

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

Институт природных ресурсов
Направление подготовки: 05.03.06 «Экология и природопользование»
Кафедра геоэкологии и геохимии

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы	
Экоминералогическая характеристика пылевых аэрозольных частиц в окрестностях ТЭЦ-5 г. Омска	

УДК 504.064:504.05:628.511:621.311.22(571.13)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Г21	Михайлова Ксения Юрьевна		08.06.16

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Таловская А.В.	К. Г.-М. Н.		08.06.16

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Цибульников М.Р.	К. Г. Н.		04.05.2016

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Крепша Н.В.	К. Г.-М. Н.		07.06.16г.

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ГЭГХ	Язиков Е.Г.	Д. Г.-М. Н., профессор		07.06.16г.

Томск – 2016 г.

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

Институт природных ресурсов

Направление подготовки: 05.03.06 «Экология и природопользование»

Кафедра геоэкологии и геохимии

УТВЕРЖДАЮ:

Зав. кафедрой

 19.02.16 Е.Г. Языков

(Подпись) (Дата)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

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

Студенту:

Группа	ФИО
2Г21	Михайловой Ксении Юрьевне

Тема работы:

Экоминералогическая характеристика пылевых аэрозольных частиц в окрестностях ТЭЦ-5 г. Омска

Утверждена приказом директора (дата, номер)

№ 2818/С от 12.04.2016

Срок сдачи студентом выполненной работы:

31.05.2016

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе

(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).

Материалы научно-исследовательской работы

Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i>	Введение Глава 1. Административно-географическая и природно-климатическая характеристика г. Омска Глава 2. Геоэкологическая характеристика района расположения ТЭЦ-5 г. г. Омска Глава 3. Методика исследования Глава 4. Анализ вещественного состава пылевых аэрозольных частиц, аккумулированных в снежном покрове в окрестностях ТЭЦ-5 г. Омска Глава 5. Оценка токсичности пылевых аэрозольных частиц и их влияние на здоровье населения в окрестностях ТЭЦ-5 г. Омска Заключение Литература
--	--

Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	1. Карта-схема расположения точек отбора проб снега в окрестностях ТЭЦ-5 г. Омска 2. Техногенные образования в составе пылевых аэрозольных частицах, аккумулированных в снежном покрове в окрестностях ТЭЦ-5 г. Омска 3. Токсичности пылевых аэрозольных частиц в окрестностях ТЭЦ-5 г. Омска
--	--

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант
«Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	Цибульникова М. Р.
«Социальная ответственность»	Крепша Н. В.

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	19.02.2016
---	------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры ГЭГХ	Таловская А.В.	Кандидат геолого-минералогических наук		19.02.2016

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Г21	Михайлова Ксения Юрьевна		19.02.16

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

Студенту:

Группа	ФИО
2Г21	Михайловой Ксении Юрьевне

Институт	Природных ресурсов	Кафедра	Геоэкологии и геохимии
Уровень образования	бакалавриат	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	1. Литературные источники;
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	2. Методические указания по разработке раздела;
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений	3. Сборник сметных норм на геологоразведочные работы. ССН. Вып. 2: Геолого-экологические работы. – М.: ВИЭМС, 1992. – 292с.; Сборник сметных норм на геологоразведочные работы. ССН. Вып. 7 – М.: ВИЭМС, 1992. – 360с.

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Планирование процесса управления НТИ: структура и график проведения, бюджет работ	1. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение 2. Расчёт затрат времени и труда по видам работ 3. Нормы расхода материалов 4. Общий расчёт сметной стоимости
--	---

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	23.03.2016
--	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Цибульникова М.Р.	К. Г. Н.		23.03.2016

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Г21	Михайлова Ксения Юрьевна		23.05.2016

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ПЫЛЕВЫХ
АЭРОЗОЛЬНЫХ ЧАСТИЦ В ОКРЕСТНОСТЯХ ТЭЦ-5 Г. ОМСКА»

Студенту:

Группа	ФИО
2Г21	Михайлова Ксения Юрьевна

Институт	Природных ресурсов	Кафедра	Геоэкологии и геохимии
Уровень образования	бакалавриат	Направление/специальность	Экология и природопользование

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Характеристика объекта исследования	ТЭЦ-5 – крупнейшая теплостанция в г. Омске. При аварийных ситуациях оно является чрезвычайно опасным объектом. В ходе исследований проводится анализ вещественного состава пылевых аэрозольных частиц, аккумулированных в снежном покрове в окрестностях ТЭЦ-5 г. Омска, а также оценка токсичности пылевых аэрозольных частиц и их влияние на здоровье населения
--	--

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Профессиональная социальная безопасность	В данном разделе приводится описание всех опасных и вредных факторов, возникающих при лабораторных и камеральных работах; тяжесть и напряженность физического труда; степень нервно-эмоционального напряжения. Опасные факторы: электрический ток; пожарная взрывная опасность. Также описываются меры по их возможному предотвращению, а в случае возникновения – ликвидация последствий.
2. Безопасность в чрезвычайных ситуациях	Описание причин и возможных мест возникновения пожаров на ТЭЦ; План действий по предупреждению и ликвидации ЧС на ТЭЦ.

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	23.03.2016
--	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Крепша Н.В.	К. Г.-М. Н.	Крепша	23.03.16

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Г21	Михайлова Ксения Юрьевна	Михайлова	23.03.16

Оглавление

Реферат	7
Введение	8
1. Административно-географическая и природно-климатическая характеристика г. Омска 12	
2. Геоэкологическая характеристика района работ.....	19
3. Методика исследований.....	25
3.1 Отбор и подготовка проб снега	25
3.2 Аналитическое обеспечение исследований	28
3.3 Методика обработки данных	32
4. Анализ вещественного состава пылевых аэрозольных частиц, аккумулированных в снежном покрове в окрестностях ТЭЦ-5 г. Омска.....	34
4.1 Уровень пылевой нагрузки на снеговой покров в окрестностях ТЭЦ-5 г. Омска	34
4.2 Вещественный состав твердого осадка снега	36
5. Оценка токсичности пылевых аэрозольных частиц и их влияние на здоровье населения в окрестностях ТЭЦ-5 г. Омска.....	59
6. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	67
6.1 Техничко-экономическое обоснование продолжительности и объема работ	67
6.2 Расчет затрат времени и труда по видам работ	70
6.3 Бюджет научного исследования.....	73
6.4 Общий расчет сметной стоимости работ.....	76
7. Социальная ответственность при изучении пылевых аэрозольных частиц в окрестностях ТЭЦ-5 г. Омска	78
7.1. Анализ вредных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению	80
7.2. Анализ опасных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению (техника безопасности)	84
7.3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях	88
Заключение.....	90
Литература	92

Реферат

Выпускная квалификационная работа бакалавра 100 с., 45 рис., 22 табл., 80 источников.

Ключевые слова: снег, минеральная фаза, неминеральная фаза, ТЭЦ, вещественный состав.

Объектом исследования является твердый осадок снега в окрестностях ТЭЦ-5 г. Омска.

Цель работы – экоминералогическая оценка состава пылевых аэрозольных частиц, аккумулярованных в снеговом покрове, в окрестностях ТЭЦ-5 г. Омска.

В процессе исследования проводился обзор литературы по теме, лабораторные исследования проб шлиховым анализом, рентгеноструктурным анализом и сканирующей электронной микроскопией, анализ и обработка полученных данных, построение карт.

В результате исследования определена величина пылевая нагрузка в окрестностях ТЭЦ-5 в 2013 и 2014 гг.; определены и описаны морфологические особенности минеральных и неминеральных фаз проб твердого осадка снега, выявлены металлсодержащие фазы, определена токсичность проб методом биотестирования.

Область применения: результаты могут быть использованы для разработки программ мониторинга территории, и в учебном процессе для студентов экологических специальностей.

Экономическая эффективность/значимость: оценка экономической значимости не являлась задачей, значимость заключается в определение экологически небезопасных форм металлсодержащих фаз в твердых частицах воздуха.

Введение

Ежегодно в России в атмосферный воздух выбрасывается 20 млн. тонн пыли, три четверти которой приходится на выбросы промышленных предприятий, в частности на топливно-энергетический комплекс. Современный топливно-энергетический комплекс России включает почти 600 электростанций, 68% которых принадлежит тепловым электростанциям. Наиболее распространены в России тепловые электростанции, работающие на органическом топливе (газ, уголь) [12]. В 2014 году объем выбросов твердых веществ в атмосферу в России составил 2000 тыс.т. [29].

Взвешенные частицы, входящие в состав пылевых аэрозольных частиц пылеаэрозолей, негативно влияют на здоровье человека, а именно вызывают заболевания дыхательных путей [53]. Также известно, что некоторые мелкодисперсные частицы способны индуцировать повреждение ДНК [61].

Снеговой покров является уникальным природным планшетом, который дает информацию о пространственном распределении вещества и интенсивности источников загрязнения, перекрывая источники естественного запыления – почвенный покров [48]. Это экономичный и быстрый метод для определения загрязнения окружающей среды. Изучению снегового покрова, как планшета накопителя пылеаэрозолей, посвящено много работ [28,35,44, 56,57,58,60]. В основном исследования в данных работах рассматривают особенности химического состава жидкой и твердой фазы снега [23,32].

На Годичной сессии Московского отделения Всероссийского минералогического общества 1990 года было определено одно новое научное направление – экологическая минералогия. Ее цель: оценка экологических опасностей многочисленных очагов химического «загрязнения», выявленных на территории России, как природного, так и техногенного происхождения [52]. В настоящее время в рамках данного научного направления проводится изучение особенностей минералогического состава пылевых аэрозольных частиц, аккумулированных в снеговом покрове. На данный момент количество таких работ ограничено в России и за рубежом [20,22,26,31, 51, 55,56,57,58,60].

Изучение твердого осадка снега позволяет выявить взаимосвязь между вещественным составом и источниками поступления выбросов, а определить состав наиболее опасных для здоровья человека пылевых частиц [21,22,56,57,58,60].

На территории г. Омска расположено порядка 80 промышленных предприятий различного профиля. Так, по результатам исследований Института территориального планирования «Урбаника», город Омск в 2013 году вошел в пятерку крупнейших промышленных центров России. Одним из крупнейших промышленных предприятий г. Омска является ТЭЦ-5, которая расположена в зоне жилой застройки. На ее долю приходится 36% выбросов загрязняющих веществ в атмосферу города. Неоднократно СМИ освещали экологические проблемы, связанные с работой ТЭЦ-5. Зимой в 2012 г. и 2014 г. в городе выпал снег черного и серого цвета, это было связано с увеличением используемого топлива и низкоэффективной очисткой электрофильтрами на котлоагрегатах, а также использованием в качестве топлива Экибастузского угля, который отличается своей высокозольностью (более 40%), что снижает тепловой эффект сжигания угля, и содержит относительно высокое количество примесей. В связи с вышесказанным возникает необходимость изучения состава выбрасываемых пылевых частиц ТЭЦ-5 г. Омска для определения наиболее опасных типов частиц для здоровья населения с последующей разработкой рекомендаций по природоохранным мероприятиям.

Цель работы – провести экоминералогическую оценку состава пылевых аэрозольных частиц, аккумулированных в снеговом покрове, в окрестностях ТЭЦ-5 г. Омска.

Задачи исследований:

1. Провести литературный обзор геоэкологических исследований в окрестностях ТЭЦ-5.
2. Определить уровень пылевой нагрузки в окрестностях ТЭЦ-5.

3. Выявить минеральную и неминеральную фазу в пылевых аэрозольных частицах, аккумулированных в снеговом покрове в окрестностях ТЭЦ-5.

4. Установить пространственное распространение выявленных типов частиц от труб ТЭЦ-5.

5. Оценить влияние пылевых аэрозольных частиц на живые организмы на основе литературного обзора и результатов биотестирования на *Drosophila melanogaster*.

Объектом исследования является территория в окрестностях ТЭЦ-5 г. Омска. Предмет исследования – твердый осадок снега, представляющий собой пылевые аэрозольные частицы, аккумулированные в снеговом покрове.

Фактический материал и методы исследования. Данная работа представляет результаты исследований, проведенных автором совместно с сотрудниками кафедры геоэкологии и геохимии Института природных ресурсов Национального исследовательского Томского политехнического университета и сотрудником научно-производственного объединения «Мостовик» (Литау В.В.). Личный вклад заключается в расчете пылевой нагрузки, изучение вещественного состава 191 пробы с помощью шлихового анализа, выделение магнитной фракции, проведении ситового анализа, изучение проб с помощью сканирующей электронной микроскопии и рентгеноструктурного анализа, осуществление эксперимента по биотестированию 2-х проб с использованием тест-объекта *Drosophila melanogaster*.

Для изучения проб твердого осадка снега использовались шлиховой (бинокулярный стереоскопический микроскоп LeicaZN 4D с видео-приставкой), растровая электронная сканирующая микроскопия (микроскоп Hitachi S-3400N с ЭДС Bruker XFlash 4010), порошковая рентгеновская дифрактометрия (дифрактометр Bruker D2 Phaser) и биотестирование в лабораториях МИНОЦ «Урановая геология» кафедры геоэкологии и геохимии ТПУ.

Научная новизна работы.

Впервые установлена величина пылевой нагрузки в окрестностях ТЭЦ-5 г. Омска в зимний период, когда происходит интенсификация работы данного объекта. Выявлены и описаны морфологические особенности индикаторных типов пылевых частиц, аккумулярованных в снеговом покрове в окрестностях ТЭЦ-5. Определены виды ингаляционных и респираторных пылевых частиц. Установлена степень токсичности пылевых частиц, аккумулярованных в снеговом покрове в окрестностях ТЭЦ-5.

Практическая значимость работы.

Изучение вещественного состава пылевых частиц, аккумулярованных в снеговом покрове позволяет выявить ореолы загрязнения в окрестностях ТЭЦ-5, и пространственное распределение пылевых выбросов этого объекта. Данные работы могут быть использованы природоохранными органами и другими службами г. Омска для оценки качества городской и промышленной среды и принятия мер по ее улучшению. Результаты научно-исследовательской работы могут быть рекомендованы с позиций направлений перспективного расширения жилых районов городов.

Апробация работы. Основные результаты работы, полученные автором, опубликованы в 11 статьях и 2 тезисах докладов. Из них одна работа опубликована в научной периодике, индексируемой международной базой данных Web of Science, Scopus. Автор участвовал в 7 конференциях и награждена 3 дипломами. Принимала участие в XXII международной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Ломоносов» (г. Москва, 2015 г.), по итогам был награжден дипломом III степени; VIII Всероссийской научной студенческой конференции с элементами научной школы имени профессора М.К. Коровина «Творчество юных – шаг в будущее», (г. Томск, 2015 г.), по итогам был награжден дипломом II степени. Исследования выполняются в рамках гранта компании ВР.

1. Административно-географическая и природно-климатическая характеристика г. Омска

Омск расположен в южной части Западно-Сибирской равнины, на месте впадения в Иртыш реки Омь, в центре южной части Омской области (рис.1) [41].



Рис. 1. Физико-географическое положение г. Омска [18]

Местность относительно плоская, с преобладающими абсолютными отметками 100—140 м. Однообразный рельеф на отдельных участках нарушается понижениями плоских западин, древних ложбин стока, озёрными котловинами, увалами.

В геоморфологическом отношении территория г.Омска приурочена к Прииртышской впадине, представляющей собой равнину с незначительными колебаниями высот [41].

Климатические условия

Климат Омска континентальный с морозной зимой и тёплым или жарким летом. Климатические особенности рассматриваемой территории определяются ее географическим положением на юге Западно-Сибирской равнины. Равнинность территории и открытость с севера на юг не препятствуют глубокому проникновению в ее пределы воздушных масс, как с севера, так и с

юга. Поэтому в любой сезон года возможны резкие изменения погоды, переход от тепла к холоду, резкие колебания температуры воздуха от месяца к месяцу, от суток к суткам и в течение суток. В теплое время года повышается интенсивность меридиональной циркуляции, которая определяется формированием над данной территорией хорошо развитого тропосферного гребня с осью направленной с юга Средней Азии к Салехарду. В области этого гребня у поверхности земли формируется обширная антициклональная область, которая поддерживается притоком с севера сухих холодных масс воздуха. Роль западных воздушных течений в формировании климата данного района несколько ослабевает вследствие защищенности Уральскими горами, тем не менее, с атлантическими воздушными массами почти целиком связано атмосферное увлажнение данной территории.

Ветровой режим по данным метеостанции города Омска в течение всего года и в холодный период в данном районе преобладают ветры юго-западного направления, в теплый период – западного.

Средняя годовая температура воздуха за многолетний период наблюдений по Омску составляет $+ 0,6^{\circ}\text{C}$. Наиболее холодным месяцем в году является январь со среднемесячной температурой воздуха $- 19,0^{\circ}\text{C}$. Средняя месячная температура июля, самого теплого месяца, составляет $+ 18,9^{\circ}\text{C}$.

Температурный режим почвы, в большей степени, чем температура воздуха, подвержен влиянию локальных микроклиматических факторов, прежде всего – состояния поверхности почвы, её типа, механического состава, влажности, растительного покрова и т.д.

Средняя годовая температура поверхности почвы Омск составляет $+ 2^{\circ}\text{C}$. Наиболее низкая температура поверхности почвы наблюдается в январе, феврале ее среднемесячное значение равно $- 19^{\circ}\text{C}$, наиболее высокая в июле $- + 24^{\circ}\text{C}$.

Средняя многолетняя годовая сумма осадков равна 368 мм. Распределение их в течение года неравномерное, основная масса осадков (80 %) выпадает в теплый период года, на холодный период приходится 20 % годовой суммы осадков.

Снежный покров оказывает существенное влияние на формирование климата. Под его воздействием развивается и формируется целый ряд взаимообусловленных процессов. Зимой, когда территория покрывается снегом, между поверхностью земли и атмосферой создаются особые условия обмена, оказывающие существенное влияние на верхний слой почвы. Малая теплопроводность снега способствует сохранению тепла, накопленного в почве к осени и предохраняет почву от промерзания. Устойчивый снежный покров образуется в первой декаде ноября, разрушается в первой декаде апреля. Полный сход снежного покрова наблюдается во второй декаде апреля. Средняя продолжительность периода со снежным покровом составляет 160 дней [41].

Гидрологические условия

В пределах города имеется две крупные реки – Омь и Иртыш, многочисленные мелкие речушки, а также озёра и протоки. Протяжённость Иртыша здесь составляет более 25 км. Все реки области равнинные, большей частью извилистые, с малыми уклонами и небольшими скоростями течения воды. Основным источником питания рек и озёр являются зимние осадки [41].

Геологические условия

В геологическом строении г. Омска принимают участие сложно дислоцированные образования доюрского складчатого фундамента и перекрывающая его сплошным чехлом мощная (до 2900 м) пологозалегающая платформенная осадочная толща мезозойско-кайнозойских отложений.

Омской опорной скважиной (1-Р), пробуренной в 1952 г. в Кировском АО г. Омска до глубины 3001,5 м, вскрыты породы палеозоя на глубине 2938 м, представленные зеленовато-серыми диабазами.

В составе отложений мезозоя и кайнозоя выделяются чередующиеся морские и континентальные осадки среднего-верхнего триаса, юры, мела, палеогена, неогена и четвертичные образования [41].

Палеогеновая система

Тавдинская свита (P_{2tv}) среднего-верхнего эоцена вскрывается на глубинах от 235 м до 301 м и представлена зелеными и зелено-серыми, жирными глинами. Мощность свиты составляет 180 – 200 м.

Отложения исикульской ($P_3 is$) и новомихайловской ($P_3 nm$) свит нижнего олигоцена вскрываются на глубине 97-180 м. В литологическом отношении они представлены большей частью неравномерным, часто тонким чередованием тонкослоистых сероцветных алевроитов, глин, тонко- и мелкозернистых песков с обилием лигнитизированного растительного детрита. Мощность осадков составляет 126 - 143 м.

Журавская свита ($P_3 žr$) верхнего олигоцена в пределах характеризуемой территории распространена повсеместно. В литологическом отношении осадки представлены частым переслаиванием алевроитовых глин, глинистых алевроитов, слюдистых тонко- и мелкозернистых песков. Мощность отложений 55 - 76 м [41].

Неогеновая система

Отложения абросимовской свиты (N_{1ab}) нижнего миоцена картировочными и эксплуатационными скважинами вскрываются на глубинах от 8 м в долине р. Иртыш, до 75 метров на водораздельной равнине. Представлены осадки - неравномерным, часто тонким переслаиванием алевроитовых глин, глинистых и песчаных алевроитов, тонко- мелкозернистых и алевроитовых песков с обилием растительного детрита. Мощность отложений 24 - 50 метров.

Отложения таволжанской свиты (N_{1tv}) среднего - верхнего миоцена согласно залегают на породах абросимовской свиты и вскрываются на глубине 4 -14 м в долине р. Иртыша и до 45 м на водораздельной равнине. Литологически осадки представлены тёмно-бурыми, зеленовато-серыми, жирными, плотными глинами с тонкими прослоями тонкозернистых песков и включениями карбонатных и известковистых конкреций. Мощность отложений 16-50 м.

Отложения павлодарской свиты (N_{1pv}) верхнего миоцена в характеризуемом районе развиты только на водораздельной равнине, где они согласно залегают на осадках таволжанской свиты. Литологически осадки

представлены пестроокрашенными глинами, плотными, жирными. Мощность свиты до 30 м [41].

Четвертичная система

Эоплейстоценовые отложения кочковской свиты (Q_{Ekc}) развиты на правобережье реки Иртыш, в пределах наиболее возвышенной части водораздельной равнины. Литологически осадки свиты представлены довольно резко выделяющейся в разрезе пачкой карбонатных песчанистых глин и тяжёлых суглинков, содержащих незначительные по мощности прослойки песков. Максимальная мощность свиты достигает 18 метров.

Верхнелеоплейстоценовые аллювиальные отложения второй надпойменной террасы реки Иртыш (a^2Q_{II}) сложены суглинками пылеватыми с прослойками песков и супесей. Мощность отложений составляет 4 - 15 м.

Верхнелеоплейстоценовые-голоценовые отложения первых надпойменных и пойменных террас рек Иртыш и Омь ($a^1Q_{II}-aQH$) в верхней части он представлен суглинками мягкопластичными, в нижней - супесями пластичными, с прослойками песков от пылеватых до гравелистых мощность осадков этого комплекса в долине реки Иртыш составляет 5-20м, в южной части города до 29 м; реки Омь - не превышает 8 м.

Верхнелеоплейстоценовые-голоценовые лессовидные отложения покровные образования ($L_{II}-H$) пользуются повсеместным распространением в пределах водораздельной части района и в долинах рек Иртыш и Омь, за исключением их пойменных и первых надпойменных террас. Литологически покровные осадки представлены в основном лёгкими и средними, иногда тяжёлыми суглинками. Мощность отложений от 2 - 3 до 6 - 8 метров [41].

Гидрогеологические условия

В гидрогеологическом отношении описываемый район находится в пределах Иртышского артезианского бассейна (структура II-го порядка), входящего в свою очередь в крупный Западно-Сибирский артезианский бассейн. Слагающие его мезозойские и кайнозойские отложения содержат ряд водоносных комплексов и горизонтов и разделяющих их водоупорных толщ. В

вертикальном разрезе артезианского бассейна выделяется пять гидрогеологических комплексов.

Уровни грунтовых вод устанавливаются на глубине от 0,2 до 6,2 м. Для подземных вод характерен пестрый химический состав, обусловленный величиной минерализации, которая изменяется от 0,3 до 5,2 г/дм³ при преобладающих значениях 1 - 3 г/дм³.

Подземные воды с минерализацией до 3 г/дм³ имеют преимущественно сульфатно-гидрокарбонатный и гидрокарбонатно-сульфатный состав с преобладанием среди катионов магния и кальция. При увеличении минерализации до 3 - 5 г/дм³ химический состав воды меняется на сульфатно-хлоридный или хлоридно-сульфатный натриевый. Общая жесткость подземных вод, в зависимости от степени минерализации, изменяется от 1,5 до 44,0 мг-экв/дм³ при преобладающих значениях 6 - 9 мг-экв/дм³, рН воды составляет 7,2 - 9,3 [41].

