

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
Оценка техногенного загрязнения почв в районе расположения Томской ГРЭС-2 по результатам изучения их вещественного состава и каппаметрии

УДК 502.175:502.521:621.311.22(571.16)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Г31	Сурнина Анна Викторовна		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры ГЭГХ	Жорняк Лина Владимировна	Кандидат геолого- минералогических наук		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

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

По разделу «Социальная ответственность»

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

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. Кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ГЭГХ	Язиков Егор Григорьевич	Доктор геолого- минералогических наук, профессор		

Томск – 2017 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

_____ Язиков Е.Г.
(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы <small>(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)</small>
--

Студенту:

Группа	ФИО
2Г31	Сурниной Анне Викторовне

Тема работы:

Оценка техногенного загрязнения почв в районе расположения Томской ГРЭС-2 по результатам изучения их вещественного состава и каппаметрии	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	№1557/с от 09.03.2017

Срок сдачи студентом выполненной работы:

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Литературные материалы, интернет ресурсы, результаты собственных научных исследований (пробы почв, отобранные в районе расположения Томской ГРЭС-2)
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	Ознакомление с данными ранее проведенных исследований; изучение вещественного состава отобранных проб почв; измерение показателя магнитной восприимчивости почв; оценка степени загрязненности изученных проб почв по значениям магнитной восприимчивости и полученным данным по вещественному составу; сравнение полученных значений с результатами изучения фоновых проб

	почв. Социальная ответственность при оценке техногенного загрязнения почв в районе расположения Томской ГРЭС-2; Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение при оценке техногенного загрязнения почв в районе расположения Томской ГРЭС-2 по результатам изучения их вещественного состава и каппаметрии
Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	Карта-схема опробования; таблицы с результатами ранее проведенных исследований на территории г. Томска; таблицы, диаграммы, рисунки, отражающие вещественный состав и полученные значения показателя магнитной восприимчивости проб почв
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i>	
Раздел	Консультант
Социальная ответственность	Ассистент кафедры Кырмакова Ольга Сергеевна
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Доцент кафедры ЭПР Цибулькикова Маргарита Радиевна
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	
нет	

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

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры ГЭГХ	Жорняк Лина Владимировна	Кандидат геолого-минералогических наук		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Г31	Сурнина Анна Викторовна		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ ПРИ ОЦЕНКЕ ТЕХНОГЕННОГО
ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВ В РАЙОНЕ РАСПОЛОЖЕНИЯ ТОМСКОЙ ГРЭС-2»**

Студенту:

Группа	ФИО
2Г31	Сурниной Анне Викторовне

Институт	Природных ресурсов	Кафедра	Геоэкологии и геохимии
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	05.03.06 «Экология и природопользование»

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

<p>1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения</p>	<p>Город Томск расположен на границе Западно-Сибирской равнины и отрогов Кузнецкого Алатау на правом берегу реки Томи. Объект исследований – почва. В ходе исследований необходимо оценить техногенное загрязнение почв в районе расположения Томской ГРЭС-2 по результатам изучения их вещественного состава и каппаеметрии. Исследования проводятся в лаборатории.</p>
---	--

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p>1. Производственная безопасность</p> <p>1.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой; – действие фактора на организм человека; – приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ); – предлагаемые средства защиты; – (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства). <p>1.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – механические опасности (источники, средства защиты); – термические опасности 	<p>Данный раздел включает описание всех опасных и вредных факторов, возникающих при полевых, лабораторных и камеральных работах.</p> <p>Вредные факторы: отклонение показателей микроклимата на открытом воздухе и в помещении; недостаточная освещенность рабочей зоны; тяжесть и напряженность физического труда; повышенная запыленность и загазованность рабочей зоны.</p> <p>Опасные факторы: электрический ток, пожарная опасность.</p> <p>Также раздел включает описание мер по предотвращению и ликвидации последствий.</p>
--	---

(источники, средства защиты); – электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты)	
2. Экологическая безопасность: – защита селитебной зоны; – анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); – анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); – анализ воздействия объекта на литосферу (отходы); – разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды.	При проведении полевых, лабораторных и камеральных работ негативного воздействия на окружающую среду оказано не будет. Опасность может быть оказано предприятием Томская ГРЭС-2.
3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях: – перечень возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения; – выбор наиболее типичной ЧС; – разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; – разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий.	Рассматриваются причины возникновения и предотвращения возникновения пожароопасных и взрывоопасных ситуаций.
4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.	Рассматриваются требования СанПиН и РД по организации условий труда.

Дата выдачи раздела по линейному графику:	
--	--

Задание выдал консультант:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Г31	Сурнина Анна Викторовна		

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

Студенту:

Группа	ФИО
2Г31	Сурниной Анне Викторовне

Институт	Природных ресурсов	Кафедра	Геоэкологии и геохимии
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	05.03.06 «Экология и природопользование»

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Расчет сметной стоимости выполняемых работ, согласно применяемой техники и технологии
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	Нормы расхода материалов, тарифные ставки заработной платы рабочих, нормы амортизационных отчислений, нормы времени на выполнение операций, нормы расхода материалов, инструмента и др.
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Страховые взносы 30%; Налог на добавленную стоимость 18%

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Планирование и формирование бюджета научных исследований	1. Техничко-экономическое обоснование целесообразности внедрения новой техники или технологии выполнения работ; 2. Линейный график выполнения работ
2. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	Расчет затрат на проведение научного исследования

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

Линейный календарный график выполнения работ

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Цибулькикова М.Р.	к.г.н., доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Г31	Сурнина Анна Викторовна		

Результаты обучения

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)	Требования ФГОС, критериев и/или заинтересованных сторон
Р1	Владеть культурой мышления, глубокими базовыми и специальными знаниями отечественной истории, философии, экономики, правоведения, уметь использовать их в области экологии и природопользования; иметь ясные представления о здоровом образе жизни	Требования ФГОС (ОК-1-8; ПК-7); Критерий 5 АИОР (п. 5.1, 5.2.5, 5.2.9, 5.2.16)
Р2	Демонстрировать глубокие естественнонаучные, математические знания, необходимые для владения математическим аппаратом экологических наук, для обработки информации и анализа данных по экологии и природопользованию, применять профессиональные знания в области экологии и природопользования, практической географии, физики, химии и биологии и способны использовать их в области экологии и природопользования	Требования ФГОС (ОПК-1-9; ПК-1, 2, 11, 14-16, 19, 21); Критерий 5 АИОР (п. 5.1, 5.2.1-5.2.3, 5.2.5, 5.2.9, 5.2.16)
Р3	Уметь применять экологические методы исследований при решении типовых профессиональных задач, владеть методами поиска и обмена информацией в глобальных и локальных компьютерных сетях	Требования ФГОС (ОК-5, ОПК-1, 2, 7-9; ПК-1-2, 4-6, 8-11, 14-17, 19-21); Критерий 5 АИОР (п. 5.2.2, 5.2.3, 5.2.8, 5.2.10.)
Р4	Активно владеть иностранным языком на уровне, позволяющем работать в интернациональном коллективе, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты инновационной деятельности в сфере охраны окружающей среды	Требования ФГОС (ОК-6-7; ОПК-1, 8, 9; ПК-4,6,8-11, 16, 21); Критерий 5 АИОР (п. 5.2.12-5.2.16)
Р5	Использовать теоретические знания, методы обработки, анализа и синтеза полевой и лабораторной геоэкологической информации на практике; самостоятельно учиться и непрерывно повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности	Требования ФГОС (ОК-6-7, ОПК 1, 2, 8-11, 13, 19-21); Критерий 5 АИОР (п. 5.1, 5.2.13-5.2.16)

Реферат

Выпускная квалификационная работа бакалавра 86 страниц, 32 рисунка, 25 таблиц, 75 источников.

Ключевые слова: городские почвы, промышленное предприятие, техногенное загрязнение, вещественный состав, магнитная восприимчивость почв.

Объектом исследования являются городские почвы в районе расположения Томской ГРЭС-2.

Предмет исследования: вещественный состав и магнитная восприимчивость почв района расположения Томской ГРЭС-2.

Цель работы: изучение вещественного состава и показателя магнитной восприимчивости почв в районе расположения Томской ГРЭС-2 для оценки техногенного загрязнения территории.

В процессе исследования проводился обзор ранее проведенных исследований, а также литературы по представленной теме; производился отбор проб почв в районе исследования и их пробоподготовка; выполнялись лабораторные исследования проб (с использованием оборудования кафедры ГЭГХ ТПУ) – измерение магнитной восприимчивости почв и изучение вещественного состава, обработка и анализ полученных результатов.

В результате работы выполнена оценка степени загрязненности изученных проб почв по значениям магнитной восприимчивости и полученным данным по вещественному составу, а произведено сравнение полученных значений с результатами изучения фоновых проб почв.

Полученные в ходе исследований результаты представляют практический интерес для специалистов экологов, геоэкологов и смежных направлений; могут быть основой для постановки более детальных работ по исследованию данной территории.

Содержание

Введение.....	3
Глава 1. Характеристика территории.....	5
1.1 Физико-географическая характеристика.....	5
1.2 Климат.....	6
1.3 Почвы.....	7
1.4 Гидрография.....	8
1.5 Характер рельефа.....	10
1.6 Растительный и животный мир.....	11
1.7 Основные геоэкологические проблемы Томской области.....	12
1.8 Геоэкологические проблемы г. Томска.....	14
Глава 2. Обзор ранее проведенных исследований.....	18
2.1 Качество атмосферного воздуха в г. Томске.....	18
2.2 Поверхностные воды.....	23
2.3 Почвенный покров.....	25
Глава 3. Методика исследований и характеристика объекта работ.....	27
3.1 Методика отбора проб почв и пробоподготовка.....	27
3.2 Методика лабораторно-аналитических исследований.....	29
3.2.1 Измерение показателя магнитной восприимчивости почв.....	29
3.2.2 Рентгеноструктурный анализ.....	29
3.2.3 Микроскопическое изучение проб почвы.....	30
3.2.4 Электронная микроскопия.....	32
3.3 Методика обработки данных.....	33
3.4 Геоэкологическая характеристика объекта работ.....	34
Глава 4. Вещественный состав почв исследуемой территории.....	37
Глава 5. Результаты изучения показателя магнитной восприимчивости почв.....	47
Глава 6. Социальная ответственность при оценке техногенного загрязнения почв в районе расположения Томской ГРЭС-2.....	50
Глава 7. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	61
Выводы.....	72
Список литературы.....	73

Введение

Почва является основной долговременной депонирующей средой для техногенных загрязнителей и по ее состоянию можно выявить и оценить основные экологические проблемы той или иной территории. Литогеохимическая съемка – обязательная составляющая эколого-геохимических исследований территории.

На сегодняшний день почвы изучались многими исследователями, и большинство работ связаны с изучением содержания различных химических элементов. Особый интерес представляют работы А.П. Виноградова [12]; В.И. Вернадского [11]; А.И. Перельмана [28]; А.А. Беуса [7]; М.А. Глазовской [15]; Ю.В. Алексеева [1]; Ю.Е. Саета и др. [37]; В.А. Алексеенко [2]; В.В. Добровольского [18], а также других исследователей. Первыми работами по загрязнению почв считаются труды И.Н. Антипова-Каратаева о состоянии и поведении меди в почвах [4].

Изучение вещественного состава почв позволяет интерпретировать природные и техногенные аномалии, связанные с влиянием промышленных объектов и спецификой самих почв; объяснять геохимические особенности почв.

Магнитные свойства почв являются объективным отражением их типа, сложения, происхождения и протекающих в них процессов. Показатели магнитных свойств почв обладают большой информативностью. Одним из наиболее важных показателей магнитных свойств почв является магнитная восприимчивость [62]. Показатель магнитной восприимчивости почв используется как экспрессный способ оценки загрязненности территорий [62].

Исходя из этого, важной является информация о вещественном составе почв, для установления взаимосвязи с источниками загрязнения, а также данные об изменении магнитной восприимчивости почв в районах расположения промышленных предприятий города Томска с целью оценки техногенного загрязнения территории.

И так как почва представляет собой долговременную депонирующую среду, ее изучение в целом является довольно актуальной и важной задачей.

Объектом исследования являются городские почвы в районе расположения Томской ГРЭС-2, предмет исследования – элементный и вещественный состав данных почв, полученные данные показателя магнитной восприимчивости почв.

Целью дипломной работы является: изучение вещественного состава и показателя магнитной восприимчивости почв в районе расположения Томской ГРЭС-2 для оценки техногенного загрязнения территории.

Для достижения цели работы были поставлены определенные задачи:

1. Ознакомиться с данными ранее проведенных исследований, в том числе с применением методики измерения магнитной восприимчивости почв, а также на предмет изученности вещественного состава.
2. Произвести отбор проб почв и их пробоподготовку.
3. Изучить вещественный состав отобранных проб, в том числе с применением электронного микроскопа и при помощи рентгеноструктурного анализа.
4. Замерить показатель магнитной восприимчивости почв.
5. Оценить степень загрязненности изученных проб почв по значениям магнитной восприимчивости и полученным данным по вещественному составу, а также сравнить полученные значения с результатами изучения фоновых проб почв.

Фактический материал и методы исследования.

В дипломной работе представлены результаты исследований, выполненные автором совместно с сотрудниками кафедры геоэкологии и геохимии ТПУ, на базе данной кафедры. Всего изучено 11 проб почв.

Новизна работы заключается в получении новых данных по почвам в районах расположения промышленных предприятий г. Томска в рамках проводимых мониторинговых исследований.

ГЛАВА 1. ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕРРИТОРИИ

1.1 Физико-географическая характеристика

Город Томск располагается на правом берегу реки Томи (50 км от ее места впадения в р. Обь) на границе Западно-Сибирской равнины и отрогов Кузнецкого Алатау. Расположен город на краю таёжной природной зоны, на значительном расстоянии до г. Москвы (3,5 тыс. км). Он занимает около 300 км², территория города разделена на 4 административных района: Кировский, Советский, Ленинский и Октябрьский (рисунок 1) [67].

Советский район — занимает территорию к востоку от административного центра Томска, в географическом центре города. С севера район ограничен Ленинским и Октябрьским районами, с востока и юго-востока — сельскохозяйственными и лесными угодьями Томского района, с юга и запада — Кировским районом города.

Включает в себя исторические районы: Татарская слобода (северная часть), Нижняя Елань, Мухин Бугор, микрорайоны: Центральный, Академгородок, посёлки: Восточный (район улицы Балтийской), Заварзино, Родионово.

Кировский район занимает обширную площадь к югу и западу от центра города.

Границами самого Томска и Томского района, которые проходят по Тимирязевской лесной даче и пойме Томи, наблюдается ограничение района с северо-запада и запада. С северо-востока — территориями Ленинского и Советского районов Томска, с востока и юга — сельскохозяйственными и лесными угодьями Томского района.

Район охватывает Университетскую рощу, южную часть Татарской слободы, район Томска-I, посёлки: Степановка, Предтеченск, Лоскутово, Апрель, Просторный, Аникино, Заречный (Берлинка), Тимирязевское, Нижний Склад, Эушта, Дзержинское и другие территории [67].

В 12 км к северу от Томска расположен ЗАТО город Северск, в советские времена называвшийся «Томск-7» или, в неформальной речи, «почтовый», «пятый почтовый».



Рисунок 1 – г. Томск на карте Томской области [64]

1.2 Климат

Климат Томской области – континентальный, при котором наблюдается короткое тёплое лето, продолжительная и холодная зима, также поздние весенние и ранние осенние заморозки, равномерное увлажнение [68].

В Томске – континентально-циклонический тип климата (переходный от европейского умеренно континентального к сибирскому резко континентальному). Среднегодовая температура составляет $0,9^{\circ}\text{C}$, а безморозный период – 110—120 дней.

Период, при котором наблюдаются температуры ниже 0°C в области продолжается 180-200 дней. Максимальные температуры воздуха отмечаются в июле месяце. Температурный режим летом более устойчив, чем зимой. Таким образом, в Томске июль – самый тёплый месяц года в 89% случаев, а самый холодный лишь в 4% случаев. Период с температурами выше 0°C продолжается в Томской области составляет 165-185 дней (таблица 1).

Преобладают юго-западные и южные ветра, что обусловлено особенностями циркуляции атмосферы на юго-востоке Западно-Сибирской равнины. Средние месячные и годовые скорости ветра, большей частью, составляют всего 2–4 м/с.

Годовое количество осадков варьируется по территории области где-то от 400 до 570 мм.

Таблица 1 – Изменение показателей температуры и нормы осадков за год в г. Томске [25]

Показатель	Янв.	Фев.	Март	Апр.	Май	Июнь	Июль	Авг.	Сен.	Окт.	Нояб.	Дек.	Год
Абсолютный максимум, °С	3,7	7,5	17,7	26,5	34,4	34,7	35,9	33,8	31,7	25,1	11,6	6,5	35,9
Средний максимум, °С	-13	-9,6	-1,1	7,0	17,5	22,3	24,8	21,7	14,4	6,0	-4,8	-11,1	6,2
Средняя температура, °С	-17,1	-14,7	-7	1,3	10,4	15,9	18,7	15,7	9,0	1,7	-8,3	-15,1	0,9
Средний минимум, °С	-20,9	-18,9	-11,9	-3,3	4,7	10,5	13,7	11,1	5,1	-1,3	-11,4	-18,9	-3,5
Абсолютный минимум, °С	-55	-51,3	-42,4	-31,1	-17,5	-3,5	1,5	-1,6	-8,1	-29,1	-48,3	-50	-55
Норма осадков, мм	35	24	25	34	41	61	75	67	50	55	52	49	568

1.3 Почвы

Город Томск и его окрестности включены в состав подтаежной подзоны – переходная от темнохвойной тайги и сосновых лесов к березовым и к лесным лугам. Дерново-подзолистые супесчаные и песчаные, а также серые лесные в разной степени эродированные со значительными контурами темно-серых лесных, лугово-черноземных почв являются зональными почвами района. Сложность геологического строения и рельефа правобережья р. Томи отражаются в распределении и сочетании в пространстве факторов и условий почвообразования и обуславливают сложность структуры почвенного покрова [68].

Серые лесные, светло-серые лесные (на повышенных участках) и темно-серые лесные почвы (в понижениях) распространены в пределах третьей и четвертой надпойменных террас (водораздельное пространство). В неглубоких гривах и лощинах водораздела, которые ориентированы в различных направлениях, создаются условия замедленного поверхностного стока, приводящие к частичному заболачиванию пониженных участков рельефа. На слабо заболоченных территориях у почв наблюдается различная степень оглеения. Нередко можно встретить вытянутые заболоченные понижения, которые чаще всего заполнены маломощными торфяниками (болотные почвы).

Вторая надпойменная терраса характеризуется преобладанием дерново-подзолистых почв легкого гранулометрического состава.

Первая надпойменная терраса отличается доминированием серых лесных глеевых, а также луговых, лугово-черноземных и лугово-болотных почв. Избыточное увлажнение, которое вызвано близким залеганием грунтовых вод или скоплением поверхностных вод, способствует развитию болотно-подзолистых почв.

На большей части территории города – застроенные и асфальтированные участки или антропогенные модификации почв. Антропогенные отложения, имеющие

значительную мощность (в среднем по городу – 0,5-2м), зафиксированы в пределах селитебной территории. За счет техногенных отложений, представляющих собой смесь различных грунтов, органических остатков, бытовых отходов, наблюдается повышение поймы правого берега р. Томи и первой надпойменной террасы (1,5-3 м). [68].

1.4 Гидрография

Основные водотоки Томской области, в которых сосредоточены почти все ресурсы речных вод – Обь, Томь, Чулым, Кеть, Тым, Васюган, Парабель, Чая, Кия. Реки, как правило, извилисты, с малыми уклонами (таблица 2) [69].

Таблица 2 – Количество и протяженность рек на территории Томской области [69]

Градация водотоков	Длина рек, км	Число единиц	%	Суммарная длина рек, км	%
Мельчайшие	<10	16480	91.0	37000	38.9
Самые мелкие	10-25	1006	5.6	15777	16.6
Малые	26-100	509	2.8	21137	22.4
Средние	101-500	97	0.58	20021	21.0
Большие	>500	8	0.02	1065	1.1
Всего	-	18100	100	95000	100

Город Томск расположен на берегу р. Томь в нижнем течении на 70-78 км от устья и замыкает площадь водосбора 57800 км².

Средняя глубина реки 2,5 м, скорость течения в межень до 1,0 м/сек.

На этом участке река относится к типу «меандрирующих» и в районе города русло реки расположено у правого берега долины, непосредственно у города. Защитной дамбой ограждена узкая полоса правобережной поймы в пределах города, в левобережной пойме наблюдается обилие стариц и протоков. Залив Сенная курья является наиболее крупной старицей, впадает в р. Томь слева против южной оконечности города.

В рамках государственного контракта по теме «Установление границ водоохранных зон и прибрежных защитных полос и вынос их в натуру на реках Обь, Томь, Ушайка, Басандайка, Малая Киргизка на территории Томской области» были определены границы водоохранных зон, прибрежных защитных полос, а также береговые линии для этих рек [69].

В целях предотвращения засорения, истощения поверхностных вод, их загрязнения, а также для сохранения среды обитания объектов растительного и животного мира установлены водоохранные зоны (ВОЗ). В пределах ВОЗ устанавливаются границы

– прибрежные защитные полосы (ПЗП), на которых устанавливаются дополнительные ограничения природопользования.

В соответствии с Водным кодексом РФ устанавливается ширина ПЗП, она зависит от крутизны склонов прилегающей территории и составляет от 30 до 50 метров.

Береговая линия для рек в соответствии с Водным кодексом РФ определяется по среднегодовому уровню воды в период, когда они не покрыты льдом.

Водоохранная зона реки Томи составляет 500 м, рек Ушайка, Басандайка, Мал. Киргизка – 200 м (рисунок 2).

