

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

Институт природных ресурсов
Направление подготовки: 022000 «Экология и природопользование»
Кафедра геоэкологии и геохимии

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Тема работы
Оценка техногенного загрязнения почв территории г. Омска по результатам изучения их вещественного состава и каппаметрии

УДК 502.521:504.5(1-21)(571.13)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ГМ51	Кузьмина Екатерина Геннадьевна		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Жорняк Л. В.	к. г-м. н., доцент		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

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

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Кырмакова О. С.			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ГЭГХ	Язиков Е. Г.	д. г-м. н., профессор		

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

Институт природных ресурсов
Направление подготовки: 022000 «Экология и природопользование»
Кафедра геоэкологии и геохимии

УТВЕРЖДАЮ:
Зав. кафедрой

(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Магистерской диссертации

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

Студенту:

Группа	ФИО
2ГМ51	Кузьминой Екатерине Геннадьевне

Тема работы:

Оценка техногенного загрязнения почв территории г. Омска по результатам изучения их вещественного состава и каппаметрии	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	10.03.2017, № 1556/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	26.05.2017
--	------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	
<i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i>	Литературные и фондовые материалы, результаты собственных научных исследований (пробы почв, отобранные в промышленной зоне г. Омска)

<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</p> <p><i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<p>Обзор литературы по уровням накопления химических элементов в городских почвах; изучение вещественного состава проб почв; изучение магнитной восприимчивости почв; анализ проб почв при помощи порошкового дифрактометра</p>
<p>Перечень графического материала</p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<p>Результаты ранее проведенных работ, карта-схема опробования, геохимические особенности почв в районах расположения промышленных предприятий г. Омска</p>

<p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</p>	
<p>Раздел</p>	<p>Консультант</p>
<p>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</p>	<p>Цибулькинова М. Р.</p>
<p>Социальная ответственность</p>	<p>Кырмакова О. С.</p>
<p>Раздел на английском языке</p>	<p>Матвеевко И. А.</p>
<p>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</p>	
<p>Приложение А</p>	

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

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
<p>Доцент</p>	<p>Жорняк Л. В.</p>	<p>к.г.-м.н., доцент</p>		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
<p>2ГМ51</p>	<p>Кузьмина Екатерина Геннадьевна</p>		

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

Студенту:

Группа	ФИО
2ГМ51	Кузьминой Екатерине Геннадьевне

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

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Расчет сметной стоимости выполняемых работ, согласно применяемой 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 проведения исследований; 2. Линейный график проведения работ
---	---

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Линейный календарный график выполнения работ

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	7 марта 2017
--	--------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Цибулькинова М. Р.	к. г. н., доцент		07.03.2017

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ГМ51	Кузьмина Екатерина Геннадьевна		07.03.2017

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

Группа	ФИО
2ГМ51	Кузьминой Екатерине Геннадьевне

Институт	Природных ресурсов	Кафедра	геоэкологии и геохимии
Уровень образования	Магистратура	Направление/специальность	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>Отбор и пробоподготовка проб почв к анализам, обработка результатов анализов проб почв. Оценка состояния почв в районах расположения промышленных предприятий г. Омска по результатам изучения их вещественного состава и магнитной восприимчивости.</p>
---	---

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p>1. Производственная безопасность</p> <p>1.1. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды 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 проектируемой произведённой среды в следующей последовательности</p> <ul style="list-style-type: none"> – механические опасности (источники, средства защиты); – термические опасности (источники, средства защиты); – электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты); – пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения) 	<p>1.1. - Описание источников возникновения вредных факторов производственной среды на этапе лабораторных работ;</p> <ul style="list-style-type: none"> - описание воздействия вредных факторов на организм человека; - описание основных нормативных актов, устанавливающие требования по безопасности; - возможные меры и средства защиты <p>1.2. - Описание источников возникновения опасных факторов производственной среды на этапе лабораторных работ;</p> <ul style="list-style-type: none"> - описание воздействия опасных факторов на организм человека; - описание основных нормативных актов, устанавливающие требования по безопасности; - возможные средства и меры защиты
<p>2. Экологическая безопасность:</p> <ul style="list-style-type: none"> – защита селитебной зоны 	<ul style="list-style-type: none"> - влияния процесса исследования на компоненты окружающей среды

<ul style="list-style-type: none"> – 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. 	<p>(атмосферу, гидросферу, литосферу, биосферу) не происходит;</p> <ul style="list-style-type: none"> - мероприятия по защите окружающей среды не проводятся, так как объект и процесс исследований не влияют на компоненты окружающей среды (атмосферу, гидросферу, литосферу, биосферу).
<p>3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</p> <ul style="list-style-type: none"> – 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 	<ul style="list-style-type: none"> - перечень возможных ЧС при работе на микроскопе (поражение электрическим током); - наиболее типичные ЧС: поражение электрическим током; - проведение инструктажа по технике безопасности и пожарной безопасности, проверка медицинских средств; - при поражении электрическим током, вызвать скорую помощь, а при пожаре вызвать пожарную службу
<p>4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны 	<ul style="list-style-type: none"> - специальные правовые нормы трудового законодательства отсутствуют; - Оптика и механизмы микроскопа должны быть защищены от: пыли и грязи; грибков. Держать микроскоп необходимо под защитным чехлом, в условиях низкой влажности.

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Кырмакова О. С.			07.03.2017

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ГМ51	Кузьмина Екатерина Геннадьевна		07.03.2017

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

На основании ФГОС ВПО, стандарта ООП ГОУ ВПО НИ ТПУ, критериев аккредитации основных образовательных программ, требований работодателей выявляются профессиональные и общекультурные компетенции, на основании которых, в соответствии с поставленными целями определяются результаты обучения.

Выпускник ООП «Экология и природопользование» должен демонстрировать результаты обучения, приобретенные к моменту окончания вуза:

1. Применять глубокие базовые и специальные, естественно-научные и профессиональные знания в профессиональной деятельности для решения задач, связанных с рациональным природопользованием и охраной окружающей среды;
2. Разрабатывать природоохранные мероприятия, практические рекомендации по охране природы и обеспечению устойчивого развития, проводить оценку воздействия планируемых сооружений на окружающую среду, диагностировать проблемы охраны природы;
3. Организовывать и проводить экологическую экспертизу различных видов проектного задания, осуществлять экологический аудит любого объекта, владеть основами проектирования;
4. Эффективно работать индивидуально, в качестве члена и руководителя группы, состоящей из специалистов различных направлений и

квалификаций, демонстрировать ответственность за результаты работы и готовность следовать корпоративной культуре организации;

5. Активно владеть иностранным языком на уровне, позволяющем работать в интернациональном коллективе, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты инновационной деятельности в сфере охраны окружающей среды.

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

Институт природных ресурсов
 Направление подготовки: 022000 «Экология и природопользование»
 Уровень образования: Магистратура
 Кафедра геоэкологии и геохимии
 Период выполнения: 07.03.2017-26.05.2017

Форма представления работы:

**Оценка техногенного загрязнения почв территории г. Омска по результатам
 изучения их вещественного состава и капаметрии**

(магистерская диссертация)

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

Срок сдачи студентом выполненной работы:	26.05.2017
--	------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
10.03.2017	1. Анализ ранее проведенных исследований	5
14.03.2017	2. Характеристика исследуемой территории	5
20.03.2017	3. Физико-географическая характеристика г. Омска	5
25.03.2017	4. Геоэкологическая характеристика г. Омска	5
01.04.2017	5. Методика и методы исследований	5
13.04.2017	6. Результаты изучения вещественного состава почв	5
19.04.2017	7. Изучение показателя магнитной восприимчивости почв	5
04.05.2017	8. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	5
15.05.2017	9. Soil Contamination in the territory Omska	5

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Жорняк Л. В.	к. г-м. н., доцент		

СОГЛАСОВАНО:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ГЭГХ	Языков Е. Г.	д. г-м. н., профессор		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа состоит из введения, 6 глав, заключения и приложения. Объем работы 138 страниц, 24 таблиц и 65 рисунков.

Ключевые слова: городские почвы, промышленные предприятия, вещественный состав, магнитная восприимчивость.

Объектом исследования являются городские почвы промышленной зоны г. Омска.

Цель работы – оценка состояния почв в районах расположения промышленных предприятий г. Омска по результатам изучения их вещественного состава и магнитной восприимчивости.

Во время исследования проводился обзор литературных данных, отбор проб почв в районах города Омска, лабораторные исследования, анализ и обработка полученных результатов.

В результате исследований был изучен вещественный состав и измерена магнитная восприимчивость почв, отобранных в промышленной зоне города Омска; проанализированы пробы почв при помощи порошкового дифрактометра Bruker D2 PHASER; сравнили полученные значения с результатами изучения фоновых проб почв, и были сделаны выводы по исследованию. Всего было отобрано и проанализировано 66 проб почв.

Степень внедрения: результаты работы могут быть переданы в департамент природных ресурсов и охраны окружающей среды Омской области для принятия управленческих решений.

Область применения: полученные результаты будут использованы для составления ежегодно отчета о состоянии окружающей природной среды г. Омска.

Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки

НПЗ – Нефтеперерабатывающий завод;

ИСП – Индуктивно-связанная плазма;

ПДК – Предельно допустимая концентрация;

ПДВ – Предельно допустимые выбросы;

ИНАА – Инструментальный нейтронно-активационный анализ.

Содержание

Введение.....	14
1 Анализ ранее проведенных исследований.....	17
2 Характеристика исследуемой территории.....	27
2.1 Физико-географическая характеристика г. Омска.....	27
2.2 Геоэкологическая характеристика г. Омска.....	33
3 Методика и методы исследований.....	40
3.1 Методика работ. Отбор проб и пробоподготовка.....	40
3.2 Методы аналитических исследований.....	46
3.2.1 Атомно-эмиссионная спектрометрия с индуктивно-связанной плазмой (ICP-AS).....	46
3.2.2 Инструментальный нейтронно-активационный анализ (ИНАА).....	48
3.2.3 Визуальные исследования.....	50
3.2.4 Каппаметрия почв.....	50
3.2.5 Электронная микроскопия.....	51
3.2.6 Рентгеноструктурный анализ.....	52
3.3 Методика обработки данных.....	54
4 Особенности и вещественного состава и магнитной восприимчивости почв.....	55
4.1 Результаты изучение вещественного состава почв.....	55
4.2 Изучение показателя магнитной восприимчивости почв.....	79
4.2.1 Показатель «каппа» для почв на территории г. Омска.....	79
4.2.2 Результаты изучения магнитной восприимчивости в районах расположения промышленных предприятий.....	86
5 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение..	89
5.1 Техничко-экономические показатели проектируемых работ.....	89
5.2 Планирование управления научно-техническим проектом.....	90
6 Профессиональная социальная безопасность.....	100

6.1 Анализ вредных и опасных факторов, которые могут возникнуть в лаборатории при проведении исследований.....	100
6.2 Обоснование мероприятий по защите исследователя от действия опасных и вредных факторов.....	101
6.3 Экологическая безопасность.....	107
6.3.1 Анализ влияния объекта исследования на окружающую среду.....	107
6.3.2 Анализ влияния процесса исследования на окружающую среду.....	107
6.3.3 Обоснование мероприятий по защите окружающей среды.....	108
6.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	108
6.4.1 Анализ вероятных ЧС, которые может инициировать объект исследований.....	108
6.4.2 Анализ вероятных ЧС, которые могут возникнуть в лаборатории при проведении исследований.....	108
6.4.3 Обоснование мероприятий по предотвращению ЧС и разработка порядка действия в случае возникновения ЧС.....	108
6.5 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.....	109
6.5.1 Специальные (характерные для рабочей зоны исследователя) правовые нормы трудового законодательства.....	109
6.5.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны исследователя.....	109
Заключение.....	110
Список публикаций студента.....	112
Список использованных источников литературы.....	114
Приложение А.....	125

ВВЕДЕНИЕ

Антропогенное воздействие на природную среду сопровождается, как правило, отрицательными изменениями ее компонентов. Загрязненные городские почвы ухудшают общую экологическую обстановку города, что также отражается на состоянии здоровья населения. Почва – долговременная депонирующая среда, которая способна накапливать в себе загрязняющие вещества, поэтому необходима детальная оценка их состояния на территории города с использованием различных методов исследований.