Почвенный покров

Почвы города следующие: серые лесные осолоделые, чернозёмы обыкновенные, лугово-чернозёмные, чернозёмно-луговые, луговые, солонцы, солоды, аллювиальные и болотные. Однако со временем почвы меняются из-за различных факторов, таких как изменение уровня грунтовых вод, деградация, засоление и переуплотнение, уменьшение мощности гумусного слоя, потеря структуры, изменение сложения почвенного профиля и прочих [41].

Флора и фауна

Растительность Омска отражает расположение города рядом с границей лесостепной и степной природных зон, а также влияние человеческой цивилизации. Естественных лесов в окрестностях города нет. Небольшие редкие берёзово-осиновые колки удалены от Омска на значительное расстояние, а к югу от города по Иртышу леса почти не встречаются. Вокруг расположены открытые посевные площади.

На территории самого города произрастают культивируемые городские растения, сорные рудералы и фрагменты естественной растительности. Лесная

растительность сконцентрирована преимущественно на окраинах и является в основном вторичной. Леса образованы в основном берёзой повислой с примесью осины. В травяном ярусе доминируют кадения сомнительная, солонечник двухцветковый, борщевик сибирский, реброплодник уральский, ирис русский, костяника, василистник малый, полынь Людовика, вейник наземный, мятлик узколистый и некоторые другие.

В Омске много тополей. Нетипичные для Омска, всё же могут встречаться дубы.

В Омске находится природный парк в черте города — «Птичья гавань». В городе и окрестностях отмечается 288 видов птиц и ещё 12 требуют уточнения. Среди залётных видов — кудрявый пеликан, чёрный аист, фламинго, филин и чёрная ворона, а также различные дрозды. Гнездятся или пролетают через город различные виды поганок, цапель, жаворонков, трясогузок иконьков, синиц, разнообразные утиные, луни и соколы, чайки, голубиные, бекасовые и ржанковые. Пролетают через Омск скопа, орлан-белохвост и сапсан, может залететь степной орёл, а в прошлом гнезился беркут. Встречаются осёдлые перепела, куропатки и тетерева, в прошлом, возможно, также гнезился рябчик. Врановые представлены сороками, галками, грачами и серыми воронами. Гнездится и зимует в южной лесостепи Прииртышья и ворон. На городских улицах многочисленны сизые голуби и воробьи [41].

2. Геоэкологическая характеристика района работ

Особенностью города Омска является расположение крупных промышленных производств в жилой зоне. Результатом деятельности промышленных предприятий, транспортного комплекса и коммунального хозяйства является загрязнение атмосферы, гидросферы, почвы и других компонентов природной среды. На первом месте по промышленным выбросам в атмосферу стоят предприятия электроэнергетики (58%). По вкладу в загрязнение атмосферы на долю ТЭЦ-5 приходится 43,4% выбросов [41].

Омская ТЭЦ-5 эксплуатируется с 1980 года, самая мощная станция энергосистемы, обеспечивает теплом Центральный, Октябрьский и частично Ленинский и Кировский административные округа г. Омска.

Основное и резервное топливо: Экибастузский каменный уголь, природный газ, растопочное - мазут. Входит в число наиболее крупных источников парниковых газов в России.

Установленная электрическая мощность - 695 МВт
Установленная тепловая мощность - 1735 Гкал/ч. Располагается в Октябрьском административном округе города Омска, имеет двухсекционный золошлакоотвал пойменного типа. В настоящее время отработанная зола экспериментально используется заводом «Омский цемент» при производстве новых видов строительных смесей, пригодных в дорожном строительстве [18].

На станции оборудовано депо вагоноопрокидывателя, куда осуществляют привоз угля, после чего он поступает на пересыпку и в дробилку, где после измельчения до размера частиц в 25-30 мм, поступает непосредственно в котельные [18].

Экибастузский уголь, на котором работает ТЭЦ, обладает по некоторым показателям лучшими качествами, чем Новокузнецкий. Омская станция не намерена пока переходить на российское топливо в связи со сложностями с технологической точки зрения. Химический состав угля и золы представлен на рисунке 2 [34].

Элемент	Среднее содержание, г/т		Кларк для угля, г/т	Минимальное промышленное содержание, г/т		Порог токсичности, г/т
	в угле	в золе		в угле	в золе	
Sm	3,6	8,5	1,6	-	-	-
Ca	0,7	1,33	1	-	-	-
Lu	0,4	0,89	0,07	-	-	-
U	1,4	3,39	1,9	200	-	-
Yb	2,6	6	0,8	1,5	7,5	-
Au	0,002	0,01	0,002	0,02	0,1	-
As	4,9	10,4	9	-	-	300
Br	11,0	<1	5-15	-	-	-
Na	0,1	0,24	0,02	-	-	-
La	15,9	40,5	10	150	750	-
Ce	38,6	79,9	11,5	30	-	-
Tb	0,6	1,46	0,3	-	-	-
Th	4,5	8,2	3,5	-	-	35
Cr	7,9	18,3	17	1400	7000	100
Hf	3,6	8,6	0,1-0,3	5	25	-
Ba	441	995	130	-	-	-
Sr	158	367	76	400	2000	-
Ag	<0,53	<1	0,4	1	5	-
Cs	0,8	2	0,4-2	30	150	-
Sc	10,6	24,8	3	10	50	-
Rb	9,0	25,9	18	35	175	50
Fe	1,2	3,1	1	-	-	-
Ta	0,3	0,77	0,3	1	5	-
Co	7,1	17,7	6,9	20	100	100
Eu	1,0	2,38	0,7	-	-	-
Sb	0,2	0,53	1	30	150	6
Nd	15,2	35,3	30	-	-	-
Zn	40,6	97,2	29	400	2000	100

Рис. 2. Сводная таблица среднего, кларкового, промышленно значимого содержания элементов и порог токсичности Экибастузского угля [34]

Состояние атмосферного воздуха и снегового покрова

В настоящее время вблизи ТЭЦ-5 расположен автоматизированный пост наблюдений за загрязнением атмосферного воздуха. В 2014 году уровень загрязнения в Центральном районе, в котором расположена ТЭЦ-5, характеризуется как низкий. По сравнению с 2013 годом уровень загрязнения атмосферного воздуха имеет тенденцию к снижению (рис.3).

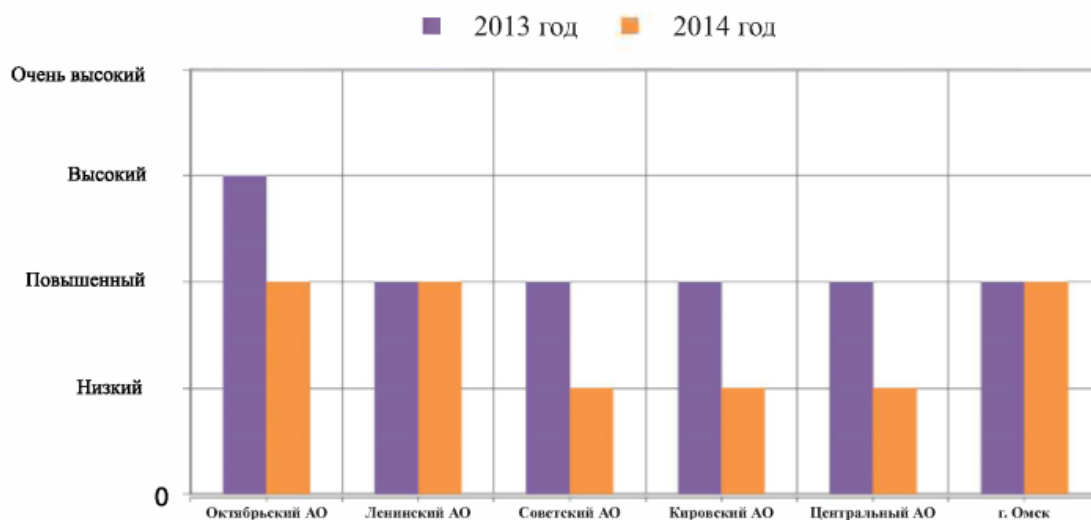


Рис. 3. Динамика загрязнения атмосферы по административным округам города Омска [41]

В 1991-1992 гг. ГП «Березовгеология» были проведены эколого-геохимические и радиационные исследования территории г. Омска: опробование снегового покрова.

В исследованиях, проведенных ГП «Березовгеология» (в рамках целевой программы «Геоэкология России», 1991 – 1992 гг.) при изучении аэрогенных ореолов загрязнения снегового покрова в расчет принималась только твердофазовая часть, осажденная на фильтрах при таянии и фильтрации снеговых проб. Специалистами «Омской ГРЭ» при изучении загрязнения снегового покрова было уделено внимание двум формам присутствия химических элементов: растворимой (в виде сухого остатка) и нерастворимой (во взвешенных частицах). На карте среднесуточной пылевой нагрузки (рис.4) показаны уровни пылевых выпадений в 1991-1992 гг. в градации [30]. Максимальные значения пылевой нагрузки (до 950-8127 мг/м²*сут) достигают в пробах, отобранных в районах расположения ТЭЦ-5.

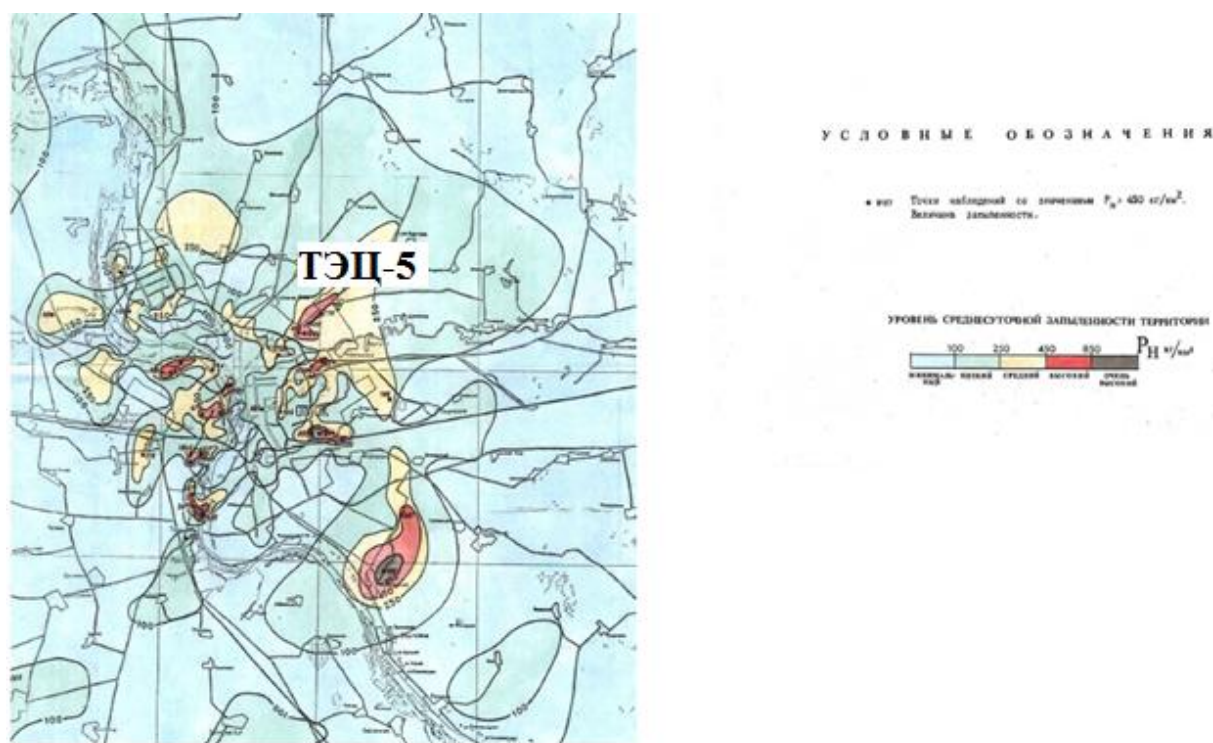


Рис.4. Карта распределения среднесуточной пылевой нагрузки на территории г. Омска в 1991-1992 гг [3]

М 1: 200000 (по данным ГП «Березовгеология», 1991-1992 гг.)

По результатам исследования, проведенных в 2013 году автором совместно с сотрудниками кафедры геоэкологии и геохимии Института природных ресурсов Национального исследовательского Томского политехнического университета и сотрудником научно-производственного объединения «Мостовик» (Литау В.В.) выявлено, что значение пылевой нагрузки на территории города изменяется от 27,8 до 1007 мг/м²*сут. Максимальные значения приходятся на территорию влияния Октябрьского промышленного узла, однако данное значение по сравнению с результатами за 1991-1992 гг. уменьшилось в 8 раз (рис.5). В данном ореоле по мере удаления от ТЭЦ-5 от 0,4-3,4 км величина пылевой нагрузки уменьшается: на расстоянии 0,4 км она составляет 358; 1,3 км – 323; 2,3 км – 178 и 3,4 км – 156 мг/(м²*сут). Это объясняется тем, что более тяжелая фракция пылевых выбросов оседает непосредственно вблизи источника загрязнения, а более легкая – переносится воздушными массами на более далекое расстояние [59].

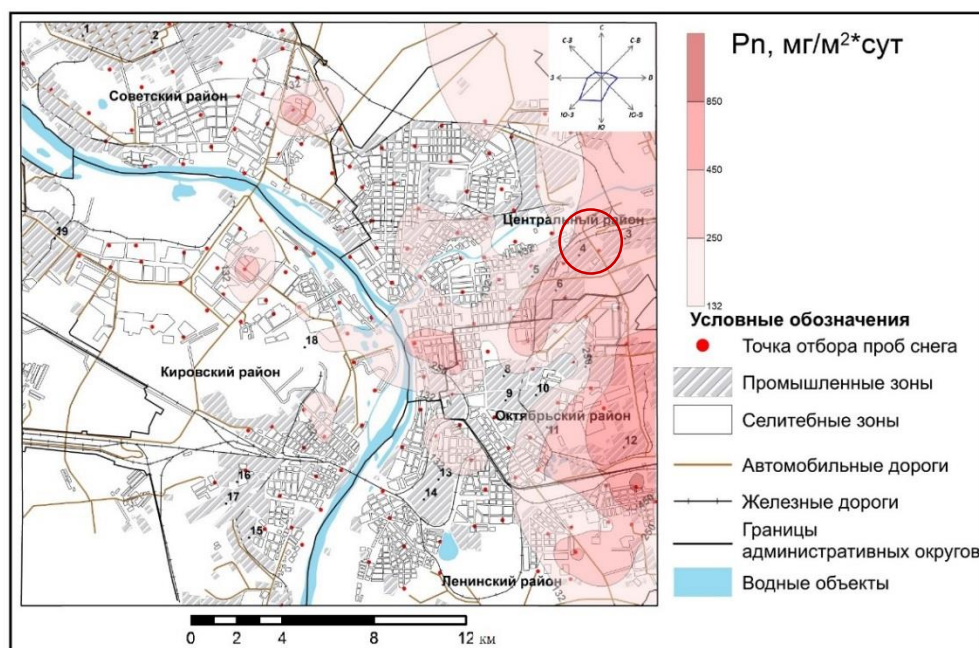


Рис. 5. Карта распределения пылевой нагрузки на территории г. Омска, 2013 год [18]

Примечание: 1 – ОАО «Газпромнефть-ОНПЗ»; 2- ТЭЦ-4; **3- ТЭЦ-5**; 4- Завод крупнопанельного домостроения; РПП «Иртышское»; 5- ПО «Радиозавод им. А.С. Попова»; 6 - ЗАО «Сибшерсть»; АП ЖБК-1 Омсктрансстрой; Хлебозавод ООО «Форнакс»; ТРЕСТ -5; 7 - ОАО «Омский завод «Автоматика»; 8 - ФГУП «Омское моторостроительное объединение имени П.И. Баранова»; 9 - ПО «Полет» филиал ФГУП «ГКНПЦ им. М.В. Хруничева»; 10 -ОАО «Омкшина»; 11 - ЗАО «Завод сборного железобетона», Опытно-механический завод ООО «Центра Транспорт»; 12 – ОАО «Омсктехуглерод»; 13 - ТЭЦ-2; 14 - Омский завод железобетонных конструкций, филиал ОАО «РЖДС»; 15 - ООО «Западно-Сибирский Металлургический Комбинат», АО «Омсккожа», Комбинат вяленой обуви; ООО Омский трубный завод «Петал», ООО «ЭкоХим»; 16 - ЗАО «Омскхлебпродукт», УПТК «Сельхозводстрой», ООО «Омскмясо» и др, Кировский птицекомбинат; 17 - «Омский комбикормовый завод»; 18 - Аэропорт «Омск Центральный»; 19 – Кировская районная котельная

Качество поверхностных вод

В 2014 г. по сравнению с 2013 г. качество поверхностных вод Омской области незначительно улучшилось. По-прежнему характерными загрязняющими веществами рек являлись соединения меди, трудноокисляемые органические вещества (по ХПК), соединения марганца и железа, азот аммонийный, в озерах - хлориды, сульфаты, ХПК, соединения меди.

В 2014 году на территории Омской области преобладали водные объекты 3 класса разряда «а» и «б», качество воды оценивалось как «загрязненная» (59,3%), и 4 класса разряда «а» и «б», качество воды оценивалось как «грязная» (40,7%). Водные объекты 1 класса качества «условно чистые», 2 класса «слабо

загрязненные», 4 класса разряда «в» «очень грязная» и 5 класса «экстремально грязные» на территории Омской области отсутствуют [41].

Санитарно-гигиеническая характеристика состояния почв

По результатам исследований, проведенных в 2014 году студентами кафедры ГЭГХ (Губина К., Кузьмина Е.) под руководством доцента Жорняк Л.В., было получено, что:

- вещественный состав проб почв представлен природными составляющими, нежели техногенными (в среднем 73% - природных, 27% - техногенных);

- рассчитанные коэффициенты концентрации химических элементов позволили установить превышения относительно фона содержаний Na, Mg, Al, K, P, Ca, Sr, Ba, Pb; для территории характерным является превышение нормативных ПДК для почв по химическим элементам Zn, Co, As, Cr; Превышение кларка в земной коре (по Тейлору) в районе расположения ТЭЦ – 5 отмечается по следующим элементам: Li, P, Zn, As, Pb.

- превышение магнитной восприимчивости почв фоновой территории наблюдается во всех исследуемых пробах. В районе расположения ТЭЦ-5 данный показатель выше, что может быть связано с видом топлива, используемого на ТЭЦ. Превышение значения магнитной восприимчивости почв, отобранных в районе расположения ТЭЦ-5 в 12 раз относительно фона, находит свое отражение в геохимических особенностях почв территории.

Так в изученных пробах почв установлено повышенное содержание Mn, Co, V, Cr, Ni относительно фона, что возможно, и сказывается на данном показателе.

- полученные данные по содержанию Hg в почвах в районах расположения ТЭЦ-5 свидетельствуют о превышении во всех точках фонового значения. Кроме того, в двух отобранных пробах отмечено превышение кларка Земной коры (по Тейлору), но превышений ПДК не зафиксировано ни в одной из проб.

3. Методика исследований

3.1 Отбор и подготовка проб снега

В конце февраля 2013 г. сотрудником научно-производственного объединения «Мостовик» (Литау В.В.) был проведен отбор проб по площадной сети наблюдения, по регулярной сетке 1×1 км по городу. Количество проб – 168. Пробы отбирались с учетом элементов рельефа и их экспозиции, по отношению к направлению ветропылевого переноса (на водоразделах, склонах, террасах, поймах), а также на участках техногенных газопылевых выбросов, где сеть опробования сгущалась. В качестве фоновой площадки выбран поселок городского типа Москаленки, в 100 км на запад от города, также в соответствии с направлением преобладающего ветра (рис.6).

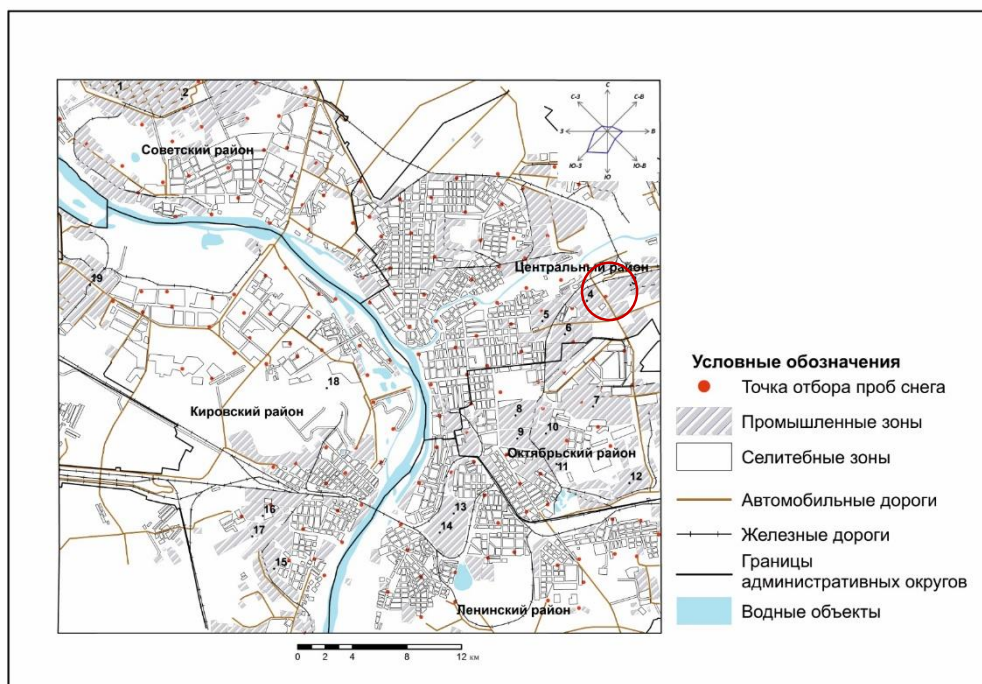


Рис. 6. Площадной отбор проб снега на территории г. Омска в 2013г.
(обозначение на карте: см. рис.5)

В 2014 году с целью детального изучения загрязнения снегового покрова было отобрано 5 проб возле ТЭЦ-5 в восточном направлении на расстоянии 1 и 3,5 км; в северо-восточном направлении – 0,75, 1,5 и 3. Фоновая площадка осталась без изменений (рис.7). Все работы, включая отбор и подготовку проб снега, были произведены с учетом существующих методических рекомендаций

[63,64,65], руководства по контролю загрязнения атмосферы [66] и на основе многолетнего практического опыта эколого-геохимических исследований в Западной Сибири [49,67,68,69,70] (табл.1).

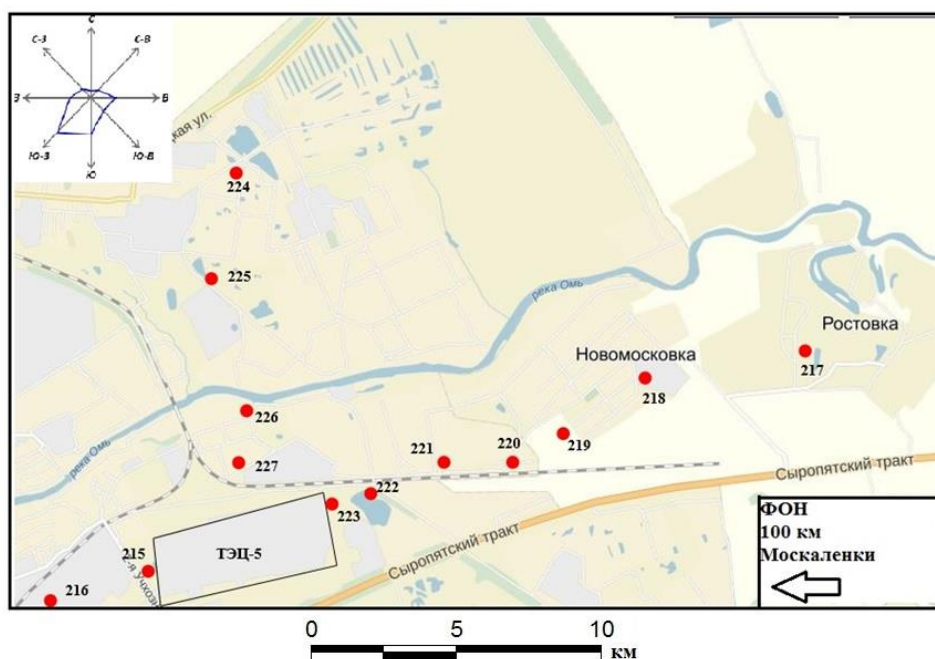


Рис. 7. Схема отбора проб снега в окрестностях ТЭЦ-5 г. Омска в 2014

Таблица 1 - Количество проб снегового покрова, отобранных на территории г. Омска

Год	Место отбора	Количество проб
2013	г. Омск	168
2013	поселок городского типа Москаленки	5
2014	Окрестности ТЭЦ-5	13
2014	В районе поселка городского типа Москаленки, 100 км на юг от города	5

Материалы для отбора проб снега:

- полиэтиленовые пакеты на 30 литров;
- пластмассовая лопатка;
- линейка;
- бирки с номерами проб;

- блокнот с ручкой [54].