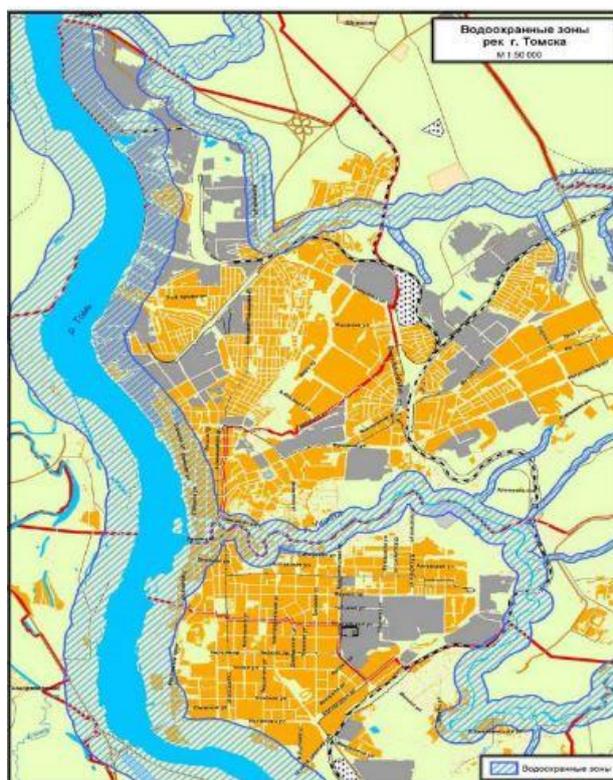


Рисунок 2 – Водоохранные зоны рек г. Томска [69]

Озеро Калмацкое – водоём старичного типа, являющийся после небольшого перерыва как бы продолжением Сенной курьи. Озеро имеет вид неширокой и длинной, почти полукругом изогнутой, ленты длиной 3,8км, шириной 30 – 50м; берега его довольно высокие, местами заболоченные и на большом протяжении поросшие кустарником.

Озеро Копаное расположено в 40 км от оз.Калмацкого, соединенного с ним канавой. Озеро имеет вытянутую форму в направлении с юга на север. Берега невысокие до 2-х м, круто спускающиеся к урезу. Длина озера 175 м, ширина 50 м. Глубины 7 – 9 м.

Озеро Боярское – пойменный водоём, находящийся в 0,5 км от Сенной курьи. Длина озера 600 м, ширина около 100 м.

Озеро Иренъевское расположено на 1-ой террасе в северной части города, имеет неправильную вытянутую с юго-запада на северо-восток форму, глубина до 3 м.

В Томь в окрестностях города впадают такие реки, как р. Басандайка, Большая Киргизка с притоком Малая Киргизка, Кисловка, Ушайка.

Режим рек (водный и стоковый) является аналогичным режиму реки Томь. На протяжении 3-5 км от устьев реки испытывает подпор во время весеннего половодья со стороны р. Томь.

Значительны ресурсы поверхностных вод города. В средний по водности год составляют $34 \text{ км}^3/\text{год}$, в маловодный год – $23,7 \text{ км}^3/\text{год}$ (95% обеспеченности). [69].

1.5 Характер рельефа

Томская область, в частности город Томск, расположены в юго-восточной части Западно-Сибирской равнины.

Река Томь, протекающая с юга на север на протяжении нескольких десятков км, делит окрестности города на 2 части. Абсолютными отметками до 200 и более метров характеризуется водораздельная равнина правобережья. Воспринимается она визуально идеально ровной, но геоморфологические карты представляют ее полого-увалистой. Из форм мезо- и микрорельефа присутствуют суффозионные просадки и котловины. Левобережье (Обь-Томское междуречье) представлено отметками (на широте г. Томска) не превышающими 150 м. Рельеф его плоскоравнинный заболоченный, а на поверхности II-ой и III-ей надпойменных террас, переработанных ветром, - ложбинно-грядовый [67].

Рельеф в города Томска – неровный, выделяются элементы речной долины: пойма, террасы и междуречье водораздела Томь — Малая Киргизка и Томь — Ушайка. Террасы расчленены оврагами и балками.

Для города является характерным перепад высот, который достигает 60-70 метров. В связи с тем, что город расположен в зоне резко континентального климата, при этом еще наблюдается пересечённый рельеф, а также высокое стояние грунтовых вод, рыхлые горные породы, которые легко поддаются размыву, то велика вероятность развития оползней и оврагов. Овраги можно встретить во многих городских районах.

Насчитывается в Томске более 60 оврагов, длина некоторых может достигать 1 км. Вершины отдельных оврагов могут угрожать разрушением зданий и дорог, подходя к ним вплотную. Даже при минимальном вмешательстве человека наблюдается усиление процессов оползания, которые наблюдаются по склонам гор. Примером этого может

служить то, что в 1970-е годы скатились и рухнули со склона Юрточной горы строения автобазы, которые были построены за зданием центральной аптеки [67].

1.6 Растительный и животный мир

Природными зонами Томской области являются тайга и лесостепь. Во флоре области наблюдаются мигранты, так как эндемичные (местные) виды появиться не успели. Преобладающая растительность представлена равнинной полидоминантной тайгой, на юге области доминирует пихта сибирская, на севере же – кедр сибирский с участием елей. При этом можно пронаблюдать практически во всех лесных сообществах осины и березы. Растительность области подразделяется на болотную, лесную, луговую и водную.

В лесах и на болотах много дикорастущих ценных растений, представляющих промысловый интерес: брусники, черники, клюквы, голубики, смородины, малины, морошки, клубники, толокнянки, лекарственных трав, черемши, хрена, хмеля, щавеля, дикого лука, разнообразных грибов. Особую ценность представляют 24 орехово-промысловой зоны площадью 450 тыс. га.

Территория города представлена рядом зелёных массивов, такими как парки, скверы, рощи, сады. Большая часть сосредоточена в городской части к югу от р. Ушайки: Городской сад, Лагерный сад, Университетская роща, Сибирский ботанический сад, городской сквер (площадь Новособорная), Игуменский парк, Буфф-сад, парк по ул. Елизаровых (спуск на ул. Балтийскую). Также существует Солнечная роща в конце Иркутского тракта (северо-восток города), Михайловская роща, берёзовая роща на Каштаке [70].

Животный мир Томской области включает примерно две тысячи видов и групп.

В реках и озерах города и его области обитают 33 вида рыб, пятнадцать из которых – промысловые (муksун, осетр, пелядь, нельма, стерлядь). Богат животный мир Томской области: на ее территории обитают 28 видов диких животных, имеющих промысловое значение – это лось, олень, косуля, бурый медведь, рысь, россомаха, соболь, лиса, белка, волк и др. Некоторых животных можно встретить и в городе: мыши, белки и др. [70].

В Томске и области насчитывается 326 видов птиц (синица, снегирь, сорока, ворона, полевой воробей, полозень, зеленная пересмешка, скворец, кукушка, юрок, канек и др.) Среди них многие являются перелетными видами – 147, оседло-кочевые – 48, пролетные (пересекают территорию области, но не размножаются в ее пределах) – 39, зимующие (появляются только в зимний период) – 4 вида. 62 вида – залетные, которые

пребывают на территории Томской области не закономерно. Основной же популяции птиц области являются 225 гнездящихся видов. Большинство из этих птиц обитают в области, но в городе также можно встретить воробья, голубя, кукушку, ворону, сороку, снегиря, синицу и др. [70].

1.7 Основные геоэкологические проблемы Томской области

Для Томской области на сегодняшний день являются характерными определённые геоэкологические проблемы [73].

1. Проблема загрязнения атмосферного воздуха. От 1188 предприятий (стационарные источники загрязнения атмосферы) выбросов загрязняющих веществ поступило в 2010 году в атмосферный воздух Томской области. Суммарный объем выбросов от стационарных источников в целом по области – 345,2 тыс. т, из них: твердые вещества – 37,4 тыс. т, сернистый ангидрид – 12,6 тыс. т, окислы азота – 25,7 тыс. т, углеводороды – 95,066 тыс. т, оксиды углерода – 149,6 тыс. т. Выбросы прочих жидких и газообразных загрязняющих веществ – 24,7 тыс. т. Общее количество стационарных источников выбросов, которые отнесены к категории «организованные» больше 81 тыс. единиц, при этом являются оснащенными газоочистными установками только 561 единица.

Районами, на которые приходится большая часть выбросов стационарных источников, являются Парабельский – 37,9 тыс. т (11%), Александровский – 47,2 тыс. т (13,6 %), Каргасокский – 177,4 тыс. т (51 %), г. Томск и г. Северск – 63,36 тыс. т (18,3 %) (рисунок 3).



Рисунок 3 – Распределение антропогенной нагрузки, оказываемой стационарными источниками территории Томской области [74]

2. Сибирский химический комбинат (СХК) и связанные с его деятельностью проблемы. Комбинат располагается в незначительном расстоянии от города Томска, действующие ядерные реакторы – около 10 км от центра города. СХК является крупнейшим в мире комплексом ядерного производства. Радиоактивные отходы (РАО) – традиционная проблема. Наиболее серьезная ситуация наблюдается с жидкими радиоактивными отходами, так как твердые отходы находятся на специальных полигонах в емкостях, и проблемы с ними могут возникнуть только после разрушения конструкций.

3. Проблемы добывающей промышленности. Так как в области добываются нефть и газ, с ними связаны различные специфические, а также традиционные экологические проблемы. В районах нефтедобычи строятся емкости для хранения попутных вод, которые загрязнены химикатами и нефтепродуктами. Стенки водоема могут дать течь в любой момент, и его содержимое тогда загрязнит большие пространства прилегающих территорий.

Транспортируется нефть по трубопроводам, которые проложены в болотистой местности, в связи с чем трубы подвергаются быстрому разрушению, и соответственно на них регулярно случаются аварии с разливом нефти на больших площадях [73].

Также значительной проблемой является то, что погоня за ростом нефтедобычи уничтожает природную среду обитания многих животных.

4. Питьевая вода. Практически на всей территории Томской области существует проблема качества питьевой воды. В природных источниках воды повсеместно превышены концентрации железа, марганца, других металлов. В таежных и болотных реках - значительные концентрации фенолов. В основных водных артериях - Томи и Оби - большие концентрации техногенных загрязнений, поступающих из соседних областей.

5. Ракетно-космическая деятельность на территории Томской области.

Территория Томской области с началом освоения космического пространства используется под районы падения отделяющихся частей ракет-носителей (РП ОЧРН) при пусках с космодрома «Байконур». Проблема районов падения отделяющихся частей ракет и ракет-носителей тесно связана с особенностями используемых технических средств доставки полезных грузов в космическое пространство.

«Проблема РП ОЧРН» официально сформулирована была впервые в 1989 году, и с того времени ведутся отсчеты работ по решению этой проблемы.

Прямое механическое воздействие (падение фрагментов ОЧРН) – более вероятный фактор опасности. Конечно же районы падения отдалены от населенных пунктов и

транспортных коммуникаций, но все же нахождение людей, домашних животных и техники в этих районах, не может быть исключено. Поэтому в целях обеспечения безопасности Департамент природных ресурсов и охраны окружающей среды ТО проводит комплекс специальных мероприятий [74].

1.8 Геоэкологические проблемы г. Томска

Томск является крупным научным, культурным и промышленным центром Сибирского федерального округа России, административным центром Томской области. В городе наблюдаются такие экологические проблемы, как загрязнение атмосферного воздуха и воды; проблемы озеленения города; утилизация отходов производства и потребления, шумовое загрязнение [72].

- **Загрязнение атмосферного воздуха**

296 загрязняющих веществ выбрасывается в атмосферный воздух г. Томска. В Томске существует множество небольших предприятий, которые имеют выбросы вредных веществ в атмосферу. Ими являются многочисленные АЗС, столярные цеха, гаражи, предприятия по благоустройству города и т.д. Томская ГРЭС-2 ОАО «Томскэнерго», Томская ТЭЦ-3 ОАО «Томскэнерго», а также ОАО «Томский нефтехимический завод» и ЗАО «Метанол» вносят наибольший вклад в общий объем выбросов. Около 67% приходится на выбросы от этих предприятий среди выбросов остальных стационарных источников.

Загрязнение атмосферного воздуха по таким загрязнителям, как диоксид азота, формальдегид, зола угля и суммация всех видов пыли, превышающее санитарно-гигиенические нормативы, может прослеживаться почти на всей территории города или значительной его части. Загрязнение атмосферного воздуха с превышением ПДК по остальным веществам наблюдается, обычно, непосредственно в районах расположения предприятий (в радиусе от 20 до 200 м).

Четкое разделение территории города на промышленные и жилые зоны в градостроительном отношении отсутствует. Не имея четко определенных границ санитарно-защитных зон, промышленные предприятия располагаются в жилых районах города. На большей части территории Томска – чистая и умеренно загрязненная атмосфера. На этом фоне выделяются два района с сильно загрязненной атмосферой: это промузел ОАО «Томский нефтехимический завод» и центральная часть Томска, которая захватывает Советский и Кировский районы (рисунок 4). Первый очаг не представляет опасности для населения, так как располагается в пределах СЗЗ завода. Второй очаг,

который сформирован в основном выбросами автотранспорта, накрывает самые густо населенные районы города [72].

Доля автотранспорта в суммарном объеме общегородских выбросов насчитывает 74% (76,08 тыс. т в год). Так как в Томске отсутствуют специальные магистрали, обладающие высокой пропускной способностью, то основной поток автотранспорта пропускается по территориям жилой застройки. Улицы Красноармейская, Яковлева, Пушкина, Иркутский тракт, проспект Ленина и Комсомольский выделяются наиболее высокой интенсивностью движения транспорта, они характеризуются самыми значительными уровнями загрязнения атмосферного воздуха оксидами азота и углерода [23].

Основные причины загрязнения атмосферного воздуха выбросами автотранспорта: плохое качество дорожного покрытия, высокая концентрация гаражных боксов и автотранспортных предприятий в жилой застройке, низкая пропускная способность городской дорожной сети, загруженность центральных дорог города маршрутным транспортом; а также доминирование низкосортных видов жидкого топлива и высокий процент неисправных автотранспортных единиц.

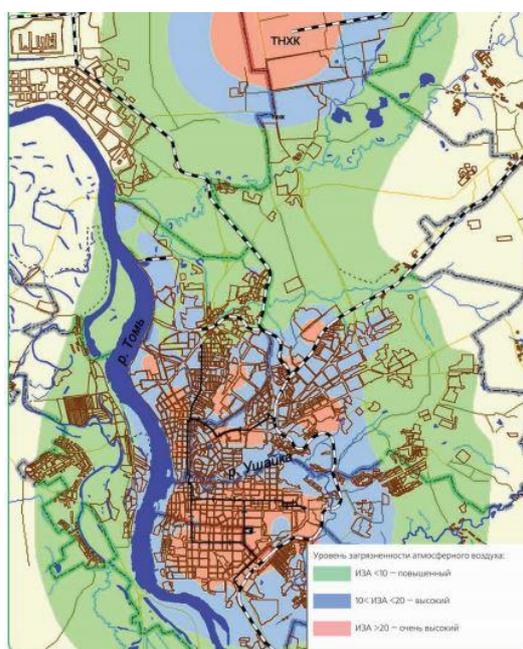


Рисунок 4 – Индекс загрязненности атмосферного воздуха г. Томска [74]

- **Загрязнение вод**

Загрязнение рек Томи, Ушайки, и Малой Киргизки сточными водами – острая проблема города. Вода реки Томи, по данным ТГМЦ, относится к 3 классу качества (т.е. является умеренно загрязненной), а реки Ушайки – к 4 классу (т.е. загрязненная) (таблица

3). Основным источником загрязнения поверхностных вод является сброс неочищенных сточных вод через систему дождевой канализации. Общая протяженность дождевой канализации города Томска сегодня составляет примерно 152,5 км, при этом на балансе организаций находится 62,1 км сетей (41%) от общей протяженности ливневых канализаций. 59% сетей – бесхозные. Более 70% на сегодняшний день представляет собой износ дождевой канализации. Не организована водоочистка стоков, которая необходима перед тем как будет производиться их выпуск в поверхностные водоемы. Сеть ливневой канализации, принимает также промышленные сточные воды предприятий города и неочищенные хозяйственно-фекальные стоки жилого сектора. Сбросы эти осуществляются через несанкционированные врезки в сеть ливневой канализации. 14 тыс. м³ фекальных стоков в сутки поступает в Ушайку только от жилмассива «Мокрушинский» (район пос. Степановка).

Таблица 3 – Индексы загрязнения воды водных объектов по результатам контроля в 2010 году [74]

Расположение створа	УКИЗВ	Класс качества
р. Томь, г. Томск, 0,3 км выше города	3,37	3 «Б» очень загрязненная
	NH ₄ , NO ₂ , ХПК, цинк, нефтепродукты, фенолы, медь, железо общее, формальдегид	
р. Томь, г. Томск, 3,5 км ниже города	3,61	3 «Б» очень загрязненная
	NH ₄ , ХПК, NO ₂ , железо общее, цинк, медь, нефтепродукты, фенолы, формальдегид	
р. Томь, с. Колюлино, 0,1 км выше города	3,91	3 «Б» очень загрязненная
	БПК ₅ , NH ₄ , NO ₂ , ХПК, железо общее, фенолы, нефтепродукты	

- **Шумовая обстановка**

Однопутная железная дорога и обслуживающие ее 3 железнодорожные станции – Томск-I, Томск-II, Томск-грузовой представляют собой серьезную потенциальную экологическую опасность для населения города. Пересекая город с юга на север, дорога проходит в непосредственной близости от густонаселенных микрорайонов (ул. Елизаровых, территория частного сектора по ул. Новодеповской, микрорайон Макрушинский и др.). Источниками шумового загрязнения среды города выступают также движущиеся железнодорожные составы. По уровню шумовое загрязнение может

быть до 90 дБ. Чтобы снизить шумовое загрязнение необходимо построить объездную железнодорожную ветку.

В Томске также присутствуют трамвайные маршруты, уровень шумового загрязнения от которых сопоставим со степенью шума от железнодорожного транспорта. Самый высокий уровень шумового загрязнения наблюдается на улицах с наибольшей интенсивностью движения: ул. Красноармейская, Яковлева, Пушкина, Иркутский тракт, Комсомольский проспект и проспект Ленина [74].

- **Проблемы озеленения города**

В городе отсутствует система озелененных территорий и обязательных объектов озеленения в структуре жилых районов, наблюдаются низкие показатели озелененных территорий общего пользования, городские акватории находятся в критическом состоянии. Также, можно сказать, что отсутствует система особо охраняемых территорий и существует ландшафтно-планировочная неорганизованность рекреационных объектов зеленой зоны. 2% от площади без учета лесов города (3,9 м² на 1 жителя) занимают зеленые насаждения общего пользования. Благоустройство скверов и парков, особенно находящихся далеко от центра города, отсутствует [74].

ГЛАВА 2. ОБЗОР РАННЕЕ ПРОВЕДЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

2.1 Качество атмосферного воздуха в г. Томске

ГУ «Томский центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды» осуществляет систематические наблюдения за загрязнением атмосферного воздуха в г. Томске. Оценивается в ходе данных наблюдений содержание в воздухе 13 веществ: сернистый ангидрид, диоксид азота, оксид азота, оксид углерода, пыль, фенол, сероводород, хлористый водород, сажа, формальдегид, аммиак, метанол и бенз(а)пирен. Ведутся наблюдения в 7:00, 13:00 и 19:00 часов местного времени на 7 постах, которые расположены непосредственно по адресам:

- пост № 2, пл. Ленина, 18;
- пост № 5, ул. Герцена, 68а;
- пост № 11, ул. Пролетарская, 8б;
- пост № 12, пос. Светлый;
- пост № 13, ул. Вершинина, 17в;
- пост № 14, ул. Лазо, 5/1;
- пост № 15, ул. 19 Гвардейской дивизии.

Непосредственно к районам исследования относятся улицы, выделенные полужирным начертанием.

За 2015 г. всего отобрано и проанализировано 36 692 проб атмосферного воздуха.

Анализируя график динамики изменения индекса загрязнения атмосферы, можно увидеть, что ИЗА в 2002 и 2003 гг. имеет наибольшие значения, затем происходит резкий спад. После чего в 2006 и 2007 годах снова возрастает данный показатель. Это объясняется ростом количества выбросов, произошедшим на ОАО «Томский нефтехимический завод» (на 327 т) и ЗАО «Метанол» (на 1,63 тыс. т). Увеличение выбросов на ЗАО «Метанол» связано с проведением инвентаризации и выявлением неучтенных источников [61].

ИЗА в 2015 г. в г. Томске остался на уровне 2014 г. и свидетельствует о повышенном загрязнении атмосферы (рисунок 5).

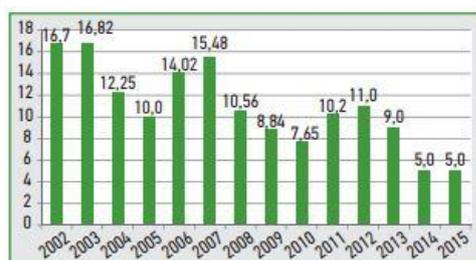


Рисунок 5 – Динамика изменения индекса загрязнения атмосферы в г. Томске [61]

Степень загрязнения атмосферного воздуха города Томска определяется приоритетными примесями такими, как формальдегид, хлорид водорода, взвешенные вещества, диоксид азота, метанол.

Диоксид азота. Диоксид азота образуется в основном от автомобилей и сжигания топлива на ТЭЦ. Долговременно воздействуя на человека, диоксид азота может вызвать сердечно-сосудистую недостаточность. Выбросы автотранспорта являются причиной превышения допустимых концентраций по примеси диоксида азота в городе Томске. В целом по городу среднегодовая концентрация диоксида азота составила 0,045 ПДК с. с. В Советском районе города (пост № 5) отмечены наибольшие величины максимальной разовой (5 ПДК м. р.) и среднегодовой (1,1 ПДК с. с.) концентраций при наибольшей повторяемости превышения ПДК (3,8 %).