Под воздействием природных (водная и ветровая эрозия) и антропогенных факторов (биологическое и химическое загрязнение, складирование отходов, засоление и др.) постоянно изменяется почвенный покров г. Омска. Наиболее интенсивному антропогенному воздействию подвергаются территории промышленных предприятий города.

В 1976 году в нашей стране под руководством Ю. Е. Саета были проведены первые крупномасштабные исследования урбанизированных территорий. В больших промышленных городах атмосферный воздух и почвенный покров загрязняется в наибольшей степени тяжелыми металлами и хлорорганическими соединениями.

Ранее исследования состояния компонентов природной среды на территории г. Омска проводились Литау В. В. (снеговой покров), Мельников А. Л. исследовал почвенный покров, эти исследования представлены в монографии «Экология почв территории города Омска», Трошина Е. Н. изучила загрязнения атмосферного воздуха и почвы г. Омска.

По данным ранее проведенных исследований, отсутствуют данные по вещественному составу и показателю магнитной восприимчивости почв г. Омска, поэтому необходимы дополнительные исследования состояния почв.

Актуальность исследований: Город Омск – обладает мощным промышленным потенциалом, здесь сосредоточены предприятия топливно-

энергетической, машиностроительной и металлообрабатывающей, строительной, легкой и иных отраслей промышленности, в связи с этим эти предприятия оказывают непосредственное влияние на жителей города и различные компоненты природной среды, в том числе и на почву. Так как почва является долговременной депонирующей средой, которая способна накапливать в себе загрязняющие вещества. Вещественный состав почв отражает природные и техногенные особенности территории. А показатель магнитной восприимчивости позволяет выявить техногенного загрязнения почв соединениями Fe, Mn, Co, Cr, Ni, V на больших (весь город) и малых (отдельные участки) площадях исследуемой территории.

Объектом наблюдений и исследований являются городские почвы в районе расположения промышленных предприятий г. Омска.

Цель работы: оценка состояния почв в районах расположения промышленных предприятий г. Омска по результатам изучения их вещественного состава и показателя магнитной восприимчивости.

Задачи:

- 1) провести литературный обзор по ранее проведенным исследованиям;
- 2) произвести отбор проб почв в районах промышленных предприятий г. Омска, их пробоподготовку и лабораторно-аналитические исследования;
- 3) изучить вещественный состав отобранных проб;
- 4) измерить показатель магнитной восприимчивости почв;
- 5) анализ проб почв при помощи порошкового дифрактометра Bruker D2 PHASER;
- 6) анализ проб почв на электронном сканирующем микроскопе Hitachi S-3400N с ЭДС Bruker XFlash 4010;
- 7) сравнить полученные значения с результатами изучения фоновых проб почв.

Научная новизна работы:

Впервые проведено изучение вещественного состава и показателя магнитной восприимчивости почв на территории промышленных зон г. Омска.

Фактические материалы и методы исследования. В основу работы положены результаты исследований, выполненные лично автором и Губиной К. А. в 2014-2015 г.г. на территории г. Омска.

Для решения поставленных задач было отобрано 66 проб почв на территории г. Омска, 65 из которых – в районах расположения промышленных предприятий г. Омска; 1 проба, отобранная в 50 км северо-западнее города в п. Любино, в исследованиях является фоновой.

В учебно-научной лаборатории Международного инновационного образовательного центра «Урановая геология» кафедры геоэкологии и геохимии ТПУ выполнялось изучение вещественного состава почв и рентгеноструктурный анализ, а также измерение показателя магнитной восприимчивости почв.

Благодарности. Выражаю большую благодарность научному руководителю доценту НИИ ТПУ, кандидату геолого-минералогических наук Л. В. Жорняк.

Автор благодарен за проведение лабораторных исследований ассистенту Томского политехнического университета А. П. Зайченко и старшему преподавателю Томского политехнического университета, кандидату геолого-минералогических наук Б. И. Соктоеву.

1 АНАЛИЗ РАНЕЕ ПРОВЕДЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Загрязнение окружающей среды крупных городов является серьезной проблемой, в основном это связано с деятельностью человека. Работа различных заводов и предприятий наносит огромный вред окружающей среде, выбрасывается углекислый газ и ряд других парниковых газов. Но иногда загрязнение окружающей среды вызвано естественными причинами (пыльные бури, лесные пожары и др.).

В больших городах губительное воздействие на окружающую среду оказывают выхлопные газы автомобилей, которые содержат токсичные вещества (угарный газ, свинец). В городах и их окрестностях, в результате деятельности предприятий и выхлопных газов автомобилей происходит выпадение загрязняющих веществ из атмосферного воздуха на почвенный покров, что приводит к образованию геохимических аномалий.

Впервые, понятие городские почвы, введено Vockheim J. (США) в 1974 г. [44]. Почвы – это поверхностный слой, мощность достигает 50 см и более, созданный человеком, полученный перемешиванием, насыпанием, погребением или загрязнением строительного-бытового мусором [55].

Известно, что городские почвы в абсолютном большинстве являются искусственными образованиями, сильно отличающиеся от почв природного происхождения. В городских почвах сильно деформирована структура, повышенная щебнистость, небольшое содержание органических материалов. Для них характерна также переуплотненность поверхностных слоев, возникающая в результате высоких антропогенных нагрузок.

В поздних изданиях Словника по общей экологии, экологии почв, географии и классификаций почв, а так же в Толковом словаре по почвоведению статей с названием «загрязнение почв» нет (Большаков и др., 2004). В книге «Экологический мониторинг почв» химическое загрязнение почв формулируется как вид антропогенной деградации почв, где

наблюдается превышение содержания химических веществ антропогенного происхождения над региональным фоном [36].

За границей понятие «загрязнение почв» рассматривается в широком смысле. Для определения «загрязняющее вещество» используется два слова pollutant и contaminant. Смысл термина – contaminant рассматривается гораздо шире, чем смысл первого термина. С помощью этого термина можно представить два разных понятия: «anthropogenic contaminant» – антропогенное загрязнение и «natural contaminant» – природное загрязнение (Brown et al., 1999). Следовательно, существует природное и антропогенное загрязнение.

На рисунке 1 показана схема природных и антропогенных источников загрязнения почв тяжелыми металлами. Антропогенное загрязнение почв хорошо рассмотрено и описано – Борисочкиной, Водяницким, 2007; Черных, и Овчаренко, 2002. Аэральному загрязнению почв посвящено много работ, а гидрогенному загрязнению – мало. Большую опасность представляют отвалы промышленных отходов, которые загрязняют почвенный покров и другие компоненты природной среды.



Рисунок 1 – Природные и антропогенные источники загрязнения почв тяжелыми металлами (Ю. Н. Водяницкий, 2011 г.)

Многие ученые, такие как – В.И. Вернадский (1954) [3]; А.П. Виноградов (1957) [4]; В.В. Ковальский (1982) [31]; А.И. Перельман (1979) [43]; М.А. Глазовский (1988) [6]; А. Кабата-Пендиас, Х. Пендиас (1989); В.В. Добровольский (2003) [22] и другие ученые изучали и анализировали содержание химических веществ в компонентах природной среды, в том числе и в почвенном покрове.

Почва – компонент природной среды, в которую попадают тяжелые металлы, в том числе тяжелые металлы попадают и в водную среду. К приоритетным загрязнителям тяжелых металлов можно отнести – цинк, свинец, кадмий, так как эти элементы накапливаются в окружающей среде быстрым темпом.

За последнее время проблема загрязнения окружающей среды, а именно загрязнение почвы подвижными формами тяжелых металлов носит угрожающий характер. Поэтому необходимо постоянно отслеживать содержание тяжелых металлов в компонентах природной среды, в том числе и в почве.

В последние годы появилось множество исследований о содержании тяжелых металлов в почвах, это связано с увеличением техногенной нагрузки на компоненты природной среды. Содержание химических элементов, в том числе и тяжелых металлов, изложены в работах многих авторов (Экогеохимия, 1996; Ильин и др., 2001, 2003; Сысо 2002, 2004 [57, 56]; Безносиков и др., 2007; Ю. А. Антонова и М. А Сафонова, 2007; Д. В. Ладонин и др., 2008; П. Б. Буданцев и др., 2011; D. Fowlers и др., 2004; Han F. X. и др., 2002; V. Antoniadis, J. D. McKinleys, 2003; Papanikolaou et. al., 2004; Allen et. al., 2011; A. Argyraki, 2013, Kelepartzis et. al., 2013 и другие).

Загрязнение городских почв тяжелыми металлами отражено в работах российских и зарубежных авторов (Экогеохимия..., 1996; Заиканов и др., 2000; Ильин и др., 2001; Большаков и др., 2002; Добровольский, 2003; Черноусенко и др., 2003; Богущ и др., 2005; О.В. Пляскина, 2009; Ю.Н. Водяницкий и др., 2010, 2011; С.А. Дубровская, 2013; G. Tyler, T.

Olsson, 2001; I. Öborn, M. Linde, 2001; B.S. Panwar и др., 2005, David. W. Beilman, 2012; Laurence C. Smith, 2012 и другие).

Работы И. Н. Антипова-Каратаева и Ф. В. Турчинина – были первыми работами по загрязнению почв тяжелыми металлами. В 1947 году И. Н. Антипов-Каратаев изучал поведение меди в почвах, а в 1950 году Ф. В. Турчинина с В. И. Соколовой наблюдали проявление токсичности марганца в почвах.

