdauungstrakt aufgenommen, sondern vollständig mit dem Stuhl abgeführt wird. Wenn Quecksilber jedoch geschüttelt oder erhitzt wird, verwandelt es sich zu Dampf, der sehr leicht durch die Atmung in den Körper gelangt. Dort besteht durch das Gift eine große Gefahr für die Lungen und das Zentralnervensystem. Das Nervensystem ist am stärksten durch Quecksilber gefährdet, aber, je nach spezifischem Belastungspfad, sind auch die Nieren, Leber und die Lunge sehr gefährdet.

Die zwei größten Quellen für die breite Bevölkerung, einer Quecksilberbelastung ausgesetzt zu sein, sind der Fischkonsum und bestimmte ärztliche und zahnärztliche Verwendungen. Menschen in Industrienationen sind einer besonderen Belastung mit Quecksilber durch ihre Zahnfüllungen ausgesetzt. Eine Belastung mit Quecksilberdampf kann dann auftreten, wenn Amalgamfüllungen entfernt oder eingesetzt werden, aber ebenso beim Kauen, wenn sich im Mund Amalgamfüllungen befinden. Belastungen in Zusammenhang mit Medizin kommen aber auch dann vor, wenn Konservierungsmittel wie Thiomersal in bestimmten Impfstoffen und pharmazeutischen Produkten verwendet werden. Jedoch gibt ebenso die Belastung über Methylquecksilber, einer stark toxischen Form von organischem Quecksilber, das in Salz- und Süßwasserfischen sowie Meeressäugern gefunden wird, Anlass zu großer Sorge [54].

## **2. Auswirkungen von Quecksilber auf die Gesundheit**

Hohe Quecksilbermengen können für den Menschen tödlich sein, aber auch schon relativ niedrige Mengen von Verbindungen, die Quecksilber enthalten, können sich schwerwiegend auf das in der Entwicklung befindliche Nervensystem auswirken. Darüber hinaus wurde ein Zusammenhang mit möglichen negativen Effekten auf das Herz-Kreislaufsystem, das Immunsystem sowie auf die Fortpflanzungsorgane festgestellt.

Quecksilber und seine Verbindungen wirken sich auf das Zentralnervensystem, die Nieren sowie die Leber aus und können Prozesse des Immunsystems stören. Es verursacht Tremor, Lähmungen, Schlaflosigkeit und emotionale Schwankungen und schwächt das Seh- und Hörvermögen. In der Schwangerschaft überschreiten Quecksilberverbindungen die Plazentaschranke und können den Entwicklungsprozess des Fötus stören. Dieser Prozess führt zu Aufmerksamkeitsstörungen und Entwicklungsverzögerungen in der Kindheit[55].

## **3. Geschichte von Vergiftungsfällen**

Die Auswirkungen von akuten Quecksilberbelastungen als Ergebnis eines Unfalls mit großen Mengen Quecksilber sind in Einzelfällen gut untersucht und verstanden worden. Die bekanntesten Beispiele dafür waren Japan und der Irak. Kommen Menschen mit ausgelaufenem Quecksilber am Arbeitsplatz, zu Hause oder in der Schule in Berührung, können auch sie einer gefährlichen oder gar tödlichen Dosis Quecksilber ausgesetzt sein.

***Minimata Krankheit.*** Methylquecksilber-Vergiftungen wurden als erstes um 1960 in Minimata, Japan, bekannt. Hunderte von Fischern und ihre Familien erlitten in den 1950er-Jahren schwere Vergiftungen durch Methylquecksilber, das sich in Fischen angereichert hatte. Es stammte aus einer örtlichen Chemiefabrik, die das Quecksilber ins Meer geleitet hatte. Es wurden zahlreiche schwere Auswirkungen beobachtet, z.B. Sensibilitätsstörungen (abnorme physische Empfindungen, etwa Taubheitsgefühl), Schwierigkeiten zu gehen, Gefühlsstörungen, Tremor, Schwerhörigkeit und zahlreiche Todesfälle. Um 1960 wurde die ernste und