Снеговое опробование проводят методом шурфа на всю мощность снежного покрова, за исключением 5-и см слоя над почвой, с замером сторон и глубины шурфа. Фиксируется время (в сутках) от начала снегостава. Вес каждой пробы – 12-15 кг, что позволяет получить при оттаивании 10-12 л воды [54].

Отобранные пробы необходимо пронумеровать и зарегистрировать в журнале и GPS – навигаторе, указав следующие данные: порядковый номер и место взятия пробы, рельеф местности, целевое назначение территории, дату отбора, фамилию исследователя [54].

Пробоподготовка снега предполагает анализ твердого осадка, который состоит из пылевых аэрозольных частиц, осаждаемой на поверхность снегового покрова. Пробоподготовка начинается с таяния снега, а затем включает следующие операции: фильтрация снеготалой воды через беззольный фильтр, просушивание фильтра, просеивание твердого осадка снега и его взвешивание (рис.8).

Просушивание проб производится при комнатной температуре. Просушенные пробы просеиваются для освобождения от посторонних примесей через сито с размером ячейки 1 мм и взвешиваются. Разница в массе фильтра до и после фильтрования характеризует массу пыли в пробе [54].

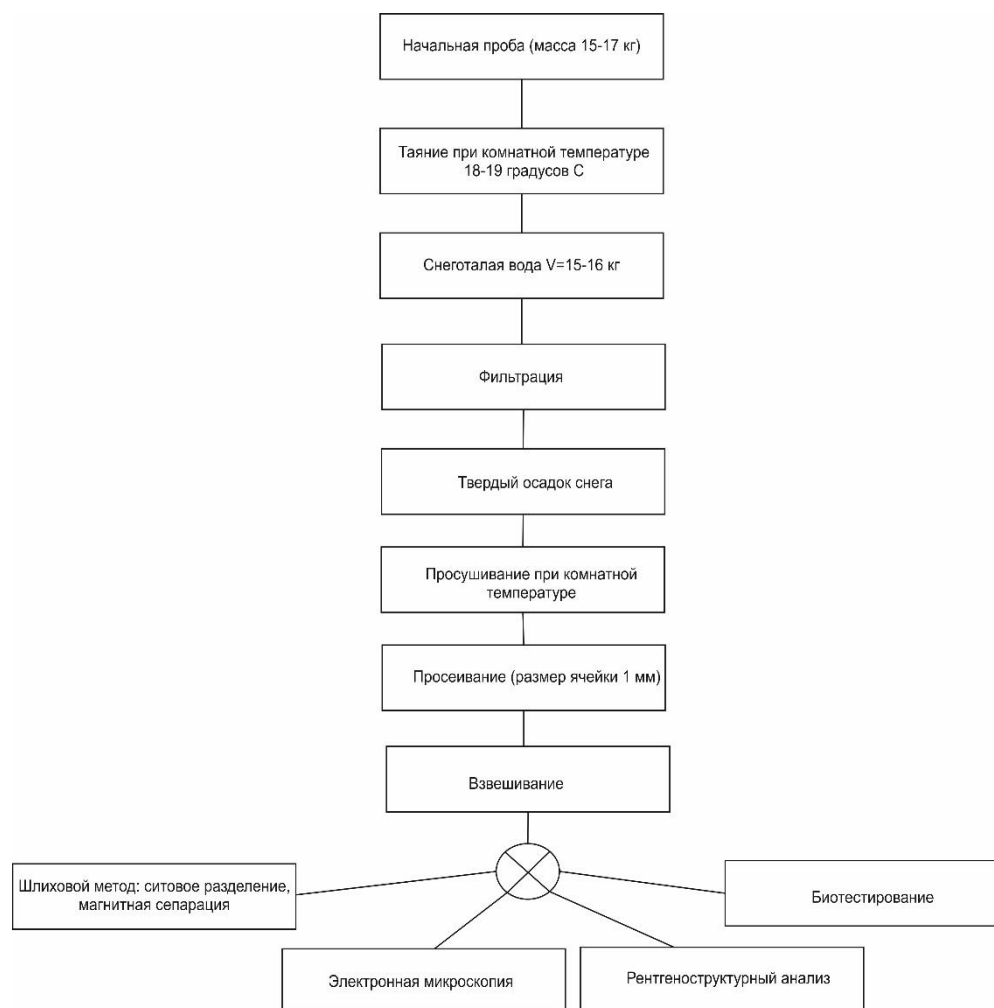


Рис. 8. Схема обработки и изучения снеговых проб

3.2 Аналитическое обеспечение исследований

Лабораторно-аналитические исследования проб твердого осадка снега проводились с применением комплекса современных методов анализа в лабораториях Международного инновационного научно-образовательного центра «Урановая геология» на базе кафедры геоэкологии и геохимии Института природных ресурсов Национального исследовательского Томского политехнического университета.

Лаборатория исследования состава компонентов природной среды кафедры геоэкологии и геохимии Томского политехнического университета, г. Томск.

1. Визуальный метод. Исследование вещественного состава проб пылевых аэрозолей проводилось с использованием бинокулярного

стереоскопического микроскопа марки Leica ZN 4D. Вес просеянной пробы (фракция ≤ 1 мм). Всего изучено 181 проба твёрдого осадка.

Анализ производился в два этапа.

1-й этап. Определение вещественного состава валовой пробы с последующим установлением процентного соотношения всех минеральных и неминеральных фаз методом сравнения с эталонными палетками согласно запатентованным разработкам (рис.9) [42].



Рис. 9. Исследование вещественного состава проб твёрдого осадка снега на бинокулярном стереоскопическом микроскопе марки Leica ZN 4D

2-й этап. Фракционирование проб и диагностика частиц в отдельных фракциях. При фракционировании проб была получена магнитная фракция, определен ее состав. Для этого был использован многополюсный магнит системы А.Я. Сочнева. Металлические микросферы способны намагничиваться в магнитном поле – это объясняется их ферромагнитными свойствами. Извлечение минералов, обладающих этими свойствами, позволило разделить пробу на две фракции – магнитную и немагнитную. Извлекаются они из пробы с помощью обычного постоянного магнита. Наиболее удобным и совершенным магнитом является многополюсный магнит системы А.Я. Сочнева. Общий навесок пробы составил 500 мг. Процесс магнитной сепарации происходил следующим образом: твердый осадок снега равномерно распределили на поверхности кальки. Многополюсный магнит системы А.Я. Сочнева был тоже непосредственно обернут калькой. Далее над равномерным слоем пыли проводили магнитом на расстоянии 5 мм. Минералы, обладающие сильными магнитными свойствами, осели на поверхности магнита, что

позволило нам выделить их из общей массы и провести дальнейшие их исследование под бинокулярным и электронным микроскопами.

Для разделения (классификации) частиц твердого осадка снега по размерам использовались сита с размерами: 0,5 мм; 0,25 мм; 0,125 мм; 0,04 мм. Было изучено 13 проб снега.

2. Электронная сканирующая микроскопия. Для определения элементного состава и морфологических особенностей (размер, форма) минеральных и неминеральных частиц проводили анализ на электронном сканирующем микроскопе Hitachi S-3400N с ЭДС Bruker XFlash 4010 (консультант – ассистент кафедры ГЭГХ ТПУ С.С. Ильенок и А.П. Зайченко).

Частицы пылевых аэрозолей были нанесены на углеродную ленту с площадью поверхности 25 мм², для проводимости сверху было проведено напыление тонкого слоя углерода, при 20 кВ ускоряющего напряжения, время накопления 30 с и 10 мм рабочее расстояние. Элементный состав отдельных частиц определяли с помощью программного обеспечения EDAX Esprit. Эта программа основана на полуколичественном анализе с относительной точностью 5-15% в зависимости от выявленного элемента. Поверхность образца был разделен на шесть полей зрения и рассмотрены в режиме отраженных электронов при увеличении $\times 500$. Для анализа было выбрано 19 отдельных частиц. Каждая проанализированная частица характеризуется своими размерами, морфологией и химическим составом. На основании химического состава частицы были распределены по двум различным группам (минеральные и неминеральные фазы). Минеральная фаза оценивалась путем сравнения концентрации элементов идентифицированных частиц, с помощью рентгеновского микроанализа, с концентрацией элемента известных минералов, полученных из минеральной базы данных (рис.10) [76,77]. Таким образом была изучена одна проба, отобранная в окрестностях ТЭЦ-5 на расстоянии 750 м на северо-восток от трубы. Затем из этой пробы была выделена магнитная фракция и изучено 6 характерных частиц.



а)



б)

Рис. 10. Исследование твердого осадка снега на электронном сканирующем микроскопе (а), исследуемая проба в виде шашки(б)

3. Рентгеноструктурный анализ на порошковом дифрактометре Bruker D2 PHASER (консультант – аспирант кафедры ГЭГХ ТПУ Усольцев Д.).

Минералогический состав пылевых аэрозолей определяли с помощью дифракции рентгеновских лучей проводили на порошковом дифрактометре Bruker D2 PHASER Cu-K α излучением (30 кВ and 10 мА). Образец был помещен в кювету, а затем на пластиковый держатель для анализа РФА. Рентгенограммы были записаны в течение 2θ интервале 3-70 °, при скорости 3° (2θ)/мин., а расстояние выборки составила 0.02° (2θ).

Полуколичественный минералогический анализ рентгеновских дифрактограмм одного образца был проведен с использованием программного обеспечения Diffrac.Eva.V3.2, на основе калибровочных кривых, полученных из различных стандартных образцов с известной минеральной композицией. Кристаллическая фаза была определена на основе пропорции отраженных интенсивностей рентгеновского излучения, в то время как аморфные (некристаллической) фаза определялась пропорцией разностью общей фазы в кристаллических концентрациях. Всего было изучено 5 проб снега (рис.11).

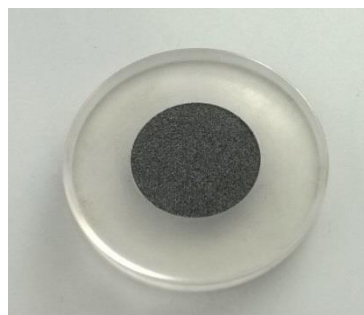


Рис.11. Дифрактометр Bruker D2 PHASER и кювета с пробой твердого осадка снега

Таблица 2 - Методы исследования проб твердого осадка снега из окрестностей ТЭЦ-5 г. Омска

Год	Метод исследования	Количество проб
2013	Шлиховой анализ	173
2014	Шлиховой анализ	13
2014	Ситовое разделение	6
2014	Магнитная сепарация	13
2014	Электронная сканирующая микроскопия	1 (25 частиц)
2014	Рентгеноструктурный анализ	5

3.3 Методика обработки данных

Масса твердого осадка снега служила основой для определения пылевой нагрузки P_n в $\text{мг}/\text{м}^2 \cdot \text{сут}$, т.е. количества твердых выпадений за единицу времени на единицу площади [62].

Расчет проводился по формуле:

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

где: P – масса пыли в пробе (мг); S – площадь шурфа (м^2); t – время от начала снегостава до отбора проб снега (количество суток).

В практике эколого-геохимических исследований используется следующая градация загрязнения исследуемой территории по величине среднесуточной пылевой нагрузки [62] с выделением степеней загрязнения:

- менее 250 мг/м²*сут – низкая степень загрязнения; неопасный уровень заболеваемости.
- 251-450– средняя степень загрязнения; умеренно опасный уровень заболеваемости.
- 451-850– высокая степень загрязнения; опасный уровень заболеваемости.
- более 850– очень высокая степень загрязнения; чрезвычайно опасный уровень заболеваемости.

Для определения и оценки степени токсического (мутагенного) эффекта твердого осадка снега было проведено биотестирование наиболее оптимальным тест-объектом считается дрозофила *Drosophila melanogaster*.

Обработка аналитических данных, полученных по результатам биотестирования, проводилась с использованием прикладных программ «Excel» и «Statistica 6.0». Построение карт-схем и других графических способов представления информации проводили с помощью программ Surfer 11 (метод Natural Neighbor), Arcgis 10 и CorelDraw X7.

4. Анализ вещественного состава пылевых аэрозольных частиц, аккумулярованных в снежном покрове в окрестностях ТЭЦ-5 г. Омска

4.1 Уровень пылевой нагрузки на снеговой покров в окрестностях ТЭЦ-5 г. Омска

По результатам [37,59] площадной снегогеохимической съемки на территории г. Омска в 2013 г. было определено пространственное распределение пылевой нагрузки, что позволило выявить районы города со средней степенью загрязнения соответствующие положению ТЭЦ-5 и Октябрьского промышленного узла (предприятия по производству технического углерода (сажи), автомобильных шин, моторостроения, ракетостроения и приборостроения). Было установлено, что величина фоновой среднесуточной пылевой нагрузки составляет $3,1 \text{ мг}/(\text{м}^2 \cdot \text{сут})$, что ниже величины фона $10 \text{ мг}/(\text{м}^2 \cdot \text{сут})$ (для средней полосы России) [62].

Основной вклад в высокие показатели пылевой нагрузки на территорию Центрального округа приносят выбросы ТЭЦ-5, работающая на Экибастузском угле. Проведенные нами исследования в 2013 выявили закономерность, что по мере удаления от ТЭЦ-5 величины пылевой нагрузки уменьшается: 400 м – $358 \text{ мг}/(\text{м}^2 \cdot \text{сут})$, 1,3 км – $323 \text{ мг}/(\text{м}^2 \cdot \text{сут})$, 2,3 км – $178 \text{ мг}/(\text{м}^2 \cdot \text{сут})$, 3,4 км – $156 \text{ мг}/(\text{м}^2 \cdot \text{сут})$ (рис. 5).

Результаты расчета пылевой нагрузки в 2014 году показали, во всех точках опробования пылевая нагрузка соответствует низкой степени загрязнения (табл.3) [62]. Результаты показали, что наибольшее значение пылевой нагрузки приходится на восточную часть от ТЭЦ-5 на расстоянии 3,5 км. Здесь превышение фонового значения ($3,1 \text{ мг}/\text{м}^2 \cdot \text{сут.}$) составляет 62 раза. В остальных точках наблюдения превышение фона изменяется от 11 до 36 раз. С другой стороны, величина пылевой нагрузки в изучаемом районе находится на уровне среднегородского значения ($132 \text{ мг}/\text{м}^2 \cdot \text{сут.}$), которое было определено нами по итогам снегогеохимической съемки в 2013 г. Только на расстоянии от труб 3,5 на восток и 3 км на северо-восток величина пылевой нагрузки превышает среднее значение городу в 2 раза [37,59].

Таблица 3 - Величина пылевой нагрузки на снеговой покров в окрестностях ТЭЦ-5 г. Омска, 2014 г.

Расстояние от трубы, км	Часть света	Пылевая нагрузка, мг/м ² сут.	Степень загрязнения [62]
0,75	Запад	53	Низкая
1,3	Запад	53	Низкая
1	Восток	141	Низкая
1,5	Восток	102	Низкая
2	Восток	98	Низкая
2,9	Восток	98	Низкая
3,5	Восток	243	Низкая
4,5	Восток	213	Низкая
6	Восток	144	Низкая
0,75	Северо-восток	41	Низкая
1,5	Северо-восток	70	Низкая
3	Северо-восток	207	Низкая
4	Северо-восток	160	Низкая

Примечание: фон – 3,1 мг/м² *сут.; среднегородское значение - 132 мг/м² *сут. [59], * - по данным [19]

Согласно климатическим данным в зимнее время в приземном слое атмосферы доминируют ветры южного и юго-западного направлений, тогда как на высотах 200 м и более будут уже преобладать ветра юго-западного и западного направлений. Рис. 12 показывает спутниковый снимок окрестностей ТЭЦ-5 от 25 марта 2010 г. подтверждает, что основные выпадения пыли в зимний период времени действительно произошли в секторе северо-восток, восток. Данный спутниковый снимок взят с сайта компании DigitalGlobe. В результате обработки снимка было получено изображение окрестностей ТЭЦ-5, на котором

все цветовые градации были переведены в тона серого цвета. Дешифровка позволила выделить ореол загрязнения от источника и провести оцифровку изменений тонов серого цвета по направлениям на восток и северо-восток [40].

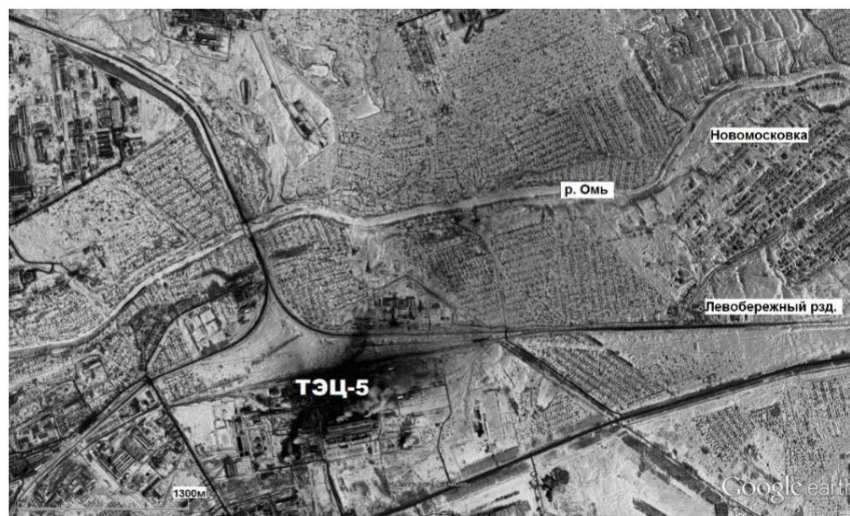


Рис. 12. Спутниковый снимок от 25 марта 2010 г. окрестностей ТЭЦ-5 г. Омска (с сайта компании DigitalGlobe)

4.2 Вещественный состав твердого осадка снега

Детальные исследования проб твердого осадка снега комплексом методов позволили выделить частицы, относящиеся к минеральной и неминеральной фазе.

В ходе выполнения работы использовалась следующая терминология:

Минеральная фаза – химические соединения с кристаллической структурой, имеющие природное происхождение (эрозия берегов рек, дальний перенос почвенных частиц) и техногенное происхождение (пыль, выбросы предприятий стройиндустрии, топливно-энергетического комплекса и др., противогололедные мероприятия).

Согласно результатам исследований, проведенных комплексом методов, минеральные фазы разделяются на две группы, в соответствии с их элементным составом и морфологией: силикатные и сульфиды.

Минеральные группы – силикаты и сульфиды - относятся к минеральной фазе, и были идентифицированы в изучаемых пробах с помощью сканирующего

электронного микроскопа. Были рассмотрены сульфиды, которые будут обозначаться как металлсодержащие минеральные фазы.

Неминеральными фаза была обозначена как комбинации различных элементов, которые не могут быть соотнесены с любым возможным минеральным эквивалентом. Углеродистое вещество, шлак, сферические частицы и металлсодержащие частицы (не могут быть отнесены и к минеральным металлсодержащим фазам тоже) относятся к неминеральным фазам.

В данной работе попытались выделить возможные специфичные минеральную и неминеральную фазы в пылевых частицах, аккумулированных в снеговом покрове, в окрестностях ТЭЦ-5 г. Омска.

Минеральная фаза

По результатам бинокулярной микроскопии обнаруженные частицы, согласно вышеприведенной классификации, относятся к первой группе (табл.4).

Таблица 4 – Вещественный состав проб твердого осадка снега в окрестностях ТЭЦ-5 г. Омска по данным бинокулярного микроскопа в 2014 гг.

Тип частиц	Часть света и расстояние от трубы														2013	Фон
	З: 0,75 км	З: 1,3 км	В: 6 км	В: 4,5 км	В: 3,5 км	В: 2,9 км	В: 2 км	В: 1,5 км	В: 1 км	СВ: 4 км	СВ: 3 км	СВ: 1,5 км	СВ: 750 м	Фон		
<i>Минеральные частицы</i>	41	51	35	25	15	28	26	30	10	4	30	30	20	51	25	75
Кварц прозрачный	3	-	10	-	5	-	-	5	-	3	10	10	-	5	5	5
Кварц желтый	2	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	5
Слюды	3	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	3	-
Карбонаты	30	40	25	25	10	25	20	25	10	5	20	20	20	5	10	5
Спрессованный материал	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	36	-	35
<i>Растительные частицы</i>	3	3	-	-	-	3	3	-	-	1	-	-	-	30	3	25
<i>Техногенные частицы</i>	55	50	70	75	80	75	70	71	93	81	70	65	80	19	65	21
Al-Si микросферулы	5	-	10	10	5	-	5	3	-	-	5	10	10	1	5	3
Черные микросферулы	15	20	10	20	20	10	10	3	-	15	10	10	10	1	15	3

Недожженный уголь	-	30	25	20	15	25	25	40	10	20	5	20	15	-	20	5
Шлак	10	-	25	25	40	40	30	20	80	25	30	20	30	15	25	10
Частицы угольной пыли	25	-	-	-	-	-	-	-	-	20	-	-	10	1	10	-
Волокна	-	-	-	-	-	-	-	-	3	1	-	5	5	1	1	-

Примечание: 2013 г. – среднегородские значения

1. Прозрачные бесцветные частицы кварца, окатанные и не окатанные; частицы кварца желтого цвета, полупрозрачные, не окатанные. (рис.13).

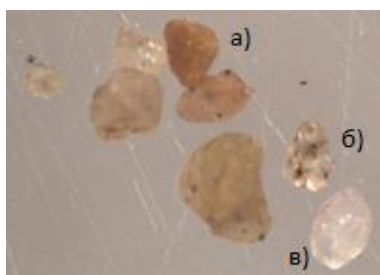


Рис. 13. Частицы кварца желтого цвета (а), прозрачные бесцветные (б), полупрозрачные (в) под бинокулярным микроскопом, увеличение 35^x

Наибольшие содержания кварца в пробах отмечены в районе аэропорта, жилых застроек, промышленном районе на севере города и Октябрьском промышленном узле (рис. 14).

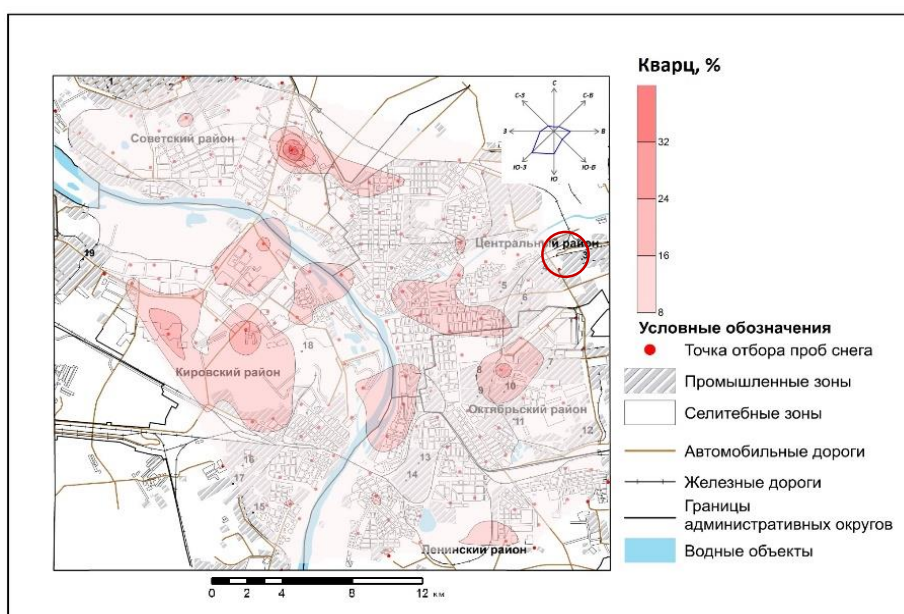


Рис. 14. Карта распределения частиц кварца в пробах твердого осадка снега на территории г. Омска по данным снеговой съемки 2013 г. (обозначение на карте: см. рис.5)

2. Полевые шпаты. Окатанные частицы молочно-белого цвета (рис.15).