Некоторые российские исследователи в своих публикациях затронули вопрос загрязнения городских почв тяжелыми металлами: Заиканов и др., 2000; Большаков и др., 2002; Добровольский [22]; Воробьев, 2003 [5]; Балтренас [2]; Мартюшов, Рерих; Панин [41]; Дабахов М. В., Дабахова Е.В., Титова В. И [21] и другие.

В 1973 году Организацией Объединенных Наций была принята программа глобального мониторинга, в этой программе обсуждалось три тяжелых металла: свинец, кадмий и ртуть [23]. В 1980 году в докладе программы ООН по окружающей среде были добавлены еще несколько тяжелых металлов и три металлоида: медь, олово, ванадий, хром, молибден, кобальт, никель, мышьяк, селен и сурьма [54].

Валовое содержание девяти тяжелых металлов в почвах контролирует и проверяет Министерство природных ресурсов и экологии РФ [20].

Важнейшим критерием химического загрязнения почв является – ПДК, этот показатель допустимого значения загрязняющего вещества в окружающей среде не должно наносить вред здоровью населения. Предельно-допустимая концентрация в почвах описывается в работах И. А. Крятова, В. Б. Ильина, П. В. Елпатьевского [25,28,32].

Для таких металлов, как: свинец, ванадий и марганец установлены предельно-допустимые концентрации, а для цинка, меди, кадмия и никеля установлен показатель ориентировочно допустимой концентрации. Для металлов – хрома и кобальта нормативы не установлены.

Согласно Российскому ГОСТ 17.4.1.02-83 тяжелые металлы подразделяются на высокоопасные и умеренноопасные. К высокоопасным относятся – ртуть, селен, мышьяк, цинк, свинец и кадмий, а к умеренноопасным относятся – сурьма, молибден, никель и медь [15].

В процессе деятельности предприятий различных отраслей промышленности и от автотранспорта загрязняются компоненты природной среды разными химическими веществами – это отражено в публикациях многих авторов: Саэт и др., 1990; Рихванов и др., 1993; Ильин и др., 2001, 2002; Добровольский, 2003; Шихова, 2005, Р. А. Кондауров, 2007; О.В. Пляскина, 2009 и другие. Химические вещества накапливаются в компонентах природной среды, в том числе и в почвах, эти элементы образуют геохимические ассоциации, которые позволяют определить вид промышленного производства. В геохимических ассоциациях, таких как: Cr – Ni, Zr – Y – Rb и Mn – Sr, Zn – Pb – Cu обнаружен высокий уровень сходства этих элементов.

В разные годы многие ученые занимались вопросами генетической классификации и номенклатуры естественных почв СССР и Мира: И. П. Герасимов (1939), О. В. Макеев (1957), К. В. Горшенин (1963), М. А. Глазовская (1966) и многие другие.

В результате деятельности различных промышленных предприятий происходит выброс загрязняющих веществ в атмосферный воздух в виде пыли, которая содержит в себе тяжелые металлы и другие вещества. В дальнейшем эта пыль оседает и загрязняет верхний слой почвенного покрова.

Довольно небольшие концентрации взвешенных веществ в атмосферном воздухе способны накапливать в себе большое количество вредных компонентов. В районах расположения промышленных предприятий, наблюдаются аномально высокое содержание загрязняющих веществ, превышающие ПДК, ОДК и фоновые значения.

Аномально высокое содержание загрязняющих веществ ухудшает состояние почвенного покрова, а также и других компонентов природной среды – поверхностные и подземные воды.

В районе расположения предприятий в зоне 0,5-1 км возникают техногенные ореолы рассеяния, затем концентрация распространяется на дальние расстояния (в зоне 2-3 км). Перенос тяжелых металлов от локальных источников загрязнения в воздушно-миграционных потоках может достигать 10-15 км [27].

Источником загрязнения почвенного покрова являются предприятия различных отраслей промышленности и автотранспорт. С автотранспортом связано увеличение концентраций никеля, кадмия, хрома и свинца в почвах и отражено в публикациях многих ученых: Коровина Е. В., 2009; Тарабукина В.Г., Иванов В.В., Макаров В.С., Васильев Н.Ф., 2014; Прохорова Н. В., 2005; Рябова О. В., 2012 и другие.

В. И. Баранов, Н. Г. Морозова, К. Г. Кунашева, Г. И. Григорьев занимались изучением редких редкоземельных и естественных радиоактивных элементов в почвах, а в г. Томске и Томской области этими исследованиями занимались Л. П. Рихванов [46]; Е. Г. Язиков [59]; В. В. Архангельский [1]; Е. Г. Язиков с соавторами (2002), Жорняк Л. В. [26].

Помимо российских авторов, изучением геохимических особенностей почв занимаются и зарубежные исследователи. Так, к примеру, исследованы особенности почв Швеции (2001), Великобритании (1997), Нигерии (2003), (Alriksson A., Laurence C. Smith, Davies B.E., David. W. Beilman, Ariadne Argyraki, Efstratios Kelepertzis, Fakayode S.O.).

Исследования содержания загрязнителей в почвах касается в основном таких элементов как: свинец, никель, медь, хром, кадмий, цинк, ртуть, селен, марганец, мышьяк и кобальт, сведения о содержаниях других элементов встречаются реже.

Изучением почвенного покрова города Омска занимались Трошина Е. Н. – автор диссертации на тему «Экологическая оценка

загрязнения атмосферного воздуха и почв г. Омска тяжелыми металлами» [104]; Мельников А. Л. – автор монографии «Экология почв территории города Омска», 2006 [79]; Майер К. В., Азаренко Ю. А. – авторы статьи «Оценка загрязнения почв металлами (Pb, Cd, Cu, Zn) в зоне влияния ТЭЦ-5 города Омска.

В рамках экологического мониторинга, проводимого на территории г. Омска в 2006 – 2007 гг., Трошиной Е. Н. были исследованы пробы почвы на содержание тяжелых металлов [58].

Экологический мониторинг почв проводился в 120 точках наблюдения г. Омска. Пробы почв отбирались в зоне жилой застройки, возле детских садов, школ, рекреационных зон, транспортные магистрали, на санитарно-защитной зоне в районе расположения промышленных предприятий, и фоновая территория.

В ходе экологического мониторинга определялись концентрации в почве двенадцати тяжелых металлов, таких как: кобальт, ванадий, титан, свинец, никель, хром, железо, медь, цинк, стронций, мышьяк и марганец.

На территории г. Омска наблюдается превышение содержаний Cr, Co, As, в пробах почв во всех административных округах, относительно средних по выборке значений. Также на территории г. Омска наблюдается превышение V, Cr, Co, Fe, Cu, Zn, As, Pb фоновых значений проб почв (таблица 1).

Валовое содержание тяжелых металлов в почве на территории Омска в 2006-2007 гг. (мг/кг) [58]

Вещество	ПДК/ОДК	Фоновое	Среднее
Титан	-	5451,5	5161,6
Ванадий	150	51,7	61,3
Хром	6	85,2	93,3
Марганец	1500	887,2	810
Железо	-	28187,3	30615,5
Кобальт	5	10,0	16,7
Никель	80	38,4	35,0
Медь	132	20,0	44,3
Цинк	220	59,1	100,2
Мышьяк	2	10,0	10,5
Стронций	-	171,7	159,7
Свинец	32	27,5	31,8

Магнитная восприимчивость почв зависят от состава, размера зерна магнитных минералов и их источников, а также от методов их измерения. Измерения, проведенные в слабом переменном магнитном поле являются наиболее надежными [93].

В умеренных концентрациях (>1%) содержание магнетита или титаномагнетита в почвах может быть точно измерено. Например, магнитная восприимчивость для маггемита составляет $8.8 \times 10^{-4} \text{ м}^3 / \text{кг}^{-1}$ [63].

Изучение загрязнения тяжелыми металлами почв имеет важное значение для общественного здравоохранения и решения экологических проблем в городской среде. Измерения показателя магнитной восприимчивости могут быть использованы в качестве альтернативного метода для определения масштабов и степени загрязнения тяжелыми металлами и выявления различных источников загрязнения городских почв, уличной пыли и атмосферных частиц [64, 68, 74, 79, 80, 96, 106]. По результатам исследований ряда авторов, наблюдается существенная

корреляция между магнитными свойствами и концентрациями тяжелых металлов в слоях почвы городских и промышленных регионов [80, 93, 95]. Следовательно, быстрый, неразрушающий и экономически эффективный магнитный метод используется широко в качестве мониторинга почв тяжелых металлов и загрязнения атмосферного воздуха твердыми частицами в городских и промышленных районах.

Дорожное движение считается еще одним крупным источником магнитных частиц в городских районах. Catinon (2014) и Magiera (2011) использовали термин «техногенные магнитные частицы». Исследования показали, что эти магнитные частицы являются важным источником загрязнения почвенного покрова – тяжелыми металлами. Они содержат богатую информацию о происхождении загрязнения тяжелыми металлами. Поэтому они могут быть использованы для идентификации источников загрязнения и для индикации степени загрязнения тяжелыми металлами.

Содержание в пробах частиц, в составе которых имеются элементы группы железа (Fe, Ni, Co и др.) определяет магнитные свойства почв. 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 (Le Borgne, 1955; Oades, Townsend, 1963; Лукшин и др., 1968; Вадюнина и др., 1974; Бабанин, 1973; Бабанин и др., 1987).

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, 1954; Ерофеев и др., 2006). Загрязнение почвы тяжелыми металлами приводит к увеличению значения показателя магнитной восприимчивости (А.Н. Краснощеков, 2012).

На территории Западной Сибири изучением магнитной восприимчивости почв занимались О.А. Миков (1975, 1999), Е.Г. Язиков (2006) и Л.В. Жорняк (2009). 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 (Миков, 1999), что близко для почв различных природно-климатических зон, полученных В.М. Овсянниковым (1991).

На территории районов Тханьчи и Тхыонгтин г. Ханоя (Вьетнам) изучением магнитной восприимчивости почв занимался Нгуен Чунг Киен (2016). На территории г. Горно-Алтайска изучением магнитной восприимчивости почв занималась Т.Г. Макаревич (2016).

Важно отметить, что параметр каппа является устойчивым во времени, не зависит от внешних условий (температуры, влажности, магнитных вариаций и т.п.) (Миков и др., 1995). Достоинствами каппаметрии как метода являются: экспрессность, оперативность и большая дидактичность информации, опирающейся на результаты прямой фиксации параметра χ (Миков, 1999).

Каппаметрические измерения можно использовать как экспресс-метод выявления техногенного загрязнения почв соединениями Fe, Mn, Co, Cr, Ni, V на больших (весь город) и малых (отдельные участки) площадях исследуемой территории.

Анализ ранее проведенных эколого-геохимических исследований в почвах города Омска показали, что вещественный состав и магнитная восприимчивость почв на территории города не изучены. Таким образом, эта проблема является актуальной и требует особого внимания.