Формальдегид – это бесцветный газ, обладающий острым запахом. Автомобильный транспорт, химическое производство, мебель являются источниками его поступления в атмосферу. Формальдегид очень пагубно влияет на человека. Возможны отравления формальдегидом, симптомами которого будут затрудненное дыхание, угнетенное психологическое состояние, мигрень. В окружающей среде о наличии формальдегида могут свидетельствовать отек легких и болезни глаз. Среднегодовая концентрация формальдегида в целом по городу составила 0,014 ПДК с. с. В Кировском районе (пост № 13) отмечены наибольшие величины максимальной разовой (4,5 ПДК м. р.) и среднегодовой (1,4 ПДК с. с.) концентраций при наибольшей повторяемости превышения ПДК (12 %).

Метанол. За содержанием метанола в атмосферном воздухе Томска наблюдения осуществляются только на одном посту (пост № 12), расположенном в пос. Светлом. Среднегодовая концентрация примеси – 0,6 ПДК с. с. Максимальная из разовых концентрация составила 3,6 ПДК м. р. Наибольшая повторяемость превышений – 15,1 %.

Хлорид водорода. Химическое производство – источник поступления в атмосферу. За содержанием хлористого водорода наблюдения в Томске ведутся в Советском и Кировском районах. В целом по городу среднегодовая концентрация взвешенных веществ – 0,063 ПДК с. с. Максимальные величины среднегодовой (0,6 ПДК с. с.) и максимальной разовой (9,3 ПДК м. р.) концентраций регистрировались в Советском районе (пост № 5) при наибольшей повторяемости превышений ПДК (5,7 %).

Взвешенные вещества. Среднегодовая концентрация взвешенных веществ в целом по городу составила 0,104 ПДК с. с. Наибольшие величины среднегодовой (0,7 ПДК с. с.)

и максимальной разовой (5,8 ПДК м. р.) концентраций при наибольшей повторяемости превышения ПДК (6,8 %) отмечались в Советском районе (пост № 5).

Мониторинговые наблюдения за состоянием воздуха и снегового покрова проводятся сотрудниками кафедры ГЭГХ ТПУ Таловской А.В. и Филимонок Е.А. На схеме пространственного распределения среднесуточной пылевой нагрузки на территорию города Томска видно, что основной очаг загрязнения находится в районе Золоотвала Томской «ГРЭС-2». Данный золоотвал располагается в советском районе города, т.е. районе объекта исследования.

Воздействие выбросов Томской ГРЭС-2 отражается в особенностях элементного состава нерастворимой фазы снега из ее окрестностей, изменениях свойств подвижности химических элементов-индикаторов в системе «твердый осадок снега – снеготалая вода», а также в параметрах ионного состава снеготалой воды. Наиболее интенсивное воздействие Томской ГРЭС-2 установлено в условно ближней зоне – на удалении до 1 км от высотных труб теплоэлектростанции.

Выбросы Томской ГРЭС-2 являются источником накопления сферических техногенных образований, рентгеноаморфного сажистого вещества и мелкодисперсной угольной пыли в снежном покрове в ее окрестностях. Наибольший приток пылевых частиц с комплексом химических элементов, включая радиоактивные и токсичные металлы, в окрестностях Томской ГРЭС-2 формируется в результате сжигания угля [71].

Также наиболее загрязненные участки можно наблюдать в месте нахождения ЗАО «Карьероуправление» и ОАО «Завод ЖБК-100» и ООО «Керамзит-Т». Это связано, в первую очередь, со спецификой производства, а также с тем, что значительный вклад в пылевую нагрузку вносит автотранспорт (рисунок 6) [66].

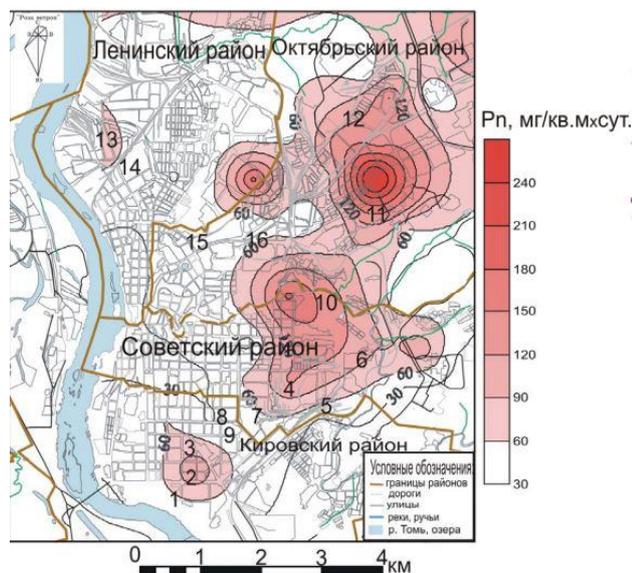


Рисунок 6 – Величина среднесуточной пылевой нагрузки (P_n – пылевая нагрузка, среднее значение $63 \text{ мг/м}^2 \cdot \text{хсут}$. Фон $7 \text{ мг/м}^2 \cdot \text{хсут}$) на территорию г. Томска, 2007 г. [66]

1.ООО «Континентъ»; 2. ОАО «Томский инструмент»; 3. ОАО «Томский электроламповый завод»; 4. Томская «ГРЭС-2»; 5. ООО «Завод крупнопанельного домостроения ТДСК»; 6. «Эмальпроизводство ЗАО «Сибкабель»; 7. ОАО «Манотомь»; 8. ОАО «Сибэлектромотор»; 9. ФГУП «Томский электротехнический завод» и НПО «Полнос»; 10. Золоотвал Томской «ГРЭС-2»; 11. ЗАО «Карьероуправление»; 12. ОАО «Завод ЖБК-100» и ООО «Керамзит-Т»; 13. ОАО «Томский шпалопропиточный завод»; 14. ООО «Томский завод резиновой обуви»; 15. ЗАО «Сибкабель»; 16. ЗАО «Томский подшипник»

Наиболее контрастные ореолы пылевого загрязнения территории в южной части Томской области сформированы под воздействием источников Томск–Северской промышленной агломерации, в северной части региона – воздействием от нефтедобывающих промыслов. Кроме этого, существенный вклад в пылевое загрязнение населенных пунктов Томской области вносят локальные источники – преимущественно угольные котельные (рисунок 7) [71].

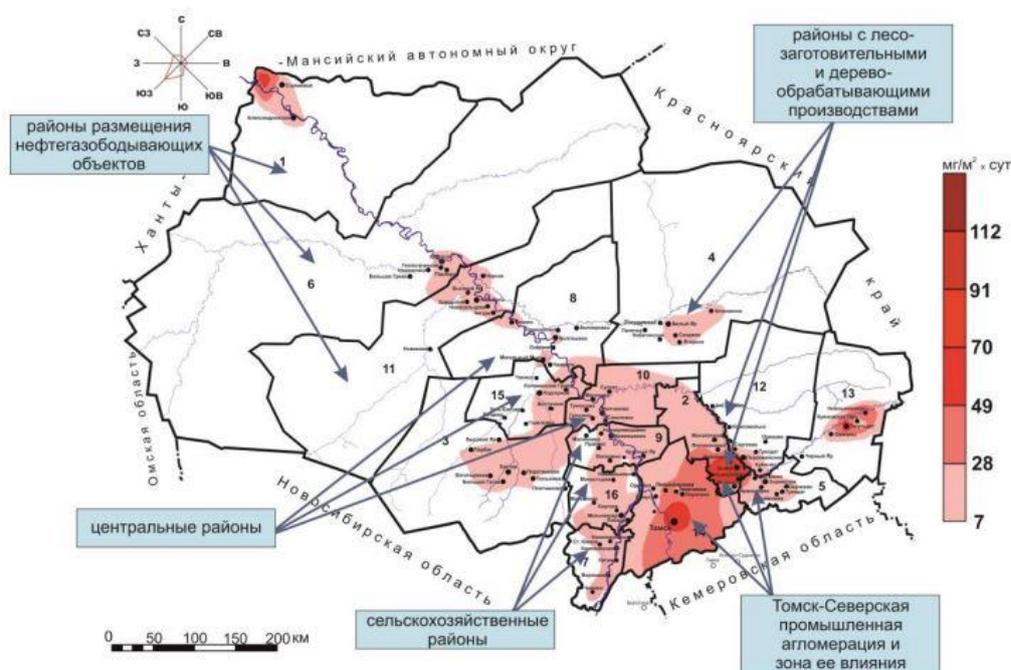


Рисунок 7 – Величина среднесуточной пылевой нагрузки на территорию населенных пунктов Томской области по данным снегового опробования [71]

Районы Томской области (1-16): 1 – Александровский, 2 – Асиновский, 3 – Бакчарский, 4 – Верхнекетский, 5 – Зырянский, 6 – Каргасокский, 7 – Кожевниковский, 8 – Колпашевский, 9 – Кривошеинский, 10 – Молчановский, 11 – Парабельский, 12 – Первомайский, 13 – Тегульдетский, 14 – Томский, 15 – Чаинский, 16 – Шегарский

Кроме систематических наблюдений за загрязнением атмосферного воздуха ГУ «Томский центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды» специалисты отдела Томская СИГЭКиА ОГБУ «Облкомприрода» проводили наблюдения за состоянием атмосферного воздуха в зонах влияния автотранспорта, предприятий города и в зонах отдыха населения — на детских площадках, в Лагерном саду, в березовой роще на Каштаке, в Городском саду, в парке у Белого озера. В зимнее время для наблюдений применялся метод снеговой съемки, а в летнее время производился анализ проб атмосферного воздуха.

На всех 13-ти наблюдаемых перекрестках города зафиксированы превышения ПДК взвешенных веществ (пыли) от 1,5 до 2,9 раз, на 7-и из 13-и перекрестков были зафиксированы превышения ПДК хлористого водорода от 1,1 до 4,8 раза, на 4-х перекрестках в Ленинском и Октябрьском районах (пр-т Комсомольский — ул. Пушкина, ул. Дальне- Ключевская — пр-т Ленина, ул. Беринга — ул. Лазо, ул. Суворова — Иркутский тракт) наблюдались превышения ПДК диоксида азота от 1,2 до 1,4 раз. Зоны отдыха населения и детские площадки г. Томска характеризуются, в общем, благоприятным состоянием атмосферного воздуха, но за исключением зафиксированных

на 8-и из 22-х наблюдаемых детских площадок превышений взвешенных веществ (пыли) в 1,7-2,6 раза. На детской площадке по ул. Красноармейской (около магазина «Лимпопо») были зафиксированы превышение ПДК фенола в 1,1 раза и диоксида азота в 1,5 раза [61].

2.2 Поверхностные воды

Наблюдение за состоянием поверхностных вод на территории Томской области в 2015 г. осуществлялось Томским Центром по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды — филиалом ФГБУ «Западно-Сибирское Управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды» (в 23 створах) и ОГБУ «Облкомприрода» (в 37 створах).

Существует коэффициент комплексности загрязненности воды в наблюдаемых водных объектах, его значение является свидетельством о загрязненности воды по нескольким ингредиентам и показателям качества в течение года. В результате анализа результатов контроля качества воды в основных реках области удалось выяснить что вода большинства рек, является загрязненной железом, фенолами, нефтепродуктами и ХПК. В основном водоемы Томской области соответствуют 3-4 классам качества в связи с естественным и антропогенным загрязнением [61].

Река Томь, г. Томск (2 створа: выше города и ниже города). Качество поверхностных вод в створах выше города, ниже города было оценено по 14 ингредиентам. Превышение ПДК наблюдалось в створах выше города, ниже города по 9 ингредиентам (БПК₅, ХПК, азот нитритный, азот аммонийный, нефтепродукты, железо общее, цинк, медь, фенолы).

В 2015 г. в створе выше города наблюдалась характерная загрязненность по железу общему; устойчивая — по нефтепродуктам, фенолам летучим, меди и легко- окисляемой органике (по показателю БПК₅); неустойчивая — по цинку и ХПК; единичная — по азоту нитритному и азоту аммонийному. Средний уровень загрязненности отмечался по нефтепродуктам, фенолам летучим, меди, железу общему и азоту аммонийному; низкий — по цинку, азоту нитритному, легкоокисляемой органике (по БПК₅) и ХПК.

Наибольшую долю в общую оценку степени загрязненности вносят нефтепродукты и железо общее. По сравнению с прошлым годом повысилось среднее содержание фенолов летучих, цинка, меди, железа общего, азота аммонийного; снизилось — азота нитритного и ХПК.

В створе ниже города наблюдалась характерная загрязненность по нефтепродуктам, цинку и железу общему; устойчивая — по фенолам летучим, меди и

легкоокисляемой органике (по показателю БПК₅); неустойчивая — по азоту нитритному и ХПК; единичная — по азоту аммонийному. Средний уровень загрязненности отмечался по нефтепродуктам, фенолам летучим, цинку, меди, железу общему, азоту аммонийному; низкий — по азоту нитритному, легкоокисляемой органике (по показателю БПК₅) и ХПК.

Наибольшую долю в общую оценку степени загрязненности вносят нефтепродукты, цинк и железо общее. По сравнению с 2014 г. повысилось среднее содержание фенолов летучих, цинка, меди, железа общего; снизилось — азота нитритного.

В створе выше города величина УКИЗВ в 2015 г. (рисунок 8) – 3,69, это говорит о том, что вода является очень загрязненной (3 «Б» класс качества (в 2014 г. УКИЗВ – 3,66, вода 3 «Б» класса качества)). Величина УКИЗВ в створе ниже города – 4,06, соответственно вода – грязная (4 «А» класс качества (в 2014 г. УКИЗВ – 3,67, вода 3 «Б» класса качества – очень загрязненная вода)). По сравнению с предыдущим годом качество воды в створе выше города не изменилось, в створе ниже города – ухудшилось.

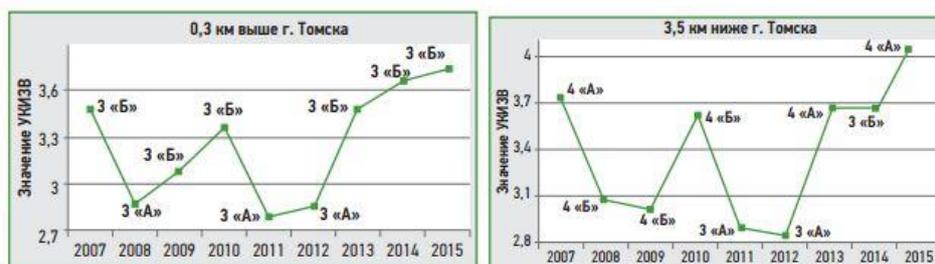


Рисунок 8 – Значение УКИЗВ, класс качества воды р. Томь, г. Томск [61]

Река Ушайка, г. Томск. Качество поверхностных вод оценивалось по 14 ингредиентам, из которых по 8 ингредиентам наблюдались превышения ПДК (ХПК, БПК₅, азот нитритный, нефтепродукты, железо общее, фенолы, медь, цинк). В 2015 г. наблюдалась характерная загрязненность воды по нефтепродуктам и легкоокисляемой органике (по показателю БПК₅); устойчивая — по фенолам летучим, цинку, железу общему, азоту нитритному и ХПК; неустойчивая — по меди. Средний уровень загрязненности наблюдался по нефтепродуктам, фенолам летучим, меди, цинку, железу общему, азоту нитритному и легкоокисляемой органике (по показателю БПК₅); низкий — по ХПК.

Величина УКИЗВ в 2015 г. (рисунок 9) составила 4,11, что соответствует 4 «А» классу качества — грязная вода (в 2014 г. УКИЗВ — 4,71, вода 4 «А» класса качества). Качество воды не изменилось.

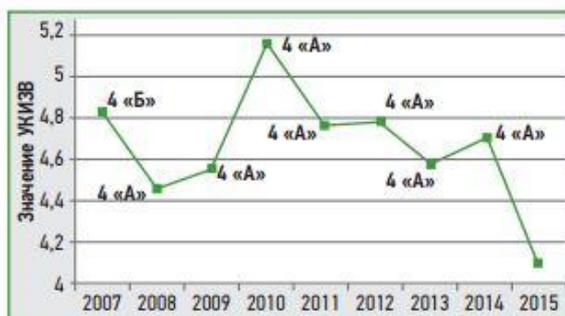


Рисунок 9 – Значение УКИЗВ, класс качества воды р. Ушайка, г. Томск [61]

Наибольшую долю в общую оценку степени загрязненности вносят нефтепродукты. По сравнению с 2014 г. повысилось среднее содержание меди и органических веществ (по показателю БПК₅); снизилось — нефтепродуктов, фенолов летучих, цинка, железа общего, азота нитритного и азота аммонийного и ХПК.

2.3 Почвенный покров

На территории города Томска и Томской области исследованиями почв занимаются сотрудники кафедры геоэкологии и геохимии ТПУ, а также сотрудники ТГУ. Результаты исследований по содержанию тяжелых металлов, редких, редкоземельных и радиоактивных элементов в почвах г. Томска и Томской области приведены в работах Л.П. Рихванова [32]; Л.П. Рихванова с соавторами [34]; Е.Г. Язикова [40]; В.В. Архангельского [5]; Е.Г. Язикова с соавторами [39], Л.В. Жорняк [62].

По результатам, исследований 733 проб городских почв, выполненных Л.П. Рихвановым, Е.Г. Язиковым и другими, по суммарному показателю загрязнения химическими элементами 1, 2 и 3 классов опасности почвы в среднем относятся к высокому уровню загрязнения. Низкий уровень отмечен для почв Советского района, средний – для Кировского района, а высокий уровень выявлен в почвах Ленинского и Октябрьского районов [33]. Почвы районов отличаются особенностями накопления определенных химических элементов, что связано с расположением промышленных предприятий различных по специфике производства [62].

По данным Жорняк Л.В. на территории города выявлены участки с максимальными содержаниями ряда элементов, относительно средних значений по городу. На схемах распределения содержаний элементов в почвах отчетливо просматриваются ореолы их повышенных содержаний, особенно в центральной, северо-западной и северо-восточной частях города. Схожее распределение содержания Rb, Cs, Hf, Sc, Tb, Sm, Eu, La, Yb и Lu в

почвах города позволяет предположить о наличии единого, мощного, действующего в течение длительного времени источника загрязнения. Таким источником, скорее всего, являются выбросы из дымовых труб Томской ГРЭС-2, так как данные элементы содержатся в используемом угле и, следовательно, при сжигании попадают в окружающую среду [62]. Кроме того, поступление некоторых редкоземельных элементов в городские почвы, возможно, происходит за счет дальнего переноса выбросов от Сибирского химического комбината [32].

Значение суммарного показателя загрязнения почв, рассчитанного относительно фоновых содержаний, для территории города составляет, в среднем, 51 единицу, что соответствует высокой степени загрязнения и опасному уровню заболеваемости. Основной вклад в значение суммарного показателя загрязнения вносят Та (КК=5,3), Вг (КК=7), Sb (КК=5,4), U (КК=5), Tb (КК=8) [62].

Специфика почвенного покрова районов города заключается в повышенных относительно средних значений по городу содержаниях ряда элементов. Кировский район – Na и Ba, Октябрьский – Hf, Sc, Tb, Sm, La, Ce, Yb, Lu, Th, Вг, Ленинский – Ca, Rb, Sr.

Геохимические особенности почв в районах промышленных предприятий г. Томска отражают специфику их производств. Например, для металлообрабатывающих предприятий характерны Cr, Co, Mo, W, для шпалопропиточного производства – Cu. Почвы с повышенными содержаниями микроэлементов обладают токсичностью, что подтверждается результатами биотестирования.

Повышенные концентрации элементов в почвах около промышленных предприятий города отражаются на значениях коэффициентов концентраций (КК), рассчитанных относительно фоновых содержаний. Значения КК составляют от 2,6 до 242 единиц [62].

ГЛАВА 3. МЕТОДИКА ИСЛЕДОВАНИЙ И ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЪЕКТА РАБОТ

3.1 Методика отбора проб почв и пробоподготовка

Требования по отбору проб почв регламентируются следующими нормативными документами: ГОСТ 17.4.2.01-81 [52], ГОСТ 17.4.1.02-83 [51], ГОСТ 17.4.4.02-84 [53], ГОСТ 28168-89 [54], а также методическими рекомендациями [24]; [19] и требованиями к геолого-экологическим исследованиям и картографированию [38].

На территории г. Томска летом 2015 г. в районе расположения Томской ГРЭС-2 были отобраны 11 проб почв (рисунок 10).