Рис.15. Частицы полевого шпата (предположительно альбит) под бинокулярным микроскопом, увеличение 35^x

Частицы полевого шпата наблюдаются почти во всех пробах на территории г. Омска. Повышенные содержания отмечены на территории аэропорта, жилых застроек, Северного промышленного узла и ТЭЦ-5 (рис.16).

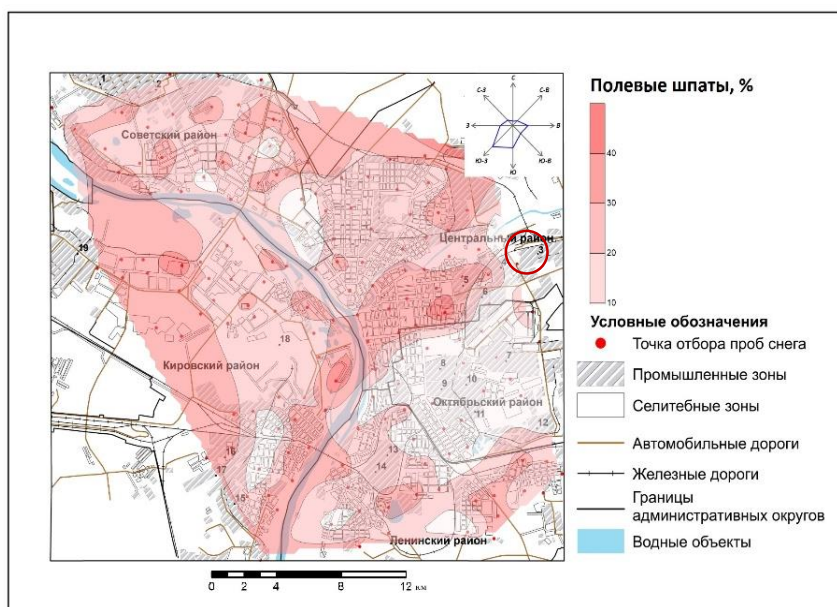


Рис. 16. Карта распределения частиц полевых шпатов в пробах твердого осадка снега на территории г. Омска по данным снеговой съемки 2013 г. (обозначение на карте: см. рис.5)

По данным исследований, проведенных за 2014 год, процентное содержание частиц кварца и полевых шпатов находится примерно в равном процентном соотношении. В работе [36] показано, что при термической обработке углей на предприятиях топливно-энергетического комплекса образуются минеральные частицы алюмосиликатов – кварц, карбонаты, полевые шпаты.

Металлсодержащие, возможно минеральные фазы, по результатам сканирующей электронной микроскопии представлены в пробах:

3. Частица сульфида свинца, вероятно галенит размером 4 мкм, неправильной формы (рис. 17).

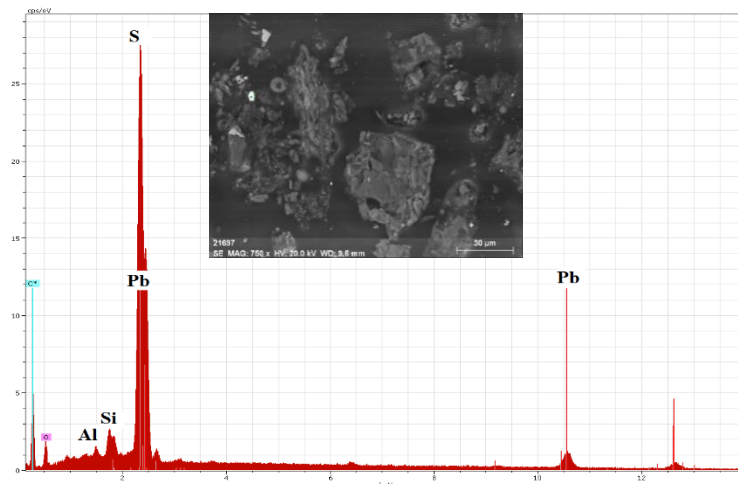


Рис. 17. Снимок и энергодисперсионный спектр сульфида свинца (вероятно галенит) по данным сканирующей электронной микроскопии

4. Сульфид серебра с алюмосиликатом размером 6,66 мкм, неправильной формы (рис.18).

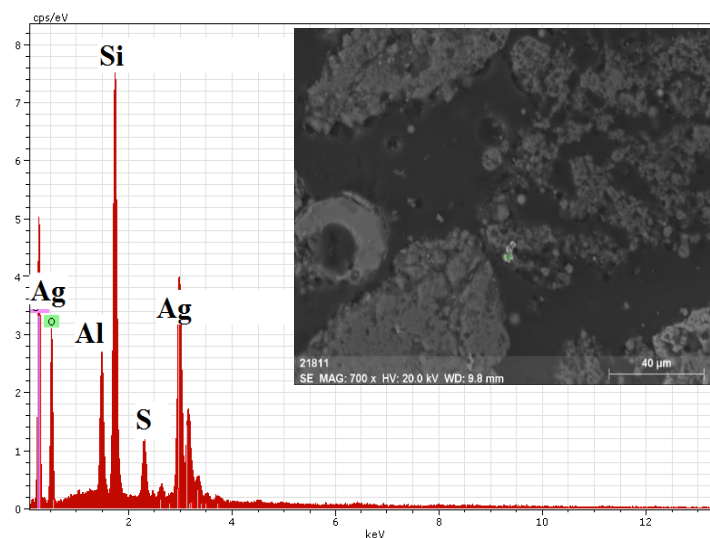


Рис.18.

Снимок и энергодисперсионный спектр сульфида серебра с алюмосиликатом по данным сканирующей электронной микроскопии

5. Сульфид цинка, вероятно сфалерит, размером 4 мкм неправильной формы (рис.19).

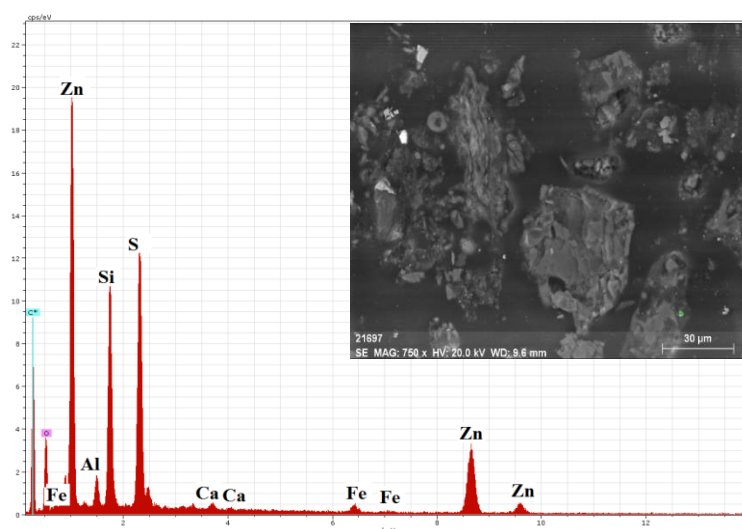


Рис.19. Снимок и энергодисперсионный спектр сульфида цинка (предположительно сфалерит) по данным сканирующей электронной микроскопии

Поступление данных фаз в окружающую среду, возможно, связано с сжиганием Экибастузского угля, в котором данные элементы находятся в виде примесей (рис.2).

6. Сульфат бария, возможно барит, размером 5,25 мкм неправильной формы (рис.20). Барий присутствует в составе золы от сжигания углей [34], за счет чего выбросы угольных тепловых электростанций обогащены барием [78].

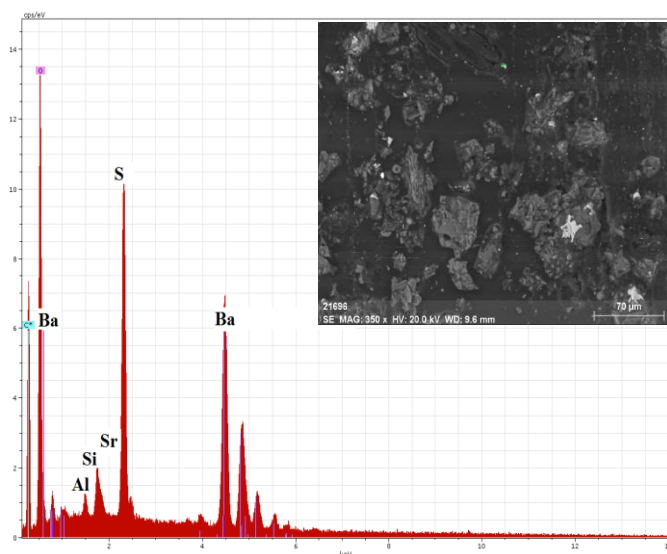


Рис.20. Снимок и энергодисперсионный спектр сульфата бария (вероятно барит) по данным сканирующей электронной микроскопии

Неминеральная фаза

1. Микросферы светло-серого и белого цветов со стеклянным блеском, размер частицы 16 мкм, состоят из алюминия и кремния с примесями железа, кальция, магния и фосфора (по данным сканирующей электронной микроскопии). Процентное содержание данных частиц в пробах за 2013 в среднем по году составило 3%. По данным за 2014 год, в пробах вблизи ТЭЦ-5 содержание алюмосиликатных микросфер составило 5%. Алюмосиликатные микросферы – техногенные частицы, возникающие в процессе высокотемпературного горения (рис. 21).

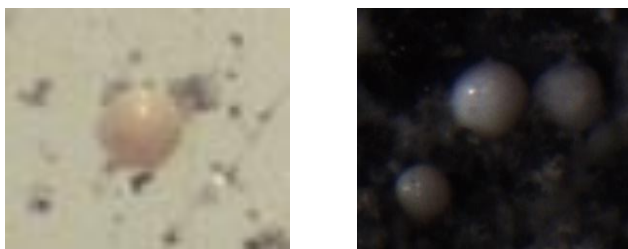
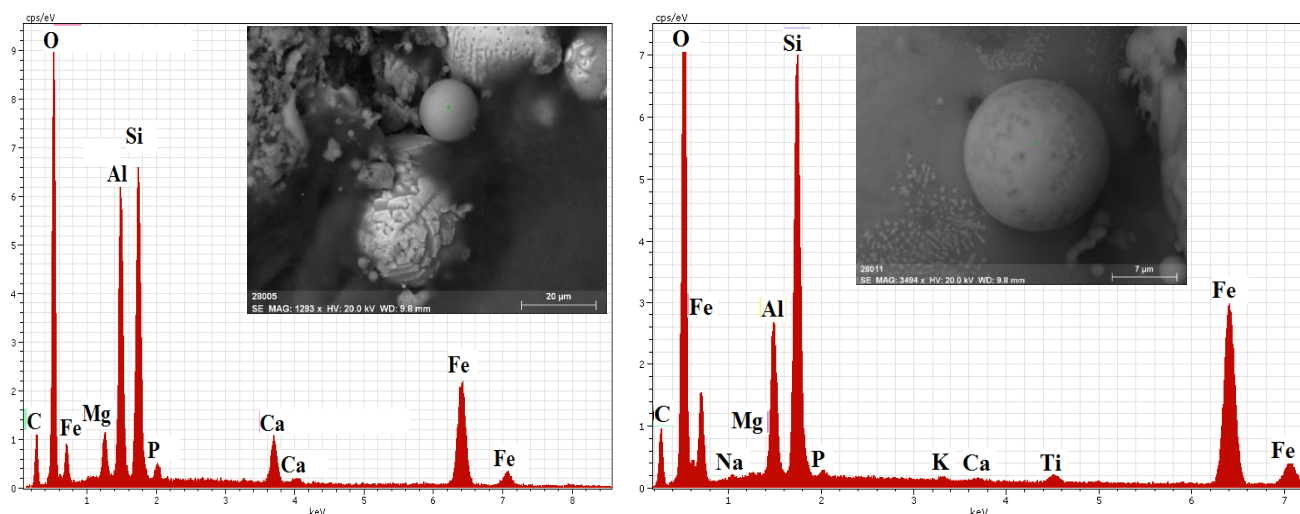


Рис.21. Алюмосиликатная микросфера под бинокулярным микроскопом, увеличение 35^x

Алюмосиликатные полые микросферы являются одним из компонентов зольных уносов тепловых электростанций, работающих на угле. Согласно



проведенным исследованием алюмосиликатные микросферы состоят из таких минералов как муллит и силлиманит. Образование алюмосиликатных микросферул происходит при высоких температурах: силикатный минеральный материал углей плавится и в газовом потоке продуктов сгорания дробится на мельчайшие капли. Газовые включения в минеральных частицах при нагреве расширяются и раздувают отдельные капли расплава. Те капли, в которых внутреннее давление газа уравнивается силами поверхностного натяжения, образуют полые шарики. В остальных происходит разрыв капель (внутреннее давление больше сил поверхностного натяжения), либо они остаются просто силикатными шариками, сплошными или пористыми (поверхностное натяжение больше внутреннего давления) [21,36]. Микросферы полые. Встречаются частицы с гладкой (а) и пористой (б) морфологией (рис.22).

а)гладкая морфология

б)пористая морфология

Рис. 22. Снимок и энергодисперсионный спектр алюмосиликатной микросферы по данным сканирующей электронной микроскопии

2. Металлические микросферы. Анализ пространственных данных за 2013 г. показал, что в пробах из Центрального и Октябрьского районов, характеризующихся средней степенью загрязнения по величине пылевой

нагрузки, фиксируется высокое содержание (20-30 %) металлических микросферул (рис.23). Пространственное высокое содержание данных фаз в пробах соответствует положению ЗАО «Омский механический завод» и ТЭЦ-5 – данные предприятия, согласно литературным данным, могут служить источниками поступления в окружающую среду (рис.24) [52].

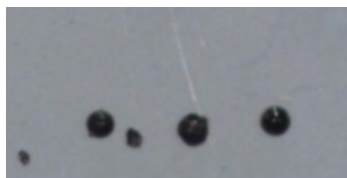


Рис. 23. Металлические микросферулы под бинокулярным микроскопом, увеличение 35^x

Металлические микросферулы отмечены почти во всех пробах, отобранных в окрестностях ТЭЦ-5 в 2014 году, в примерно одинаковом процентном содержании. По данным сканирующей электронной микроскопии морфологии частиц (сферической формы, дендритные и скелетные кристаллы в стеклообразной матрице) предполагает, что они были сформированы при плавлении стали при очень высоких температурах, с последующим быстрым охлаждением [36].

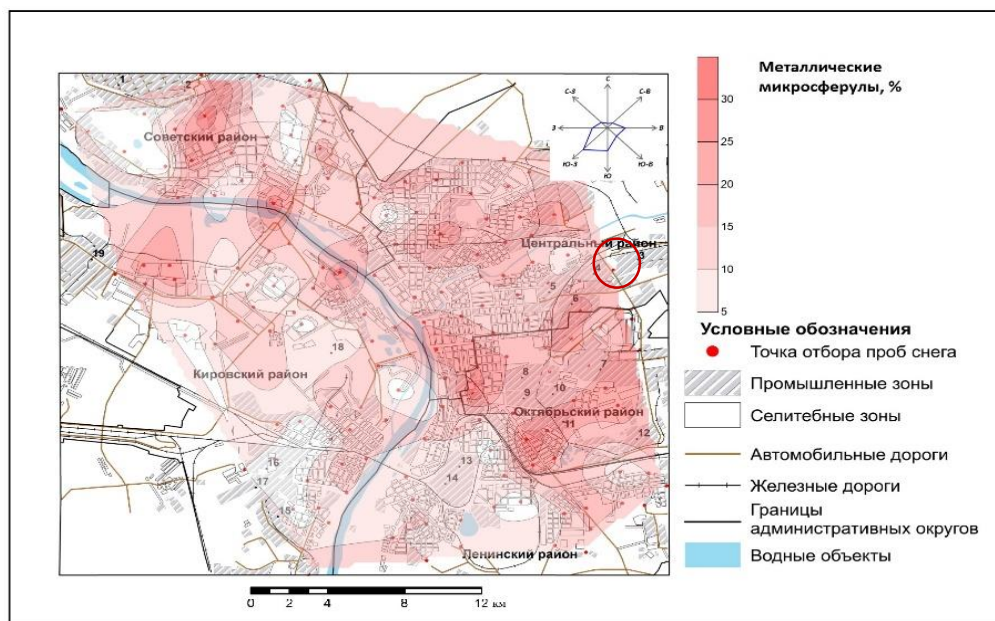


Рис. 24. Карта распределения металлических микросферул в твердом осадке снега на территории г. Омска по данным снеговой съемки 2013 г. (обозначение на карте: см. рис.5)

В данном исследовании металлические микросферулы обладают сильными магнитными свойствами. При изучении выделенной магнитной фракции под бинокулярным микроскопом показал, что магнитная фракция состоит преимущественно из этих частиц. В пробах, отобранных в 2014 году, процентное содержание металлических микросферул колеблется от 5-16 %. Наибольшее содержание металлических микросферул обнаружено в пробе, отобранной на расстоянии 750 м к западу от трубы, по мере удаления от труб процент магнитной фракции от всего объема пробы уменьшается (рис.25).

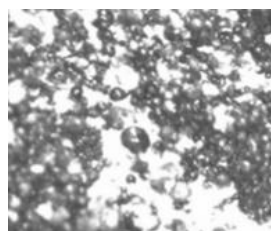


Рис.25. Общий вид выделенной магнитной фракции под бинокулярным микроскопом при увеличении 35^x

По данным сканирующей электронной микроскопии сферулы, входящие в состав магнитной фракции, представляют собой оксиды железа с примесями различных элементов, отличные по морфологии и размерам. Неровная поверхность частиц может указывать на то, что частицы подвергаются высокотемпературному антропогенному процессу (рис.26-28).

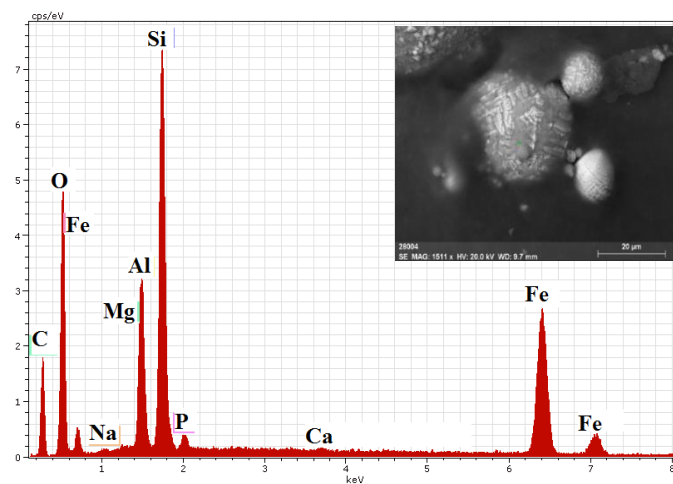


Рис.26. Снимок и энергодисперсионный спектр высокожелезистой алюмосиликатной микросферы дендритной морфологии, размером 26,6 мкм

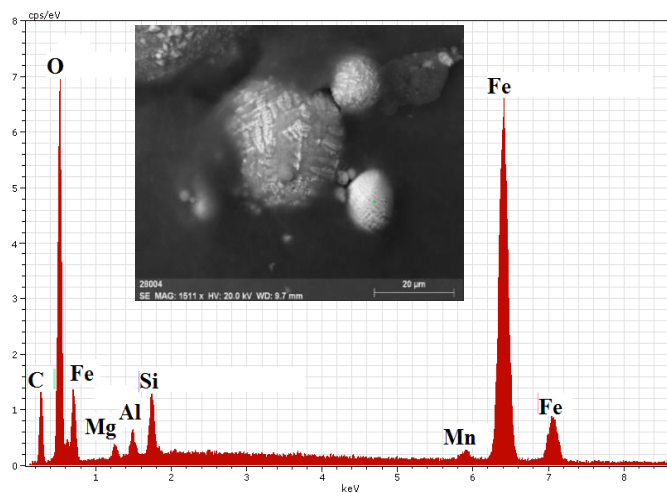


Рис.27.

Снимок и энергодисперсионный спектр высокожелезистой алюмосиликатные микросферы скелетно-дендритной морфологии, размером 10 мкм

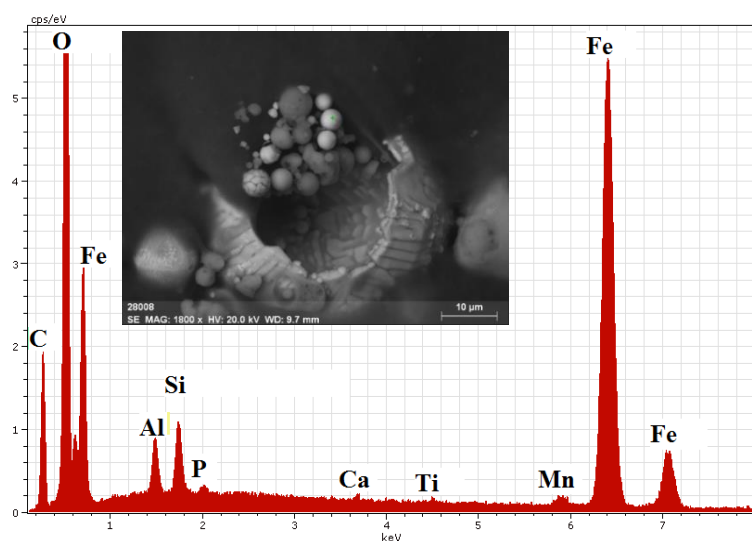


Рис.28. Снимок и энергодисперсионный спектр высокожелезистой алюмосиликатной микросферулы с гладкой поверхностью, размером 3,3 мкм

3. Согласно полученным данным металл-содержащие фазы подразделяются на два типа: интерметаллические; частицы редких и редкоземельных металлов. Металл-содержащие фазы распределены на поверхности алюмосиликатных фаз. Железо, медь, свинец, цинк, мышьяк и сурьма являются типичными элементами-примесями углей [79,80]. Радиоактивные и редкоземельные элементы, входящие в состав фазы, встречаются в виде примесей в Экибастузском угле и золе уноса (рис.2) [19,34]. На основе литературных данных вероятным источником поступления могут быть выбросы объектов угольной теплоэнергетики.

В изучаемых пробах были выявлены следующие частицы:

3.1.Интерметаллическое соединение железа и хрома неправильной формы, размер 50 мкм. Поступление данных частиц может быть связано с объектами сжигания угля, возможным дальним переносом от металлообрабатывающих производств Октябрьского района (рис.29).

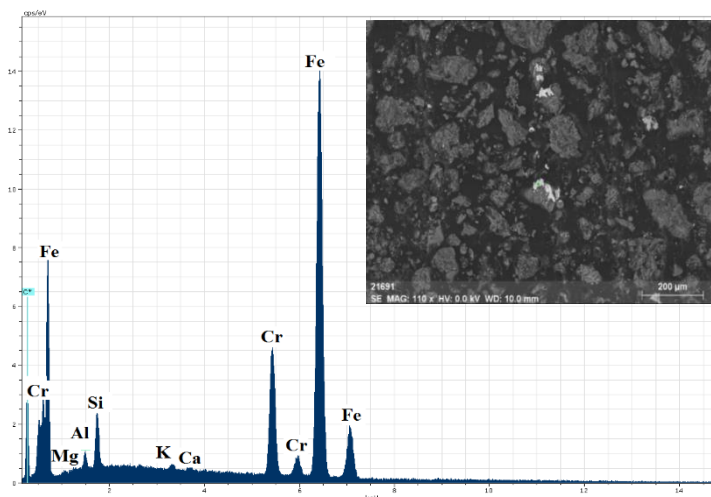


Рис.29. Снимок и энергодисперсионный спектр интерметаллического соединения железа и хрома, размер 50 мкм

3.2.Сплав серосодержащих фаз меди, цинка, серебра, мышьяка неправильной формы, размер 2,8 мкм (рис.30).