2 ХАРАКТЕРИСТИКА ИССЛЕДУЕМОЙ ТЕРРИТОРИИ

2.1 Физико-географическая характеристика территории г. Омска

Омск является крупнейшим городом Сибири. Город Омск граничит с тремя областями: на севере и северо-западе с Тюменской областью, на востоке с Новосибирской и Томской областями, а на юге и юго-западе граничит с Казахстаном (рисунок 2) [39].

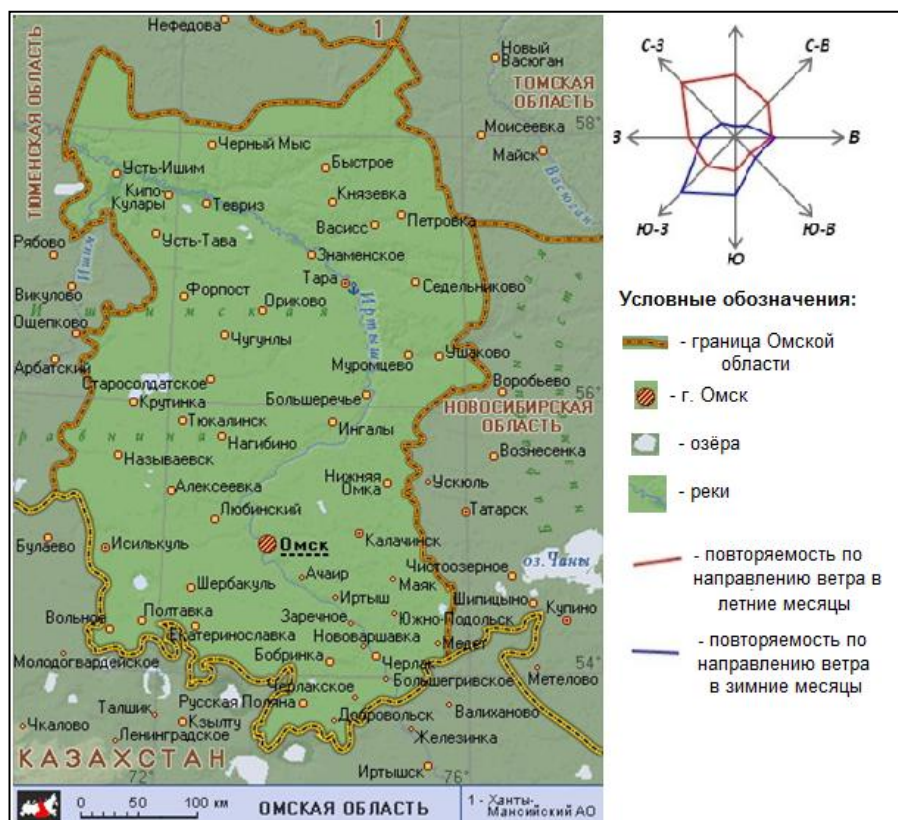


Рисунок 2 – Карта Омской области [39]

Территория города Омска разделена на Центральный, Советский, Кировский, Ленинский, Октябрьский округа.

Протяженность города Омска вдоль реки Иртыш – около 40 км. Площадь города составляет 566,9 км² (рисунок 3).

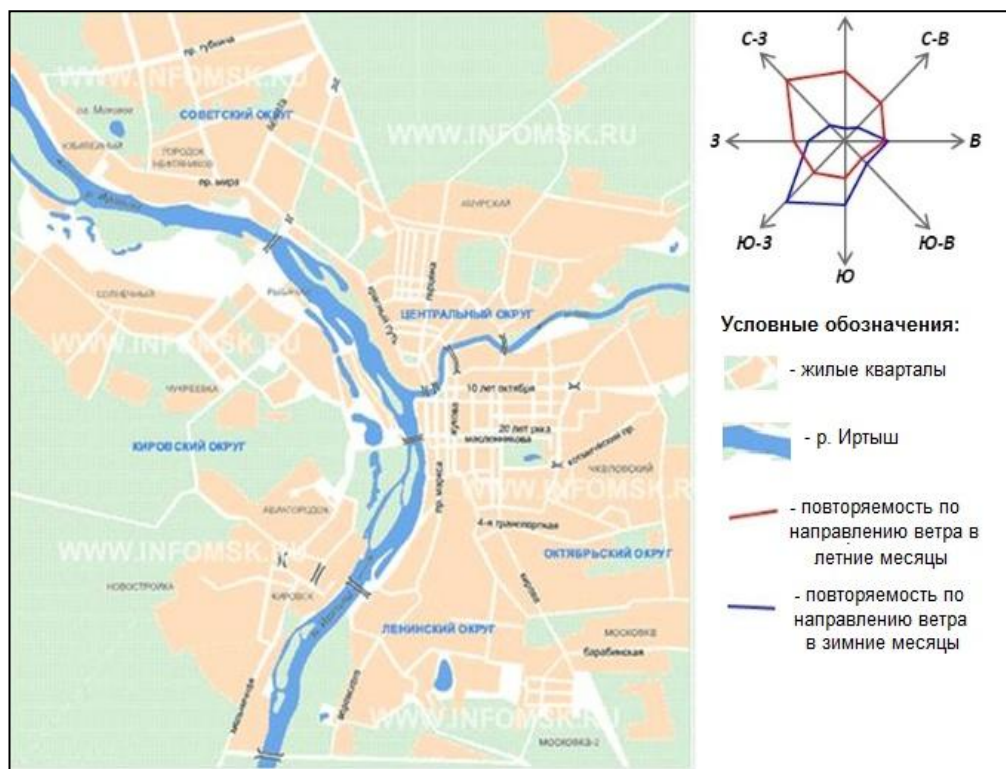


Рисунок 3 – Карта г. Омска [39]

Климатическая характеристика района

Климат города Омска резко-континентальный, это связано с расположением города на юге Западно-Сибирской равнины. На этой территории дуют холодные арктические воздушные массы, а также и теплые сухие ветра из Республики Казахстан. Характерной особенностью климата города Омска считается – холодная зима и теплое лето.

Зима в области начинается в начале ноября, и длится до начала апреля. Омская зима характеризуется как суровая, продолжительная, с устойчивым снежным покровом. В Омске самым холодным месяцем считается январь, в этот месяц средняя температура составляет $-18-19^{\circ}\text{C}$. Весна в Омской области наступает только в начале апреля. Весна короткая, проходит быстро, температура воздуха быстро возрастает.

Лето в Омской области обычно начинается в конце мая – начале июня. Омское лето характеризуется жаркой погодой, с большим количеством солнечных дней. В Омске самым теплым месяцем считается июль, в этот месяц средняя температура составляет $24-25^{\circ}\text{C}$ [39].

Осень в Омской области наступает в начале сентября, осенний период длится два месяца – сентябрь и октябрь. Осенью погода теплая и сухая, но бывает и сезон дождей.

В Омске больше 80 % осадков выпадает в теплый период, а приблизительно 20 % осадков выпадает в холодный период.

В Омской области с сентября-апрель преобладающий ветер – юго-западный, а летом преобладающий ветер меняется, но в основном он северо-западный, северный и западный. Средняя скорость ветра составляет 4-5 м/с, самый ветреный месяц – май. Летом средняя скорость ветра не превышает 4 м/с. Роза ветров города Омска изображена на рисунке 4 [81].

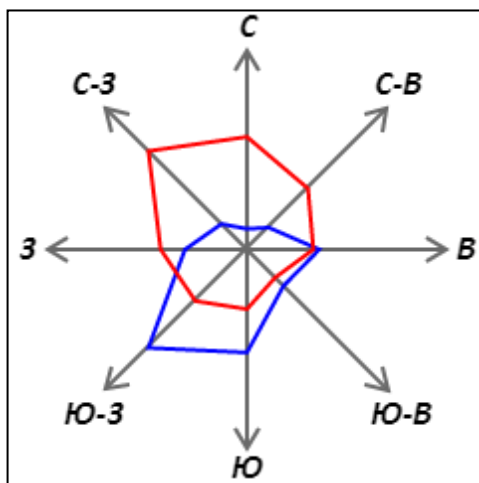


Рисунок 4 – Роза ветров г. Омска (январь и июль) [39]

Гидрологические условия района

Омск образовался на месте слияния Оми с водами Иртыша, на месте объединения двух энергопотоков. Один энергопоток имеет направленность с юга на север (восходящий) – это воды Иртыша. И второй энергопоток направлен с востока на запад – это воды Оми (устье).

Правый берег р. Иртыш представлен террасами Иртышского Увала, левый – пологий, но с хорошо развитой поймой.

В г. Омске большое количество соленых и пресных озер. На дне соленых озер находится большое количество запасов поваренной соли, а

берега озер лишены растительности. На озере Пучай в Омской области ведется добыча сапропеля [39].

Геологическая характеристика района

С геологической стороны территория г. Омска состоит из мощной толщи мезо-кайнозойских отложений. Опорная скважина этих отложений вскрыта полностью, ее мощность составляет 2937 м. Эффузивные породы палеозойского фундамента изучены довольно хорошо [24].

Представлены отложения мезозоя песками, песчаниками и аргиллитами. Отложения кайнозоя достигают мощности 700 м. Кайнозойские отложения считаются древними и представлены породами палеогенового периода. Отложения палеогена достигают мощности 512-590 м и представлены глинами, алевритами.

Отложения неогена залегают выше по разрезу и представлены зелеными, темно-зелеными суглинками с включениями гипса. Гранулометрический состав неогенового периода – высокодисперсный, грунты этого периода твердые. Неогеновые отложения также представлены глиной, на правом берегу города они залегают на глубине 2-6 м, а на левом берегу города глубина залегания достигает 10-12 м.

На территории г. Омска четвертичные отложения представлены искусственными грунтами и террасами, отложениями рек и озер, имеются породы современного и верхнечетвертичного отделов.

Современный отдел четвертичного периода представлен искусственными грунтами, русловыми и пойменными отложениями.

Искусственные грунты подразделяются на насыпные и намывные грунты. К насыпным грунтам можно отнести отходы производства и твердые бытовые отходы. Например, на территории Ленинского округа, на месте бывших озер – шлак, зола, щебень, песок.

Русловые отложения Иртыша состоят из песков. Пески преимущественно кварцево-полевошпатовые и слюдистые. Гранулометрический состав песков руслового отложения разный –

мелкозернистый, крупнозернистый. Русловые отложения достигают мощности 10 м, но бывает мощность – 1-5 м [24].

Аллювиальные пойменные отложения представлены песками, суглинками, глинами. Пойменные отложения достигают мощности 23 м. Пойменные отложения залегают на размытой поверхности пород неогенового периода, а на левом берегу Иртыша у поселка Рыбачий на отложениях палеогенового периода.

К верхнечетвертичным относятся аллювиальные отложения первой и второй надпойменных террас, а также покровные элювиально - делювиальные отложения [24].