unerforschte Krankheit, die sowohl Erwachsene als auch Kinder befiel und bis dato unbekannt war, als Methylquecksilber-Vergiftung erkannt. Eine starke Belastung führte bei Erwachsenen zu schweren Nervenerkrankungen, aber den dramatischsten Effekt zeigte die Minimata Krankheit bei Kindern, deren Mütter hohen Quecksilbermengen ausgesetzt gewesen waren. Diese Babys litten von Geburt an an zerebraler Kinderlähmung, Blindheit und schweren geistigen Behinderungen. Einige schwer kranke Kinder wurden von Müttern geboren, die selbst keine Anzeichen einer Quecksilber-Vergiftung hatten. Epidemien aufgrund von Vergiftungen mit organischem Quecksilber traten auch im Irak und in Guatemala auf. Dort wurde Getreide, das mit Schimmelbekämpfungsmittel behandelt worden war, das organisches Quecksilber enthielt, verzehrt. Im Irak wurden die Kinder schwer geschädigt, die im Mutterleib der Belastung mit Quecksilber ausgesetzt waren. Ihre Schäden glichen denen in Minimata. Als 1971 die Vorfälle im Irak passierten, waren Epidemiologen und Toxikologen zur Stelle und sammelten Proben (hauptsächlich für den Nachweis von Quecksilber in Haaren), um das Risiko abschätzen zu können. Dies resultierte in Berechnungen des US-amerikanischen Forschungsrates NRC (US National Research Council), wonach die Einnahme von 0,3 Mikrogramm pro Kilogramm und Tag ( $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{Tag}$ ) für Erwachsene nicht überschritten werden sollte, um die Entwicklung des Gehirnes eines Fötus nicht zu gefährden. Diese maximal tolerierbare tägliche Aufnahmemenge (Tolerable Daily Intake - TDI) ist kürzlich auf 0,1  $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{Tag}$  gesenkt worden[56].

#### **4. Quecksilbermengen und Biomonitoring**

Die Belastung des menschlichen Körpers mit Schadstoffen kann durch biologisches Monitoring, auch Biomonitoring, nachgewiesen werden. Wissenschaftler können Proben von Urin, Serum, Speichel, Blut, Muttermilch und anderem Gewebe wie Haaren, Körperfett oder Zähnen auf Rückstände unterschiedlicher Chemikalien im Körper untersuchen. Gewöhnlich geschieht dies für Quecksilber durch die Untersuchung von Haar, Blut oder Urin.

Biomonitoring kann zeigen, ob und in welchem Maße ein Individuum oder die ganze Bevölkerung einer Chemikalie ausgesetzt war. Da jedoch einige Menschen sensibler reagieren als andere, ist es schwer vorherzusagen, wie stark jemand von einer bestimmten Dosis von Quecksilber betroffen sein wird [57].

Die Belastung mit Methylquecksilber kann auf Bevölkerungsniveau auch dadurch geschätzt werden, indem der Wert, der in einer bestimmten Menge einer Fischart gemessen wird, auf die Bevölkerung anhand des durchschnittlichen Konsums hochgerechnet wird. Dies wird jedoch nicht diejenigen Menschen schützen, deren Konsum wesentlich vom Durchschnittsverbrauch nach oben abweicht.

***Festlegung einer „unbedenklichen“ Dosis für Quecksilber.*** Die Weltgesundheitsorganisation (WHO) stellte 1990 fest, dass es sehr schwer sei, einen ungefährlichen Höchstwert der Quecksilberbelastung festzulegen, da es zu wenige Informationen über die Dosis-Wirkungsbeziehung zwischen der Belastung von Müttern durch Methylquecksilber und die neurologischen Effekte auf ihren Nachwuchs gebe. Aufgrund der individuell unterschiedlichen Situation von Müttern und ihrem Nachwuchs wird auch in Zukunft eine wissenschaftliche Definition eines unbedenklichen Quecksilberwertes nicht möglich sein. Nichtsdestotrotz schlussfolgerte die WHO, dass: „Eine vorsichtige Interpretation der Daten aus dem Irak impliziert, dass bei einem Spitzenwert von 10–20 µg/g Quecksilber in Haaren von Müttern ein 5-prozentiges Risiko besteht“, und errechnete daraus einen Wert von 10 µg/g in Haaren, bei dem schädliche Auswirkungen zu erwarten sind[58].