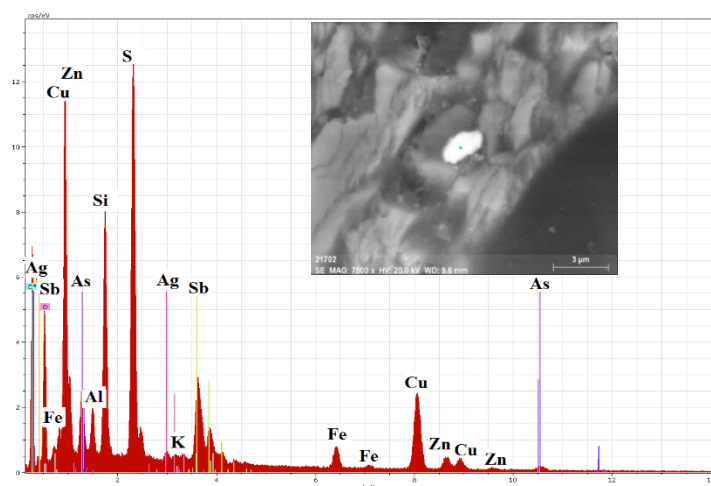
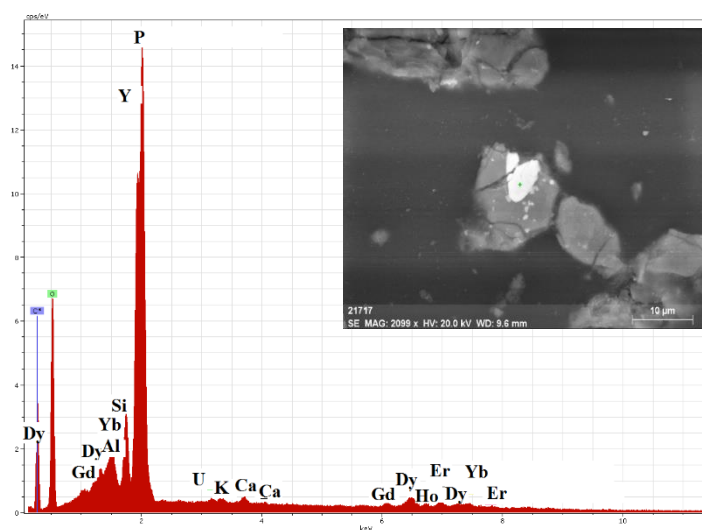


Рис.30. Снимок и энергодисперсионный спектр сплава серосодержащих фаз меди, цинка, серебра, мышьяка, размер 2,8 мкм

3.3. Фосфаты редких и редкоземельных элементов: предположительно ксенотим (фосфат Y (Gd, Dy), 4,29 мкм (а)), монацит (фосфат La (Ce, Nd), 1,5 мкм) (б) (рис.31).

а)



б)

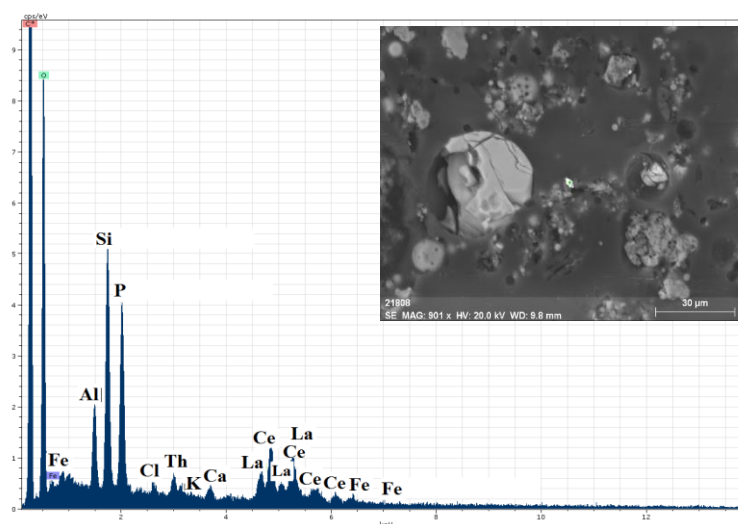


Рис.31. Снимок и энергодисперсионный спектр (а) фосфат Y (Gd, Dy), 4,29 мкм;
(б) фосфат La (Ce, Nd), 1,5 мкм

3.4. Интерметаллическое соединение меди и цинка с примесью алюминия, кремния и кальция, размером 5 мкм неправильной формы (рис.32).

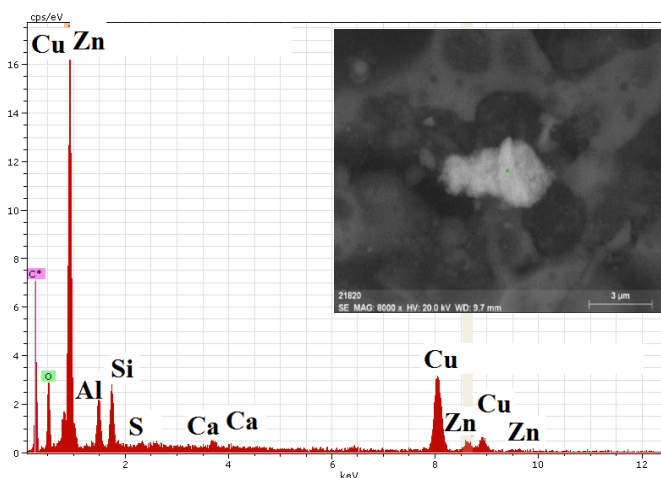


Рис.32. Снимок и энергодисперсионный спектр интерметаллического соединения меди и цинка по данным сканирующей электронной микроскопии

3.5. Интерметаллическое соединение цинка и железа, неправильной формы, 1,5 мкм (рис.33).

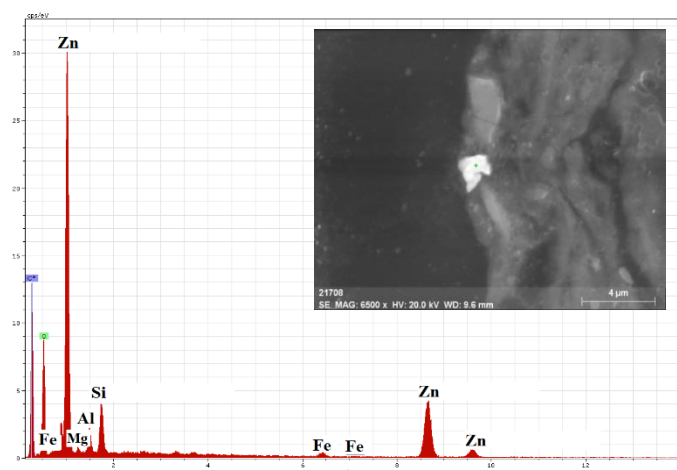


Рис. 33. Снимок и энергодисперсионный спектр интерметаллического соединения цинка и железа по данным сканирующей электронной микроскопии

3.6. Частица свинца на частицах алюмосиликатов размером 3,3 мкм, неправильная форма (рис. 34).

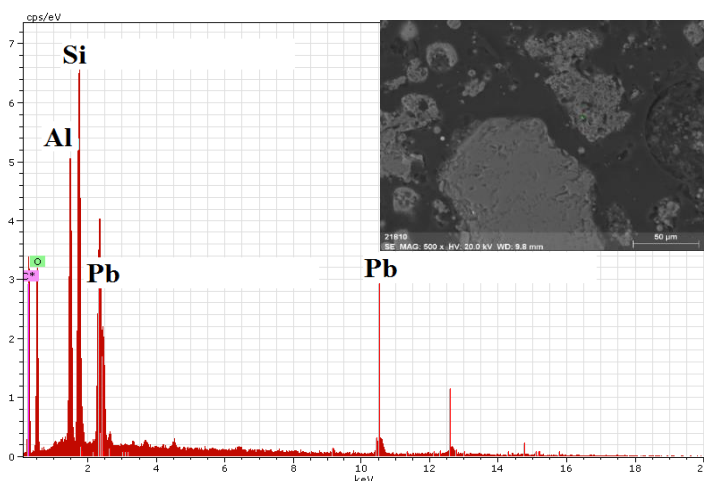


Рис. 34. Снимок и энергодисперсионный спектр свинца по данным сканирующей электронной микроскопии

4. Шлак поступает в атмосферу с выбросами котельных и электростанций, работающих на угле [52]. По итогам площадной съемки в 2013 г. ореолы с повышенным содержанием были обнаружены вблизи районов с частной застройкой, аэропорта, а также промышленным узлом, расположенном на севере города (рис.35).

По результатам исследований проб на бинокулярном микроскопе за 2014 год было установлено, что частицы шлака присутствуют почти во всех пробах, однако наибольшее значение наблюдает в пробе, отобранной с восточной стороны трубы на расстоянии 1 км.

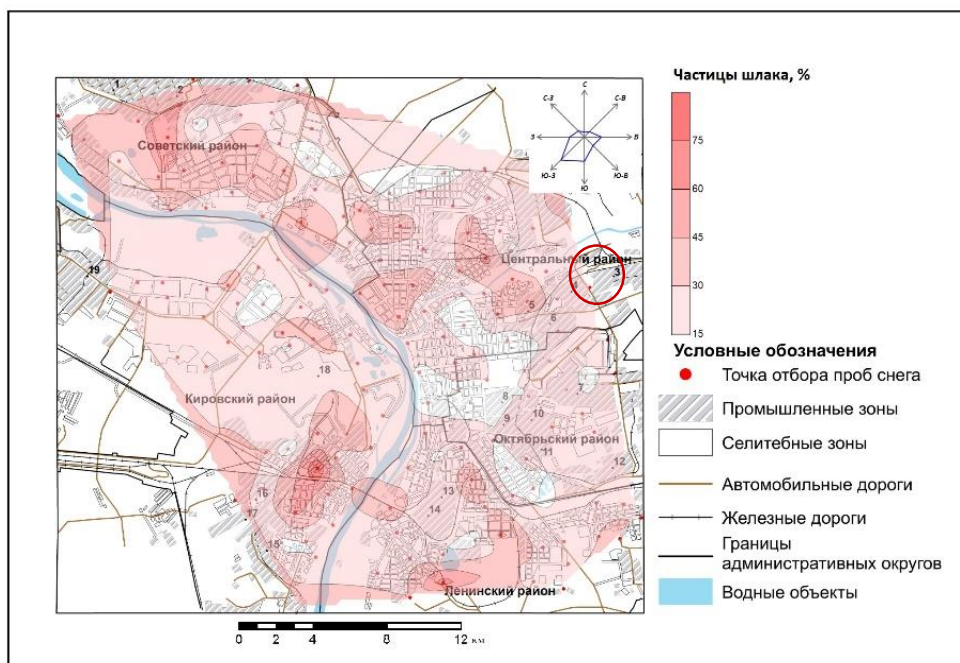


Рис. 35. Карта распределения частиц шлака в твердом осадке снега на территории г. Омска по данным снеговой съемки 2013 г. (обозначение на карте: см. рис.5)

По результатам исследований с помощью электронной микроскопии обнаружили, что частицы шлака – это сплав алюмосиликатов и железа. Данные частицы была определены в пробах в результате магнитной сепарации. (рис.36).

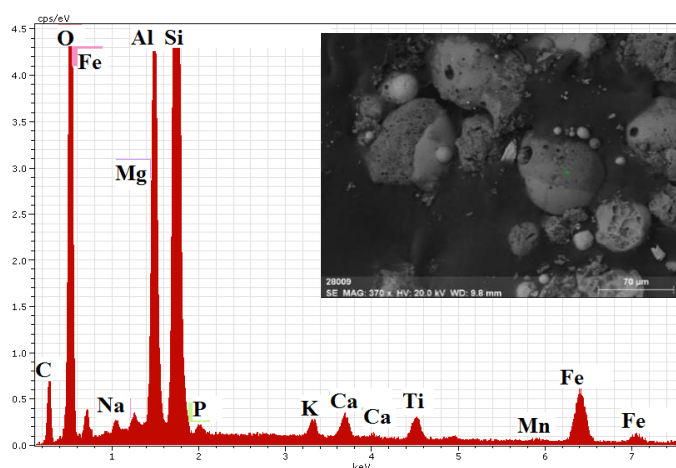


Рис. 36. Снимок и энергодисперсионный спектр частицы шлака по данным сканирующей электронной микроскопии

4. Недожженный уголь, аналогично частицам шлака, может поступать с выбросами котельных и электростанций, работающих на угле (рис.37) [52]. По итогам снеговой съемкой в 2013 г. недожженный уголь приблизительно равномерно покрывает город. Ореолы с повышенным содержанием были обнаружены вблизи районов с частной застройкой.

Частицы недожжённого угля примерно в одинаковом процентном количестве присутствуют почти во всех пробах, однако самое высокое значение отмечено в пробе, отобранной с восточной стороны трубы на расстоянии 1,5 км.

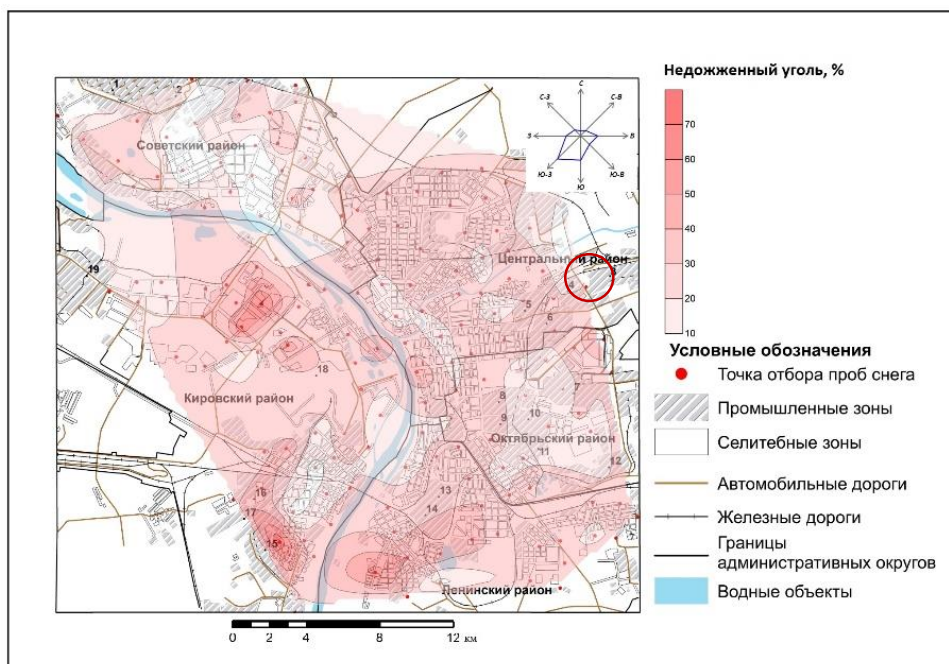


Рис.37.

Карта распределения частиц недожжённого угля в твердом осадке снега на территории г. Омска по данным снеговой съемки 2013 г. (обозначение на карте: см. рис.5)

Результаты исследования твердого осадка снега, проведенных в 2013 году, показали, что пробы преимущественно содержат неминеральную фазу – 45-85%, нежели минеральную (15-60%) (рис.38-39). Наибольшее содержание

неминеральной фазы приурочено к промышленным узлам (предприятиям) города Омска.

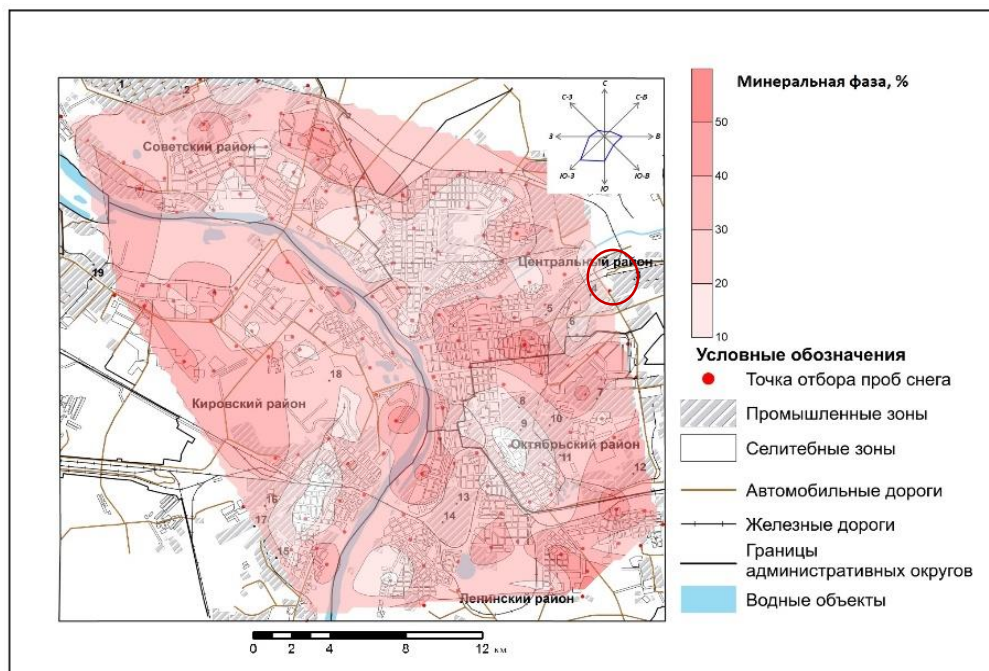


Рис. 38. Карта распределения минеральной фазы в твердом осадке снега на территории г. Омска по данным снеговой съемки 2013 г. (обозначение на карте: см. рис.5)

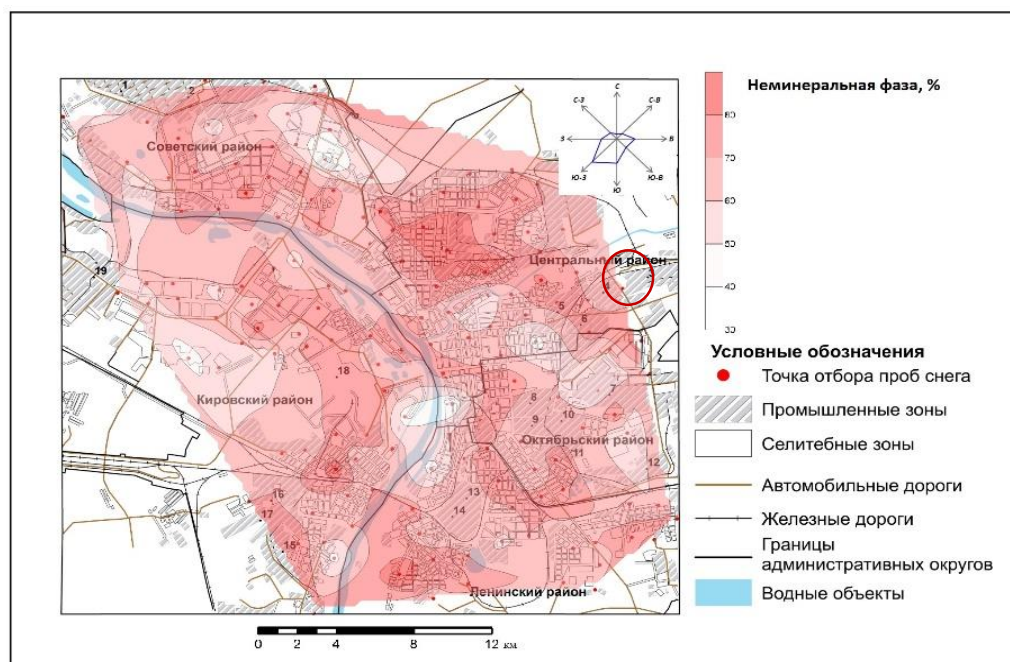
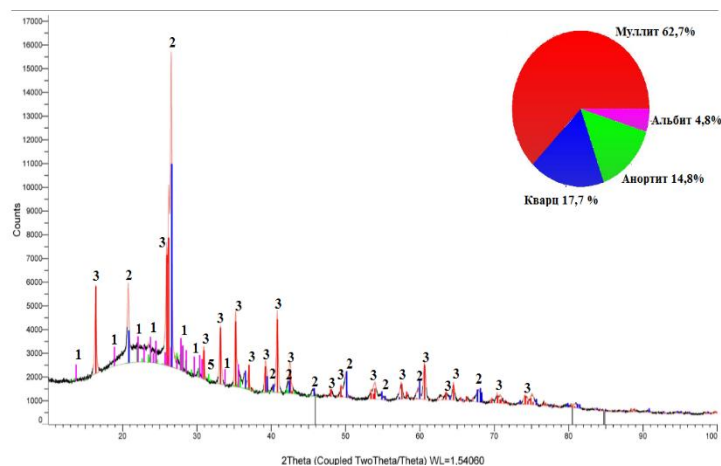


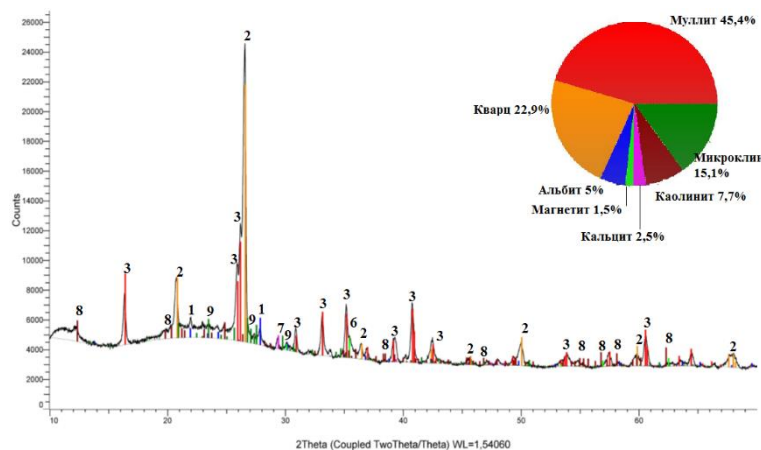
Рис. 39. Карта распределения неминеральной фазы в твердом осадке снега на территории г. Омска по данным снеговой съемки 2013 г. (обозначение на карте: см. рис.5)

По данным рентгеноструктурного анализа с последующей расшифровкой дифрактограмм с использованием ПО Diffrac.eve установлено, что пробы твердого осадка снега, отобранные в окрестностях ТЭЦ-5 г. Омска (2014 г.), представлены кристаллической (около 60%) и аморфной фазами (около 30%).

В свою очередь, кристаллическая фаза представлена альбитом (2,1-5%), кварцем (11,2-22,9%), муллитом (45,4-72%), микроклином (8,7-15,1%), также встречается магнетит (1,5%), кальцит (2,5%), каолинит (7,7%), анортит (14,8%) и мусковит (10,3%) (рис.40-42, табл.5).