Почвенно – грунтовая характеристика района

Территория города по наличию типов почв делится на южная таежно-лесная, лесостепная и степная. Лесостепная зона характеризуется сложным почвенным покровом и состоит из черноземно-луговых, серых лесных, луговых и лугово-черноземных почв. Например, серые лесные почвы формируются под мелколиственными березовыми лесами. Территория города представлена черноземно-луговыми, болотными, серыми лесными, лугово-черноземными и аллювиальными типами почв.

Северная зона города представлена серыми лесными, болотными и глее-подзолистыми типами почв.

В составе пашни здесь преобладают дерново-подзолистые и серые лесные почвы. Северная лесостепь представлена серыми лесными, выщелочным черноземом, черноземно-луговыми и луговыми типами почв. В южной лесостепи преобладают черноземы обыкновенные и лугово-черноземные почвы. В степной зоне, преобладаю такие почвы, как: обыкновенные и южные черноземы, лугово-черноземные.

Почвы города Омска обладают низким уровнем естественного плодородия. Высокий уровень естественного плодородия в черноземно-выщелочном – 7,1 %, но бывает и достигает 11,6 %, а низкий уровень в дерново-подзолистых почвах – 2,4 %.

По данным научных исследований, 89,8 % пашни области в той или иной мере имеют недостаточный уровень обеспеченности почв фосфором.

Характеристика флоры и фауны района

Травянистый покров представлен такими растениями, как костёр безостый, пырей, синеголовник, конский щавель, одуванчик лекарственный, кохия, клевер, донник, крапива, различные виды полыни и др.

Что касается животного мира то на озерах селятся кулики, водоплавающие птицы. Из утиных – кряквы, широконоски, чирки, лысухи, поганки. Из прибрежных насекомых – стрекозы, подёнки, бабочки. В озере обитают караси, встречаются пиявки, бокоплавы, пауки серебрянки, жуки водолюбы, вертячки, плаунцы и прочее.

Чкаловские озера являются второй «Птичьей Гаванью» города Омска. Здесь гнездятся и останавливаются на пролёте множество водоплавающих птиц.

Радиационная обстановка района

Радиационно-гигиеническая обстановка на территории города Омска оценивается по данным радиационных исследований и измерений, проведенных аккредитованными лабораториями радиационного контроля, а также результатами надзорных мероприятий [35]:

– на территории города в атмосферном воздухе и почвенном покрове не обнаружено превышений естественных и искусственных радионуклидов, относительно фоновых значений;

– не обнаружено превышений по показателям радиационной безопасности в пробах пищевых продуктов, питьевой воды, продовольственного сырья и строительных материалов;

– мощность дозы гамма-излучения в городе составляет 0,12 мкЗв/ч;

– не обнаружено превышений радиоактивного загрязнения на рабочих местах и основных пределах доз для персонала [35].

2.2 Геоэкологическая характеристика г. Омска

Современный Омск – уникальный по промышленному потенциалу город. Структура экономики ориентирована на обрабатывающую промышленность, основу которой составляют предприятия топливно-энергетических отраслей, химической и нефтехимической промышленности, машиностроения, пищевой промышленности, промышленность строительных материалов (рисунок 5).

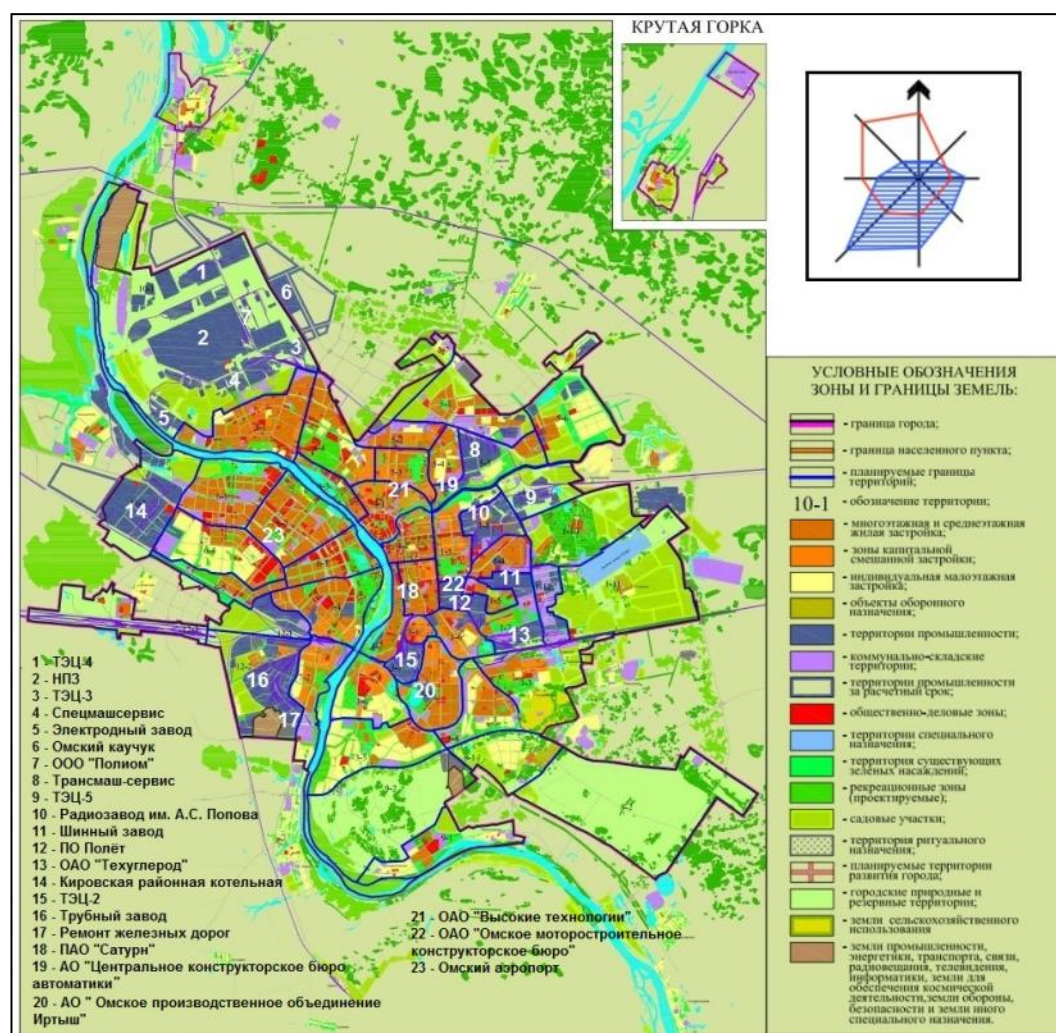


Рисунок 5 – Карта размещения основных промышленных предприятий на территории г. Омска [30]

Наличие мощного промышленного потенциала определяет Омск как крупный центр топливной, химической и нефтехимической, пищевой промышленности, оборонного и сельскохозяйственного машиностроения.

К предприятиям нефтеперерабатывающей, химической и нефтехимической промышленности города Омска относятся:

1. АО «Газпромнефть – Омский НПЗ» – одна из ведущих российских компаний по нефтепереработке и единственный отечественный нефтезавод, выпускающий катализатор крекинга;

2. АО «Омский каучук» – ведущий производитель высокооктанового кислородосодержащего компонента автомобильных бензинов в России, завод выпускает продукцию нефтехимической переработки и тонкого органического синтеза;

3. ООО «Полиом» – завод по производству 98 марок пропилена. Производственная мощность – 180 тыс. тонн в год полипропилена;

4. ООО «Завод технического углерода» – входит в десятку крупнейших производителей технического углерода в мире и является крупнейшим производителем в России и странах СНГ. Производственная мощность доведена до 240 тысяч тонн технического углерода в год.

5. АО «Омкшина» – завод по производству различных видов и размеров шин для грузовых, легковых автомобилей, автобусов, троллейбусов, сельскохозяйственной и дорожной техники.

К машиностроительным предприятиям города Омска относятся:

1. ПО «Полет» – одно из крупнейших машиностроительных предприятий России. Предприятие выпускает ракетно-космическую и авиационную технику;

2. ОАО «Омское моторостроительное конструкторское бюро» - разрабатывает, производит и ремонтирует малоразмерные газотурбинные двигатели, а также наземные энергоузлы и турбостартеры;

3. ОАО «Высокие технологии» производит и ремонтирует агрегаты для авиационной и ракетной техники;

4. ООО «Завод ПолиЭтиленовой трубы» - завод выпускает и производит полиэтиленовые трубы.

К предприятиям, выпускающим радиоэлектронную продукцию относятся:

1. АО «Омское производственное объединение «Иртыш» – крупнейшее предприятие России, телевизионную и радиотехническую аппаратуру. Изготавливает системы и приборы диагностики, автоматизированные приводные аэродромные радиостанции различных модификаций, телевизионные радиостанции метрового и дециметрового диапазонов.

2. ОАО «Омское производственное объединение «Радиозавод имени А.С. Попова – разработчик и производитель мобильных комплексов связи для развертывания радиорелейных проводных и спутниковых систем цифровой связи различного назначения.

3. АО «Центральное конструкторское бюро автоматики» специализируется на разработке, производстве и модернизации станций предупреждения экипажа летательного аппарата об облучении, пассивных радиолокационных систем целеуказания, головок самонаведения для ряда ракет, автоматических систем управления технологическими процессами.

4. ПАО «Сатурн» – ведущее предприятие оборонно-промышленного комплекса, производящее бортовую и наземную радиоэлектронную аппаратуру для систем управления ракет комплексов ПВО.

Так как в Омске сосредоточено большое количество предприятий, поэтому экологическое состояние в Омске неблагоприятное. Одним из главных факторов загрязнения г. Омска – шумовое загрязнение, источник шума является взлетно-посадочная полоса аэропорта, который расположен в черте города. Другими источниками загрязнения компонентов окружающей среды являются: выбросы от НПЗ, который расположен на севере города, ТЭЦ – в городе их 4 и одна Кировская котельная, а также загрязнение воздуха от автотранспорта.

Качество атмосферного воздуха г. Омска

Уровень загрязнения атмосферного воздуха в 2015 г. по сравнению с 2014 годом понизился в Октябрьском, Ленинском АО и в целом по городу, в Советском, Кировском и Центральном АО остался прежним. В 2015 г. уровень загрязнения атмосферного воздуха в городе Омске оценивается как «низкий» (рисунок 6).