Auch verschiedene nationale, europäische und internationale Institutionen haben einen Höchstwert für die Aufnahme von Quecksilber festgelegt. Dieser Wert basiert auf der niedrigsten Dosis, von der bekannt ist, dass sie negative Effekte auf die Gesundheit haben kann, also dem niedrigsten Wert, bei dem schädliche Auswirkungen beobachtet wurden, der so genannte LOAEL (Lowest Observed Adverse Effect Level). Zu diesen Auswirkungen gehört z.B. die Schädigung der Entwicklung von Gehirnfunktionen bei Föten. Die Institutionen errechneten ausgehend von diesem LOAEL dann eine Sicherheitsspanne und legten eine maximal tolerierbare Aufnahmemenge (Tolerable Daily Intake - TDI) knapp unterhalb dieser

Sicherheitsspanne fest – ein Wert, bei dem es unwahrscheinlich ist, dass schädliche Wirkungen auftreten werden. Seitdem wurden geringere Höchstaufnahmemengen vom gemeinsamen Expertenrat (JECFA) der WHO und der Organisation für Ernährung und Landwirtschaft der Vereinten Nationen (FAO = Food and Agriculture Organization of the United Nations) sowie dem US-amerikanischen Forschungsrat (NRC = US National Research Council) festgelegt (siehe Tabelle 2). Gemäß dieser Höchstwerte wurden die maximal tolerierbare Dosis für eine wöchentliche Aufnahme sowie für die Dosis, die in Haaren auftreten darf, festgesetzt. So schreibt z.B. die WHO/JECFA eine vorübergehend tolerierbare wöchentliche Aufnahme (PTWI = Provisional Tolerable Weekly Intake) von 1,6 µg/kg Körpergewicht fest, was einer Menge von 2 µg/g Quecksilber im Haar entspricht[59].

Eine geringeren maximalen Wert für die Einnahme hat der US-Forschungsrat festgelegt. Für Methylquecksilber beträgt dieser Wert 0,7 µg/kg Körpergewicht pro Woche, was nach Berechnung der US-amerikanischen Umweltbehörde (US EPA = Environmental Protection Agency) einer Dosis von 1 µg/g im Haar entspricht. Der NRC nutzt eine größere Sicherheitsspanne von dem Bezugswert, um einen Höchstwert für die Einnahme zu berechnen. Vielleicht mögen diese Unterschiede nicht signifikant erscheinen, im Licht des Trends der sich fortwährend nach unten bewegendenden Höchstwerte hat in diesem Fall der Grenzwert aus den USA den Vorteil, dass er vorsorgeorientierter ist und die Gesundheit der Allgemeinheit stärker schützt. Die Grenzwerte des NRC sind diejenigen, auf die sich die Europäische Kommission in ihrer erweiterten Folgenabschätzung (Extended Impact Assessment) bezieht. Auch wir werden in diesem Bericht diese Höchstgrenzen als Bezugswerte nehmen[60].

Tabelle 1: Vergleich der Höchstwerte für Methylquecksilber[60].

	Aufnahme	Dosen, die der Aufnahme entsprechen		
		Haar	Blut	Ur in
FAO/WHO Joint Expert Committee on Food Additives	1,6µg/kg Körpergewicht vorübergehend tolerierbare wöchentliche Aufnahme (PTWI)	14mg/kg 2µg/g entspricht annähernd der		

		PTWI		
US EPA US National Research Council (NRC)	0,1µg/kg Körpergewicht/Tag ODER 0,7µg/kg Körpergewicht/Woche	1µg/g Haar	5,8µg /l	

## 5. Ursachen der Quecksilbersverschmutzung

Die größte Quelle für die Abgabe von Quecksilber an die Atmosphäre sind derzeit Kohlekraftwerke. Die Chlor-Alkali-Industrie, der größte Einzelverbraucher für Quecksilber in Europa, hat über Jahre viele Tonnen Quecksilber in die Gewässer abgeleitet und damit zur Belastung von Fischen beigetragen. Allerdings bedeutet die weit verbreitete Verwendung von Quecksilber in Amalgamfüllungen, dass in Zukunft Krematorien die größte Verschmutzungsquelle werden können. Auch Krankenhäuser mit Müllverbrennungsanlagen tragen zur Verunreinigung in hohem Maße bei. Obwohl die Verschmutzung sinkt, da die Anzahl der Müllverbrennungsanlagen in Krankenhäusern reduziert wird, herrscht im Gesundheitswesen die Sorge, dass die Verwendung von Quecksilber in medizinischen Produkten Patienten und andere sensible Gruppen gefährdet[61].

Ungefähr 70 Prozent der Umweltbelastung mit Quecksilber wird durch den Menschen verursacht, u.a. durch eine Anzahl industrieller Prozesse: Verbrennung von Kohle, Verbrennung oder Entsorgung von Produkten, die Quecksilber enthalten, Verwendung von Quecksilber zur Produktion von Chlor in der Chlor-Alkali-Industrie, die Herstellung von Zink, Stahl oder anderen Metallen, Herstellung von Zement, in der Bergbauindustrie und im Produktrecycling. Quecksilber wird in verschiedensten Industrie-, Konsum- und medizinischen Produkten verwendet.