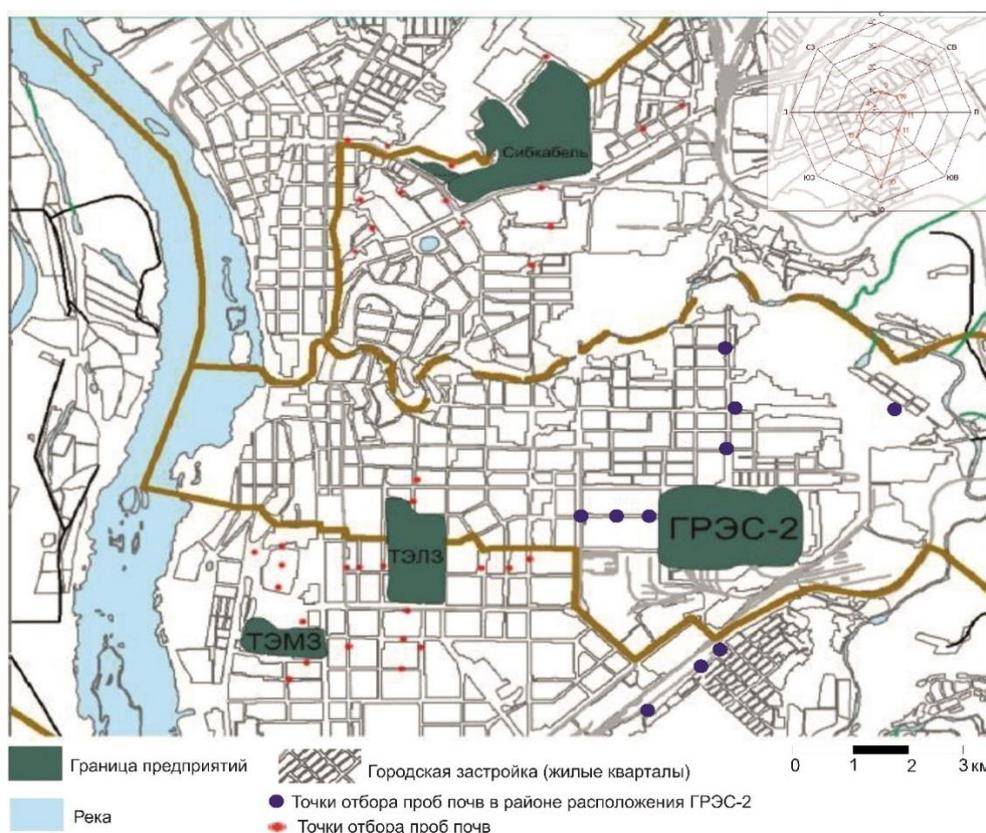


Рисунок 10 – Карта-схема расположения точек опробования почв на территории промышленных предприятий г. Томска на основании карты [62]

ТЭМЗ – ОАО «Томский электромеханический завод»; ГЭЛЗ – ОАО «Томский электроламповый завод»; Сибкабель – ЗАО «Сибкабель»; ГРЭС-2 – АО «Томская генерация»; ГРЭС-2

Пробы почв отбирались из поверхностного слоя (0-10 см – в данном слое происходит максимальное накопление продуктов техногенеза) предварительно очищенного от верхнего дернового слоя, пробоотборной лопаткой, методом конверта. Масса объединенной пробы составляла не менее 1 кг.

После непосредственного отбора проб почвы происходит подготовка проб к анализам. Состоит она из нескольких протекающих последовательно этапов: предварительное просушивание почвы, удаление любых включений, растирание и просеивание через сито с диаметром отверстий 1 мм. После чего пробы взвешивают и измельчают до размера 0,074 мм. Потом их анализируют и при необходимости проводят повторную обработку проб (рисунок 11) [53].

С указанием: порядкового номера, места отбора, даты отбора и целевого назначения территории регистрируются отобранные пробы почв в журнале. Также пробы почв упаковываются в полиэтиленовые мешочки.

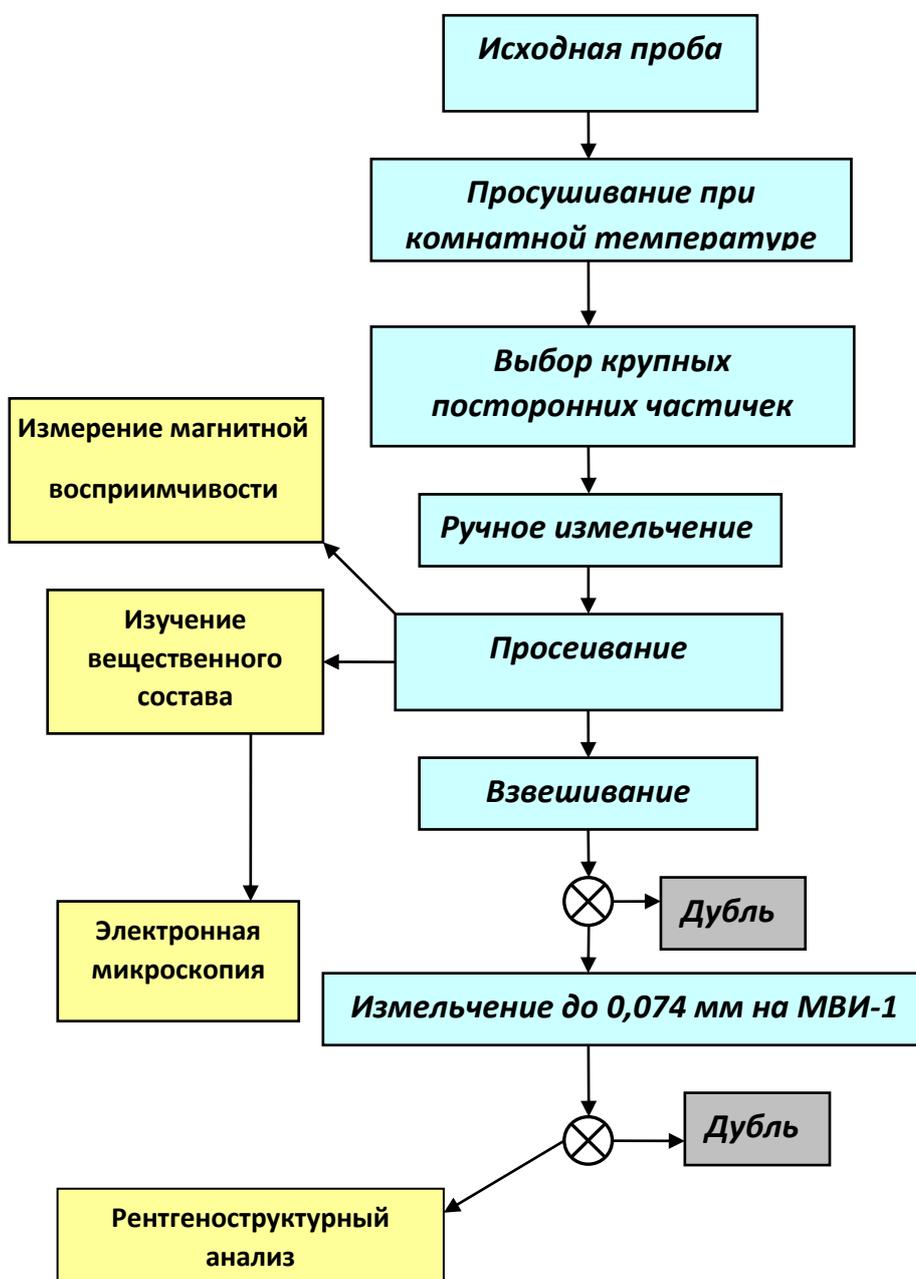


Рисунок 11 – Схема обработки и подготовки проб почв (с изменениями автора) [62]

3.2 Методика лабораторно-аналитических исследований

Лабораторно-аналитические исследования проводились в лабораториях кафедры ГЭГХ ТПУ.

3.2.1 Измерение показателя магнитной восприимчивости почв

Величина магнитной восприимчивости зависит от содержания в пробах ферромагнитных и парамагнитных ионов (Fe, Mn, Co, Cr, Ni, TR), а также связана с присутствием магнитных фаз [8].

Измерение магнитной восприимчивости почв производилось в лаборатории кафедры ГЭГХ ТПУ с использованием малогабаритного измерителя.

С помощью малогабаритного измерителя магнитной восприимчивости почв (Карраmeter Model: КТ-5) (рисунок 12) осуществлялось измерение показателя магнитной восприимчивости. Измельченная проба почвы помещалась в пластиковый стаканчик (объем всех проб должен быть одинаковым), с помощью данного прибора трижды проводилось измерение показателя магнитной восприимчивости, результаты записывались и затем было вычислено среднее значение данной величины.



Рисунок 12 – Карраmeter Model: КТ-5

Измерения проводились согласно запатентованной методике [27].

3.2.2 Рентгеноструктурный анализ

Рентгеноструктурный анализ – анализ структуры вещества с помощью рентгеновских лучей.

Принципиальная возможность анализа определяется соизмеримостью длин волн рентгеновского излучения и размеров атомов, ионов и межатомных расстояний, имеющих порядок 0,1-0,3 нм.

Рентгеноструктурный анализ проводит исследование веществ на атомном уровне. Основа метода заключается в дифракции рентгеновских лучей.

Достоинства: низкая погрешность сходимости (1-3%), малая зависимость результатов от матричного эффекта (от изначальной пробы), низкий предел обнаружения – 10⁻⁴%.

Данный вид анализа был применен для определения минерального состава проб почв, проводился при помощи порошкового дифрактометра Bruker D2 PHASER.

Образец предварительно тщательно растирался в агатовой ступке; полученный порошок прессовался в кювету из кварцевого стекла, а затем помещался на пластиковый держатель для дальнейшего анализа. В результате съемки получалась порошковая рентгенограмма. Расшифровка дифрактограммы проводилась в программе EVA в соответствии с инструкцией к работе.

Данным методом изучено 2 пробы почв.

3.2.3 Микроскопическое изучение проб почвы

Изучение вещественного состава проб почв проводилось в учебно-научной лаборатории электронно-оптической диагностики кафедры геоэкологии и геохимии с использованием стереомикроскопа Leica EZ4D (11 проб почв).

Просеянная и измельченная проба почвы помещается на предметное стекло и затем столик микроскопа.

Основную роль в получении изображения играет объектив. Увеличение микроскопа ориентировочно можно определить, умножая увеличение объектива на увеличение окуляра.

Детальное изучение микрочастиц позволяет дать характеристику частиц с определением цвета, блеска, твердости, прозрачности, формы и размеров частиц, характера поверхности, степени окатанности и окисленности.

Методом сравнения с эталонными кружками палетки С.А. Вахромеева в пробах определялось процентное содержание всех типов природных минеральных, биогенных и техногенных частиц, содержание всех частиц при этом в сумме должно составлять 100% (рисунок 13) [35]. Сущностью метода является – сравнение видимого под микроскопом количества частиц в пробе в каком-либо поле зрения с эталонными кружками, на черном

фоне которых имеется определенное количество белых фигурок. Сравнивая, можно легко найти близкий по содержанию эталон, и таким образом будет установлено процентное содержание каждого типа частиц в пробе. Содержание и соотношение группы природных минеральных, биогенных частиц и техногенных образований определялось как раз на основе этих данных.

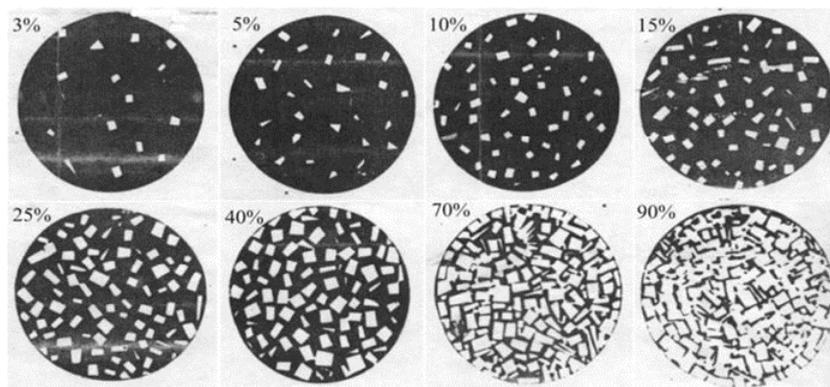


Рисунок 13 – Иллюстрации к сравнительному методу определения [35]

Для определения минералов группы железа в пробе, проводилась магнитная сепарация с помощью сильного магнита. Извлечение минералов, обладающих ферромагнитными свойствами (способны намагничиваться в магнитном поле), позволило разделить пробу на две фракции – магнитную и немагнитную.

Процесс магнитной сепарации заключался в том, что почва равномерно распределялась на поверхности бумаги, а сильный магнит при этом был обернут калькой. Над равномерным слоем почвы на расстоянии 5 мм проводили магнитом. Минералы, обладающие сильными магнитными свойствами, оседали на поверхности магнита, что позволяло выделять их из общей массы (рисунок 14).



Рисунок 14 – Выделение магнитной фракции с помощью сильного магнита

После этого были проведены дальнейшие исследования под бинокулярным микроскопом.

3.2.4 Электронная микроскопия

Электронная микроскопия является совокупностью методов исследования с помощью электронных микроскопов микроструктуры тел (вплоть до атомно-молекулярного уровня), их локального состава и локализованных на поверхностях или в микрообъемах тел электрических и магнитных полей (микрочерез) [13].

В ходе исследований был использован растровый электронный микроскоп (РЭМ). РЭМ представляет собой прибор, который позволяет получить изображение поверхности образца большого разрешения.

Принцип действия растрового электронного микроскопа заключается в использовании некоторых эффектов, которые возникают при облучении поверхности объектов зондом (тонко сфокусированным пучком электронов). При взаимодействии электронов с образцом (веществом) происходит генерация различных сигналов [13].

Исследования проводились в лаборатории ТПУ кафедры ГЭГХ. Прибор – сканирующий электронный микроскоп Hitachi S-3400N с приставкой для микроанализа (рисунок 15).



Рисунок 15 – Сканирующий электронный микроскоп Hitachi S-3400N [62]

Перед установкой в камеру образцов РЭМ требуется предварительная обработка. Размер анализируемых объектов – высота не более 20 мм, диаметр не более 60 мм.

Для крепления образцов в РЭМ существует «специальный держатель образца», который представляет собой алюминиевый диск с диаметром 1 см и короткой «ножкой» для установки (крепления) его на столике в камере микроскопа. Часто образцы крепятся с

помощью двухсторонней клейкой ленты (двухстороннего скотча). Также вместо нее может быть использован быстросохнущий клей.

Все используемые вспомогательные материалы должны иметь низкое давление паров, чтобы не нарушать вакуум в приборе, это условие является очень важным. Образцы проб должны обладать хорошей электропроводностью, но не быть радиоактивными и не иметь сильных магнитных свойств [13].

3.3 Методика обработки данных

Обработка полученных аналитических данных проводилась с использованием программы «Microsoft Excel 2007». Для выборки по исследуемой территории подсчитывались основные параметры распределения показателя «каппа»: максимальные, минимальные, средние значения (С), медиана и стандартное отклонение (S), а также коэффициент вариации (V), который отражает меру неоднородности выборки. Коэффициент вариации рассчитывался следующим способом, по формуле (1):

$$V = \frac{\sigma}{C} \times 100\% \quad (1)$$

где V – коэффициент вариации,

σ – среднее квадратическое отклонение $\sigma = \sqrt{\sigma^2}$

C – среднее содержание элемента.

Для оценки степени техногенной трансформации почвенного покрова в районе расположения Томской ГРЭС-2 для каждой пробы был рассчитан коэффициент магнитности (Kmag) по формуле (2):

$$K_{mag} = k_{cp} / k_{фон} \quad (2)$$

где k_{cp} – среднеарифметическое значение магнитной восприимчивости,

$k_{фон}$ – фоновое значение магнитной восприимчивости [47].

Для величины коэффициента магнитности используется градация (по данным лаборатории геоэкологии СГУ):

- 0 – 1 – допустимая степень загрязнения;
- 1 – 3 – умеренная степень загрязнения;
- 3 – 5 – опасная степень загрязнения;
- более 5 – чрезвычайно опасная степень загрязнения.

3.4 Геоэкологическая характеристика объекта работ

Объектом исследования являются городские почвы, в районе расположенного на территории Советского района предприятия АО «Томская генерация»: ГРЭС-2. Предмет исследования: вещественный состав почв и показатель магнитной восприимчивости.

АО «Томская генерация»: ГРЭС-2

Акционерное общество «Томская генерация» (АО «Томская генерация») создано в ходе реформирования энергетической отрасли России и объединяет генерирующие мощности г. Томска. АО «Томская генерация» входит в состав группы «Интер РАО». АО «Томская генерация» осуществляет производство и поставку электрической и тепловой энергии в городе Томске. Потребность области в электроэнергии на 26,3% обеспечивается за счёт источников АО «Томская генерация»: ГРЭС-2, ТЭЦ-3, ТЭЦ-1. Установленная электрическая мощность станций составляет 485,7 МВт. Установленная тепловая мощность станций — 2410,47 Гкал/ч [63].

▪ Воздействие на состояние атмосферного воздуха

Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу являются для станций «Томской генерации» доминирующим видом воздействия на окружающую среду. При этом динамика валовых выбросов загрязняющих веществ в атмосферу находится в прямой зависимости от объёмов выработанной электростанциями электрической и тепловой энергии, а также от структуры их топливного баланса.

В 2014 году увеличилась выработка электроэнергии на 10% по сравнению с 2013 годом, но валовые выбросы загрязняющих веществ в атмосферу сохранили тенденцию к уменьшению. Основной причиной данной динамики стало улучшение качества закупаемого топлива (рисунок 16).

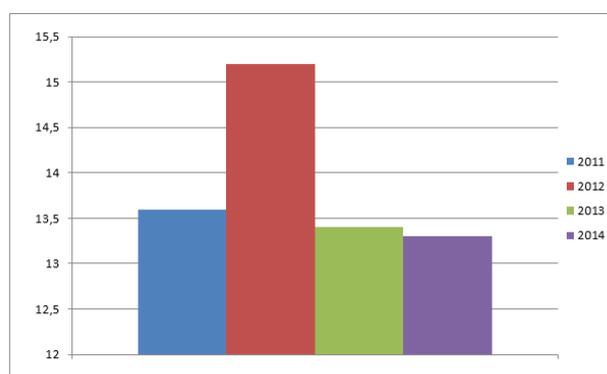


Рисунок 16 – Валовые выбросы в атмосферу, тыс. тонн в год [63]

Большой вклад на оказание негативного воздействия на окружающую среду вносит ГРЭС-2, т.к. она расположена в черте города и работает на смешанном виде топлива (уголь и газ). Из-за прохождения санитарно-защитной зоны Станции по границе жилой застройки, требования и контроль за качеством атмосферного воздуха выше, чем на других подразделениях. В целом количество загрязняющих веществ, выброшенных в атмосферу, не превышают предельно-допустимых показателей (рисунок 17).

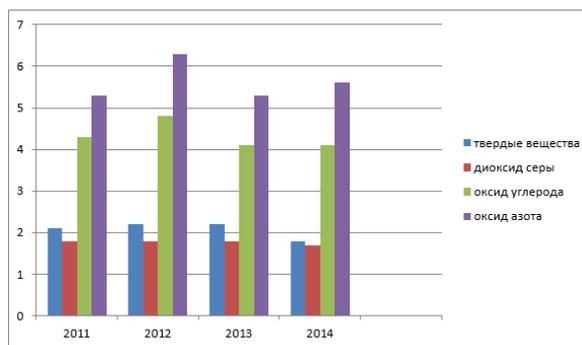


Рисунок 17 – Удельные выбросы загрязняющих веществ, кг/т [63]

▪ **Сброс сточных вод и твёрдых отходов**

Сброс загрязненных сточных вод в поверхностные водные объекты осуществляется только на структурном подразделении ТЭЦ-1. Из-за оборотного производственного цикла сброс от СП ГРЭС-2 не осуществляется с 2010 года. По результатам исследований качества сточных вод на предприятии превышений содержания загрязняющих веществ не выявлено (рисунок 18).

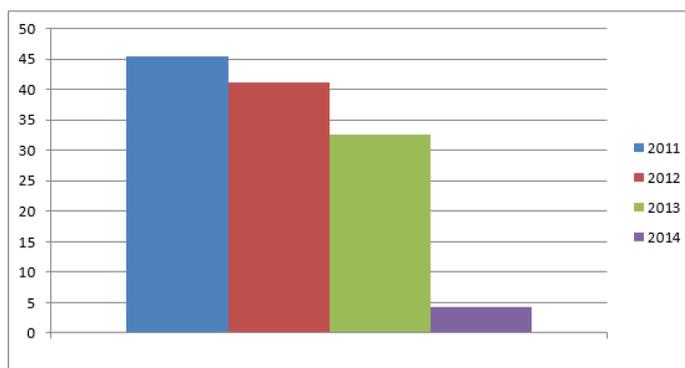


Рисунок 18 – Сброс сточных вод в поверхностные водные объекты, тыс. м³ [63]

▪ **Сбор и хранение золошлаковых отходов**

Золошлаковые отходы образуемые в процессе сжигания угля на структурном подразделении ГРЭС-2 и утилизируются на специально организованных золоотвалах –

промплощадки «старый» и «новый» золоотвалы. Все золоотвалы построены по проектам, получившим положительное заключение государственной экологической экспертизы. Объекты оборудованы необходимыми системами защиты окружающей среды, в местах расположения золоотвалов ведётся мониторинг состояния почвы, атмосферного воздуха, грунтовых вод и радиационного фона.

В связи со сжиганием кузбасских высокозольных углей, особенностью данных является высокий объём образования твёрдых отходов. Так в 2014 образование золошлаков выросло на 12% по сравнению с 2013 годом (рисунок 19).

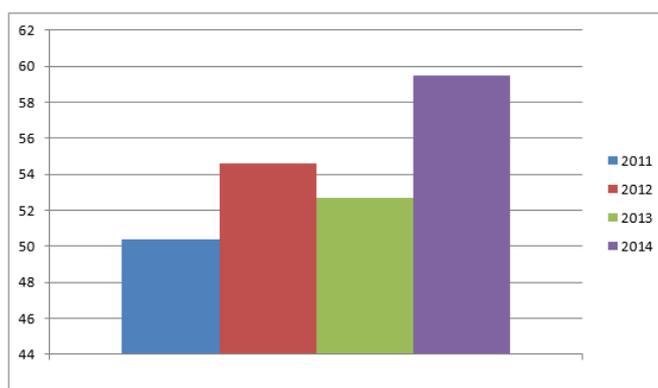


Рисунок 19 – Объем твердых золошлаковых отходов, тыс. тонн в год [63]

В настоящее время собственными силами проводится первый этап рекультивации «старого» золоотвала – перемещение золы из секции 1Б в секцию 2А для выравнивания поверхности [63].