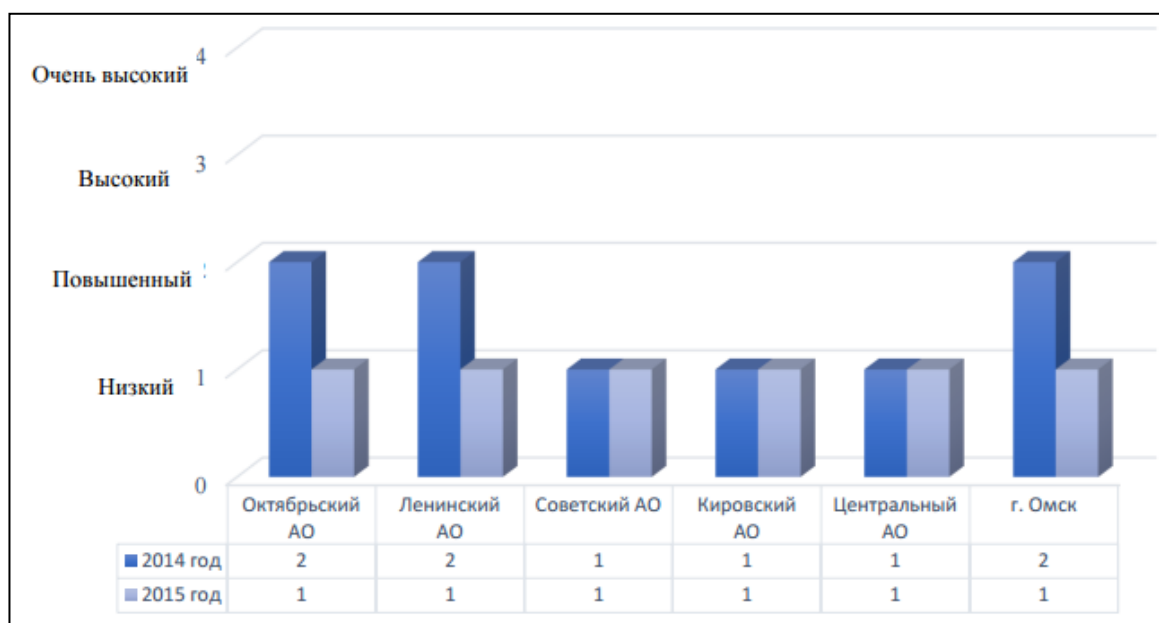


Рисунок 6 – Уровень загрязнения атмосферы в 2014- 2015 гг. по округам города Омска [24]

Загрязнение атмосферного воздуха оценивается по пятибалльной шкале (I-V степень загрязнения). На территории г. Омска очень сильное загрязнение отмечено в Советском, Октябрьском и Кировском округах. Загрязнения II-V степени являются не безопасными для здоровья населения, поэтому необходимо постоянно контролировать качество окружающей среды, путем введения норм предельно допустимых выбросов (ПДВ) (рисунок 7).

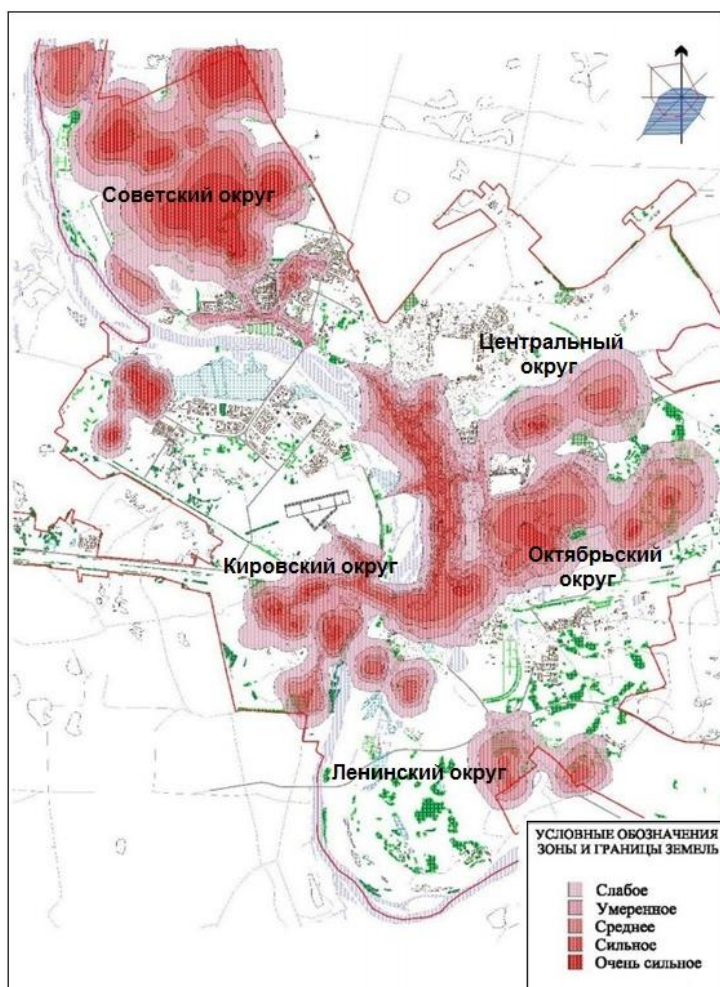


Рисунок 7 – Карта загрязнения атмосферного воздуха на территории г. Омска [30]

Основной вклад в загрязнение атмосферного воздуха в городе Омске внесли: бенз(а)пирен, формальдегид, диоксид азота, аммиак и пыль (рисунок 8).

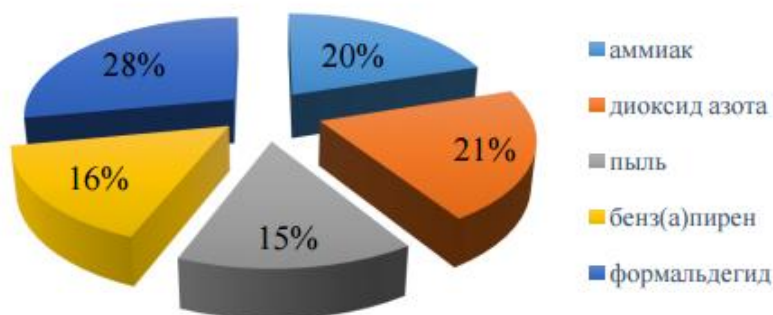


Рисунок 8 – Вклад (в %) загрязняющих веществ в уровень загрязнения атмосферы г. Омска [24]

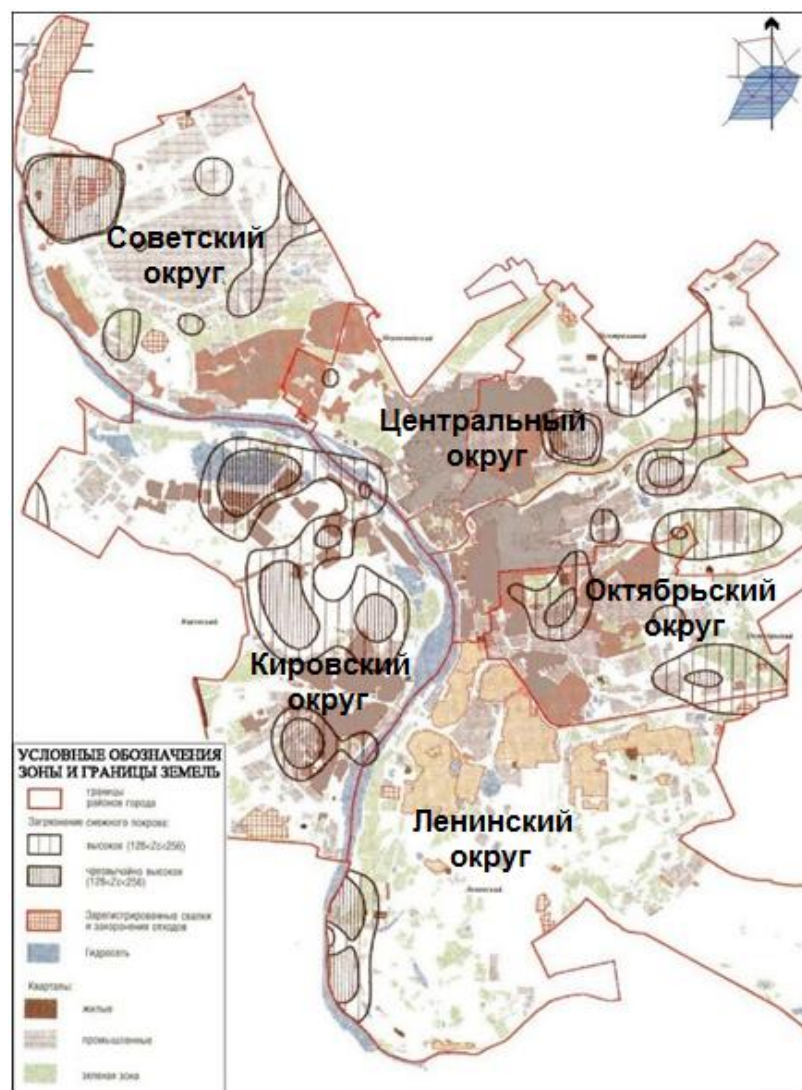


Рисунок 9 – Карта загрязнения снежного покрова на территории г. Омска [30]

Загрязнение снежного покрова оценивается по четырехбальной шкале (I-IV степень загрязнения). Уровень загрязнения снежного покрова металлами и пылью на территории г. Омска оценивается, как высокий и очень высокий.

Характеристика отходов производства и потребления

Приоритетными видами экономической деятельности, определяющими объемы образования отходов, являются:

- производство и распределение электроэнергии (63,3 % от общего объема образовавшихся отходов);
- газ и вода (63,3 % от общего объема образовавшихся отходов);

– сельское хозяйство, охота и лесное хозяйство (15,4 %);

– обрабатывающие производства (12,7 %).

В 2015 г. общий объем отходов производства и потребления, образовавшихся на территории Омской области, составил 2894,344 тыс. т, использованных, обезвреженных отходов – 841,549 тыс. т, захороненных – 493,138 тыс. т, размещенных на объектах хранения отходов – 1661,77 тыс. т [24].

3 МЕТОДИКА И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

3.1 Методика работ. Отбор проб и пробоподготовка

В ходе научно-исследовательской работы было отобрано 66 проб почв на территории г. Омска, 65 из которых – в районах расположения промышленных предприятий г. Омска (рисунок 10).