Darüber hinaus wird es in die Umwelt durch natürliche Phänomene wie Vulkanausbrüche, Abbau von Mineralien oder Verdunstungsprozesse aus den Böden abgegeben[62].

## 6. Quecksilberemissionen in die Luft

In der EU ist die Kohleverbrennung die größte Quelle für die Abgabe von Quecksilber in die Luft, da Quecksilber ein Spurenelement von Kohle ist. An zweiter



Stelle stehen die Zementproduktion und die Abfallverbrennung, wie die von medizinischen Abfällen und normalem Haushaltsmüll (Abbildung 1). Asche aus Verbrennungen und Abfälle auf Müllhalden stellen darüber hinaus eine weitere mögliche Belastungsquelle für Boden und Wasser dar[63].

„Gesundheitseinrichtungen sind eine der wichtigsten Quellen für die Abgabe von Quecksilber in die Atmosphäre aufgrund der Verbrennung von medizinischen Abfällen.“

In Europa ist die Belastung durch die Verbrennung von Krankenhausabfällen in den letzten fünf Jahren gesunken. Der Grund dafür ist die strengere Gesetzgebung zur Vermeidung und Verminderung der Umweltverschmutzung (IVU/IPPC Richtlinie).

Noch stärker beruhte die Senkung darauf, dass eine Anzahl progressiver europäischer Länder (Dänemark, Österreich, Schweden, Niederlande, Frankreich, Deutschland) Messgeräte mit Quecksilber durch sicherere Alternativen ersetzt hat[64].

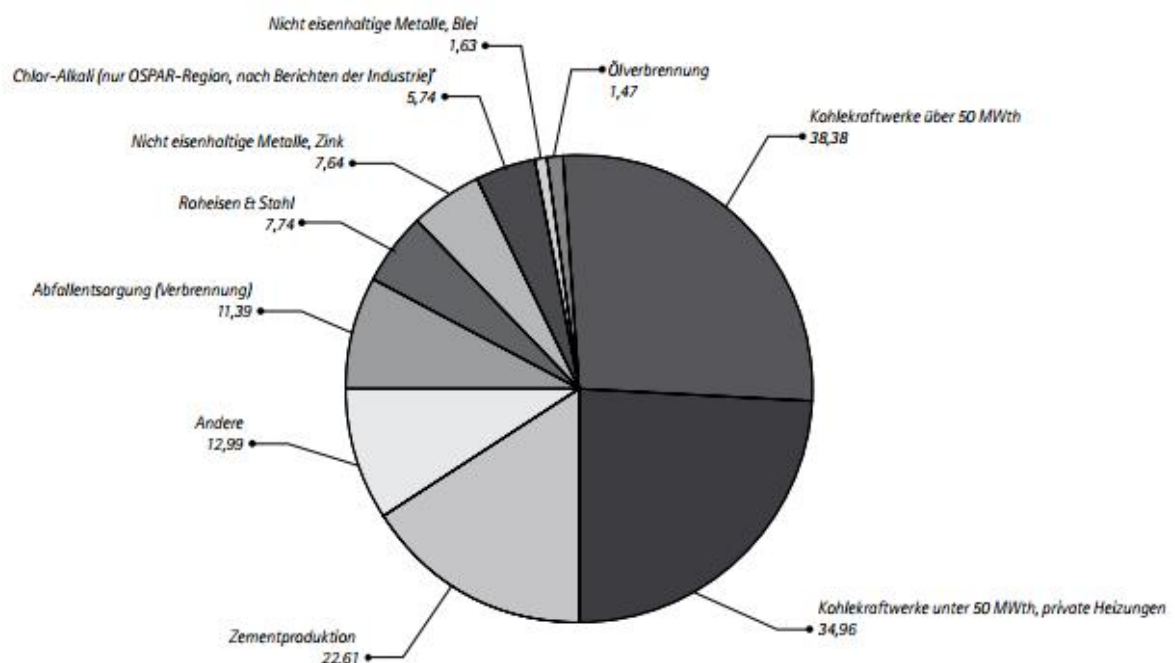


Abbildung 1: Quellen der Quecksilberemissionen in die Luft in Europa, (Tonnen pro Jahr, 2000)[64].