Обращаем внимание, что золошлаковые отходы ГРЭС-2, согласно проводимого биотестирования относятся к 5, самому низкому, классу опасности отходов для окружающей среды наряду с бумагой, пластиком и металлом.

ГЛАВА 4. ВЕЩЕСТВЕННЫЙ СОСТАВ ПОЧВ ИССЛЕДУЕМОЙ ТЕРРИТОРИИ

С теоретическими основами по вещественному составу почв можно ознакомиться в книгах Виноградова А.П. «Геохимия редких и рассеянных химических элементов в почвах» [12], а также в книге Иванова В.В. под ред. Э.К. Буренкова «Экологическая геохимия элементов» [20].

Изучение вещественного состава почв позволяет интерпретировать природные и техногенные аномалии, а также объяснять их геохимические особенности [16, 17]. Изучение состава данного компонента окружающей среды необходимо, так как загрязняющие почву вещества в составе пылевой фракции ветром переносятся на значительные расстояния, вторично загрязняя при этом не только атмосферный воздух, но и растительность, поверхностные водотоки и водоемы. Кроме того, при дыхании и употреблении в пищу растительных продуктов, они попадают в организм человека.

При многообразии форм концентраций токсичных элементов в конкретных очагах загрязнения экологическую опасность, как правило, представляют лишь некоторые из них, основная часть которых присутствует в твердофазном состоянии [40].

Вещественный состав почв определяется спецификой выбросов производств промышленных предприятий, расположенных на определенной территории (в данном случае в районе расположения предприятия АО «Томская генерация»: ГРЭС-2).

Изучение состава почв является актуальной задачей, так как загрязняющие почву вещества переносятся ветром в виде пылевой фракции на значительные расстояния, вторично загрязняя при этом не только атмосферный воздух, но и растительность, поверхностные водотоки и водоемы. Также, при употреблении человеком в пищу растительных продуктов или дыхании, они попадают в его организм.

В ходе детального изучения вещественного и элементного состава проб почв, отобранных в районе расположения Томской ГРЭС-2, были выявлены частицы техногенного и природного происхождения (рисунок 20). По морфологическим признакам и свойствам этих частиц (форма, цвет, прозрачность, блеск, твердость) их можно отнести к той или иной категории.



Рисунок 20 – Общий вид пробы почвы, отобранной в районе расположения ГРЭС-
2. Увеличение 35^x

▪ **Частицы природного происхождения**

К частицам природного происхождения относятся: космические, терригенные частицы, частицы биогенного происхождения и другие.

В целом, источниками частиц природного происхождения являются почвы, растения, космическая пыль [3].

Среди частиц природного происхождения преобладает кварц и частицы биогенного происхождения. Также значительно содержание в пробах недиагностированных частиц (рисунки 21 и 22).

1. Частицы кварца являются прозрачными, бесцветными, угловатыми частицами, обладающими стекляннным блеском; также они могут быть полупрозрачными бесцветными или желтовато-оранжевого цвета, окатанными.

2. Частицы биогенного происхождения, в данном случае в основном древесно-растительные остатки.

3. Полевые шпаты представлены красноватыми непрозрачными полуокатанными частицами.

4. Чешуйки слюды являются полупрозрачными, плоскими слоистыми частицами со стекляннным блеском, перламутрового отлива серебристо-белого или бледно-зеленого цвета.

5. Карбонаты – частицы молочно-белого цвета, полуокатанные карбонатного состава.



Рисунок 21 – Частицы биогенного происхождения (древесно-растительные остатки). Увеличение 35^x



Рисунок 22 – Общий вид пробы, с выделенным кварцем. Увеличение 35^x

▪ Частицы техногенного происхождения

Преобладающие частицы техногенного происхождения представлены в значительном содержании – частицами угля и золы (рисунки 23 и 24). Преобладание частиц техногенного происхождения, в первую очередь, связано со спецификой производства, ГРЭС-2 работает на угольном и мазутном топливе.

Также преобладание в пробах почв частиц техногенного происхождения может быть из-за того, что территория ГРЭС-2 расположена внутри городской инфраструктуры и окружена зданиями и сооружениями различного назначения, дорогами с высоким уровнем движения автотранспорта.

Выявленные частицы техногенного происхождения:

1. Отходы металлообработки представлены бесформенными частицами, имеющими рыже-коричневый цвет.

2. Ферромагнетит – микросферулы темно-серого или черного цвета, имеющие металлический блеск и магнитные свойства.

3. Муллит – микросферулы светло-серого цвета со стеклянным блеском.

4. Частицы золы обладают неправильной формой, чаще всего имеют серый цвет и являются рыхлыми.

5. Частицы шлака являются сцементированными частицами неправильной формы, обладающими серо-черным цветом.

6. Частицы угля представлены черными угловатыми частицами неправильной формы, имеющими жирный блеск.

7. Кирпичная крошка представлена рыхлыми частицами оранжево-красного цвета.

8. К недиагностированным относятся: железистые частицы буро-рыжего цвета неправильной формы; палочковидные полупрозрачные частицы бесцветного, белого или зеленоватого цвета стеклянного блеска и другие.

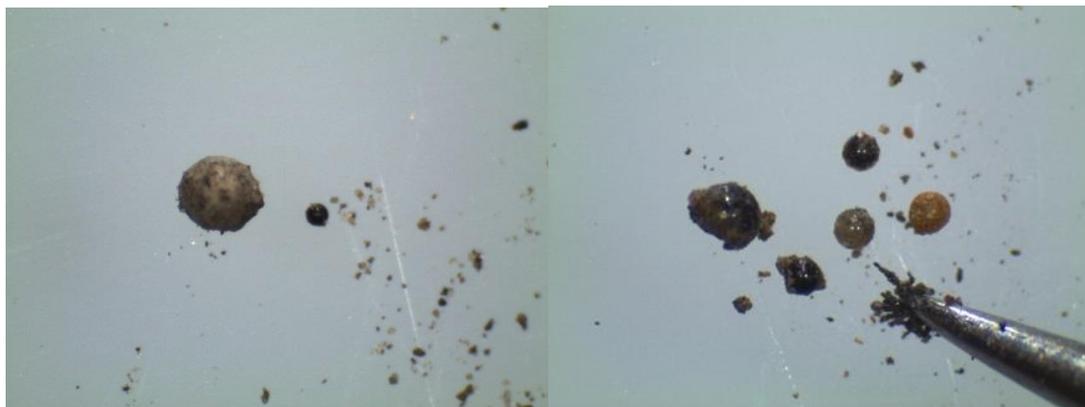


Рисунок 23 – Сферулы. Увеличение 35^x



Рисунок 24 – Частицы угля. Увеличение 40^x

Также проводилось изучение вещественного состава выделенной магнитной фракции. В составе магнитной фракции отмечено преобладание отходов

металлообработки, ферромагнетита, проволоки, буро-рыжих частиц неправильной формы, частиц угля, шлака и различных недиагностированных частиц.

На рисунке 25 представлена магнитная фракция проб почв, отобранных в районе Томской ГРЭС-2.

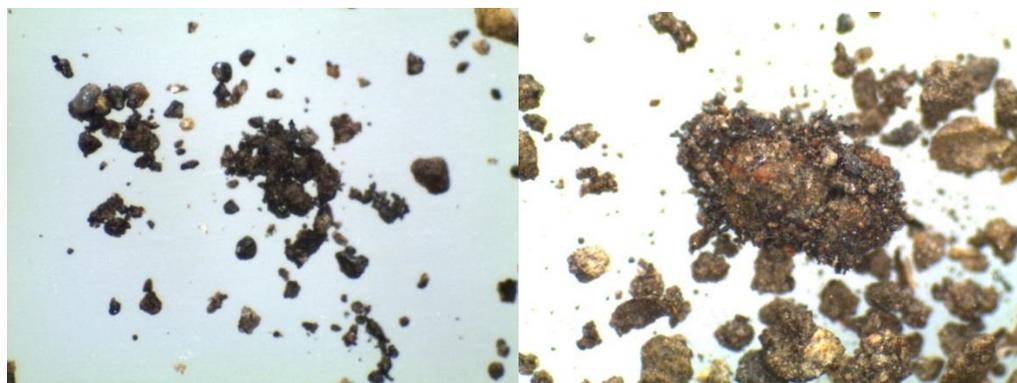


Рисунок 25 – Магнитная фракция. Увеличение 35^{\times}

При исследовании проб почв на электронном сканирующем микроскопе были найдены следующие частицы, представленные на рисунках 26-28; выполнен их полуколичественный элементный анализ.

В основном в пробах почв обнаружены оксиды железа, также предположительно найдены частицы циркона ($ZrSiO_4$) (рисунок 26, таблица 4), размеры частицы: 12 микрон – ширина, 17 микрон – длина; оксиды цинка (ZnO) (рисунок 27, таблица 5), размеры частицы: 0,9 микрон – ширина, 3 микрона – длина; фосфаты редких земель (рисунок 28, таблица 6), размеры частицы: 4,6 микрон – ширина, 4,7 микрон – длина.

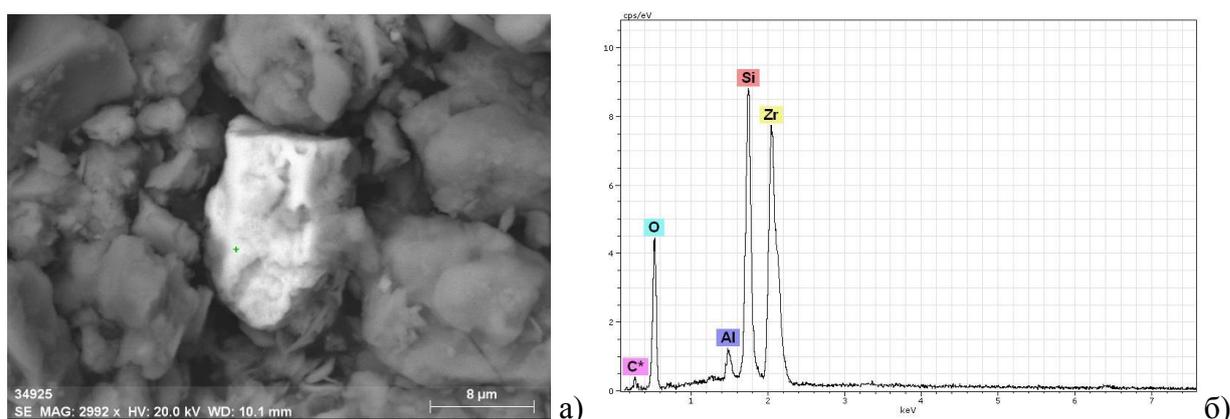


Рисунок 26 – а) фото частицы циркона, б) энерго-дисперсионный спектр частицы циркона

Таблица 4 – Количественный элементный состав частицы

Element	AN	series	Net	[wt.%]	[norm. wt.%]	[norm. at.%]	Error in wt.% (1 Sigma)
Carbon	6	K-series	441	0	0	0	0
Oxygen	8	K-series	7213	31,38989	36,81646	67,38347	4,642374
Aluminium	13	K-series	1886	1,468468	1,722332	1,86924	0,109707
Silicon	14	K-series	20999	13,01789	15,26837	15,91936	0,589011
Zirconium	40	L-series	30157	39,38423	46,19283	14,82793	1,538033
			Sum:	85,26048	100	100	

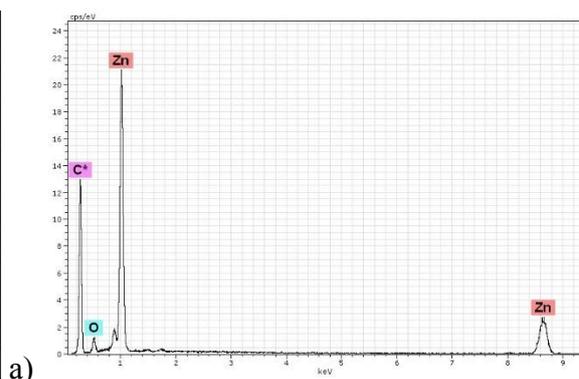


Рисунок 27 – а) фото оксида цинка, б) энерго-дисперсионный спектр оксида цинка

Таблица 5 – Количественный элементный состав частицы

Element	AN	series	Net	[wt.%]	[norm. wt.%]	[norm. at.%]	Error in wt.% (1 Sigma)
Carbon	6	K-series	18067	0	0	0	0
Oxygen	8	K-series	1610	10,58171	9,340715	29,63151	2,138133
Zinc	30	K-series	13932	102,7042	90,65928	70,36849	2,969084
			Sum:	113,2859	100	100	

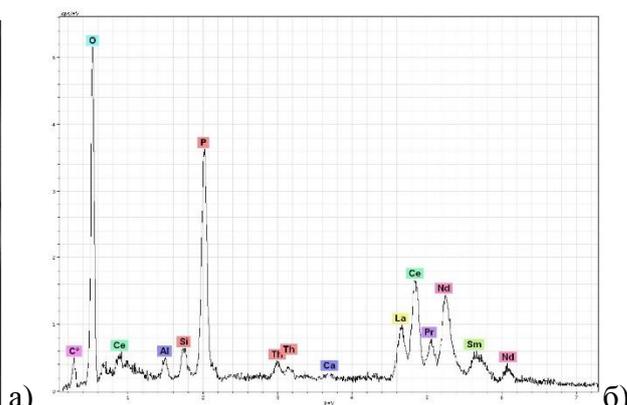
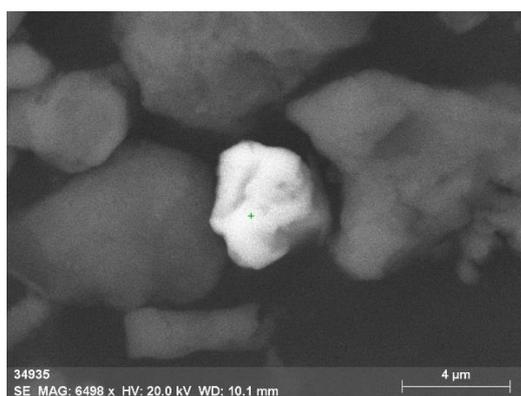


Рисунок 28 – а) фото фосфата редких земель, б) энерго-дисперсионный спектр фосфата редких земель

Таблица 6 – Количественный элементный состав частицы

Element	AN	series	Net	[wt.%]	[norm. wt.%]	[norm. at.%]	Error in wt.% (1 Sigma)
Carbon	6	K-series	1020	0	0	0	0
Oxygen	8	K-series	14605	24,2046	26,14795	63,32247	3,246595
Aluminium	13	K-series	1270	1,312035	1,417376	2,035364	0,106492
Silicon	14	K-series	2134	1,494222	1,61419	2,226878	0,102703
Phosphorus	15	K-series	16729	12,42485	13,42242	16,79038	0,523066
Calcium	20	K-series	420	0,291555	0,314963	0,304493	0,043026
Lanthanum	57	L-series	9809	11,50815	12,43212	3,467764	0,364689
Cerium	58	L-series	19846	24,06321	25,99521	7,188148	0,7027
Praseodymium	59	L-series	2752	3,409212	3,682932	1,012705	0,142372
Neodymium	60	L-series	7652	9,938946	10,73693	2,884152	0,320392
Samarium	62	L-series	425	0,615729	0,665165	0,171404	0,061334
Thorium	90	M-series	2340	3,305366	3,570749	0,596244	0,156865
			Sum:	92,56788	100	100	

Методом сравнения с эталонными кружками палетки С.А. Вахромеева в пробах почвы было определено процентное содержание всех типов природных минеральных, биогенных и техногенных частиц [35]. Выявлено преобладание техногенных частиц (68%) над природными (32%) (таблица 7).

Природная составляющая представлена, в основном частицами кварца, а техногенная – частицами угля, золы и шлака, что вполне объяснимо, т.к. именно эти частицы при сжигании угля в котлах станции попадают с выбросами в окружающую среду.

Фоновой территорией является заказник «Томский», где природная составляющая занимает 96% пробы, остальная часть – 4% приходится на техногенные компоненты, представленные, в основном, частицами угля, сажи и шлака от сжигания топлива в печах частных домов и котельных.

Таблица 7 – Вещественный состав проб почв в районе расположения предприятия АО «Томская генерация»: ГРЭС-2

Тип частиц	Содержание, %	Содержание, % [62]
Природные минеральные и биогенные частицы:	32	36
Кварц	22	25
Частицы биогенного происхождения (древесно-растительные остатки)	4	4
Полевой шпат	2	1
Чешуйки слюды	2	1
Карбонаты	2	1
Техногенные частицы:	68	64
Частицы угля	28	20
Частицы золы	22	10
Частицы шлака	6	2
Отходы металлообработки	3	3
Кирпичная крошка	2	2
Ферромагнетит	2	3
Муллит	1	8
Недиагностированные частицы	4	8
Фоновая территория (заказник «Томский») [62]		
Природная составляющая, %	96	
Техногенная составляющая, %	4	
Среднее по городу Томску [62]		
Природная составляющая, %	61	
Техногенная составляющая, %	39	

При сравнении полученных результатов вещественного состава проб почв в районе расположения Томской ГРЭС-2 с ранее проведенными исследованиями Жорняк Л.В. [62] видно, что содержание техногенной составляющей незначительно, но больше. Полученные значения содержания частиц угля, золы, шлака больше значений ранее проведенных исследований в 1,5-3 раза.

Сравнивая полученные данные с фоном, можно сказать, что содержание техногенных составляющих примерно в 17 раз больше фонового значения. Это указывает на высокий уровень техногенной нагрузки на окружающую среду на данной территории города, что главным образом обусловлено работой предприятия (Томская ГРЭС-2).

Относительно среднего по городу Томску результаты вещественного состава проб почв, полученные в ходе исследований, больше примерно в 2 раза (рисунок 29).

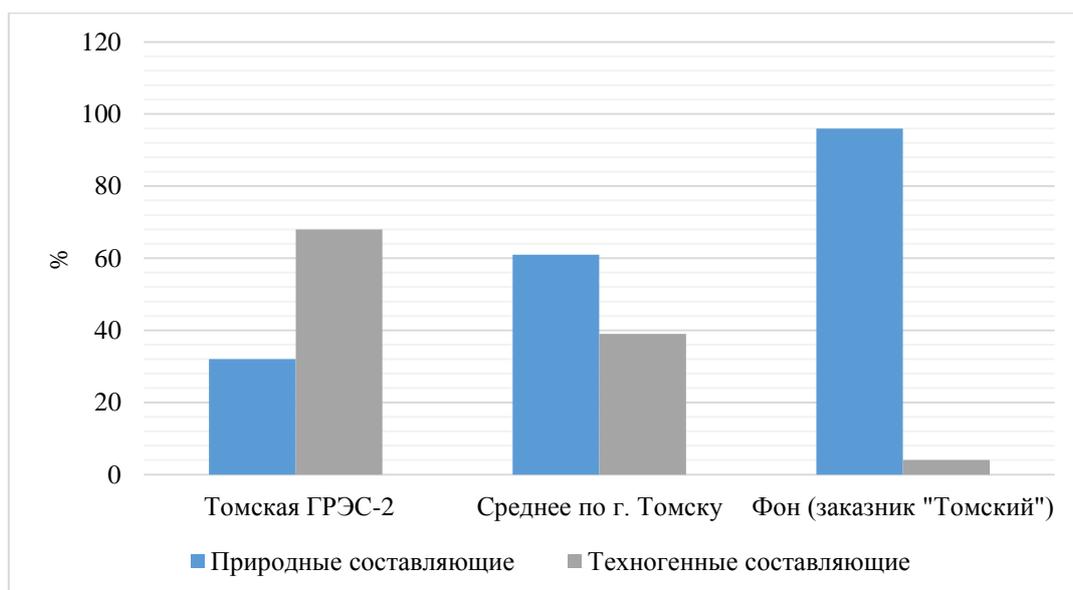


Рисунок 29 – Соотношение природных и техногенных составляющих в пробах почв района расположения Томской ГРЭС-2 по сравнению со средним по г. Томску и фоновой территорией

Детальное изучение минерального состава проб почвы в районе расположения Томской ГРЭС-2 при помощи рентгенофазового анализа позволило выявить в основном природную составляющую, представленную преимущественно кварцем (SiO_2), альбитом ($\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$), микроклином (KAlSi_3O_8), мусковитом ($\text{KAl}_2(\text{SiAl})_4\text{O}_{10}$) (рисунки 30 и 31).