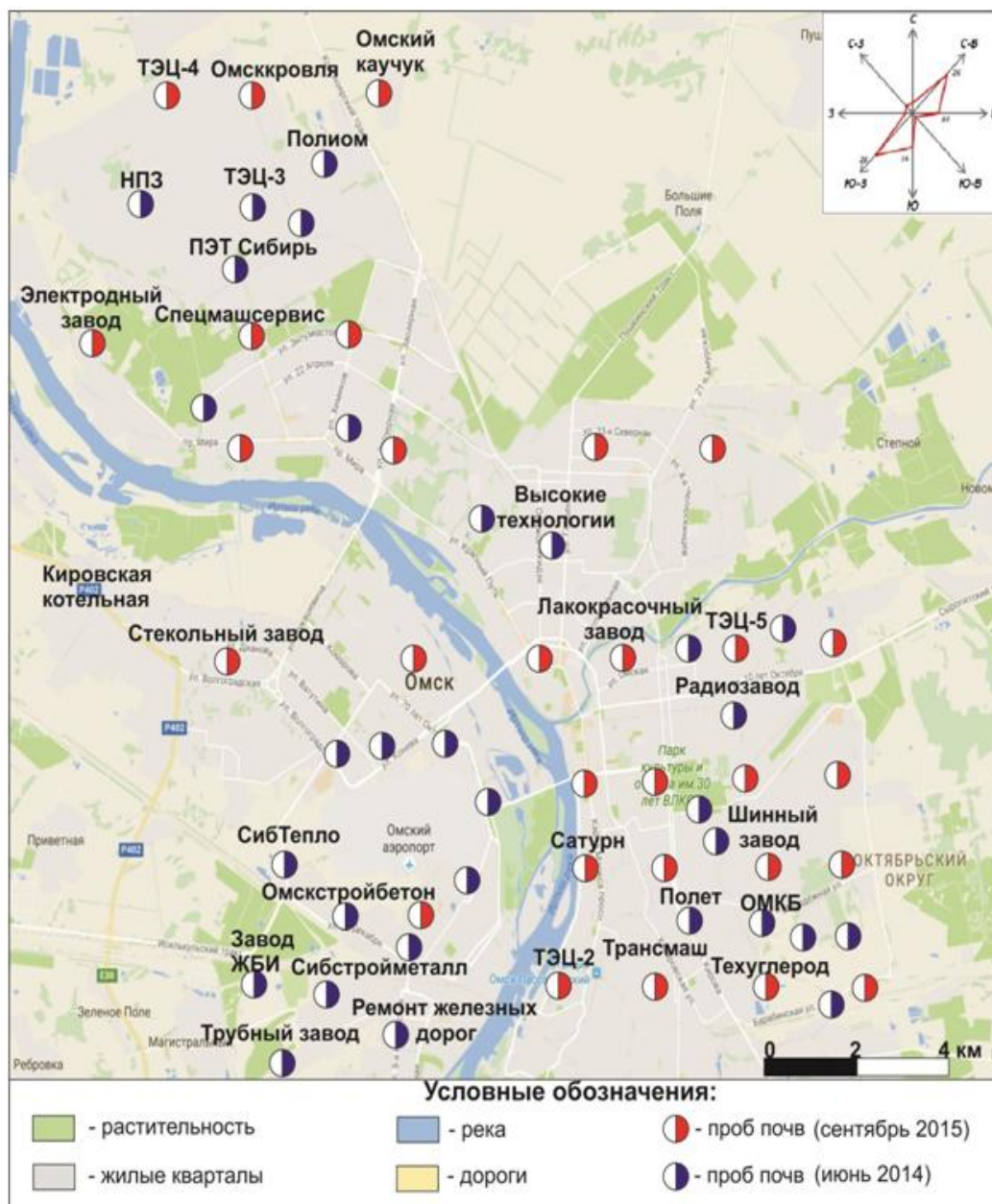


Рисунок 10 – Карта-схема отбора проб почв на территории г. Омска

В районе расположения ТЭЦ-3 и Нефтеперерабатывающего завода (НПЗ) было отобрано 11 проб почв. Пункты отбора проб отмечены на карте ниже (рисунок 11).



Рисунок 11 – Карта-схема отбора проб почв в районе расположения ТЭЦ-3 и НПЗ

В районе расположения промышленного предприятия ТЭЦ-5 было отобрано 4 пробы почв (рисунок 12).

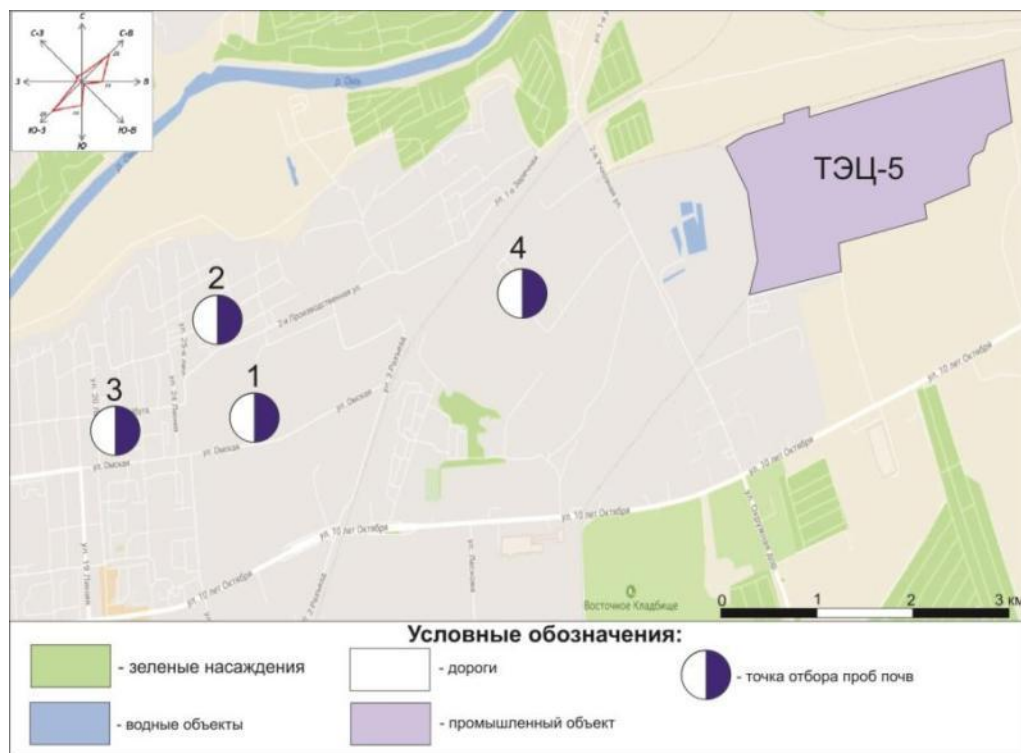


Рисунок 12 – Карта-схема отбора проб почв в районе расположения ТЭЦ-5

В районе расположения Омского конструкторского завода было отобрано 2 пробы почв, в районе расположений ПО «Полёт» – отобрано 2 пробы почв и в районе расположения ОАО «Омского завода технического углерода» – 3 пробы почв. Пункты отбора проб отмечены на карте ниже (рисунок 13).

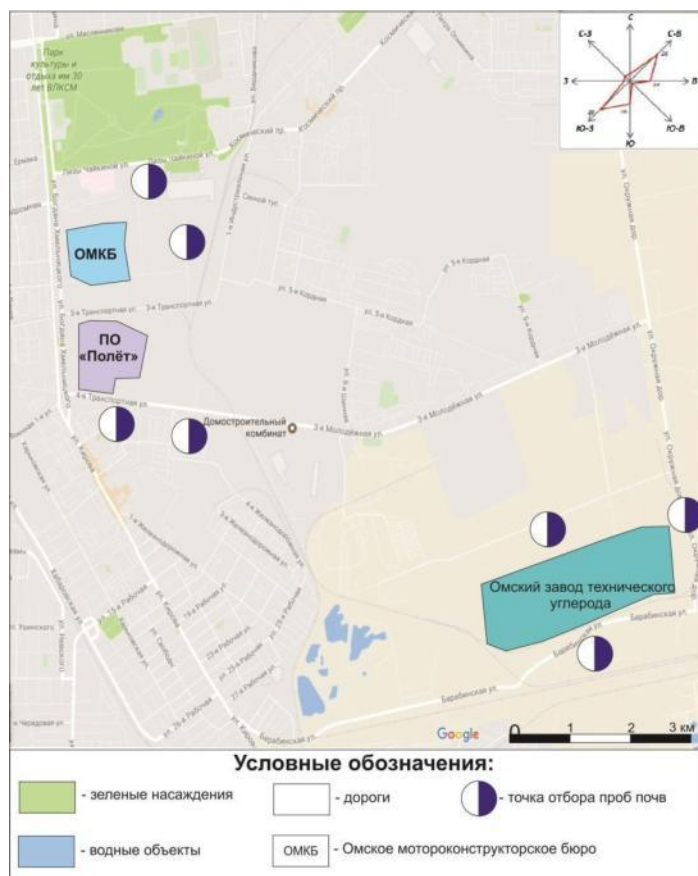


Рисунок 13 – Карта-схема отбора проб, исследуемого района

Кроме того, 1 проба, отобранная в 50 км северо-западнее города в п. Любино, в исследованиях является фоновой в связи с минимальным уровнем техногенной нагрузки на данную территорию (рисунок 14).

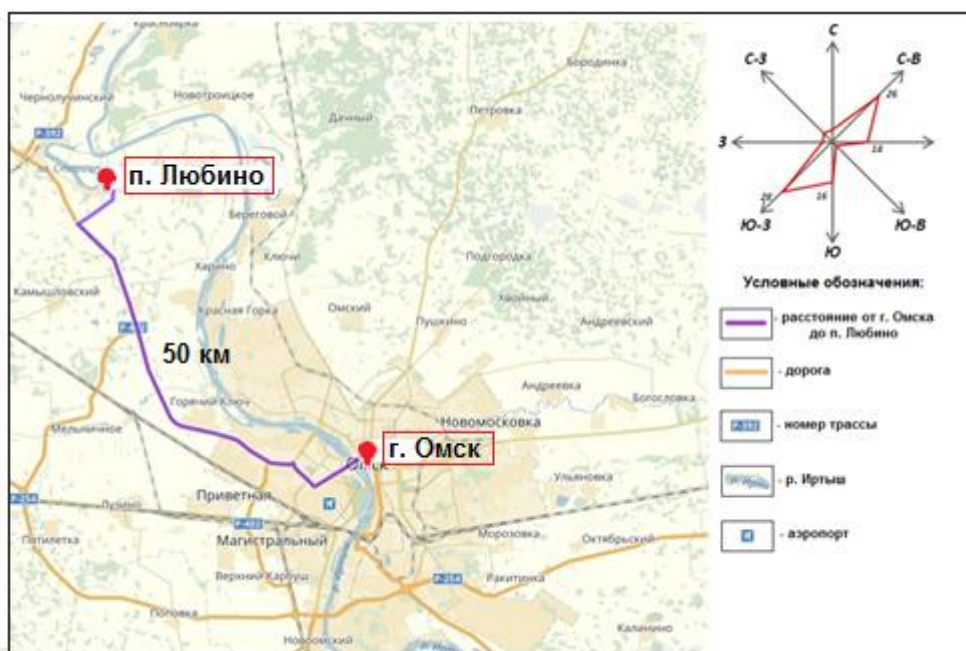


Рисунок 14 – Карта-схема отбора проб фоновой территории

Согласно ГОСТу 17.4.3.01-83 [17] отбор проб проводился с учетом направлений ветра, ландшафтно-морфологических особенностей территории, мощностей источников выбросов, особенностей городской застройки.