а)



б)

Рис. 40. Дифрактограммы проб твердого осадка снега, отобранных на расстоянии: а -3,5 км; б – 1 км на восток

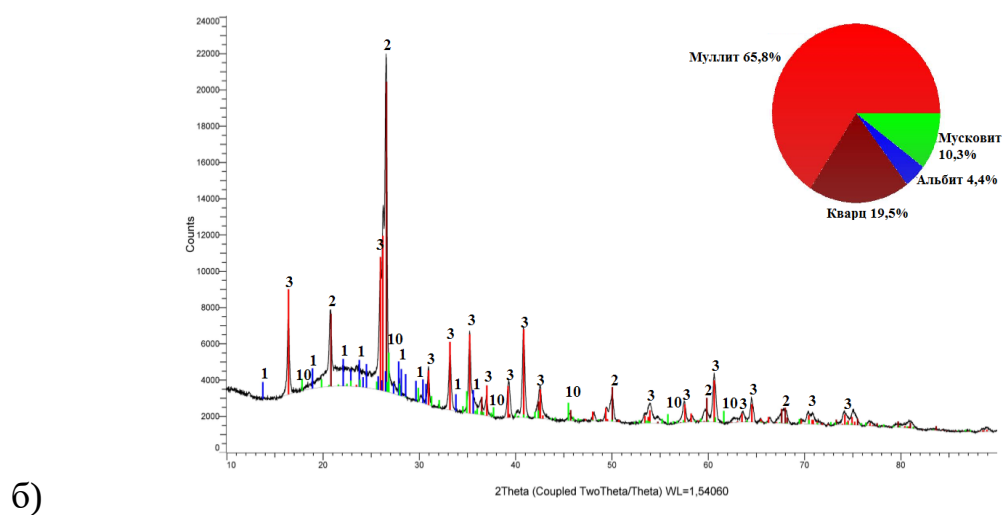
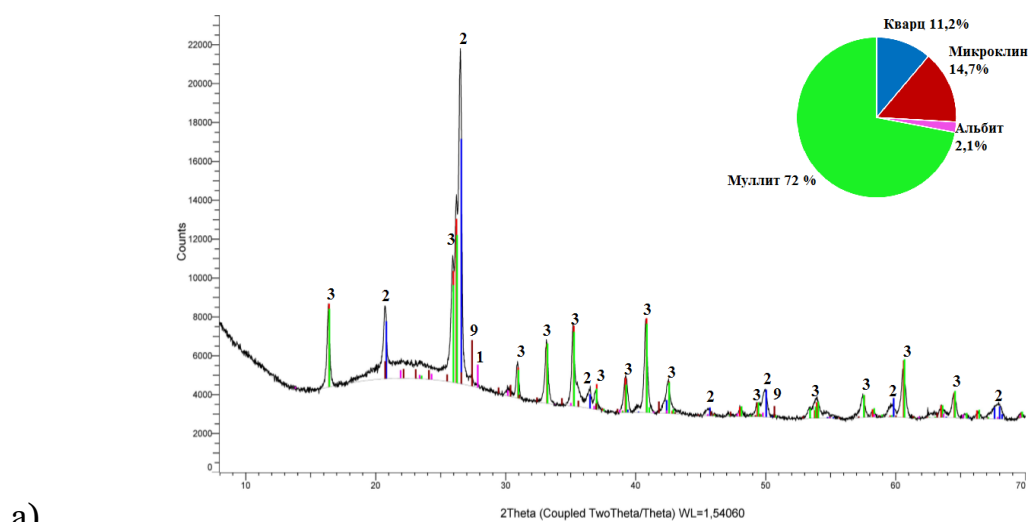


Рис. 41. Дифрактограммы проб твердого осадка снега, отобранных на расстоянии: а – 3 км; б – 1,5 км в северо-восточном направлении от ТЭЦ-5, 2014 г.

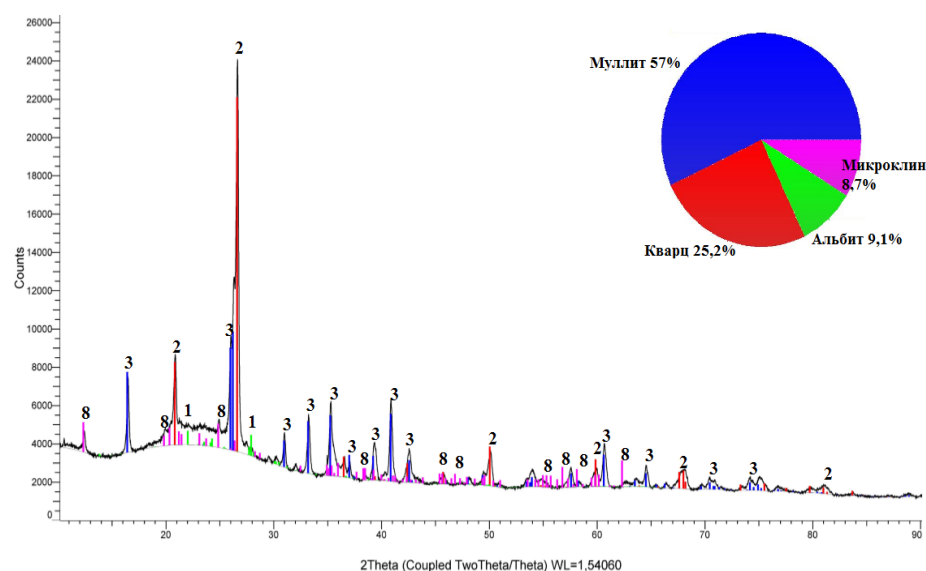


Рис. 42. Дифрактограммы проб твердого осадка снега, отобранных на расстоянии 750 м от ТЭЦ-5 в северо-восточном направлении, 2014 г.

1 – альбит, 2 – кварц, 3 – муллит, 5 – анортит, 6 – магнетит, 7 – кальцит, 8 – каолинит, 9 – микроклин, 10 – мусковит

Таблица 5 – Процентное содержание кристаллической фазы в пробах твердого осадка снега, отобранных в 2014 г. в окрестностях ТЭЦ-5 г. Омска с северо-восточной и восточной части света от трубы с указанием расстояния от трубы

Минерал	Часть света и расстояние от трубы				
	В: 1 км	В: 3,5 км	СВ: 750 м	СВ: 1,5 км	СВ: 3 км
Альбит	5	4,8	9,1	4,4	2,1
Кварц	22,9	17,7	25,2	19,5	11,2
Муллит	45,4	62,7	57	65,8	72
Анортит	-	14,8	-	-	-
Магнетит	1,5	-	-	-	-
Кальцит	2,5	-	-	-	-
Каолинит	7,7	-	-	-	-
Микроклин	15,1	-	8,7	-	14,7
Мусковит	-	-	-	10,3	-

По результатам анализа установлено, что во всех пробах встречается кристаллическая фаза альбита, кварца и муллита. Процентное содержание этих минералов уменьшается по мере удаления от труб в обоих направлениях.

Дополнительно, пробы, отобранные в 2014 году, были разделены по размеру с помощью ситового анализа. По результатам получили, что в пробах находятся частицы преимущественно 0,04 и 0,125 мм. Такой размер твердого осадка позволяет ему переноситься на более дальние расстояния от источника загрязнения - ТЭЦ-5. По мере удаления от ТЭЦ-5 в северо-восточном направлении процентное содержание частиц размером 0,04 мм уменьшается. Процентное содержание частиц размером 0,125 мм изменяется волнообразно по мере удаления от трубы: увеличиваясь до расстояния 1,5 км, уменьшаясь до 3 км, и снова увеличиваясь до 4 км. По мере удаления от ТЭЦ-5 в восточном направлении процентное содержание частиц размером 0,125 мм увеличивается, 0,04 мм – уменьшается (табл.6).

Таблица 6 - Процентное содержание частиц при ситовом разделении в пробах, отобранных в 2014 г. в окрестностях ТЭЦ-5 г. Омска с северо-восточной и восточной части света от трубы с указанием расстояния от трубы

№ пробы / Размер ячеек сита, мм	223 (1 км от ТЭЦ на В)	219 (3,5 км от ТЭЦ на В)	224 (4 км от ТЭЦ на СВ)	225 (3 км от ТЭЦ на СВ)	226 (1,5 км от ТЭЦ на СВ)	227 (750 м от ТЭЦ на СВ)
0,125	2,8	6	56	20,6	35,6	18
0,04	91,6	88	31,8	36,6	53,2	80,4

Вещественный состав частиц размером 0,125 мм представлен минеральными образованиями: кварц разнообразной окраски (прозрачный, рыжий) – 25%; полевые шпаты – 25%; и неминеральными образованиями: частицы недожжённого угля – 25%; серые округлые частицы – 25% (рис.43).



Рис.43. Общий вид пробы твердого осадка снега под бинокулярным микроскопом при увеличении 25х (размер частиц 0,125 мм)

Вещественный состав частиц размером 0,04 мм также представлен минеральными образованиями: кварц – 15%; полевые шпаты – 20%; и техногенными образованиями: частицы недожжённого угля – 20%; частицы шлака и золы – 20 %; черные микросферулы – 15%, алюмосиликатные микросферулы - 15% (рис.44).



Рис.44. Общий вид пробы под бинокулярным микроскопом при увеличении 25х (размер частиц 0,04 мм)

5. Оценка токсичности пылевых аэрозольных частиц и их влияние на здоровье населения в окрестностях ТЭЦ-5 г. Омска

Биотестирования широко применяется многими исследователями для определения и оценки степени токсического (мутагенного) эффекта загрязняющих веществ. Для изучения генетических последствий загрязнения окружающей среды наиболее оптимальным тест-объектом считается дрозофила *Drosophila melanogaster* [74, 75]. Тест-объект дрозофила используется для определения степени токсичности и твердого осадка снега [49] и почв [33]. Методика биотестирования на дрозофилах применяется для оценки мутагенных свойств фармакологических средств [71], согласно этой методике и выполняли постановку эксперимента.

В ходе эксперимента в каждый флакон контрольной и опытной группы помещали 5 самок yellow (Y) и 5 самцов singed (Sn) – итого 10 флаконов для каждой группы. В результате скрещивания самок линии yellow (y) с самцами линии singed (sn) получали гибриды поколения F₁ (самки – y⁺/+sn, самцы y⁺/Y).

Во время эксперимента зафиксировали количество самок и самцов поколения F₁, а также проявлений у них морфоз и мозаиков. Фенотипические изменения, напоминающие результат действия генных факторов, но не являющихся результатом мутации в соматических тканях и гонадах и, следовательно, не передающихся потомству, называются «морфозами». Морфозы у дрозофил проявлялись в виде отсутствия щетинок, сломанных щетинок, расположения лишних щетинок, неразвитых крыльев (смятые, скрученные) и нарушение жилкования крыльев (рис. 45).



Рис. 45. Самец мухи дрозофилы дикого типа (гибрид F1, от скрещивания ♀*y* × ♂*sn*) с деформированными (опаленными) крыльями

Оценкой степени токсичности каждой пробы являлось соотношение между количеством дрозофил и количеством дрозофил с морфозами на стадии имаго в опытной группе и в соответствующем контроле.

Наиболее быстрым и эффективным способом проверки наличия или отсутствия у исследуемого вещества мутагенных свойств при действии на соматические ткани является испытание их способности вызывать соматический мозаицизм у дрозофилы, как результат соматического кроссинговера. Это проявляется в виде мозаичных пятен на сером теле самки, т.е. с нормальными щетинками появлялись близнецовые мозаичные пятна, одно из которых будет желтого цвета с нормальными щетинками, а другое – серого цвета с извитой (опаленная) щетинкой [72,73].

Спонтанный уровень мутаций и рекомбинаций, свойственный для изучаемых линий, невысок и колеблется в пределах от 0,3 до 1,1% [71].

В процессе выполнения эксперимента было проанализировано 2 пробы: твердого осадка снега с концентрацией 0,1 % (1 мг/мл). Такая концентрация пробы наиболее оптимальна для проведения эксперимента, что было установлено опытным путем ранее для проб твёрдого осадка снега [50]. Одна проба была взята из окрестностей ТЭЦ-5 (750 метров на северо-восток от трубы) (проба №17); вторая проба была взята там, где влияние ТЭЦ-5 минимально (проба №45).

Всего было изучено 2459 дрозофилы, из них 393 – самки и 341 – самца в контроле, 993 самки и 732 самца в опыте (табл.7).

Таблица 7 - Результаты эксперимента проб твердого осадка снега на *Drosophila melanogaster*

№ пробы/группа	Кол-во самцов	Морфозы
----------------	---------------	---------

	Кол- во самок		Помятые крылья		Закрученные щетинки	
			Самки	Самцы	Самки	Самцы
17 /опыт	485	361	6	3	47	114
17 / контроль	145	117	-	-	15	60
45 / опыт	508	371	3	6	53	121
45 / контроль	248	224	3	1	7	69

На основе данных по количеству самцов и самок в пробах были подсчитаны критерия соответствия χ^2 , а также их уровни значимости. Отметим, что высоко значимые и статистически значимые различия характеризуют биологическое влияние изучаемых проб, тогда как слабо значимые и незначимые различия – отсутствие влияния проб. Различия между значениями α (χ^2_m) и α ($U_{набл}$) связаны с особенностями статистических методов.

По результатам исследований, влияние пробы из окрестностей ТЭЦ-5 на соотношение полов характеризуется как незначимое. В то же время влияние на соотношение полов пробы, отобранной за пределами влияния ТЭЦ-5, характеризуется как значимое (табл.8).

Таблица 8 - Распределения величин уровня значимости для параметра «соотношение полов»

Номер пробы	Контроль		Опыт		α (χ^2_m)	α ($U_{набл}$)
	самки	самцы	самки	самцы		
17	145	117	485	361	1,3	0,25
45	248	224	508	371	9,6	0,002

Примечание: Уровни значимости: < 0,005 – высоко значимый, 0,005-0,05 – статистически значимый, 0,05-0,1 – слабо значимый, > 0,1 – незначимый

По результатам исследований влияние проб из окрестностей ТЭЦ-5 и за её пределами оказали незначимое воздействие на наличие морфоз (табл.9).

Таблица 9 - Распределения величин уровня значимости для параметра «наличие морфоз»

Номер пробы	Контроль		Опыт		$\alpha (\chi^2_m)$	$\alpha (U_{мнabl})$
	самки	самцы	самки	самцы		
17	0	0	6	3	0,09	0,7
45	1	1	3	6	0,32	0,6

Примечание: Уровни значимости: < 0,005 – высоко значимый, 0,005-0,05 – статистически значимый, 0,05-0,1 – слабо значимый, > 0,1 – незначимый

По результатам исследований влияние проб из окрестностей ТЭЦ-5 и за её пределами оказали высоко значимое воздействие на наличие мозаик (табл.10).

Таблица 10 - Распределения величин уровня значимости для параметра «наличие мозаик»

Номер пробы	Контроль		Опыт		$\alpha (\chi^2_m)$	$\alpha (U_{мнabl})$
	самки	самцы	самки	самцы		
17	15	60	47	114	38,1	0,0000001
45	7	69	53	121	8,9	0,003

Примечание: Уровни значимости: < 0,005 – высоко значимый, 0,005-0,05 – статистически значимый, 0,05-0,1 – слабо значимый, > 0,1 – незначимый

Установлена взаимосвязь геохимических данных и результатов биотестирования на дрозофилах *Drosophila melanogaster* (табл.). Изученные пробы твердого осадка снега оказывают биологическое воздействие на тест-объект. Наибольшее терратогенное воздействие оказала проба, отобранная на территории г. Омска на максимальном удалении от ТЭЦ-5 (табл.11).

Таблица 11 - Оценка результатов исследования твердого осадка снега в окрестностях ТЭЦ-5 г. Омска, с помощью биотестирования на дрозофилах *Drosophila melanogaster* по данным геохимических показателей

Проба	Геохимический ряд	<i>Drosophila melanogaster</i>
750 м на запад от ТЭЦ-5	Ba _{3,43} -Eu _{2,64} -Tb _{2,42} -Sr _{2,41} -Nd _{2,32} -Hf _{2,14} -Lu _{2,11} -Yb _{1,96} -Sc _{1,89} -Sm _{1,87} -Ce _{1,84} -Ta _{1,82} -La _{1,79} -Br _{1,65} -Th _{1,63} -Ca _{1,56} -Zn _{1,40} -U _{1,07} -Ag _{1,00} -Na _{0,93} -Fe _{0,87} -Co _{0,66} -Rb _{0,62} -Cs _{0,52} -Cr _{0,40} -Sb _{0,32} -As _{0,30} -Au _{0,03}	Оказывает биологическое воздействия по параметру: распределение мозаик
Территория г. Омска (18 км от ТЭЦ-5, Кировский район)	Sb _{5,63} -Ba _{4,15} -Zn _{2,88} -Eu _{2,65} -Sr _{2,46} -La _{2,26} -Tb _{2,18} -Nd _{2,05} -Sm _{1,81} -Yb _{1,80} -Lu _{1,78} -Hf _{1,78} -Sc _{1,73} -Br _{1,70} -Ce _{1,69} -Hg _{1,66} -Th _{1,55} -Ta _{1,52} -U _{1,41} -Ca _{1,15} -Cr _{1,05} -Na _{1,02} -Ag _{1,00} -Fe _{0,92} -Co _{0,74} -Rb _{0,68} -Cs _{0,32} -Au _{0,12} -As _{0,08}	Оказывает биологическое воздействия по параметру: соотношение полов и распределение мозаик

Степень влияния каждого элемента зависит от уровня накопления элементов в пробах, так и от форм их нахождения, а также от возможностей увеличения или уменьшения токсического воздействия одного элемента в присутствие другого. По данным (Андреева и др., 1990), кроме прямого токсического действия для многих элементов характерны отдаленные эффекты, которые затрагивают основополагающие функции живых организмов [49].

Вещественный состав пылевых аэрозольных частиц преимущественно представлен неминеральной фазы - частицами недожженного угля, шлака, металлических и алюмосиликатных микросферул. Возможно, что неминеральная фаза может вызвать биологическое воздействие. Для того, чтобы установить оказывает ли неминеральная фаза биологическое воздействие, необходимо провести изучение отдельных частиц с помощью биотестирования на *Drosophila melanogaster*.

Влияние пылевых аэрозольных частиц на здоровье человека

Большинство подразделов дыхательного тракта заметно различается по структуре, размеру, функции и реакции относительно осажденных частиц. Они также обладают различными механизмами и скоростью удаления частиц.

Полное определение эффективной тканевой дозы от ингалированных аэрозолей зависит от:

1. Области осаждения
2. Времени удержания на участке осаждения и времени пребывания на путях удаления
3. Физических и химических свойств частиц и их биологических эффектов.

Частицы оседают в разных участках дыхательного тракта по различным физическим причинам. Эффективность осаждения в каждом участке зависит от аэродинамических свойств частиц, анатомии дыхательных путей и от геометрических и временных характеристик потока в воздушных путях. Размеры частиц, как правило, определяющий параметр [27].

Осаждение в верхних дыхательных путях

Некоторая доля ингалированных частиц осаждается в воздушных путях между точкой входа губ и гортанью. Эта доля может сильно изменяться в зависимости от пути поступления, размера частиц, скорости потока. В большинстве случаев нос является более эффективным фильтром, нежели рот, особенно при низких и средних скоростях потока воздуха. У людей, которые дышат ртом, в легкие поступает больше частиц, чем у тех, кто все время дышит носом. Внутри носовых дыхательных путей очень большое осаждение происходит до участков ноздрей, покрытых волосами, и там частицы удерживаются до тех пор, пока не удаляются механически.

Эффективность осаждения аэрозолей в верхних дыхательных путях во время выдоха через нос оказалась такой же, как при вдыхании, при $V=7,5$ л/мин. При 15 и 30 л/мин эффективность осаждения частиц размером 1-3 мкм при выдыхании оказалась приблизительно на 25 % больше, чем при вдыхании. Однако при 60 л/мин эффективность во время выдоха была примерно на 7% меньше. Следует отметить, что поскольку эффективность осаждения при вдыхании и выдыхании соизмерима, абсолютное количество, осажденное при выдохе, будет меньше, так как концентрация частиц убывает по мере продвижения по дыхательным путям [27].

Осаждение в трахеобронхиальной области

Главная причина более высокого накопления частиц в этих воздушных путях заключается в том, что они обладают большей эффективностью осаждения.

На участках, где концентрируются большие доли осаждения, эпителиальные клетки получают дозу от канцерогенов, содержащихся в частицах, намного превышающую среднее значение. Локализация осевших частиц внутри долевых бронхов в полой бронхиальной модели очень похожа на расположение мест возникновения первичного рака бронхов этих участков дыхательных путей. в распределении залегания нет математического изменения в зависимости от размера частиц в диапазоне 1,7-12,2 мкм. Поэтому, несмотря на то, что с ростом размера частиц возрастает количество вещества, отлагающегося в долевого бронхе, это не приводит к значительным отличиям в общем количестве по отдельным бронхам.

В среднем, из каждых 10 случаев первичного рака легких только один возникает в главных бронхах, 6 – в долевого и сегментарных бронхах, 3 – в сферических бронхах, следующими за сегментарными.

Таким образом, первичные места бронхогенного рака имеют картину распределения, похожую на распределение мест с самой высокой плотностью осаждения частиц в трахеобронхиальном дереве [27].

Осаждение в альвеолярной зоне

При дыхании ртом максимум осаждения в альвеолах получается для частиц размером около 3 мкм, причем в альвеолярной зоне осаждается примерно половины таких частиц, при дыхании через нос более размытый максимум в 25 % достигается при размере частиц 2,5 мкм. Осаждение в альвеолах при дыхании через нос можно считать примерно постоянным: около 20 % для области размеров частиц от 0,1 до 4 мкм [27].

По результатам проведенных исследований размер пылевых аэрозольных частицах в изучаемых нами пробах колеблется от 1,5 до 50 мкм. Это значит, что

частицы могут свободно аккумулировать в дыхательных путях человека, а затем удаляться, а также оседать в трахеобронхиальной области и альвеолярной зоне.

6. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

6.1 Техничко-экономическое обоснование продолжительности и объема работ

Цель данной бакалаврской выпускной квалификационной работы заключается в определении специфичных минеральных частиц и техногенных образований в пылевых аэрозолях, осевших на снеговой покров в зоне предполагаемого влияния ТЭЦ-5 г. Омска. Для этого были отобраны пробы в двух направлениях, согласно преобладающим направлениям ветра в зимнее время (южного и юго-западного направлений): северо-восточном направлении на расстоянии 3 км и восточном направлении на расстоянии 3,5 км с шагом 200 м. Фоновые пробы были отобраны в 100 км от города Омска, в поселке городского типа Москаленки. Далее, необходимо произвести полевые и камеральные работы, которые выполняются последовательно (табл. 12). На основании технического плана рассчитываются затраты времени и труда.

Таблица 12 - Виды и объемы проектируемых работ (технический план)

№	Виды работ	Объем		Условия производства работ	Вид оборудования
		Ед. изм	Кол-во		
	Проведение маршрутов при эколого-геохимических работах по пылевым выпадениям из атмосферы путем изучения снежного покрова на отдельных площадках при геолого-экологических исследованиях территорий хозяйственного освоения	км	13	категория проходимости - 1	Карта, ручка, блокнот, GPS-навигатор
2.	Эколого-геохимические работы по пылевым выпадениям из атмосферы путем	проба	18	отбор проб снега, категория проходимости - 1	

	изучения снежного покрова на отдельных площадках при геолого-экологических исследованиях территорий хозяйственного освоения				
3.	Лабораторные исследования	проба	18	Пробоподготовка материала	
		проба	18	Минералогические исследования проб бинокулярным микроскопом	Бинокулярный микроскоп Leica EZ4D
		проба	18	Изучение морфологических особенностей и определение размеров одного отмеченного минерального образования методом растровой электронной микроскопии	Электронный микроскоп Hitachi S300N
		проба	18	Идентификация минералов и определение компонентов минеральных смесей рентгеноструктурным анализом	Рентгеновский дифрактометр Bruker D2 Phaser
4.	Камеральная обработка материалов			Обработка данных, анализ материала	ПЭВМ

1) Эколого- геохимические работы по пылевым выпадениям из атмосферы путем изучения снежного покрова на отдельных площадках при геолого-экологических исследованиях территорий хозяйственного освоения.

Содержание работ: прокладка маршрута, 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, этикетирование и упаковка проб, при геолого-экологических исследованиях территорий хозяйственного освоения - изучение и описание ландшафтно-экологических условий площадок отбора проб и прилегающих к ним территорий, изучение и описание функциональных условий территорий, прилегающих к пунктам отбора проб, отражение и закрепление тушью на маршрутной карте пунктов наблюдения, перекладывание проб снега в емкости для таяния, корректировка записей в полевой книжке, регистрация проб в журнале.

Этот этап работ также включает подготовку проб к дальнейшему изучению, которая подразумевает следующие этапы: таяние снега, фильтрация снеготалой воды через беззольный фильтр, просушивание фильтра, просеивание твердого осадка снега и его взвешивание. Далее пробы подготавливаются для инструментального нейтронно-активационного анализа (ИНАА), который выполняется в ядерно-геохимической лаборатории кафедры геоэкологии и геохимии на базе исследовательского ядерного реактора Томского политехнического университета. Подготовка проб для ИНАА заключается в изготовлении пакетиков из фольги размером 13*28 мм и упаковке 100 мг вещества в пакетики. Также данный этап включает:

- микроскопическое изучение проб твердого осадка снега на бинокулярном микроскопе Leica EZ4D в лаборатории электронно-оптической диагностики кафедры геоэкологии и геохимии Томского политехнического университета;

- детальное электронно-микроскопическое изучение проб твердого осадка снега на электронном микроскопе Hitachi S300N и рентгеновском дифрактометре Bruker D2 Phaser в лаборатории электронно-оптической диагностики кафедры геоэкологии и геохимии Томского политехнического университета.