## **7. Quecksilberemissionen ins Wasser**

Quecksilber gelangt auch durch Abwässer verschiedener Industriezweige in die Umwelt. Die Chlor-Alkali-Industrie stellt dabei einen wichtigen Vertreter dar. Es ist umfangreiche Literatur zu diesem Thema vorhanden, die schwere Belastungen, z.B. von Sedimenten, Fischen und Meeressäugern belegt. Eine weitere wichtige Quelle ist der Abfall aus Zahnarztpraxen, der Amalgam beinhaltet. Quecksilber wird unter der Wasser-Rahmenrichtlinie (Water Framework Directive) als eine prioritär gefährliche Substanz klassifiziert. Alle Einleitungen müssen daher eingestellt und dort, wo Verluste nicht verhindert werden können, muss Quecksilber durch andere Stoffe ersetzt werden. Das Quecksilber aus verschiedenen Abfallkreisläufen (weggeworfene Produkte, Müllhalden, Abwässer aus der Industrie) landet im Klärschlamm, der in der Landwirtschaft als Dünger verwendet wird. Ist dieser mit Quecksilber belastet, führt dies zur Verseuchung des Bodens und findet über Pflanzen und Tiere Eingang in die Nahrungskette[65].

## **8. Globale Verbreitung von Quecksilber in der Umwelt**

Quecksilber gelangt in verschiedenen Formen in die Umwelt. Der größte Anteil der Abgabe an die Luft geschieht durch gasförmiges, elementares Quecksilber, das von der Emissionsquelle in weit entfernt liegende Regionen der Welt transportiert werden kann. Die restlichen Emissionen geschehen in Form von gasförmigem anorganischen, ionischen Quecksilberformen (wie z.B. Quecksilberchlorid) oder gebunden an ausgestoßene Partikel. Diese Formen der Chemikalie haben eine kürzere Halbwertszeit in der Atmosphäre und setzen sich auf Land oder Wasser innerhalb eines Radius von etwa 100-1000 km von ihrer Quelle wieder ab. Auch Meeresströme in den Ozeanen sind für einen weit reichenden Transport von Quecksilber verantwortlich. Quecksilber, aus welcher Quelle auch immer in die Umwelt abgegeben, ist sehr mobil und kann sich im Boden, im Wasserkörper und den Meeresbodensedimenten ablagern. Im Boden und im Wasser verwandeln Mikroorganismen das elementare Quecksilber in das giftigere Methylquecksilber, das von Wasserpflanzen und -tieren über die Oberfläche oder die Nahrung aufgenommen

wird. Methylquecksilber kann in Organismen angereichert (Bioakkumulation) und in seiner Konzentration über jede Stufe der Nahrungskette zunehmen (Biomagnifikation), was besonders für die Nahrungskette im Wasser zutrifft[66].

Als ein grenzüberschreitender Schadstoff kann Quecksilber weltweit in Regionen transportiert werden, die von seiner Quelle weit entfernt liegen. Dies hat auch zu der Verseuchung von Regionen geführt, die geringe oder gar keine Quecksilberquellen aufweisen, wie z.B. die Arktis. Schweden hat beispielsweise sehr erfolgreich die Nutzung von Quecksilber im Land reduziert, wird aber immer noch aus der Luft hoch belastet. Die schwedische Umweltbehörde EPA hat geschätzt, dass die Ablagerungen pro Jahr 4,2t betragen, wovon das meiste Material durch atmosphärischen Transport über weite Strecken, hauptsächlich aus Europa, aber auch aus anderen Teilen der Erde, kommt.

Eine weitere Quelle für Quecksilber (und andere organische Dauergifte) wird in der Zukunft wahrscheinlich die Wiederfreisetzung von Methylquecksilber aus Eis sein, resultierend aus dem Schmelzen der Polkappen und der Gletscher aufgrund des Klimawandels.[67].

## **9.9. Schluss**

Bei der Schreibung des Referats waren die Haupteigenschaften des Quecksilbers betrachtet, sowie die sie die Erkrankungen herbeiruft. Die massen-e e Vergiftung vom Quecksilber ist in 1960 in Japan geschehen. Dann ist die große Menge der Mensch umgekommen. Auch trägt, die Verschmutzungen vom Quecksilber der Umwelt der globale Charakter. Es kommt die große Menge der Tiere um, sowie geschieht der Ansteckung des Wassers, des Bodens. Jetzt wird die große Menge der Veranstaltungen, die auf die Kürzung der Auswürfe des Quecksilbers von den Unternehmen gerichtet sind durchgeführt. Es bringt zur Verkleinerung der Verschmutzung, und der Erkrankungshäufigkeit des Menschen [68].