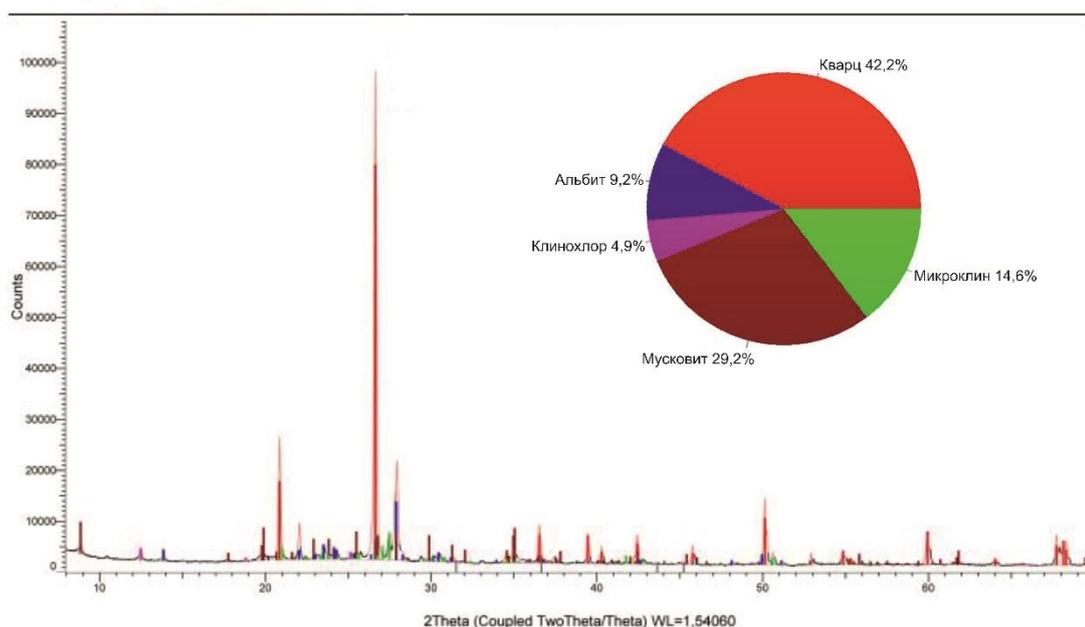


Рисунок 30 – Дифрактограмма пробы почвы, отобранной в районе расположения Томской ГРЭС-2 (проба 131552)

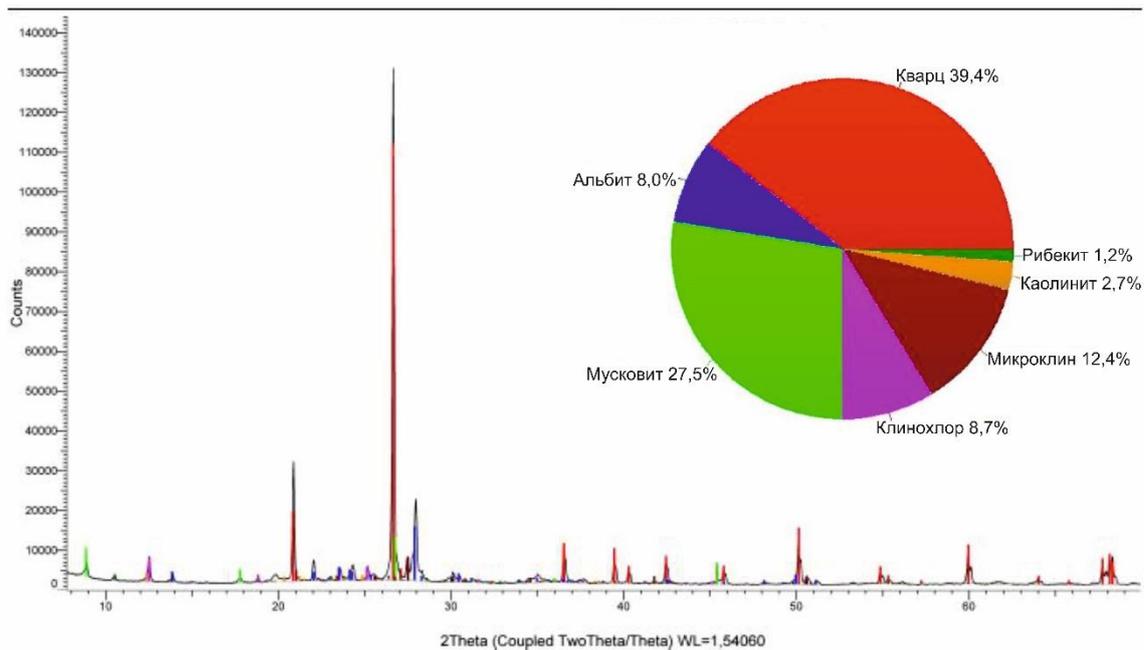


Рисунок 31 – Дифрактограмма пробы почвы, отобранной в районе расположения Томской ГРЭС-2 (проба 131556)

Полученные дифрактограммы в ходе рентгенофазового анализа были расшифрованы с использованием ПО Diffrac.eva.

ГЛАВА 5. РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗУЧЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЯ МАГНИТНОЙ ВОСПРИИМЧИВОСТИ ПОЧВ

При изучении данных о магнитной восприимчивости и вещественном составе почв на территории промышленных предприятий города Томска были использованы научная и учебно-методическая литература, статьи в периодических изданиях.

Основными источниками, раскрывающими теоретические основы, явились работы О.А. Микова «Опыт использования метода каппаметрии для оценки экологической ситуации» [26], А.Ф. Вадюниной и В.Ф. Бабанина «Магнитная восприимчивость почв» [9].

Магнитная восприимчивость урбанизированных территорий рассмотрена на основе работ М.А. Гладышевой «Магнитная восприимчивость урбанизированных почв: на примере г. Москвы» [14], А.А. Васильева «Тяжелые металлы в почвах города Чусового: оценка и диагностика загрязнения» [10], Л.В. Жорняк «Эколого-геохимическая оценка территории г. Томска по данным изучения почв» [62], М.В. Решетникова «Магнитная восприимчивость и концентрация тяжелых металлов в почвах урбанизированных территорий (на примере г. Саратова)» [31].

Также рассмотрена магнитная восприимчивость отдельных типов почв в работах Т.И. Румянцевой, А.А. Лукшина, В.П. Ковриго «Магнитная восприимчивость почв основных почвенных зон СССР» [36], В.Ф. Бабанина «Магнитная восприимчивость некоторых типов почв Европейской части СССР» [6].

Магнитная восприимчивость и вещественный состав почв рассматриваются и в зарубежных источниках литературы, таких как *Journal of Soil Science* [45]; *Problems in Paleoclimatology. London-New York-Sydney* [43].

Статьи на английском языке: *Moscow university soil science bulletin* «Magnetic susceptibility as an indicator of heavy metal contamination»; *Revista Brasileira de ciencia do solo* «Magnetic susceptibility of B horizon of soils in the state of Parana» [41]; *Environmental geochemistry and health* «Urban geochemistry: a study of element distributions in the soils of Tallinn (Estonia)» [42].

Содержание в пробах почв частиц, в составе которых имеются элементы группы железа (Fe, Ni, Co и др.) определяет их магнитные свойства. Работы некоторых ученых показывают, что изучение магнитных свойств почв может быть полезным для суждения о минералогическом и химическом составех почв, диагностики форм железа, для характеристики различных типов почв, а также некоторых почвообразовательных

процессов и условиях эволюции почвы (LeBorgne [44]; Oades, Townsend [46]; Лукшин и др., [22]; Вадюнина и др., [9]; Бабанин [6]).

Величина магнитной восприимчивости зависит от содержания в пробах ферромагнитных и парамагнитных ионов (Fe, Mn, Co, Cr, Ni, TR), а также связана с присутствием магнитных фаз (Бронштейн [8]; Ерофеев и др., 2006).

В среднем магнитная восприимчивость фоновых почв имеет разброс значений от 20 до $40 \cdot 10^{-5}$ ед. СИ при средней величине $32 \pm 8 \cdot 10^{-5}$ ед. СИ [26]. В работах О.А. Микова и Е.Г. Язикова и Л.В. Жорняк показана корреляция результатов измерения магнитной восприимчивости и расчета суммарного показателя загрязнения, т.е. районы, которые выделяются повышенными значениями «каппа» относительно среднего, в них также фиксируются ореолы максимальных значений суммарного показателя загрязнения площади тяжелыми металлами (Миков [26]; Язиков [40], Жорняк [62]).

Результаты измерения магнитной восприимчивости могут использоваться для экспрессной оценки загрязненности территории соединениями Fe, Mn, Co, Cr, Ni и др. [27].

Полученные данные магнитной восприимчивости почв (по 11 пробам) в районе расположения предприятия АО «Томская генерация»: ГРЭС-2 представлены в таблице 8.

Таблица 8 – Магнитная восприимчивость почв в районе расположения предприятия АО «Томская генерация»: ГРЭС-2

№ пробы (шифр)	1-е измерение $\chi \cdot 10^{-5}$ ед. СИ	2-е измерение $\chi \cdot 10^{-5}$ ед. СИ	3-е измерение $\chi \cdot 10^{-5}$ ед. СИ	Среднее $\chi \cdot 10^{-5}$ ед. СИ
131551	53	52	51	52
131552	302	305	303	303
131553	443	445	443	444
131554	279	273	277	276
131555	122	122	123	122
131556	90	92	93	92
131557	98	99	98	98
131558	135	136	135	135
131559	129	128	130	129
131560	329	330	331	330
1315161	96	95	96	96
Среднее по ГРЭС-2	$189 \cdot 10^{-5}$ ед. СИ			
Среднее по ГРЭС-2 [62]	$96 \cdot 10^{-5}$ ед. СИ			
Среднее по г. Томску [62]	$72,1 \cdot 10^{-5}$ ед. СИ			
Фон (Миков, 1999)	$32 \cdot 10^{-5}$ ед. СИ			

Таким образом среднее значение магнитной восприимчивости по ГРЭС-2 (по 11 пробам) составляет $189 \cdot 10^{-5}$ ед. СИ. Данный показатель является довольно высоким, так как превышает фоновое значение, которое составляет $32 \cdot 10^{-5}$ ед. СИ, практически в 6 раз.

По сравнению с результатами ранее проведенных исследований Жорняк Л.В. полученное значение показателя магнитной восприимчивости выше в 2 раза.

Относительно среднего значения магнитной восприимчивости по городу Томску наблюдается превышение практически в 3 раза (рисунок 32).

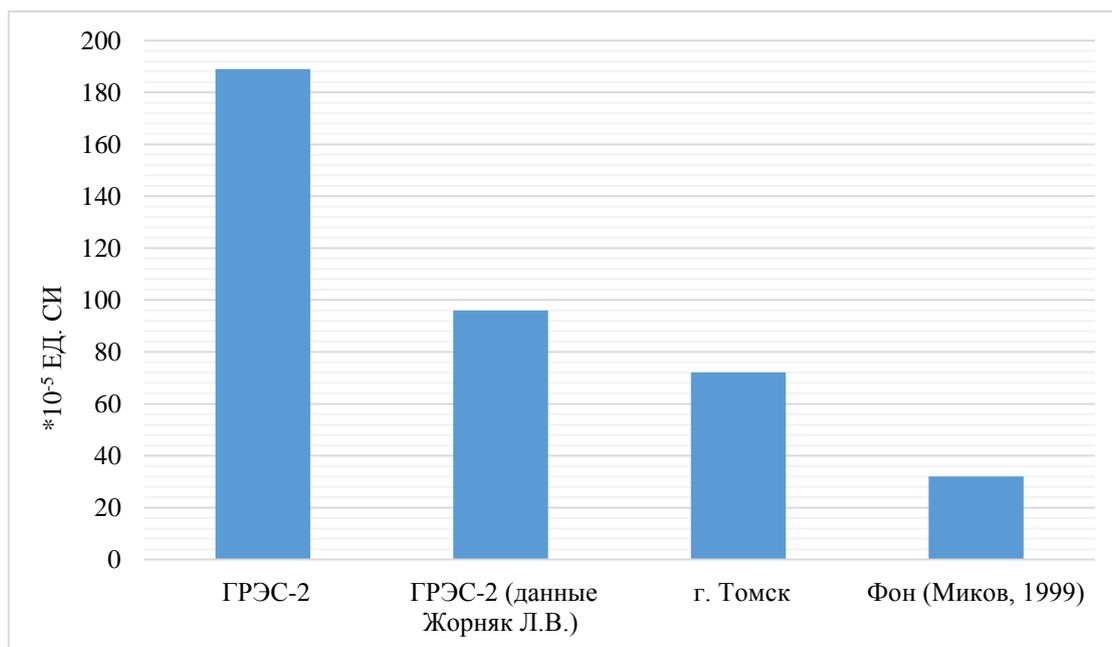


Рисунок 32 – Среднее значение магнитной восприимчивости почв в районе расположения ГРЭС-2

Полученные данные магнитной восприимчивости почв в районе расположения Томской ГРЭС-2 можно сравнить с промышленными предприятиями г. Омска, которые также работают на угольном топливе (ТЭЦ-3, ТЭЦ-5) (таблица 9).

Таблица 9 – Среднее значение магнитной восприимчивости почв в районе расположения промышленных предприятий, работающих на угле (г. Омск) [75]

Промышленные предприятия	$\chi \cdot 10^{-5}$ ед. СИ	Кол-во проб
ТЭЦ-3	209,4	9
ТЭЦ-5	108,8	4

В сравнении с ТЭЦ-5 наблюдается превышение показателя магнитной восприимчивости практически в 2 раза, а по сравнению с ТЭЦ-3 показатель магнитной восприимчивости почв в районе расположения Томской ГРЭС-2 ниже.

Для оценки степени техногенной трансформации почвенного покрова в районе расположения Томской ГРЭС-2 для каждой пробы был рассчитан коэффициент магнитности (K_{mag}). Полученное значение коэффициента магнитности для среднего значения по ГРЭС-2 составляет 5,9. Согласно существующей для величины коэффициента магнитности градации (по данным лаборатории геоэкологии СГУ), в районе расположения Томской ГРЭС-2 наблюдается чрезвычайно опасная степень загрязнения (более 5).

Можно сделать вывод, что существует тенденция увеличения загрязнения почв элементами группы железа, и так как почва является долговременной депонирующей средой, то происходит их постоянное накопление, что скорее всего и сказывается на высоком значении показателя магнитной восприимчивости почв.

Также можно отметить тенденцию, что увеличением значения магнитной восприимчивости почв, увеличивается содержание магнитной фракции.

ГЛАВА 6. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ ПРИ ОЦЕНКЕ ТЕХНОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ В РАЙОНЕ РАСПОЛОЖЕНИЯ ТОМСКОЙ ГРЭС-2

Аннотация

Выпускная квалификационная работа в данном случае представляет собой научные исследования, объектом которых является почва, отобранная на территории Советского района г. Томска, в районе расположения Томской ГРЭС-2.

Акционерное общество «Томская генерация» (АО «Томская генерация»: ГРЭС-2, ТЭЦ-3, ТЭЦ-1) создано в ходе реформирования энергетической отрасли России и объединяет генерирующие мощности г. Томска. АО «Томская генерация» входит в состав группы «Интер РАО», осуществляет производство и поставку электрической и тепловой энергии в городе Томске. Предприятие относится ко второму классу опасности согласно СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03.

Исследования включают три этапа: полевой (непосредственно отбор проб в районе расположения Томской ГРЭС-2); лабораторный этап (подготовка проб к анализу, изучение вещественного состава и магнитной восприимчивости почв); камеральный этап (обработка результатов анализа, графическое представление полученных данных).

1 Профессиональная социальная безопасность

В соответствии с ГОСТ 12.0.003-74 (ССБТ с измен. 1999 г.) опасные и вредные факторы подразделяются на группы, указанные в таблице 10.

Таблица 10 – Основные элементы производственного процесса, формирующие вредные и опасные факторы

Этап работы	Наименование видов работ	Факторы (ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ с измен. 1999 г.)		Нормативные документы
		Опасные	Вредные	
Полевой этап	Отбор проб почвы в районе расположения Томской ГРЭС-2 (проотборная лопатка, пакетики, тетрадь, карандаш)	Электрический ток;	Отклонение показателей климата на открытом воздухе; Повышенная запыленность и загазованность рабочей зоны; Тяжесть и напряженность физического труда	ГОСТ 12.1.005–88; ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ
Лабораторный и камеральный этапы	Подготовка проб почвы; Работа на ЭВМ	Электрический ток; Пожароопасность	Отклонение показателей микроклимата в помещении; Электромагнитное излучение Недостаточная освещенность	ГОСТ 12.1.038-82; СП 9.13130.2009; ГОСТ 12.1.005–88; СанПин 2.2.4/2.1.8.562-96 СНиП 22-01-95

1.1 Анализ опасных производственных факторов и мероприятий по их устранению

Опасным производственным фактором (ОПФ) считается производственный фактор, воздействие которого на работающего в определенных условиях приводит к травме или к другому внезапному резкому ухудшению здоровья.

Полевой этап

1. Электрический ток

При полевых работах на открытой местности для человека возможна опасность воздействия электрического тока. Находясь вблизи опоры линий электропередач либо под проводами линий высокого напряжения, человек может подвергнуться действию тока.

Летом во время грозы появляется повышенная опасность поражения атмосферным электричеством и прямым ударом молнии. При этом происходит потеря сознания, остановка или резкое угнетение самостоятельного дыхания, часто аритмичный пульс,

расширение зрачков. Наблюдается синий цвет лица, шеи, грудной клетки, кончиков пальцев, а также следы ожога. Удар молнии может привести к остановке сердца.

При приближении грозы следует уйти в безопасное место, избегать пребывания на возвышенностях, а также местах, где стоят разбитые, обгорелые деревья. Если гроза застала на открытой местности, необходимо спрятаться в сухой яме, канаве, овраге (песчаная и каменистая почва более безопасна, чем глинистая). Все металлические предметы (топоры, пилы, ножи, посуду, карабины, радиоприемники и т.п.) должны быть удалены на расстояние 15–20 м от людей. Также по возможности необходимо переодеться в сухую одежду.

Лабораторный и камеральный этапы

1. Электрический ток

Источником электрического тока в данном случае могут явиться перепады напряжения, высокое напряжение, вероятность замыкания человеком электрической цепи (компьютер, оборудование, анализирующее пробы, принтер, сканер, настольные лампы, розетки, провода и др.).

Воздействие на человека – поражение электрическим током, пребывание в шоковом состоянии, психические и эмоциональные расстройства. Может быть оказано: термическое действие (ожоги, нагрев до высоких температур внутренних органов); электролитическое действие (разложение органических жидкостей тела и нарушение их состава); биологическое действие (раздражение и возбуждение живых тканей организма, что сопровождается произвольными судорожными сокращениями мышц).

Нормирование осуществляется согласно ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ. Мероприятия по созданию благоприятных условий: инструктаж персонала; аттестация оборудования; соблюдение правил безопасности и требований при работе с электротехникой.

Основное вредное воздействие на людей электрического тока, электрической дуги и электромагнитных полей проявляется в виде электротравм и профессиональных заболеваний. Поражение электрическим током или электрической дугой может произойти в случае прикосновения к токоведущим частям установки или ошибочным действием выполнения работ или прикосновением к двум точкам земли, имеющим разные потенциалы и др.

По опасности поражения электрическим током помещения с ЭВМ и лаборатории относятся к категории без повышенной опасности (отсутствуют условия, создающие повышенную или особую опасность (высокая влажность и температура, токопроводящая

пыль и полы, химически активная или органическая среда, разрушающая изоляцию и токоведущие части электрооборудования).

Защита от электрического тока: защита от прикосновения к токоведущим частям электроустановок (изоляция проводов, ограждения, блокировка, пониженные напряжения, сигнализация, знаки безопасности и плакаты); защита от поражения электрическим током на электроустановке (защитное заземление, защитное отключение, молниезащита).

Согласно СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 помещения с ЭВМ должны быть оборудованы защитным заземлением (занулением) в соответствии с техническими требованиями по эксплуатации, при этом не следует размещать рабочие места с ЭВМ вблизи силовых кабелей и вводов, высоковольтных трансформаторов, технологического оборудования, создающего помехи в работе ЭВМ.

2. Пожароопасность

Среди источников пожарной опасности можно выделить – неисправности в проводках, розетках, короткие замыкания, неработоспособное электрооборудование.

Согласно ГОСТ 12.1.004–91 при пожаре или взрыве на человека оказывают воздействие следующие факторы: пламя и искры; повышенная температура окружающей среды; токсичные продукты горения и термического разложения; дым; пониженная концентрация кислорода. Вторичными проявлениями являются: осколки, части разрушившихся аппаратов, установок, конструкций; радиоактивные и токсичные вещества и материалы, вышедшие из разрушенных аппаратов и установок; электрический ток, возникший в результате выноса высокого напряжения на токопроводящие части конструкций, агрегатов.

Для пожарной безопасности необходимо применение следующих профилактических мероприятий: выявление и устранение неполадок в сети, своевременный ремонт либо замена электрооборудования, скрытие электропроводки для уменьшения вероятности короткого замыкания.

Первичным средством пожаротушения является углекислотный огнетушитель ОУ-8 [25].

Средства противопожарной защиты в помещении представлены: планом эвакуации людей при пожаре; системой вентиляции для отвода избыточной теплоты от ЭВМ; системой автоматической противопожарной сигнализации (датчики-сигнализаторы типа 8 ДТП).

Средства индивидуальной защиты при пожаре: противогаз, огнезащитные накидки, пожарные костюмы, противогазоаэрозольные респираторы.

1.2 Анализ вредных производственных факторов и мероприятий по их устранению

Полевой этап

1. Отклонение показателей климата на открытом воздухе. Климат непосредственно воздействует на организм и самочувствие человека. Неблагоприятные метеорологические условия могут привести к утомляемости, снижению производительности труда, повышению заболеваемости, возможно перегревание или переохлаждение.

Профилактические мероприятия – при необходимости, периодический кратковременный отдых; средства защиты кожи (предметы одежды и обуви, которые могут быть у каждого человека, рабочая одежда (спецовка)); наличие аптечки с собой.

2. Повышенная запыленность и загазованность рабочей зоны. Предприятие АО «Томская генерация»: ГРЭС-2 располагается в жилой зоне города, вокруг находится множество автомобильных дорог, а пробы почвы отбираются в непосредственной близости от предприятия. Поэтому рабочая зона на данном этапе работ характеризуется повышенной запыленностью и загазованностью.

Повышенная запыленность и загазованность могут вызывать различные аллергии, заболевания глаз и дыхательных путей. Для атмосферного воздуха населенных мест предусматривается гигиенический норматив ГН 2.1.6.1338-03. «Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населённых мест населенных мест».

При работе необходимо применение средств индивидуальной защиты – респираторов, масок. Средствами коллективной защиты являются – увеличение площади зеленых насаждений, формирование открытых обдуваемых пространств, удаление источника пыления.

3. Тяжесть и напряженность физического труда. При выполнении тяжелой работы, а также при однообразном и длительном рабочем процессе значительно снижается работоспособность. Существуют «объективные» и «субъективные» показатели работоспособности.