2) Камеральная обработка материалов

Камеральная обработка материалов включает: сбор и систематизацию информации об изучаемой территории; дополнительный сбор исходных данных и их систематизацию в после полевой период; изучение результатов анализов проб и их систематизация; анализ характера распределения элементов-индикаторов; собственно, расчет геохимических показателей; оформление полученных данных в виде таблиц, графиков, диаграмм.

Перед осуществлением расчета стоимости работ необходимо планирование и составление графика работ. Отбор проб в рамках настоящих исследований проводился в феврале 2014 гг. Полный график работ представлен в таблице 13.

Таблица 13 – График проведения работ

Виды работ	Сроки проведения работ	
	Февраль	Март
Проведение маршрутов при эколого- геохимических работах по пылевым выпадениям из атмосферы путем изучения снежного покрова на отдельных площадках при геолого-экологических исследованиях территорий хозяйственного освоения	+	
Эколого- геохимические работы по пылевым выпадениям из атмосферы путем изучения снежного покрова на отдельных площадках при геолого-экологических исследованиях территорий хозяйственного освоения	+	+
Лабораторные исследования	+	+
Камеральные работы		+

6.2 Расчет затрат времени и труда по видам работ

Для расчета затрат времени и труда использовались нормы, изложенные в ССН-93 выпуск 2 «Геолого-экологические работы» [83]. Из этого справочника взяты следующие данные:

- норма времени, выраженная на единицу продукции;
- коэффициент к норме.

Расчет затрат времени выполняется по формуле:

$$N = Q \times H_{BP} \times K,$$

где: N-затраты времени, (бригада, смена на м.(ф.н.));

Q-объем работ, (м.(ф.н.));

H_{BP}- норма времени из справочника сметных норм (бригада, смена);

K- Коэффициент за ненормализованные условия;

Все работы были выполнены геоэкологом и рабочим. Используя технический план, в котором указаны все виды работ, определялись затраты времени на выполнение каждого вида работ в сменах (табл. 14).

Таблица 14 - Расчет затрат времени и труда

№	Вид работ	Объем		Норма времени по ССН (H _{BP})	Коэф-ты (K)	Документ	Итого времени на объем (N)
		Ед. изм	Кол-во (Q)				
1	2	3	4	5	6	7	8
1.	Проведение маршрутов при эколого- геохимических работах по пылевым выпадениям из атмосферы путем изучения снежного покрова на отдельных площадках при геолого-экологических исследованиях территорий хозяйственного освоения	км	13	0,218	1	ССН, вып.2,табл. 31, стр.41	2,82
1.1	Эколого- геохимические работы по пылевым выпадениям из атмосферы путем изучения снежного покрова на отдельных площадках при геолого-экологических исследованиях территорий хозяйственного освоения	проба	18	0,12	-	ССН, вып. 2, пункт 107	2,25
2.		проба	18	0,04	-		0,75

	Камеральная обработка материалов (с использ. ЭВМ) (масштаб 1:50000-1:25000)					ССН, вып. 2, табл. 60, стр. 3, ст. 4	
2.1	Выполнение стандартного комплекса операций камеральной обработки материалов эколого – геохимических работ (без использования ЭВМ) (Масштаб 1:50000- 1:25000)	проба	18	0,02	1	ССН, вып. 2, табл. 59, стр. 3, ст. 4	0,38
3	Минералогические исследования проб бинокулярным микроскопом	шлих	18	0,03	-	ССН, вып. 7, табл. 8.8, прим. 5	0,45
3.1	Поиск и изучение морфологических особенностей, определение размеров одного минерального образования	образец	5	0,44	-	ССН, вып. 7, табл.13, стр. 76, ст. 4	2,2
3.2	Изучение морфологических особенностей и определение размеров одного отмеченного минерального образования методом растровой электронной микроскопии	образец	5	0,125	-	ССН, вып. 7, табл.13, стр. 75, ст. 4	0,63
3.3	Интерпретация полученных данных растровой электронной микроскопии, анализ морфологических особенностей выявленных минеральных образований и определение их размеров	образец	5	0,5	-	ССН, вып. 7, табл. 13, стр.78, ст. 4	2,5
3.4	Подготовка препарата для рентгеноструктурного анализа с ионизационной регистрацией дифракции рентгеновских лучей (набивка кюветы)	проба	18	0,009	-	ССН, вып. 7, табл. 9.2, стр. 1516, ст. 4	0,16
3.5	Идентификация минералов и определение компонентов минеральных смесей рентгеноструктурным анализом	проба	18	0,21	-	ССН, вып. 7, табл. 9.2, стр. 1526, ст. 4	3,78

3.6	Обработка данных, полученных рентгеноструктурным анализом	проба	18	0,05	-	ССН, вып. 7, табл. 9.2, стр. 1543, ст. 4	0,97
Итого:							16,89 смен

В месяце 20 смен, следовательно, все работы займут 1 месяц. Расчет затрат времени на каждого работника представлен в таблице 15.

Таблица 15 - Расчет затрат труда

№	Виды работ	Т	Геоэколог	Рабочий 1 разряда
			чел/смен	чел/смен
1	Проведение маршрутов при эколого- геохимических работах по пылевым выпадениям из атмосферы путем изучения снежного покрова на отдельных площадках при геолого-экологических исследованиях территорий хозяйственного освоения	2,82	2,82	2,82
2	Эколого- геохимические работы по пылевым выпадениям из атмосферы путем изучения снежного покрова на отдельных площадках при геолого-экологических исследованиях территорий хозяйственного освоения	2,25	2,25	2,25
3	Лабораторные исследования	10,69	10,69	-
4	Камеральная обработка материалов	1,13	1,13	-
Итого:		16,89	16,89	5,07

6.3 Бюджет научного исследования

Нормы расхода материалов

Нормы расхода материалов для атмогеохимических, лабораторных и камеральных работ также определялись согласно ССН, а также инструкциям и методическим рекомендациям (табл.16). Также было использовано специальное лабораторное оборудование (табл.17).

Таблица 16 - Нормы расхода материалов на проведение работ

Наименование и характеристика изделия	Единица	Цена, руб.	Норма расхода	ССН	Сумма, руб.
Эколого- геохимические работы по пылевым выпадениям из атмосферы путем изучения снежного покрова на отдельных площадках при геолого-экологических исследованиях территорий хозяйственного освоения					
Журнал регистрационный	шт.	56	9,37	ССН, вып. 2, табл. 49, пункт 5	524,72
Карандаш простой	шт.	3	18,74	ССН, вып. 2, табл. 49, пункт 6	56,22
Резинка ученическая	шт.	6	4,69	ССН, вып. 2, табл. 49, пункт 14	28,11
Пакеты полиэтиленовые фасовочные	шт.	18	35	ССН, вып. 2, табл. 50, пункт 3	630,00
Книжка этикетная	книжка	22	0,95	ССН, вып. 2, табл. 50, пункт 5	20,94
Лабораторные работы					
Фильтры беззольные «синяя лента»	уп.	3	75,00		225,00
Трубка ПВХ	м.	4	70,00		280,00
Воронки пластмассовые	шт.	50	8,00		400,00
Бутылки полиэтиленовые	шт	50	9,5		475,00
Перчатки резиновые	шт	10	10,00		100,00
Спирт этиловый технический марки А гидролизный	л	75	1,7	ССН, вып 7а, табл. 5	127,5
Вата стерильная хирургическая	кг	148	0,6	ССН, вып 7а, табл. 5	88,8
Пинцет медицинский	шт.	48	1		48,00
Воронка делительная 100мл	шт	163,90	2,0		327,8
Бумага офисная	пачка (100 л)	165	0,05	ССН, вып. 2, табл. 62, пункт 2	7,9

Карандаш простой	шт.	3	2,5	ССН, вып. 2, табл. 62, пункт 7	7,5
Резинка ученическая	шт.	6	0,94	ССН, вып. 2, табл. 62, пункт 16	5,6
Линейка чертежная	шт.	25	0,24	ССН, вып. 2, табл. 62, пункт 13	5,88
Ручка шариковая (без стержня)	шт.	12	0,94	ССН, вып. 2, табл. 62, пункт 19	11,3
Стержень для ручки шариковой	шт.	12	2,8	ССН, вып. 2, табл. 62, пункт 22	28
Итого:					3398,27

Таблица 17 - Используемое оборудование

Наименование оборудования	Срок службы	Стоимость, руб.	Амортизация, руб.
Биноклярный стереоскопический микроскоп (LeicaZN 4D) с видео приставкой	50 лет	10000	50
Сканирующий электронный микроскоп Hitachi S-3400N с ЭДС BrukerXFlash 4010	50 лет	8000000	40000
Порошковый дифрактометр Bruker D2 PHASER	50 лет	10000000	50000
Итого:			90050

Расчет транспортных расходов

Для отбора фоновых проб была выбрана площадка, расположенная в 100 км от г. Омска в западном направлении. Для перевозки рабочих и груза был использован УАЗ, работающий на бензине АИ-80 с расчетом 25 литров/100 км. Бензин АИ-80 стоит 27,00 рублей/литр. Соответственно для отбора проб маршрут составил 200 км, было использовано 50 литров бензина стоимостью 1350 рублей.

6.4 Общий расчет сметной стоимости работ

Общий расчет сметной стоимости оформляется по типовой форме. Сметно-финансовый расчет на проектно-сметные работы представлен в таблице 18.

Таблица 18 - Сметно-финансовый расчет на выполнение проектно-сметных работ

Наименование расходов		Един. измер.	Затрат ы труда	Дневна я ставка, руб	Индекс удорожани я	Сумма основны х расходов
Основная заработная плата:						
Инженер	1	чел-см	16,89	374	1,220	7710
Рабочий	1	чел-см	5,07	317	1,220	1961
Итого:	2		21,96			9671
Дополнительная зарплата	7,9%					764
Итого:						10435
Итого с р.к.=	1,3					13566
Страховые взносы	30,0%					4070
Итого:						17636
Материалы, К _{тзр} =1,0	33,0%					3444
Амортизация	10,0%	смена	21,96	66,22		1044
Итого основных расходов:						22124

Во время изучения вещественного состава пылевых аэрозолей были задействованы один рабочий и один геоэколог. Рабочий занимался непосредственно отбором проб снега, вся остальная работа в исследовании легла на геоэколога. Во время проведения исследования к подрядным работам не прибегали. Отобранные пробы снега были переданы на кафедру для дальнейшего изучения. Общий расчет сметной стоимости всех работ отображен в таблице 19.

Таблица 19 - Общий расчет сметной стоимости работ

№ п/п	Наименование работ и затрат	Объём		Полная сметная стоимость, руб.
		Ед. изм	Количество	
I	Основные расходы на геоэкологические работы			
1	Проектно-сметные работы	% от ПР	100	22124,00
2	Полевые работы			22124,00
3	Организация полевых работ	% от ПР	1,5	176,99
4	Ликвидация полевых работ	% от ПР	0,8	914,04
5	Камеральные работы	% от ПР	100	22124,00
6	Транспортировка грузов и персонала	% от ПР	7	1548,68
	Итого основных расходов (ОР):	69011,71		
II	Накладные расходы	% от ОР	15	10351,76
	Итого: основные и накладные расходы (ОР+НР)	79363,47		
III	Плановые накопления	% от НР+ОР	20	15872,69
IV	Резерв	% от ОР	3	2070,35
	Итого сметная стоимость			97306,51
	НДС	%	18	17515,17
	Итого с учётом НДС	114821,68		

7. Социальная ответственность при изучении пылевых аэрозольных частиц в окрестностях ТЭЦ-5 г. Омска

В числе приоритетных целей Генерального соглашения между общероссийскими объединениями профсоюзов, общероссийскими объединениями работодателей и Правительством Российской Федерации на 2014 - 2016 годы - это обеспечение нового, более высокого уровня жизни граждан Российской Федерации.

Социальная ответственность или корпоративная социальная ответственность (как морально-этический принцип) – это ответственность перед людьми и данными им обещаниями, когда организация учитывает интересы коллектива и общества, возлагая на себя ответственность за влияние их деятельности на заказчиков, поставщиков, работников, акционеров (ICCSR 26000:2011) [39].

Данная выпускная квалификационная работа представлена научно-исследовательской работой, во время выполнения которой были осуществлены следующие этапы:

1) лабораторный этап, представленный дальнейшей обработкой и подготовкой проб твердого осадка снега к изучению особенностей вещественного состава и магнитной восприимчивости. При осуществлении лабораторного этапа работ проводилась подготовка проб к дальнейшим исследованиям, в ходе которой пробы просушивались при комнатной температуре и просеивались через сито с размером ячеек 1 мм. Работы проводились в лабораторных помещениях на базе кафедры ГЭГХ НИ ТПУ.

2) камеральный этап, в ходе которого были обработаны результаты минералогических анализов проб твердого осадка снега; оформлены полученные данные в виде таблиц, схем, графиков, диаграмм, а также набран текст на персональном компьютере. В период камеральных работ проводился анализ и обработка полученных данных, вычисление геохимических показателей, построение карт и графиков с использованием персональных компьютеров. Работы на электронно-вычислительных машинах проводились в учебных

аудиториях на базе кафедры ГЭГХ НИ ТПУ, которые соответствуют требованиям Санитарных правил и норм [38]. В кабинете расположены 10 компьютеров с жидкокристаллическими мониторами Samsung SyncMaster713N диагональю 17 дюймов. (Яркость 85%, контрастность 80%, с частотой обновления 60 Hz и разрешением 1280×1024).

При работе с использованием персональных ЭВМ существуют опасные и вредные факторы, которые могут стать причиной профессиональных заболеваний и травм. Соблюдение правил и техники безопасности эксплуатации персональной ЭВМ позволяет ослабить воздействие данных факторов и предотвратить травматизм.

Профессиональная социальная безопасность

Основные элементы производственного процесса, формирующие опасные и вредные факторы при выполнении камеральных работ в этом помещении описаны в таблице 20 в соответствии с ГОСТ 12.0.003-74.

Таблица 20 - Основные элементы производственного процесса, формирующие опасные и вредные факторы, при выполнении лабораторных и камеральных работ

Этап работы	Наименование видов работ	Факторы (ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ с измен. 1999 г.)		Нормативные документы
		Вредные	Опасные	
Лабораторный и камеральный	1. Изучение валового содержания минеральных образований под бинокулярным микроскопом, методом растровой электронной микроскопией, рентгеноструктурным методом	1. Недостаточная освещенность рабочей зоны 2. Отклонение показателей микроклимата в помещении 3. Повышенная запыленность рабочей зоны	1. Электрический ток 2. Пожарная и взрывная опасность	ГОСТ 12.1.038-82 [2]; СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 [3]; СНиП 2.04.05-91 [4]; СанПиН 2.2.4.548-96 [5]; СН 2.2.4/2.1.8.5 62-96 [6]; СН 2.2.4/2.1.8.556-96 [7]; СП 9.13130.2009 [8] ГОСТ 12.1.012-2004 [18]
	2. Обработка результатов анализа, построение графического материала (карты, диаграммы, графики)	4. Степень нервно-эмоционального напряжения		

Действие данных факторов может выражаться в возникновении травмирования и получения общего заболевания, недомогания, снижения работоспособности. Для снижения и предотвращения воздействия опасных и вредных факторов необходимо применение спецодежды, предохранительных приспособлений и иные профилактические мероприятия травматизма.

7.1. Анализ вредных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению

1. *Недостаточная освещенность рабочей зоны.* Освещение – использование световой энергии солнца и искусственных источников света для

обеспечения зрительного восприятия окружающего мира. Согласно санитарно-гигиеническим требованиям рабочее место с ПЭВМ должно освещаться комбинированным освещением. Естественное освещение поступает в помещение через окно в светлое время суток. Искусственное обеспечивается за счет люминесцентных ламп типа ЛБ [12].

Недостаточная освещенность рабочей зоны несет в себе опасность усталости глаз и как следствие снижения зрения. Недостаточная освещенность может возникать при неправильном выборе осветительных приборов при искусственном освещении и при неправильном направлении света на рабочее место при естественном освещении. Естественное освещение осуществляется через светопроемы (окна), ориентированные на восток. Естественное освещение нормируется по «коэффициенту естественной освещенности» (КЕО) или (е) естественного освещения. Коэффициент естественной освещенности равен:

$$КЕО = (E/E_0) * 100\%,$$

где E – освещенность (измеренная) на рабочем месте, лк; E_0 – освещенность на улице (при среднем состоянии облачности), лк. Обеспечивается коэффициент естественного освещения (КЕО) не ниже 1,5%. При зрительной работе средней точности КЕО должен быть не ниже 1,0%. СНиП 23-05-95 рекомендует левое расположение рабочих мест ПЭВМ по отношению к окнам [14].

Искусственное освещение подразделяется на общее и местное. При работе с документами допускается применение системы комбинированного освещения. При общем освещении светильники устанавливаются в верхней части помещения параллельно стене с оконными проемами, что позволяет их включать и отключать последовательно в зависимости от изменения естественного освещения. Выполнение таких работ, как, например, обработка документов, требует дополнительного местного освещения, концентрирующего световой поток непосредственно на орудия и предметы труда. Освещенность на поверхности стола в зоне размещения рабочего документа должен быть 300-500 лк. Местное освещение не должно создавать блики на поверхности экрана и

увеличивать освещенность экрана более 300 лк. Яркость светящихся поверхностей (окна, светильники и др.), находящихся в поле зрения, должна быть не более 200 кд/м².

Для достижения освещенности в аудитории в 400 лк необходимо установить 11 светильников, однако в учебной аудитории установлено 15 светильников, что указывает на достаточную освещенность помещения.

Для обеспечения нормируемых значений освещенности в помещениях использования ПЭВМ следует проводить чистку стекол оконных рам и светильников не реже двух раз в год и проводить своевременную замену перегоревших ламп. Для защиты от избыточной яркости окон могут быть применены занавеси, шторы.

2. Отклонение показателей микроклимата в помещении.

Микроклиматические параметры оказывают значительное влияние как на функциональную деятельность человека, его самочувствие и здоровье, так и надежность работы ПЭВМ. Их отклонение может негативно отражаться на организме, становясь причиной пересыхания и растрескивания кожи и слизистой, а также последующего заражения болезнетворными микроорганизмами, и общей работоспособности организма.

В помещениях на микроклимат больше всего влияют источники теплоты. К ним относится вычислительное оборудование, микроволновая печь для разложения почв, приборы освещения (лампы накаливания, солнечная радиация). В таблице 21 отражены параметры микроклимата в теплый период года для помещений, в которых осуществлялись лабораторные и камеральные работы и установлены компьютеры.

Таблица 21 - Параметры микроклимата для помещений для лабораторий и учебных аудиторий [6, 11]

Период года	Параметр микроклимата	Величина
Теплый	Температура воздуха в помещении	23— 25°С
	Относительная влажность	40-60%
	Скорость движения воздуха	0,1— 0,2м/с

Для поддержания вышеуказанных параметров воздуха в помещениях с ПЭВМ необходимо применять системы отопления и кондиционирования или эффективную приточно-вытяжную вентиляцию [6,11].

Нормы параметров климата при работе на открытом воздухе зависят от климатических регионов, тяжести и времени выполняемых работ. Нормирование параметров на открытых площадках не производится [6].

В качестве средств индивидуальной защиты следует применять спецодежду и головные уборы, коллективной защиты – использование обогревателей, кондиционеров.

3.Повышенная запыленность рабочей зоны. Выполнение лабораторных работ нередко сопровождается выделением в воздушную среду вредных веществ, которые могут вызвать профессиональные заболевания или отклонения в состоянии здоровья человека.

Для воздуха рабочей зоны производственных помещений установлены предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ. Максимально допустимая концентрация в 1—2 мг/м³ для всех видов пыли со значительным содержанием кварца (пыль кварца, песка, песчаника, гранита и т. п.) и пыли асбеста.

Определение концентрации загрязнителей в воздухе рабочей зоны возможно путем замеров или расчетными методами [10].

В качестве средств индивидуальной защиты применяются респираторы, маски; коллективной – увеличение площади зеленых насаждений, формирование открытых обдуваемых пространств, удаление источника пыления.

4. Степень нервно-эмоционального напряжения.

При длительной работе с ПК можно заметить симптомы, обусловленные раздражением глаз: покраснение глаз, слезотечение, чувство сухости глаза. Больше всего неприятностей доставляют симптомы зрительной усталости: тяжесть в области век и надбровий, трудности с фокусировкой, затуманивание зрения, иногда слезотечение.

Чтобы избежать таких последствий, необходимо делать перерывы каждые 2 часа.

При непрерывной работе с ПК необходимо выполнять комплекс профилактических мероприятий:

- делать гимнастику для глаз каждые 20-25 минут работы на ПК, а при появлении дискомфорта, выражающегося в быстром развитии усталости глаз, мелькании точек перед глазами и т.п., гимнастика для глаз проводится индивидуально и самостоятельно, независимо от указанного времени.

- для снятия частичного утомления должна проводиться физкультурная зарядка с разного рода упражнениями;

- для снятия общего утомления, улучшения функций нервной, сердечно-сосудистой, дыхательной систем, а также мышц рук, спины, шеи и ног, следует проводить продолжительную зарядку на все группы мышц, на зарядку следует отвести 15 минут [15].

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

1. Электрический ток. Действие электрического тока на живую ткань носит разносторонний и своеобразный характер. Проходя через организм человека, электроток производит термическое, электролитическое, механическое и биологическое действия.

Термическое действие тока проявляется ожогами отдельных участков тела, функциональными расстройствами органов. Электролитическое действие выражается в разложении органической жидкости, в том числе крови, в нарушении ее физико-химического состава. Механическое действие приводит к расслоению, разрыву тканей организма, мгновенного взрывоподобного

образования пара из тканевой жидкости и крови. Биологическое действие проявляется раздражением и возбуждением живых тканей организма, нарушением внутренних биологических процессов [50].

Комната, в которой выполнялась работа, относится к категории помещений без повышенной опасности. Однако возможность поражения электрическим током все-таки существует, т.к. ЭВМ работает от источника тока. Для того чтобы исключить опасность поражения электрическим током необходимо соблюдать правила электрической безопасности:

- 1) Перед включением компьютера в сеть необходимо визуально проверить электропроводку на отсутствие видимых нарушений изоляции, а также на отсутствие замыкания токопроводящих частей на корпус компьютера;
- 2) При появлении признаков замыкания необходимо немедленно отключить от электрической сети ЭВМ и устранить неисправность;
- 3) Запрещается при включенной ЭВМ одновременно прикасаться к приборам, имеющим естественное заземление.

Токоведущие части электроустановки не должны быть доступны для случайного прикосновения, а доступные прикосновению проводящие части не должны находиться под напряжением, представляющим опасность поражения электрическим током как в нормальном режиме работы электроустановки, так и при повреждении изоляции.

Помещения по электробезопасности подразделяются на три группы:

1. Помещение без повышенной опасности (сухое, хорошо отапливаемое, помещение с токонепроводящими полами, с температурой 18—20°, с влажностью 40—50%.
2. Помещение с повышенной опасностью (где имеется один из следующих признаков: повышенная температура, влажность 70—80%, токопроводящие полы, металлическая пыль, наличие заземления, большого количества оборудования).

3. Помещения особо опасные, в которых имеется наличие двух признаков из второй группы или имеются в помещении едкие или ядовитые взрывоопасные вещества.

Для защиты от поражения электрическим током в случае повреждения изоляции должны быть применены по отдельности или в сочетании следующие меры защиты при косвенном прикосновении [43]:

- защитное заземление;
- автоматическое отключение питания;
- уравнивание потенциалов;
- выравнивание потенциалов;
- двойная или усиленная изоляция;
- сверхнизкое (малое) напряжение;
- защитное электрическое разделение цепей;
- изолирующие (непроводящие) помещения, зоны, площадки.

Поэтому к работе на ПК допускаются лица, прошедшие обучение безопасным методам труда, вводный инструктаж, первичный инструктаж на рабочем месте. Каждый работник должен знать правила первой медицинской помощи при поражении электрическим током, для того, чтобы быть готовым оказать помощь другим работникам.

Напряжения и токи, протекающие через тело человека при нормальном режиме электроустановки, не должны превышать значений, указанных в таблице 22 [43].

Таблица 22 - Предельно допустимые значения напряжений и токов [43]

Род тока	Напряжение (U), В	Сила тока (I), мА
	не более	
Переменный, 50 Гц	2,0	0,3
Переменный, 400 Гц	3,0	0,4
Постоянный	8,0	1,0

2.Пожароопасность и взрывоопасность. Возможные источники пожарной опасности: неработоспособное электрооборудование, неисправности в проводке, розетках и выключателях, короткое замыкание.

В современных ЭВМ очень высока плотность размещения элементов электронных схем. При этом возможно оплавление изоляции соединительных проводов, их оголение и, как следствие, короткое замыкание, которое сопровождается искрением.

В результате возникновения пожара или взрыва, человек подвергается воздействию токсичных продуктов горения, огня и лучистых потоков, дыма (воздействует на слизистые оболочки), недостаток кислорода, вызывающий ухудшение двигательной функции, ранение осколками, химические ожоги, отравления.

Пожарная безопасность является важной составной частью безопасности, представляющая собой единый комплекс организационных и технических мероприятий по предупреждению пожаров и взрывов в лабораторных и камеральных условиях.

Профилактические мероприятия:

- выявление и устранение неполадок в сети, своевременный ремонт либо замена электрооборудования, скрытие электропроводки для уменьшения вероятности короткого замыкания;

- в качестве первичных средств пожаротушения в помещении имеется углекислотный огнетушитель ОУ-8 [1].

В исследуемых помещениях обеспечены следующие средства противопожарной защиты:

- план эвакуации людей при пожаре;
- для отвода избыточной теплоты от ЭВМ служат системы вентиляции;
- установлена система автоматической противопожарной сигнализации (датчики-сигнализаторы типа ДТП) [1].

К средствам индивидуальной защиты при пожаре относят противогаз, огнезащитные накидки, пожарные костюмы, противогазоаэрозольный респиратор.

7.3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях

На станции могут быть различные варианты пожара, связанные с горением баков запаса топлива мазута, пожаром в котлотурбинном цехе, на складе ГСМ, горение газопровода и другие возможные варианты.

В соответствии с ФЗ № 123 «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» [1] по всем пожароопасным зонам на станции разрабатываются специальные оперативные планы и карточки пожаротушения.

Небольшие очаги пожара ликвидируются силами оперативного персонала станции с использованием первичных средств пожаротушения размещенных на рабочих местах.

Одновременно при всех случаях возникновения пожара производится вызов, закрепленной за станцией пожарной команды пожарной роты, боевые расчеты которой прибывают к месту пожара через 5 минут после вызова.

С поступлением сигнала в пожарную часть, наращивание пожарных сил и средств для ТЭЦ осуществляется по графику.

При возникновении пожара на объекте необходимо [1]:

- немедленно сообщить о возникновении пожара в противопожарную службу ТЭЦ и города;
- организовать оповещение персонала объекта о пожаре и вывод его из опасных мест под руководством руководителей подразделений;

- организовать оповещение и сбор руководящего состава, членов КЧС и ПБ и доведение до них обстановки и задач;
- организовать разведку очага пожара;
- оценить обстановку по данным разведки и принять решение на тушение пожара (с прибытием первой пожарной машины НСС руководство пожаром передает офицеру ППС);
- организовать тушение пожара силами ППС;
- для оказания помощи пострадавшим от угарного газа и ожогов развернуть пункт медицинской помощи на базе медпункта станции силами медицинских формирований;
- специалисту по защите персонала организовать взаимодействие с органом управления ГОЧС и аварийно-спасательными службами района;
- начальнику службы убежищ и укрытий привести в готовность защитные сооружения ГО и организовать в них укрытие персонала станции (по обстановке) [1].

В качестве средств пожаротушения применяют воду, пены (воздушно-механические различной кратности и химические), инертные газовые разбавители (диоксид углерода, азот, дымовые газы); огнетушащие порошки.

К первичным средствам пожаротушения относятся:

- пожаротушащие вещества (вода, песок, земля);
- огнетушащие материалы (кошма, металлические мелкоячеистые сетки, асбестовые полотна);
- пожарное оборудование (огнетушитель) [1].

Эвакуация персонала объекта с верхних этажей зданий производится по запасным эвакуационным выходам.

Заключение

Данная работа позволила определить вещественный состав пылевых аэрозольных частиц на территории г. Омска и в окрестностях ТЭЦ-5.

Основные достигнутые результаты заключаются в следующем:

1. По результатам площадной снегогеохимической съемки на территории г. Омска в 2013 г. был выявлен ореол со средней степенью загрязнения вблизи ТЭЦ-5 (по данным расчета пылевой нагрузки). Также была установлена закономерность, изменения величины пылевой нагрузки что по мере удаления от ТЭЦ-5: 400 м – 358 мг/(м² *сут), 1,3 км – 323 мг/(м² *сут), 2,3 км - 178 мг/(м² *сут), 3,4 км – 156 мг/(м² *сут).

2. Результаты расчета пылевой нагрузки в 2114 году показали, что во всех точках опробования в окрестностях ТЭЦ-5 пылевая нагрузка соответствует низкой степени загрязнения. Наибольшее значение пылевой нагрузки приходится на восточную часть от ТЭЦ-5 на расстоянии 3,5 км, с превышением фонового значения (3,9 мг/м² *сут.) в 62 раза. Во всех остальных точках наблюдения превышение фона изменяется от 13 до 55 раз.

3. Вещественный состав проб представлен преимущественно и неминеральными фазами (50-93%), нежели минеральными (4-51%). Минеральная фаза представлена кварцем и полевыми шпатами. Неминеральная – алюмосиликатными и металлическими микросферами, частицами шлака и недожжённого угля по данным бинокулярной микроскопии. Данные частицы поступают с выбросами от сжигания угля.

4. С помощью электронного сканирующего микроскопа были обнаружены следующие минеральные фазы: сульфид свинца (предположительно галенит); сульфид серебра с алюмосиликатом; сульфид цинка (предположительно сфалерит); сульфат бария (предположительно барит). Неминеральная фаза: алюмосиликатные микросферы; высокожелезистые алюмосиликатные микросферы; интерметаллические соединения железа и хрома, меди и цинка, железа и цинка; сплав серосодержащих фаз меди, цинка, серебра, мышьяка; фосфаты редких и редкоземельных элементов; свинец. Был установлен их

размер, морфология и элементный состав, а также выявлен предполагаемый источник согласно литературным данным – сжигание угля.

4. Анализ пространственного распределения неминеральной фазы по данным 2013 года показал, что металлические микросферулы равномерно покрывают площадь города, однако повышенные значения наблюдаются вблизи ТЭЦ-5 и промышленных предприятий. Частицы шлака и недожжённого угля равномерно покрывают территорию города, иногда образуя ореолы вблизи частной жилой застройки, а также ТЭЦ-5.

5. Анализ магнитной сепарации проб за 2014 год показал, что магнитная фракция представлена черными микросферулами. Процентное содержание металлических микросферул колеблется от 5-16 %. Наибольшее содержание металлических микросферул обнаружено в пробе, отобранной на расстоянии 750 м к западу от трубы, по мере удаления от труб процент магнитной фракции от всего объема пробы уменьшается

6. Ситовое разделение проб за 2014 год на северо-востоке от трубы показало, что преобладают частицы размером 0,04 мм. Такой размер обуславливает большую дальность их переноса. По мере удаления от ТЭЦ-5 в восточном направлении процентное содержание частиц размером 0,125 мм увеличивается, 0,04 мм – уменьшается.

7. С помощью рентгеноструктурного анализа был установлен процент кристаллической (около 60%) и аморфной фазы (около 30%). Кристаллическая фаза представлена: альбитом, кварцем, муллитом, анортитом, магнетитом, кальцитом, каолинитом, микроклином, мусковитом. Процентное содержание альбита, кварца и муллита уменьшается по мере удаления от труб.

8. Была установлена взаимосвязь химического состава проб и результатов биотестирования на дрозофилах *Drosophila melanogaster*. Пробы оказали воздействие на тест-объект.

Литература

Нормативная

1. СП 9.13130.2009. Техника пожарная. Огнетушители. Требования к эксплуатации.
2. РД 34.49.503-94 «Типовая инструкция по содержанию и применению первичных средств пожаротушения на объектах энергетической отрасли».
3. ГОСТ 12.1.005–88 (с изм. №1 от 2000 г.). ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны (01. 01.89).
4. ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов.
5. СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений, утв. Постановлением ГКСЭН России 01. 10. 1996 г.
6. СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.
7. СН 2.2.4/2.1.8.556–96. Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий. – М.: Госкомсанэпиднадзор РФ, 1996.
8. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий. – М.: Госкомсанэпиднадзор, 2003 (утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 6.04.03 г.).
9. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий. – М.: Госкомсанэпиднадзор, 2003.
10. Нормативные документы. ГН 2.2.5.1313-03. Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны.
11. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организация работы. — Введен: 30.06.2003. М.: Издательство стандартов, 2002. - 14 с.

12. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы». – М.: Госкомсанэпиднадзор, 2003.

13. СНиП 23-05-95 Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещённому освещению жилых и общественных зданий.

14. СНиП 2.04.05-91. Отопление, вентиляция и кондиционирование.

15. Р 2.2.2006-05. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда".

Интернет-ресурсы

16. Агафонова А. В Омске прошел черный снегопад [Электронный ресурс] URL: http://omskpress.ru/news/47481/v_omske_prodoljaetsya_chyorny_snegopad/ (дата обращения: 28.12.14)

17. Министерство энергетики Российской Федерации. Основные виды производства электроэнергии на территории России [Электронный ресурс] URL: <http://minenergo.gov.ru/activity/powerindustry/powersector/structure/types/> (дата обращения: 28.12.14)

18. Омская область – субъект Российской Федерации [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://www.omsk.izbirkom.ru/way/931673.html> (дата обращения: 28.12.14)

Опубликованная

19. Arbuzov, S. I., Mezhibor, A. M., Spears, D. A., Ilenok, S. S., Shaldybin, M. V., & Belaya, E. V. (2016). Nature of tonsteins in the Azeisk deposit of the Irkutsk Coal Basin (Siberia, Russia). *International Journal of Coal Geology*, 153(1), 99–111. doi:10.1016/j.coal.2015.12.001

20. Golokhvast, K. S., & Shvedova, A. A. (2014). Galvanic manufacturing in the cities of Russia: potential source of ambient nanoparticles. *PLOS ONE.*, 9(10), e110573. doi: 10.1371/journal.pone.0110573.

21. Miler M. Characterisation of solid airborne particles in urban snow deposits from Ljubljana by means of SEM/EDS / M. Miler, M. Gosar // *Materials and Geoenvironment*. – 2009. – V. 56. – № 3. – P. 266–282.
22. Miler, M. & Gosar, M. (2015). Chemical and morphological characteristics of solid metal-bearing phases deposited in snow and stream sediment as indicators of their origin. *Environmental Science Pollution Research*, 22(3), 1906–1918. doi: 10.1007/s11356-014-3589-x.
23. Monitoring of Heavy Metals in Urban Snow as Indicator of Atmosphere Pollution / Adil Elik // *International Journal of Environmental Analytical Chemistry*. – 2010. – Vol. 82 - №1. – pp. 37-45.
24. Qing-feng XUE, Sheng-gao LU. Microstructure of ferrospheres in fly ashes: SEM, EDX and ESEM analysis // *Journal of Zhejiang University SCIENCE A*, 2008, Vol. 9, No. 11, pp.1595-1600.
25. Sharonova O. M., Fedorchak M. A., Zhizhaev A. M., Mazurova E. V., Anshitsa A. G. Composition of Individual Ferrospheres of Different Morphological Types // *Inorganic Materials*, 2015, Vol. 51, No. 11, pp. 1143–1150.
26. Артамонова С.Ю. Химический и фазовый состав техногенных аэрозолей в районе Сибирского химического комбината (Томская обл) // *Химия в интересах устойчивого развития*, 22, 2014, с. 229-240.
27. Ахаронсон, Е. Загрязнение воздуха и легкие /Пер. с англ. Е. Ахаронсон, А. Бен-Давид, М.Клингберг. М.: Атомиздат, 1980 - 180с.
28. Бортникова, С. Б. Методы анализа данных загрязнения снегового покрова в зонах влияния промышленных предприятий (на примере г. Новосибирск) / С. Б. Бортникова, В. Ф. Рапута, А. Ю. Девятова и др. // *Геоэкология, инженерная геология, гидрогеология, геокриология*. – 2009. – № 6. – С. 515–525.
29. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2014 году»
30. Григорьев В.В., Самсонов Г.Л., Попов Ю.П. и др. Геолого-экологические условия Омского промышленного района (Отчет о

геоэкологических исследованиях масштаба 1:200000). Геоэкоцентр ГП «Березовгелогия», Новосибирск, 1999 г.

31. Девятова А.Ю. Тяжелые металлы в депонирующих средах и прогнозная модель переноса примесей от стационарных техногенных источников (на примере г. Новосибирска): Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук. - Новосибирск, 2006. – С. 26.

32. Динамика элементного состава снегового покрова на территории северо-восточной зоны влияния Томск-Северской промышленной агломерации / А.В. Таловская, Е.А. Филимоненко, Е.Г. Язиков // Оптика атмосферы и океана. – 2014. - №6. – с. 491-495.

33. Жорняк Л. В. Эколого-геохимическая оценка территории г. Томска по данным изучения почв: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук. — Томск, 2009. -22 с.

34. Калинина (Панасюк) С. Ю., Арбузов С. И. , Маслов С. Г. Поиск рационального использования экибастузских углей [Электронный ресурс] // II Международная Казахстанско-Российская конференция по химии и химической технологии, посвященная 40-летию КарГУ имени академика Е.А. Букетова: Материалы: в 2 т., Караганда, 28 Февраля-2 Марта 2012. - Караганда: КарГУ, 2012 - Т. 2 - С. 26-29 - CD ROM [22]

35. Касимов, Н. С. Геохимия снежного покрова в Восточном округе Москвы / Н. С. Касимов, Н. Е. Кошелева, Д. В. Власов и др. // Вестник Московского университета. Серия 5: География. – 2012. – № 4. – С. 14–24.

36. Кизильштейн, Л. Я. Компоненты зол и шлаков ТЭЦ / Л. Я. Кизильштейн, В. И. Дубов, А. Л. Шпинцглус, С. Г. Парада. – М.: Энергоатомиздат, 1995. – 176 с.

37. Лончакова А.Д., Третьякова М.И., Михайлова К.Ю., Литау В.В. Пылевая нагрузка на территорию г. Омска по данным снегогеохимической съемки // Экология России и сопредельных территорий: материалы XVIII

Международной экологической студенческой конференции, Новосибирск, 25-27 Октября 2013. – Новосибирск: Изд-во НГУ, 2013 – С. 85.

38. Методические рекомендации, по геохимической оценке, загрязнения территории городов химическими элементами. – М.: ИМГРЭ, 1982. – 112 с.

39. Методические указания по разработке раздела «Социальная ответственность» выпускной квалификационной работы бакалавров и магистров Института природных ресурсов /Сост. Н.В. Крепша. – Томск: Изд-во ТПУ, 2014. – 53 с.

40. Михайлова К.Ю., Таловская А.В., Литау В.В., Языков Е.Г., Ярославцева Т.В. Анализ пылевого загрязнения атмосферы в зоне влияния ТЭЦ г. Омска // Оптика атмосферы и океана. Физика атмосферы: Тезисы докладов XXI международного симпозиума. Томск: Изд-во ИОА СО РАН, 2015. – 156 с.

41. О состоянии и об охране окружающей среды Омской области в 2014 году / Министерство природных ресурсов и экологии Омской области. - Омск: Изд-во Манифест, 2014. - 200 с.

42. Патент 2229737 Россия, 27.05.2004 / Е.Г. Языков, А.Ю. Шатилов, А.В. Таловская. Способ определения загрязненности снегового покрова техногенными компонентами // Патент России № 2002127851.

43. Правила устройства электроустановок. Все действующие разделы ПУЭ-6 и ПУЭ-7. – М.: Норматика. 2014. – 464 с.

44. Рапута, В. Ф. Анализ аэрозольных выпадений в окрестностях ТЭЦ г. Новосибирска / В. Ф. Рапута, В. В. Коковкин, С. Е. Олькин и др. // Оптика атмосферы и океана. – 2003. – Т. 16. – № 5-6. – С. 546–551.

45. Сборник сметных норм на геологоразведочные работы. ССН. Вып.2: Геолого-экологические работы. – М.: ВИЭМС, 1992. – 292с.

46. Сборник сметных норм на геологоразведочные работы. ССН. Вып.7– М.: ВИЭМС, 1992. – 360с.

47. Скворцов В.А., Федорова Н.В., Рогова В.П., Чурсин Д.А. Твердые фазы аэрозолей в природно-технических системах городов прибайкалья //

Геоэкология, инженерная геология, гидрогеология, геокриология, 2011. № 1, с. 31-39.

48. Снежный покров как индикатор загрязнения урбанизированной территории Алтайского края / Павлов В.Е., Суторихин И.А., Хвостов И.В., Зинченко Г.С. // Оптика атмосферы и океана. – 2009. - №1. – с. 96-100.

49. Таловская А.В. Оценка эколого-геохимического состояния районов г. Томска по данным изучения пылеаэрозолей: автореф.дис.канд.геол.-минер.наук. – Томск, 2008. – 23 с.

50. Фролов А.В., Бакаева Т.Н. Безопасность жизнедеятельности. Охрана труда. – Ростов на Дону: Феникс, 2008. – 750 с.

51. Шевченко В.П., Воробьев С.Н., Кирпотин С.Н., Крицков И.В., Манасыпов Р.М., Покровский О.С., Политова Н.В. Исследование нерастворим частиц в снежном покрове Западной Сибири на профиле от Томска до эстуария Оби // Оптика атмосферы и океана. 2015. Т. 26, № 6. С. 499-504.

52. Язиков Е.Г., Таловская А.В., Жорняк Л.В. Минералогия техногенных образований: учебное пособие. - Томск: Изд-во ТПУ, 2011. – 160 с.

53. Язиков Е.Г., Таловская А.В., Жорняк Л.В. Оценка экологического геохимического состояния территории г. Томска по данным изучения пылеаэрозолей и почв: монография. – Томск: Изд-во ТПУ, 2010. – 264 с.

54. Язиков Е.Г., Шатилов А.Ю. Геоэкологический мониторинг: Учебное пособие. - Томск: Изд-во ТПУ, 2004. - 276 с.

55. Янченко Н.И., Яскина О.Л. Особенности состав снежного покрова и атмосферных осадков в г. Братске // Известия ТПУ, 2014, т. 324, № 3. С. 27-35.

56. Филимоненко, Е.А. Особенности вещественного состава пылевых атмосферных выпадений в зоне воздействия предприятия топливно-энергетического комплекса (на примере Томской ГРЭС-2)/ Е.А. Филимоненко, А.В. Таловская, Е.Г. Язиков // Оптика атмосферы и океана. – 2012. – № 10. – С. 896–901. 10.

57. Филимоненко Е.А., Таловская А.В., Язиков Е.Г. Минералогия пылевых аэрозолей в зоне воздействия промышленных предприятий г. Томска // Фундаментальные исследования. – 2013. – № 8. – С. 760–765.
58. Таловская, А.В. Динамика элементного состава снегового покрова на территории северо-восточной зоны влияния Томск-Северской промышленной агломерации / А.В. Таловская, Е.А. Филимоненко, Е.Г. Язиков // Оптика атмосферы и океана. – 2014. – № 6. – С. 491–495.
59. Литау В.В., Таловская А.В., Язиков Е.Г., Лончакова А.Д., Третьякова М.И. Оценка пылевого загрязнения территории г. Омска по данным снеговой съемки // Оптика атмосферы и океана, 2015. – Т. 28. – № 3. – С. 256259.
60. Филимоненко Е.А., Таловская А.В., Язиков Е.Г., Чумак Ю.В., Ильенок С.С. Минералогия пылевых аэрозолей в зоне воздействия промышленных предприятий г. Томска // Фундаментальные исследования, 2013. – № 8. – С. 760-765.
61. Bonetta, Sa. DNA damage in A549 cells exposed to different extracts of PM2.5 from industrial, urban and highway sites / Sa. Bonetta, V. Gianotti, Si. Bonetta et al. // Chemosphere. – 2009. – V. 77. – № 7. – P. 1030–1034.
62. Геохимия окружающей среды / Ю. Е. Саэт, Б. А. Ревич, Е. П. Янин и др. – М.: Недра, 1990. – 335 с.
63. Назаров, И. М. Использование сетевых снегосъемок для изучения загрязнения снежного покрова / И. М. Назаров, Ш. Д. Фридман, О. С. Ренне // Метеорология и гидрология. – 1978. – № 7. – С. 74–78.
64. Методические рекомендации по геохимической оценке загрязнения территорий городов химическими элементами. – М.: ИМГРЭ, 1982. – 111 с.
65. Василенко, В. Н. Мониторинг загрязнения снежного покрова / В. Н. Василенко, И. М. Назаров, Ш. Д. Фридман. – Л.: Гидрометиздат, 1985. – 181 с.
66. Руководство по контролю загрязнения атмосферы. РД 52.04.186 № 2932-83. – М.: Госкомгидромет, 1991. – 693 с.
67. Экология Северного промышленного узла г. Томска. Проблемы и решения / Под редакцией А. М. Адама. – Томск: Изд-во ТГУ, 1994. – 260 с.

68. Шатилов, А. Ю. Вещественный состав и геохимическая характеристика атмосферных выпадений на территории Обского бассейна: дис. ... канд. геол.-мин. наук: 25.00.36 / Шатилов Алексей Юрьевич. – Томск, 2001. – 24 с.
69. Язиков, Е. Г. Экогеохимия урбанизированных территорий юга Западной Сибири: дис. ... д-ра. геол.-мин. наук: 25.00.36 / Язиков Егор Григорьевич. – Томск, 2006. – 423 с.
70. Бортникова, С. Б. Методы анализа данных загрязнения снегового покрова в зонах влияния промышленных предприятий (на примере г. Новосибирск) / С. Б. Бортникова, В. Ф. Рапута, А. Ю. Девятова и др. // Геоэкология, инженерная геология, гидрогеология, геокриология. – 2009. – № 6. – С. 515–525.
71. Методические рекомендации по оценке мутагенных свойств фармакологических средств. Министерство здравоохранения РФ. Российский государственный центр экспертизы лекарств. Фармакологический государственный комитет. – Москва, 1994.
72. Тупицына Е.М. Изучение природы соматического мозаицизма *Drosophila melanogaster* // Генетика. – 1965. – № 1. – С. 123 – 129.
73. Завадский В.Н., Хованова Е.М. Экспериментальное исследование морфогенных свойств некоторых фенолов, индуцирующих витилиго // Генетика. – 1975. – Т. XI. – № 2. – С. 132 – 139.
74. Крюков В.И. Генетический мониторинг антропогенного загрязнения окружающей среды: дис. ... д-ра биологических наук: 05.13.09 / Крюков Владимир Иванович. – Тула, 2000. – 599 с.
75. Бондарук М.М. Использование *Drosophila melanogaster* в качестве тест-объекта оперативной индикации мутагенного загрязнения атмосферы в промышленном городе: дис... канд. биологических наук: 03.00.16 / Бондарук Михаил Мирославович. – Волгоград, 1999. – 117 с.

76. Reed, S. J. B. Electron microprobe analysis and scanning electron microscopy in Geology. Cambridge University Press, 2005, 206 p.
77. The mineralogy database. [Электронный ресурс]
URL: <http://webmineral.com/> (дата обращения: 08.05.2016).
78. Bauer, C. F. Variability of particulate trace element emissions from the Columbia coalfired power plant, Portage, Wisconsin / C. F. Bauer // Science of The Total Environment. –1988. – V. 68. – P. 251–266.
79. Finkelman, R. B. Modes of occurrence of environmentally-sensitive trace elements in coal / R. B. Finkelman, D. J. Swaine, F. Goodarzi // Environmental Aspects of Trace Elements in Coal. –1995. – V. 2. – P. 24–50.
80. Юдович, Я. Э. Токсичные элементы-примеси в ископаемых углях / Я. Э. Юдович, М. П. Кетрис. – Екатеринбург: УрО РАН, 2005. – 648 с.