«Объективные»: изменения количественных и качественных показателей труда, изменения функционального состояния нервной системы.

«Субъективные»: ощущение усталости, вялости, болезненные ощущения.

Профилактические меры: пятнадцатиминутные перерывы после каждых 2 часов работы, периодическая смена занятия и обстановки, правильное нормирование нагрузки на организм в режиме труда.

Лабораторный и камеральный этапы

1. Отклонение показателей микроклимата в помещении. Показатели, характеризующие состояние воздушной среды лабораторного и компьютерных помещений: температура, относительная влажность, скорость движения воздуха, интенсивность теплового излучения от нагретой поверхности.

Для показателей микроклимата является необходимым обеспечение сохранения теплового баланса человека с окружающей средой и поддержание оптимального или допустимого теплового состояния организма.

Микроклиматические факторы оказывают огромное влияние на функциональную деятельность человека, его самочувствие и здоровье. С целью создания нормальных условий для персонала установлены нормы микроклимата. Эти нормы устанавливают оптимальные и допустимые величины температуры, влажности и скорости движения воздуха для рабочей зоны с учетом избытков явного тепла, тяжести выполняемой работы и сезонов года.

Регулирование микроклимата в помещениях осуществляется с помощью увлажнителей и осушителей воздуха, вентиляторов и кондиционеров, а также отопления.

В производственных помещениях согласно СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 должны быть обеспечены оптимальные параметры микроклимата (таблицы 11, 12).

Таблица 11 – Параметры микроклимата для лабораторий и учебных аудиторий (СанПиН 2.2.4.548-96)

Период года	Параметр микроклимата	Величина
Холодный	Температура воздуха в помещении	22-24°C
	Относительная влажность	40-60%
	Скорость движения воздуха	До 0,1 м/с
Теплый	Температура воздуха в помещении	23-25°C
	Относительная влажность	40-60%
	Скорость движения воздуха	0,1-0,2 м/с

Подвижность воздуха эффективно способствует теплоотдаче организма человека. Она отрицательно проявляется при низких температурах и положительно при высоких.

Таблица 12 – Нормы подачи свежего воздуха в помещениях, где расположены компьютеры

Характеристика помещения	Объёмный расход подаваемого в помещение свежего воздуха, м ³ /на одного человека в час
Объём до 20м ³ на человека	Не менее 30
20-40 м ³ на человека	Не менее 20
Более 40 м ³ на человека	Естественная вентиляция

Наиболее распространенными и оптимальными способами нормализации микроклимата в производственных помещениях являются рациональная вентиляция и отопление.

2. Электромагнитное излучение. Источники электромагнитного поля в рабочей зоне: монитор, системный блок ПК, электрооборудование (электропроводка, сетевые фильтры, источники бесперебойного питания).

Переменное электромагнитное поле имеет электрическую и магнитную составляющие, поэтому контроль проводится отдельно по двум показателям: напряженность электрического поля (E), В/м (Вольт-на-метр); индукция магнитного поля (B), нТл (наноТесла). Измерение и оценка этих параметров выполняется в двух частотных диапазонах: диапазон № I (от 5 Гц до 2 кГц); диапазон № II (от 2 кГц до 400 кГц) (таблица 13).

Таблица 13 – Санитарные нормы параметров электромагнитных полей на рабочих местах (СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03)

Параметр	Частотный диапазон	Санитарная норма
Фоновый уровень индукции магнитного поля промышленной частоты (B)	50 Гц	5 мкТл
Фоновый уровень напряженности электрического поля промышленный участок (E)	50 Гц	500 В/м
Напряженность электрического поля (E)	5 Гц – 2 кГц	25 В/м
	2 кГц – 400 кГц	2,5В/м
Напряженность электростатического поля (E)	0 Гц	15 кВ/м
Индукция магнитного поля (B)	5 Гц – 2 кГц	250 нТл
	2 кГц – 400 кГц	25 нТл

При долгой непрерывной работе с ПК происходит значительное воздействие на нервную систему, также ухудшается зрение и снижается иммунитет.

Профилактические меры: сокращение времени пребывания в зоне излучения, защитные экраны при работе с ПК.

3. Недостаточная освещенность. Недостаток освещения ослабляет внимание, приводит к напряжению зрения, к наступлению преждевременной утомленности. Очень яркое освещение ослепляет, раздражает и вызывает резь в глазах. Неправильное направление света создает резкие тени, блики, дезориентировать. В связи с этим возможно возникновение несчастных случаев либо заболеваний.

Различают естественное, искусственное и совмещенное освещение.

Освещение должно обеспечиваться коэффициентом естественного освещения не ниже 1,0%. Естественное и искусственное освещение в помещениях регламентируется нормами СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 в зависимости от характера зрительной работы, системы и вида освещения, фона, контраста объекта с фоном (таблица 14).

Таблица 14 – Параметры систем естественного и искусственного освещения на рабочих местах (СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03)

Наименование рабочего места	Тип светильника и источника света	Коэффициент естественной освещенности, %		Освещенность при совмещенной системе, лк	
		Фактически	Нормальное значение	Фактически	Нормальное значение
1	2	3	4	5	6
Аналитические лаборатории	Люминесцентные лампы общего освещения	0,6	$\geq 0,5$	350	≥ 300
Помещения для работы с дисплеями, залы ЭВМ	Люминесцентные лампы общего освещения	0,6	$\geq 0,5$	350	≥ 300

Согласно ГОСТ 12.4.011-89 средствами нормализации освещенности производственных помещений рабочих мест являются: источники света; осветительные приборы; световые проемы; светозащитные устройства; светофильтры; защитные очки.

2 Экологическая безопасность

При проведении полевых, лабораторных и камеральных работ негативного воздействия на окружающую среду оказано не будет.

Негативное воздействие оказывается непосредственно предприятием АО «Томская генерация»: ГРЭС-2, в районе расположения которого отбирались пробы почвы.

Основным видом воздействия Томской ГРЭС-2 на состояние воздушного бассейна города является выброс загрязняющих веществ, образующихся при сжигании в котлах органического топлива. При сжигании твердого топлива с дымовыми газами в атмосферу выделяются: летучая зола углей, диоксид и оксид азота, диоксид серы, бенз(а)пирен, соединения Fe, Mn, Ni, Cr, сероводород, фтористые соединения, углеводороды [15].

Пылегазоулавливающие установки Томской ГРЭС-2 предназначены для улавливания золы и частичного улавливания диоксида серы в мокрых золоуловителях, средняя эффективность очистки составляет 96%.

На золошлакоотвалах Томской ГРЭС-2, общей площадью 77,5 га, накоплено 3671,1 тыс. т золошлаковых отходов (по состоянию на 01.01.2008 г.). Золошлаковые отходы, согласно проводимого биотестирования относятся к 5, самому низкому классу опасности отходов для окружающей среды.

Сброс загрязненных сточных вод в поверхностные водные объекты осуществляется только на структурном подразделении ТЭЦ-1.

Для улучшения экологической обстановки целесообразным является перевод котлов Томской «ГРЭС-2» на сжигание газа.

3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

3.1 Анализ вероятных ЧС, которые может инициировать предприятие, в районе которого отбирались пробы

В районе расположения Томской ГРЭС-2 возможны следующие возникновения ЧС техногенного характера: взрывы, пожары, отключение электроэнергии. Наиболее вероятным и разрушительным видом ЧС является пожар или взрыв. Пожарная безопасность – это целый комплекс организационных, технических, режимных и эксплуатационных мероприятий по предупреждению пожаров и взрывов.

Согласно ФЗ от 21.12.94 N 69-ФЗ пожарная безопасность объекта должна быть обеспечена системами предотвращения пожара и противопожарной защиты, в том числе организационно-техническими мероприятиями. Системы пожарной безопасности должны характеризоваться уровнем обеспечения пожарной безопасности людей и материальных ценностей, а также экономическими критериями эффективности этих систем для материальных ценностей, с учетом всех стадий (научная разработка, проектирование, строительство, эксплуатация) жизненного цикла объектов. Необходимо наличие системы противодымной защиты объектов, которая должна обеспечивать незадымление, снижение температуры и удаление продуктов горения и термического разложения на путях эвакуации в течение времени, достаточного для эвакуации людей, и (или) коллективную

защиту и (или) защиту материальных ценностей. Люди, находящиеся на объекте, должны быть обязательно своевременно оповещены (сигнализация о пожаре).

Должны быть предусмотрены технические средства (лестничные клетки, наружные пожарные лестницы, противопожарные стены, аварийные люки, лифты и т.п.).

3.2. Анализ вероятных ЧС, которые могут возникнуть в лаборатории при проведении исследований

В лаборатории, где проводятся исследования, существует немалая вероятность возникновения пожара.

Но на данный момент в лаборатории и учебной аудитории для камеральных работ предпосылок к возникновению пожароопасной ситуации не наблюдается. Этому способствует соблюдение норм при монтаже электропроводки, отсутствие электрообогревательных приборов в данный период, дефектов в розетках и выключателях.

Основные нормативные документы по вопросам пожарной и взрывной безопасности – ГОСТ 12.1.004-91, ППБ 01-03.

Меры по предупреждению и ликвидации ЧС: наличие пожарной сигнализации, углекислотных огнетушителей, нескольких эвакуационных выходов; проходы, коридоры и рабочие места не должны быть ничем загромождены.

Если есть пострадавшие при возникновении пожара, то необходимо оказание первой помощи (освободить обожженную часть тела от одежды, если нужно, разрезать, не сдирая приставшие к телу куски ткани). При ограниченных ожогах I степени на покрасневшую кожу хорошо наложить марлевую повязку, смоченную спиртом. При ограниченном термическом ожоге следует немедленно охладить места ожога (прикрыв его салфеткой и ПВХ-пленкой) водопроводной водой в течение 10-15 минут. После чего на пораженную поверхность наложить чистую, лучше стерильную, щадящую повязку.

4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности Работа в лаборатории

Исследование отобранных проб почвы будет производиться в лаборатории НИ ТПУ. Изучение вещественного состава и каппаметрии почвы осуществляется с помощью электронного и стереоскопического микроскопов, малогабаритного измерителя магнитной восприимчивости, ПК и других приборов.

Во время выполнения работы необходимо строго выполнять все требования, установленные СанПиНом 2.2.2.542-96. Рабочий персонал должен быть обеспечен специальной одеждой (халат), индивидуальными средствами защиты (перчатки, маска).

При этом в помещении должна быть также обеспечена достаточная проветриваемость и освещенность рабочей зоны.

Рабочее место с ПК должно обеспечивать возможность удобного выполнения работ в положении сидя и не создавать перегрузки костно-мышечной системы. Рабочее место должно располагаться так, чтобы естественный свет падал сбоку, преимущественно слева.

Окна в помещениях с ПК должны быть оборудованы регулируемыми устройствами (жалюзи, занавески, внешние козырьки и т. д.).

Рабочий стол должен иметь пространство для ног высотой не менее 600 мм, шириной – не менее 500 мм, глубиной на уровне колен - не менее 450 мм и на уровне вытянутых ног - не менее 650 мм. Рабочая поверхность стола не должна иметь острых углов и краев.

Рабочий стул (кресло) должен обеспечивать поддержание физиологически рациональной рабочей позы в процессе трудовой деятельности, создавать условия для изменения позы с целью снижения статического напряжения мышц шейно-плечевой области и спины, а также для исключения нарушения циркуляции крови в нижних конечностях.

Монитор, клавиатура и корпус компьютера должны находиться прямо перед пользователем и не требовать поворота головы или корпуса тела. Монитор должен находиться на расстоянии 50–70 см, на 20° ниже уровня глаз; клавиатура должна быть расположена на такой высоте, чтобы пальцы рук располагались на ней свободно, без напряжения, а угол между плечом и предплечьем составлял 100–110°.

Перед началом работы с персональным компьютером необходимо пройти предварительный и периодический медицинский осмотр, проверку знаний на третью группу допуска по электробезопасности; изучить инструкцию и расписаться в «Журнале инструктажа по правилам охраны труда на рабочем месте». Для обеспечения оптимальной работоспособности, сохранения здоровья пользователей ПК на протяжении смены устанавливается следующий регламент работ: для преподавателей, сотрудников, студентов (старших курсов) непосредственная работа не более двух часов с обязательным перерывом не менее 20 минут, общая продолжительность работы – не более 4-х часов в день [20].

ГЛАВА 7. ФИНОНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

Техническое задание

В городе Томске наблюдается высокий уровень антропогенной нагрузки в связи с наличием крупных промышленных предприятий, расположенных в черте города (ГРЭС-2, Сибкабель, ТЭМЗ, ТЭЛЗ, Шпалопропиточный завод).

Поэтому становится необходимым проведение комплекса работ по изучению геохимических особенностей почв в районах расположения данных предприятий. В данной работе проводится изучение геохимических особенностей почв в районе расположения Томской ГРЭС-2.

Место проведения работ: г. Томск, район расположения ГРЭС-2;

Время проведения работ: период проведения научно-исследовательской работы запланирован на 5 месяцев. Полевые работы запланированы на три месяца – июнь – август 2015 г., лабораторные исследования проводились по мере поступления проб (в общем 2 месяца – августе 2015 г., сентябре 2016 г.). Окончательные и камеральные работы проводились в октябре 2016 г.

Объект исследований: поверхностный слой почвы (0-10 см);

Метод и вид исследований: литогеохимические исследования (литогеохимическое опробование);

Объем работ: 11 проб.

Виды намечаемых работ:

1) Эколого-геохимические работы литогеохимическим методом по почвам и поверхностным грунтам на отдельных площадках при геолого-экологических исследованиях территорий хозяйственного освоения;

2) Проведение маршрутов;

3) Сушка проб или материала исследования;

4) Просеивание;

5) Микроскопическое изучение проб;

6) Магнитная сепарация;

7) Электронная микроскопия;

8) Стандартный комплекс операций камеральной обработки материалов (без использования ЭВМ);

9) Камеральная обработка материалов (с использованием ЭВМ).

Также будет выполнен рентгеноструктурный анализ подрядным методом.

Типовой состав отряда: геоэколог, рабочий 2 категории.

Планирование управления научно-техническим проектом

Одним из важнейших принципов выполнения исследовательских работ является минимум затрат, который соответствует максимальной эффективности исследований и обеспечивает работу достаточным количеством информации для решения поставленных задач.

Информация о проведении литогеохимических, лабораторных, камеральных работ представлена в таблице 15. На основе технического плана рассчитываются затраты и время труда.

Таблица 15 – Виды и объемы проектируемых работ (технический план)

№	Виды работ	Кол-во проб	Условия производства работ	Вид оборудования
1	Эколого-геохимические работы лито-геохимическим методом по почвам на отдельных площадках при геолого-экологических исследованиях территории хозяйственного освоения	11	Отбор проб почв, категория проходимости 1	
2	Проведение маршрутов			
3	Сушка проб или материала исследования	11		
4	Просеивание	11		Сито размером 1 мм, 0,5 мм, 0,25мм
5	Микроскопическое изучение проб	11	Определение минерального состава	Биноккулярный микроскоп Leica EZ4D
6	Магнитная сепарация	11	Измерение магнитной восприимчивости почв	Карраmeter Model: КТ 5
7	Рентгеноструктурный анализ	2	Изучение минералогического состава проб	Дифрактометр Bruker D2 PHASER
8	Электронная микроскопия	2	Определение морфологических особенностей частиц и элементного состава минералов	Сканирующий электронный микроскоп Hitachi S-3400N
9	Стандартный комплекс операций камеральной обработки материалов (без использования ЭВМ)	11		
10	Камеральная обработка материалов (с использованием ЭВМ)	11		

1) Литогеохимическое опробование

Содержание работ, выполняемых в ходе литогеохимического опробования: выбор мест отбора проб почв; привязка пунктов наблюдения; непосредственно отбор проб

пробоотборной лопаткой; занесение первоначальных сведений в регистрационный журнал; маркировка пакетов для проб; упаковка проб.

Закрепление точек отбора проб почв производится на карте.

Отбор проб почв проводился с июня по август 2015 года согласно плану вблизи исследуемого промышленного предприятия – ГРЭС-2. Пробы отбирались из поверхностного слоя на глубине 0-10 см, предварительно очищенного от дернового слоя. Всего было отобрано 11 проб почв.

2) Лабораторные работы

Лабораторные работы заключались в подготовке отобранных проб почвы к дальнейшему изучению (просушивание, просеивание).

Затем пробы подготавливались для рентгеноструктурного анализа. Образец предварительно тщательно растирался в агатовой ступке; полученный порошок прессовался в кювету из кварцевого стекла, а затем помещался на пластиковый держатель для дальнейшего анализа.

Визуальное изучение проб почв проводилось на бинокулярном микроскопе Leica EZ4D в лаборатории электронно-оптической диагностики кафедры ГЭГХ ТПУ.

Измерение магнитной восприимчивости почв проводилось в лабораторных помещениях кафедры ГЭГХ ТПУ с использованием прибора Kappameter Model: КТ-5.

Также была выполнена электронная микроскопия (лаборатория кафедры ГЭГХ ТПУ).

3) Камеральные работы

Камеральная обработка материалов включала сбор и систематизацию информации об изучаемой территории, изучение результатов анализов проб и их систематизация, оформление полученных данных в виде таблиц, графиков, диаграмм.

Расчет затрат времени и труда по видам работ

Для расчета затрат времени и труда использовались нормы, изложенные в СН-93 выпуск 2 «Геолого-экологические работы». Из этого справочника взяты следующие данные: норма времени, выраженная на единицу продукции; коэффициент к норме. Затраты времени и труда рассчитывались на основании технического плана. Результаты расчетов представлены в таблице 16, 18. Все работы выполнялись геоэкологом и рабочим 2 категории. Расчет затрат времени выполняется по формуле (3):

$$N=Q* N_{вр}*K, \quad (3)$$

где: N – затраты времени, (бригада/смена на м.(ф.н.)); Q- объем работ (м.(ф.н.)); $N_{вр}$ – норма времени (бригада/смена); K –коэффициент за ненормализованные условия.

Таблица 16 – Расчет затрат времени и труда

№	Вид работ	Объем		Норма времени по ССН (Н _{вр})	Документ	Коэфф-т	Итого времени на объем (N)
		Ед. изм.	Кол- во (Q)				
1	Эколого-геохимические работы лито-геохимическим методом по почвам на отдельных площадках при геолого-экологических исследованиях территории хозяйственного освоения	Проба	11	0,0488	ССН, вып.2 табл. 27 ст.4 стр.1	1	0,537
2	Проведение маршрутов	км	5	0,366	ССН, вып.2 табл. 31 ст.4 стр.31	1	1,83
3	Сушка проб или материала исследования	Проба	11	0,0213	Вып.7, табл. 6.5 ст. 4 норма 1006	1	0,234
4	Просеивание	Проба	11	0,0437	Вып.7, табл.18.14 ст.4 норма 2541	1	0,4812
5	Микроскопическое изучение проб	Навеска	11	0,21	Вып.7, табл.6.5 ст.4 норма 742	1	2,31
6	Магнитная сепарация	Фракция	11	0,0262	Вып.7, табл.8.3 ст.5 норма 1206	1	0,289
7	Электронная микроскопия	Образец	2	0,2125	Вып.7, табл.8.2 ст.4 норма 1111	1	0,425
8	Стандартный комплекс операций камеральной обработки материалов (без использования ЭВМ)	Проба	11	0,0136	ССН, вып.2 табл.59, ст.3, стр.3		0,1496
9	Камеральная обработка материалов (с использованием ЭВМ)	Проба	11	0,0337	ССН, вып.2 табл.61, ст.3, стр.3		0,3707
Итого: 5,9 чел./смена							

В состав рабочей группы входит специалист – геоэколог и рабочий 2 категории.

Календарный план-график проведения работ и расчет затрат времени на каждого работника представлен в таблице 17.

Таблица 17 – Календарный план-график проведения работ

Виды работ	Сутки	Месяцы				
		июнь 2015 г.	июль 2015 г.	август 2015 г.	сентябрь 2016 г.	октябрь 2016 г.
Эколого-геохимические работы лито-геохимическим методом по почвам на отдельных площадках при геолого-экологических исследованиях территории хозяйственного освоения	45	+ X		+ X		
Проведение маршрутов		+ X		+ X		
Сушка проб или материала исследования	32		X			
Просеивание					X	
Микроскопическое изучение проб	15				X	X
Магнитная сепарация					+	
Электронная микроскопия						+
Стандартный комплекс операций камеральной обработки материалов (без использования ЭВМ)	35				+	+
Камеральная обработка материалов (с использованием ЭВМ)					+	+

+ - Геоэколог

X - Рабочий 2 категории

Таблица 18 – Расчет затрат труда на каждый вид работ

№	Виды работ	Т	Геоэколог	Рабочий 2 категории
			Н, чел/смен	Н, чел/смен
1	Эколого-геохимические работы лито-геохимическим методом по почвам на отдельных площадках при геолого-экологических исследованиях территории хозяйственного освоения	1,074	0,537	0,537
2	Проведение маршрутов	3,66	1,83	1,83
3	Сушка проб или материала исследования	0,234		0,234
4	Просеивание	0,4812		0,4812
5	Микроскопическое изучение проб	2,31		2,31
6	Магнитная сепарация	0,289	0,289	
7	Электронная микроскопия	0,425	0,425	
8	Стандартный комплекс операций камеральной обработки материалов (без использования ЭВМ)	0,1496	0,1496	
9	Камеральная обработка материалов (с использованием ЭВМ)	0,3707	0,3707	
Итого:		8,99	3,6	5,39

Бюджет научного исследования

Нормы расхода материалов для литогеохимических и камеральных работ определялись согласно ССН, выпуск 2 таблица 49 (таблица 19). А также на основе средней рыночной стоимости необходимых материалов.

В таблице 20 представлен расчет затрат на подрядные работы, а именно – рентгеноструктурный анализ.

Таблица 19 – Нормы расхода материалов на проведение геоэкологических работ

Наименование и характеристика изделия	Единица	Цена, руб.	Норма расхода	Сумма, руб.
Карандаш простой	шт.	10,00	2	20,00
Резинка ученическая	шт.	8,00	1	8,00
Пакеты полиэтиленовые фасовочные	шт.	2,00	30	60,00
Перчатки латексные нестерильные	шт.	20,00	2	40,00
Бумага офисная	пачка (100 листов)	200,00	1	200,00
Журнал регистрационный	шт.	130,00	1	130,00
Лопатка пробоотборная	шт.	60,00	2	120,00
Ручка гелиевая	шт.	30,00	1	30,00
Линейка чертежная	шт.	30,00	1	30,00
Сито лабораторное	комплект	600,00	1	600,00
Итого:				1238,00

Таблица 20 – Расчет затрат на подрядные работы

№	Метод анализа	Кол-во проб	Стоимость, руб.	Итого
1	Рентгеноструктурный анализ	2	1000,00	2000,00
Итого:				2000,00

В таблице 21 представлен расчет затрат на транспортные расходы (проезд по городу Томску общественным транспортом).

Таблица 21 – Расчет затрат на проезд до места отбора проб

Транспортное средство	Количество поездок	Количество человек	Стоимость (руб.)	Итого, руб.
Маршрутный автобус	4	2	18,00	144,00

Расчет оплаты труда

Общий расчет сметной стоимости проекта оформляется по типовой форме, его базой служат расходы, связанные с выполнением работ, запланированных по проекту.

На эту базу начисляются проценты, которые обеспечивают организацию и управление работ по проекту, то есть расходы, за счет которых осуществляются содержание всех функциональных отделов структуры предприятия (таблица 22).

Расчет осуществляется в соответствии с формулами (4-10):

$$ЗП = \text{Окл} * Т * К, \quad (4)$$

где ЗП – заработная плата (условно),

Окл – оклад по тарифу, руб.,

Т – отработано дней (дни, часы),

К – коэффициент районный (для Томска – 1,3 на 2017 г).

$$\text{ДЗП} = \text{ЗП} * 7,9\%, \quad (5)$$

где ДЗП – дополнительная заработная плата, %.

$$\text{ФЗП} = \text{ЗП} + \text{ДЗП}, \quad (6)$$

где ФЗП – фонд заработной платы, руб.

$$\text{СВ} = \text{ФЗП} * 30\%, \quad (7)$$

где СВ – страховые взносы.

$$\text{ФОТ} = \text{ФЗП} + \text{СВ}, \quad (8)$$

где ФОТ – фонд оплаты труда, руб.

$$\text{R} = \text{ЗП} * 3\%, \quad (9)$$

где R – резерв, %.

$$\text{СПР} = \text{ФОТ} + \text{M} + \text{A} + \text{R}, \quad (10)$$

где СПР – стоимость проектно-сметных работ.

Таблица 22 – Расчет заработной платы

Наименование расходов		Единицы измерения	Затраты труда	Дневная ставка, руб.	Сумма основных расходов, руб.
Основная заработная плата:					
Геозолог	1	чел/смен	3,6	544,00	1958,4
Рабочий 2 категории	1	чел/смен	5,39	340,00	1832,6
Итого:	2	чел/смен	8,99		3791
Дополнительная заработная плата	7,9%				299,5
Итого:					4090,5
Итого с р.к.	1,3				5317,6
Страховые взносы	30,0%				1595,3
Итого:					6912,9

Амортизационные отчисления являются инструментом компенсации полученного износа. Они должны быть направлены на ремонт имеющегося или изготовление нового ОС. Сумма отчислений входит в себестоимость продукции, то есть автоматически переходит в цену. Объем амортизационных исчислений определяется, исходя из балансовой стоимости основных производственных фондов (таблица 23).

Таблица 23 – Расчет амортизационных отчислений

Наименование объекта основных фондов	Кол-во	Балансовая стоимость, руб.	Годовая норма амортизации, %	Амортизационные отчисления, руб.
Оптический электронный микроскоп Leica EZ4D	1	23000,00	1,5	345,00
Сканирующий электронный микроскоп Hitachi S-3400N	1	8000000,00	1	80000,00
Персональный компьютер	1	19000,00	1	190,00
Итого		8042000,00		80535,00

Также необходимо провести расчет основных затрат на все виды проектных работ (таблица 24).

Таблица 24 – Основные затраты на проектные работы

Состав затрат	Сумма затрат, руб.
Материальные затраты	1238,00
Затраты на оплату труда (со страховыми взносами)	6912,9
Амортизационные отчисления	1301,8
Транспортные расходы	144,00
Итого:	9596,7

Общий расчет сметной стоимости работ

На проведение работ затрачены силы одного геоэколога и рабочего 2 категории. В их обязанности входило проведение геохимических, лабораторных работ, анализ данных.

Расчет проектно-сметных работ представлен в таблице 25.

Таблица 25 – Общий расчет сметной стоимости проектируемых работ

№	Наименование работ и затрат	Уд. изм.	Кол-во	Полная сметная стоимость, руб.
I	Основные расходы на геоэкологические работы(ОР)			
1	Проектно-сметные работы	% ПР	100	9596,7
2	Полевые работы (ПР)			9596,7
3	Камеральные работы	% ПР	100	9596,7
Итого основных расходов (ОР):				28790,1
II	Накладные расходы (НР)	% от ОР	15	4318,5
Итого: основные и накладные расходы (ОР+НР)				33108,6
III	Плановые накопления	% от НР+ОР	15	4966,3
IV	Подрядные работы			
	Рентгеноструктурный анализ	Руб.		2000,00
V	Резерв	% от ОР	3	863,7
Итого сметная стоимость				40938,6
	НДС	%	18	7368,9
Итого с учетом НДС				48307,5

В ходе написания данной главы была проделана работа по составлению экономического обоснования проведенных работ (расчет затрат времени и труда, бюджет научного исследования). Итогом работы явилась смета по всем видам проведенных работ.

Затраты на реализацию проекта составили **48307,5** рублей (с учетом НДС).

Выводы

1. При изучении вещественного состава проб почв были выявлены различные типы частиц природного (кварц; частицы биогенного происхождения, в основном древесно-растительные остатки; слюда; карбонаты; полевые шпаты) и техногенного (частицы угля, золы, шлака отходы металлообработки, частицы кирпича, ферромагнетит, муллит и недиагностированные частицы) происхождения. Выявлено преобладание техногенных частиц (68%) над природными (32%).

2. Также была выделена магнитная фракция проб почвы и изучен ее вещественный состав. В составе магнитной фракции максимальный процент содержания, приходится на отходы металлообработки, ферромагнетит и буро-рыжие частицы неправильной формы.

3. Детальное изучение минерального состава проб почвы в районе расположения Томской ГРЭС-2 при помощи рентгеноструктурного анализа позволило выявить в основном природную составляющую, представленную преимущественно кварцем (SiO_2), альбитом ($\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$), микроклином (KAlSi_3O_8), мусковитом ($\text{KAl}_2(\text{SiAl})_4\text{O}_{10}$).

4. Проведен анализ магнитной восприимчивости проб почв, в ходе которого получено довольно высокое значение ($189 \cdot 10^{-5}$ ед. СИ), превышающее фон ($32 \cdot 10^{-5}$ ед. СИ), практически в 6 раз.

5. Опираясь на результаты ранее проведенных исследований, сделан вывод, что наибольшие значения магнитной восприимчивости почв наблюдаются в пробах, отобранных в непосредственной близости к электростанции, т.е. связано это превышение значения, в основном, со спецификой производства.

6. Полученное значение коэффициента магнитности в районе расположения Томской ГРЭС-2, согласно существующей для данной величины градации, соответствует чрезвычайно опасной степени загрязнения (более 5).

Список литературы

Опубликованная литература:

1. Алексеев Ю.В. Тяжёлые металлы в почвах и растениях. – Ленинград: ВО «Агропромиздат». Ленинград, отд-ние, 1987. – 142 с.
2. Алексеенко В.А. Жизнедеятельность и биосфера: Учебное пособие. – М.: Логос, 2005. – 232 с.
3. Андреева И.С. Аэрозоли Сибири / Андреева И.С., Анкилов А.Н., Бакланов А.М. Новосибирск: Сибирское отделение РАН, 2006. – 548 с.
4. Антипов-Каратаев И.Н. О подвижности меди в почвах // Почвоведение. - 1947. – № 11. – 652 с.
5. Архангельский В.В. Уран, торий и редкоземельные элементы как индикаторы антропогенного воздействия на почвы юга Томской области / В. В. Архангельский, Л. П. Рихванов // Гидрогеология и инженерная геология: материалы Международной научно-технической конференции «Горно-геологическое образование в Сибири. 100 лет на службе науки и производства», Томск, 2001 г / ТПУ, ИГНД. — Томск: Изд-во ТПУ, 2001. — С. 124-127.
6. Бабанин В.Ф. О применении измерений магнитной восприимчивости в диагностике форм железа в почвах // почвоведение. № 7. – 1973. – С. 154-160.
7. Беус А.А. Геохимия окружающей среды. / А.А. Беус, Л.И. Грабовская, Н.В. Тихонова. - М.: Недра, 1976. – С. 177-191.
8. Бронштейн К.Г. О магнитной восприимчивости осадочных пород // Прикладная геофизика. — 1954. Вып.11. - С. 163-174.
9. Вадюнина А.Ф. Магнитная восприимчивость фракций механических элементов некоторых почв / А.Ф. Вадюнина, В.Ф. Бабанин, В.Я. Ковтун // Почвоведение. № 1. - 1974. - С. 116-120.
10. Васильева Л.И. Формы тяжелых металлов в почвах урбанизированных и заповедных территорий / Л.И. Васильева, В.Б. Кадацкий // Геохимия. -1998.-№4. – С. 426-429.
11. Вернадский В.И. Размышления натуралиста. Научная мысль как планетарное явление. М., 1977. - 191 с.
12. Виноградов А.П. «Геохимия редких и рассеянных химических элементов в почвах». – М.: Изд-во АН СССР, 1957. – 237 с.
13. Волостнов А.В. Методы исследования радиоактивных руд и минералов: учебное пособие / А.В. Волостнов; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во ТПУ, 2010. – 162 с.

14. Гладышева М.А. Магнитная восприимчивость урбанизированных почв: на примере г. Москвы: автореф. дис. ... канд. биол. наук / М.А. Гладышева. – М., 2007. – 26 с.
15. Глазовская М.А. Геохимия природных и техногенных ландшафтов СССР. – М.: Высш. шк., 1988. – 328 с.
16. Голева Р.В. Минеролого-геохимические исследования нахождения токсичных веществ в природных и техногенных аномалиях для оценки их экологической опасности. Методические рекомендации / Р.В. Голева, И.И. Куприянова [и др.]. – М.: ВИМС, 1997. – 41 с.
17. Голева Р.В. Принципы разбраковки токсичных природных и техногенных геохимических аномалий / Р.В. Голева, А.С. Клочков, А.П. Пронин // Сб. «Геоэкологические исследования и охрана недр». – М.: АО Геоинформмарк, 1994. – Вып. 3. – С. 33–38.
18. Добровольский, З.И. Рихванов Л.П. Содержание тяжелых металлов в почвах / Л.П. Рихванов, Е.Г. Языков. – Томск: ТПУ, 1992. – 42 с.
19. Ермохин А. И., Рихванов Л. П., Языков Е. Г. Руководство по оценке загрязнения объектов окружающей природной среды химическими веществами и методы их контроля. Учебное пособие. -Томск: изд.ТПУ, 1995. – 96 с.
20. Иванов В. В. «Экологическая геохимия элементов»: справочник: в 6 кн. / под ред. Э. К. Буренкова. – М.: Недра, 1994 – 1997.
21. Ковриго В.П., Кауричев И.С., Бурлакова Л.М. Почвоведение с основами геологии. – М.: Колос, 2000. — 416 с.
22. Лукшин А. А., Румянцева Т. И. Изменение удельной магнитной восприимчивости почв по почвенному разрезу // Мат. науч. конф./: Тр. Ижевского с.-х. ин-та. Ижевск, 1964. - Вып. 10. - С. 126-127.
23. Майстренко В.Н., Минигазимов Н.С., Гусаков В.Н. Автотранспорт источник загрязнения городской среды. // Материалы конференции «Оценка риска загрязнения окружающей среды тяжелыми металлами». Москва, 2000. – С.78- 79.
24. Методические рекомендации по геохимической оценке загрязнения территории городов химическими элементами. – М.: ИМГРЭ, 1982. – 112 с.
25. Методические указания по разработке раздела «Социальная ответственность» выпускной квалификационной работы магистра, специалиста и бакалавра всех направлений (специальностей) и форм обучения ТПУ/Сост. С.В. Романенко, Ю.В. Анищенко – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2016. – 11 с.

26. Миков О.А. Опыт использования метода каппаметрии для оценки экологической ситуации / О.А. Миков //Международный научный симпозиум «Молодежь и проблемы геологии». – Томск, 1996. – С. 34 – 37.
27. Пат. 2133487 Российская Федерация, МПК6 G 01 V 9/00. Способ определения техногенной загрязненности почвенного покрова тяжелыми металлами группы железа (железо, кобальт, никель) / Язиков Е.Г., Миков О.А.; заявитель и патентообладатель Томский политехн. унт. – № 98100689; заявл. 08.01.98; опубл. 20.07.99.
28. Перельман А.И. Геохимия. М.: Изд-во: Высшая Школа, 1979. – 423 с.
29. Платонов А.В., Филонин Е.Н. Безопасность жизнедеятельности: учеб. пособие / А.В. Платонов, Е.Н. Филонин; НГТУ им. Р.Е. Алексеева. – изд. 2-е, испр. – Н.Н, 2012. – 345 с.
30. Программа экологического мониторинга АО «Томская генерация». – Томск, 2015.
31. Решетников М.В. Магнитная восприимчивость и концентрация тяжелых металлов в почвах урбанизированных территорий (на примере г. Саратова) / М.В. Решетников, Н.В. Добролюбова // Цветные металлы. – 2009. – №11. – С. 15-18.
32. Рихванов Л.П. Общие и региональные проблемы радиозкологии. – Томск: Изд-во ТПУ, 1997. – 384 с.
33. Рихванов Л.П. Содержание тяжелых металлов в почвах / Л.П. Рихванов, Е.Г. Язиков, С.И. Сарнаев. – Томск: Изд – во Томский политехнический ун – т, 1993. – 85 с.
34. Рихванов Л.П., Язиков Е.Г., Сухих Ю.И., и др. Эколого–геохимические особенности природных сред Томского района и заболеваемость населения. – Томск: Издательство ТПУ, 2006. – С. 60-63.
35. Руководство по минераграфии [Текст]: [Учеб. пособие для студентов геол.-развед. вузов] / С. А. Вахромеев. - [2-е изд., перераб. и доп.]. - Москва: изд-во и картф-ка Госгеолиздата, 1950 (Ленинград). - 199 с.
36. Румянцева Т. И., Лукшин А. А., Ковриго В. П. Магнитная восприимчивость почв основных почвенных зон СССР // Свойства почв и рациональное использование удобрений. Пермь, 1986. - С. 67-72.
37. Саэт Ю.Е. Геохимия окружающей среды / Ю.Е. Саэт, Б.А. Ревич, Е.П. Янин и др. – М.: Недра, 1990. – 335 с.
38. Требования к геолого-экологическим исследованиям и картографированию масштаба 1:1000000 – 1:500000 / М.С. Галицын, Б.Н. Островский, Л.А. Островский. – М.: ВСЕГИНГЕО, 19901. – 41 с.

39. Язиков Е.Г. Оценка эколого-геохимического состояния территории г. Томска по данным изучения пылеаэрозолей и почв. / Е.Г. Язиков, А.В. Таловская, Л.В. Жорняк. - Т: Изд. ТПУ, 2010. - 264 с.
40. 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.
41. Alceu Rodrigues da Silva; Ivan Granemann de Souza Junior Magnetic susceptibility of B horizon of soils in the State of Parana. // Rev. Bras. Ciênc. Solo vol.34 no.2 Viçosa Mar./Apr. 2010.
42. Bityukova L., Shogenova A., Birke M. Urban geochemistry: A study of element distributions in the soils of tallinn (Estonia) // Environmental Geochemistry and Health, 2000, Volume 22, Issue 2, pp 173–193.
43. Borgne E. The relationship between the magnetic susceptibility and history of soils // Problems in Paleoclimatology. London-Neu York-Sydney, 1963. - P. 666-673.
44. Le Borgne E. Suceptibilite magnetique anormale du sol super ficieel // Ann. geophys., 1955, v.l 1, №4, pp.399-419.
45. Mullins C. Magnetic susceptibility of the soil and its significance in soil science, a review. // Journal Soil Science, 1977, v.28, №2, pp.223-247.
46. Oades J.M. The detection of ferromagnetic minerals in soils and clays I I J. Soil Science, 1963,-V.14.-№2.
47. Szuszkiewicz, M., Magiera, T., Kapicka, A., Petrovský, E., 2015. Magnetic characteristics of industrial dust from different sources of emission: a case study of Poland. J. Appl. Geophys. 116. – 84–92 с.

Нормативные документы:

48. ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.
49. ГОСТ 12.1.004-91.ССБТ. Пожарная безопасность. Общее требования.
50. ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов.
51. ГОСТ 17.4.1.02-83. Охрана природы. Почвы. Классификация химических веществ для контроля загрязнения.
52. ГОСТ 17.4.2-01-81. Охрана природы. Почвы. Номенклатура показателей санитарного состояния.
53. ГОСТ 17.4.4.02-84. Охрана природы. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа.
54. ГОСТ 28168-89. Почвы. Отбор проб. – М.: Госстандарт СССР, 1990. – 7 с.

55. СанПиН 2.2.2.542-96. Гигиенические требования к видеодисплейным терминалам, персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы. 1996. – 96 с.
56. 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.
57. СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.
58. СНиП 22-01-95 Геофизика опасных природных воздействий
59. СП 9.13130.2009. Техника пожарная. Огнетушители. Требования к эксплуатации.

Электронные ресурсы:

60. Вещественный состав почвы [Электронный ресурс] [сайт] URL: http://portal.tpu.ru:7777/SHARED/t/TALOVSKAYA/Uchebnaya_rabota/Mineralogiya_tehnologien/Tab/Lb2.pdf (дата обращения: 13.04.2017).
61. Государственный доклад «О состоянии и охране окружающей среды Томской области в 2015 году» [Электронный ресурс] [сайт] URL: http://green.tsu.ru/upload/File/ekoobzory/doklad_2016_web.pdf (дата обращения: 02.04.2017).
62. Жорняк Л.В. Эколого-геохимическая оценка территории г. Томска по данным изучения почв: Автореферат [Электронный ресурс] [сайт] URL: http://earchive.tpu.ru/bitstream/11683/6470/1/thesis_tpu-2009-49.pdf (дата обращения: 02.04.2017).
63. ИНТЕР РАО Томская генерация [Электронный ресурс] [сайт] URL: <http://energo.tom.ru/action/ecology/info/> (дата обращения: 02.04.2017).
64. Карта Томской области [Электронный ресурс] [сайт] URL: <http://maps-rt.ru/tomskaja-oblast/> (дата обращения: 02.04.2017).
65. Методические рекомендации по выявлению деградированных и загрязненных земель [Электронный ресурс] [сайт] URL: <http://docs.cntd.ru/document/902101153> (дата обращения: 23.05.2016).
66. Мониторинг окружающей среды урбанизированных территорий [Электронный ресурс] [сайт] URL: http://portal.tpu.ru:7777/SHARED/t/TALOVSKAYA/Uchebnaya_rabota/geoecological_monitoring/Tab4/LK_11_2.pdf (дата обращения: 02.04.2017).
67. Общая характеристика муниципального образования «г. Томск» [Электронный ресурс] [сайт] URL: <http://storage.esp.tomsk.gov.ru/files/55148/ПАСПОРТ%20111альбом%20МО%20ГОРОД%20ТОМСК-%20приложение.pdf> (дата обращения: 02.04.2017).

68. Природные условия и ресурсы г. Томска [Электронный ресурс] [сайт] URL: http://map.admin.tomsk.ru/pages/gp_pub/2tom/p0211.html (дата обращения: 02.04.2017).
69. Реки Томской области: состояние, использование и охрана [Электронный ресурс] [сайт] URL: http://www.green.tsu.ru/upload/File/ecoobrazovanie/new_library/reki_tomskoy_oblasti_sostoyanie_ispolzovanie_ohrana.pdf (дата обращения: 02.04.2017).
70. Схема обустройства [Электронный ресурс] [сайт] URL: http://green.tsu.ru/upload/File/ohota/schema_ohotustroistva/part1.doc (дата обращения: 02.04.2017).
71. Филимоненко Е.А. Эколого-геохимическая обстановка в районах расположения объектов теплоэнергетики по данным изучения нерастворимой и растворимой фаз снега (на примере Томской области): Автореферат [Электронный ресурс] [сайт] URL: http://portal.tpu.ru/portal/pls/portal/!app_ds.ds_anketa_bknd.download_doc?fileid=2028 (дата обращения: 2.06.2017).
72. Экологические проблемы г. Томска [Электронный ресурс] [сайт] URL: <http://portal.tsuab.ru/skonf2009/s103.pdf> (дата обращения: 25.04.2016).
73. Экологические проблемы Томской области [Электронный ресурс] [сайт] URL: <http://ecoclub.nsu.ru/isar/mu9/07.htm> (дата обращения: 23.04.2016).
74. Экообзор состояния окружающей среды [Электронный ресурс] [сайт] URL: <http://www.green.tsu.ru/dep/quality%20of%20the%20environment/ecoobzor/> (дата обращения: 12.04.2016).