Пробы почв отбирались в середине лета 2014 г. (июнь-июль) и в начале сентября 2015 г. из верхнего 10-ти см слоя, предварительно очищенного от дернового горизонта, пробоотборной лопаткой. Из 5 точечных проб, каждая из которых 0,2 кг, формировали объединенную пробу, что достигалось смешиванием точечных проб, масса которой составляла не менее 1 кг по ГОСТу 17.4.3.01-83 [17]. Отобранные пробы пронумеровывали и регистрировали в журнале, указав следующие данные: порядковый номер и место взятия пробы, дату отбора, фамилию исследователя. Отобранные образцы упаковывались в полиэтиленовые мешочки и завязывались.

Подготовка проб почвы к анализам – важная операция, проводится по ГОСТу 17.4.4.02-84 [18]. Она состоит из нескольких последовательных этапов: предварительное подсушивание почвы, удаление любых включений, почву растирают и просеивают через сито с диаметром отверстий 1 мм. Дальнейшие операции проводят в соответствии со схемой обработки почв (рисунок 15).

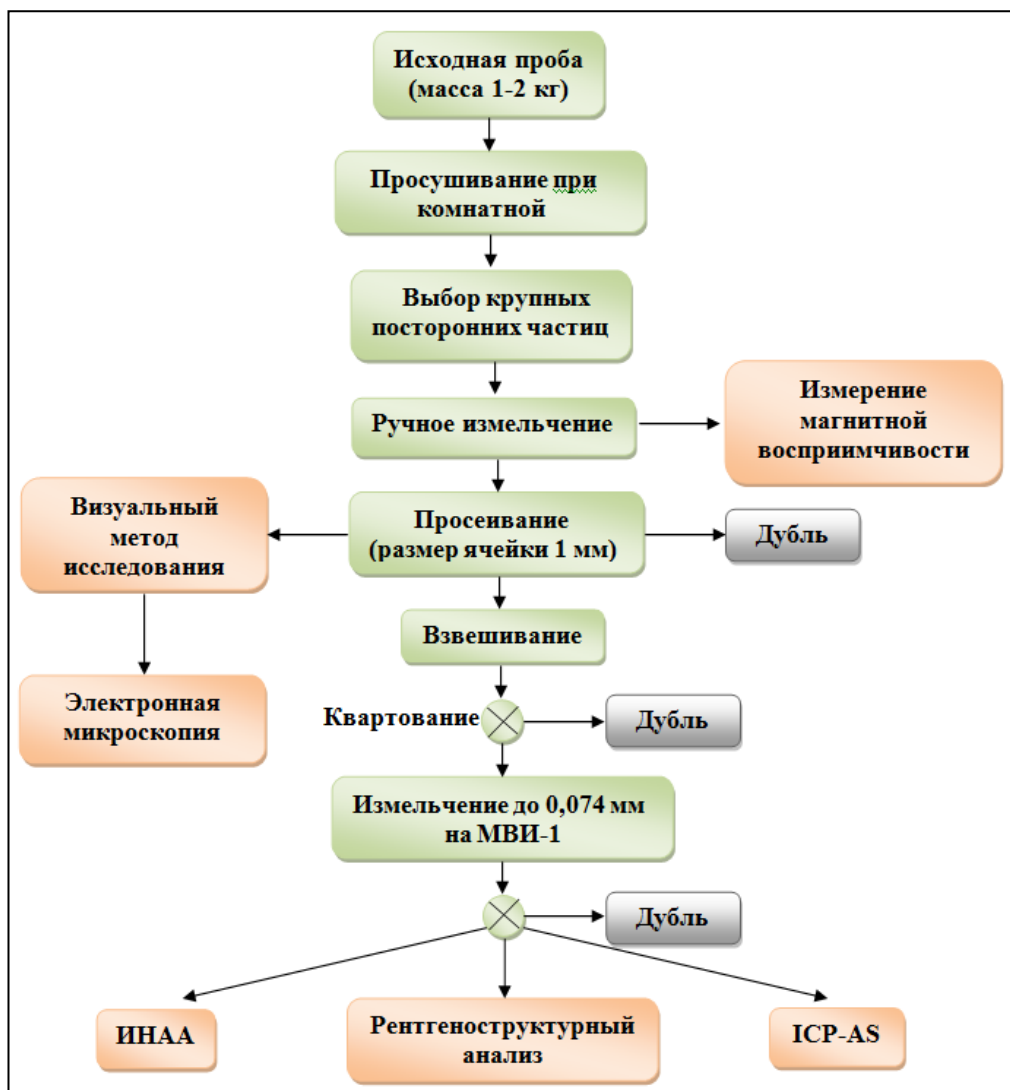


Рисунок 15 – Схема изучения и обработки проб почв

3.2 МЕТОДЫ АНАЛИТИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

3.2.1 Атомно-эмиссионная спектрометрия с индуктивно-связанной плазмой (ICP-AS)

Анализ производился на 43 химических элемента (Al, As, Ba, Be, Bi, Ca, Co, Cr, Cu, Fe, K, Li, Lu, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, Nb, P, Pb, Rb, Sb, Sc, Se, Si, Sm, Sn, Sr, Te, Ti, V, W, Zn, Zr, Gd, Ce, La, Nd, Ta, Tb, Y, Yb) и был выполнен в научно-аналитическом центре Томского политехнического университета (руководитель лаборатории Тарбоков В.А., исполнитель Костикова Л.А.).

Научно-аналитический центр аккредитован в Системе аккредитации аналитических лабораторий (центров) на техническую компетентность в области выполнения измерений массовых концентраций элементов методом атомно-эмиссионной спектрометрии с индуктивно связанной плазмой. Измерение проводилось на атомно-эмиссионном спектрометре iCAP6300 Duo (рисунок 16).

Метод основан на измерении интенсивности излучения света, испускаемого атомами, возбужденными в индуктивно-связанной аргоновой плазме. Индуктивно-связанная плазма (ИСП) характеризуется высокой стабильностью, низким уровнем шумов и малой величиной фонового сигнала [37].

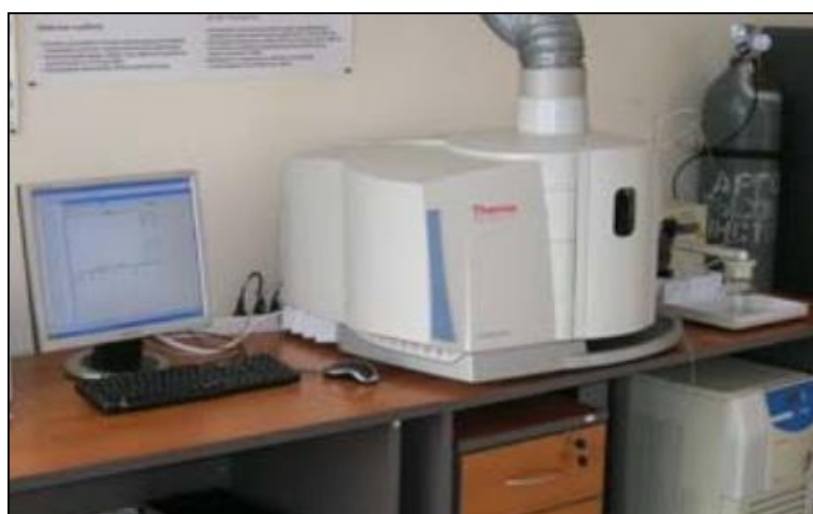


Рисунок 16 – Атомно-эмиссионный спектрометр iCAP6300 Duo [37]

Все методы атомно-эмиссионной спектроскопии являются относительными, т.е. требуют градуировки с использованием подходящих стандартов. Диапазон линейности градуировочной зависимости составляет несколько порядков величин концентрации, градуировка очень проста.

Высокая чувствительность атомно-эмиссионного анализа в сочетании со стабильным источником ионизации (индуктивно связанная плазма) и современными устройствами регистрации (полупроводниковый детектор CID86) позволяют определять содержание элементов в пробах на уровне 10^{-5} - 10^{-7} %. В работе приводится описание полученных результатов по 24 элементам, так как по бериллию, лютецию, рубидию, сурьме, самарию, стронцию, теллуру, вольфраму, гадолинию, селену, лантану, неодиму, танталу, тербию, иттербию получены данные ниже предела обнаружения анализа.

В таблице 2 приведены результаты внутреннего контроля, которые свидетельствуют о достаточно высоком качестве анализа, выполняемого в научно-аналитическом центре.

Таблица 2

Результаты внутреннего контроля ICP-AS

Элемент	Проба 1			Проба 2		
	1	2	расхождение, %	1	2	расхождение, %
Na	0,52	0,54	4	0,67	0,79	15
Ca	0,59	0,71	17	0,58	0,42	28
Fe	2,02	1,91	5	1,31	1,21	8
Ba	135	193	30	132	113	14
Co	17,4	16,2	7	10,8	11,3	5
Cr	59,6	57,5	4	96,8	108,0	11
As	11,4	15,1	25	8,54	7,44	13
Be	2,32	2,43	5	1,58	1,62	3
Cu	30,2	36,1	16	143	174	18
K	0,74	0,87	15	0,69	0,66	4
Li	31,0	33,0	6	16,5	11,9	27
Mg	474	445	6	460	414	10
Mn	550	572	4	499	401	20
Ni	40,1	29,9	25	16,8	14,8	12
Nb	6,65	8,48	22	1,12	1,08	4
P	508	694	27	402	481	16
Pb	14,9	15,1	2	23,2	32,3	28

Sr	46,6	62,8	26	68,5	48,3	30
Ti	2992	3023	2	1514	1551	2
Zn	81,3	91,0	11	217	178	18
Zr	67,5	54,2	20	54,5	41,7	24
Y	0,92	1,15	20	1,07	1,18	9

Примечание: содержание Na, Ca, Fe, K приведено в %, остальных элементов – в мг/кг; 1, 2 – 1-е и 2-е определение содержания элемента.

3.2.2 Инструментальный нейтронно-активационный анализ (ИНАА)

Инструментальный нейтронно-активационный анализ (ИНАА) на 26 химических элементов (Ca, Na, Fe, As, Cr, Co, Sb, Br, Ba, Rb, Cs, Sr, Hf, Ta, Sc, Tb, Sm, Eu, La, Ce, Yb, Lu, U, Th, Au, Ag) 35 проб выполнен согласно инструкции НСАМ ВИМС № 410-ЯФ с облучением тепловыми нейтронами на исследовательском реакторе ИРТ-Т НИИ ядерной физики при Томском политехническом университете. Плотность потока тепловых нейтронов в канале облучения составляла $2 \cdot 10^{13}$ нейтр./ $(\text{см}^2 \cdot \text{с})$. Продолжительность облучения проб 20 часов. Измерение производилось на многоканальном анализаторе импульсов АМА 02Ф с полупроводниковым Ge-Li детектором ДГДК-63А.

Данный метод основан на регистрации излучения радиоактивных нуклидов, образующихся при облучении исследуемых проб потоком нейтронов. Одновременно с исследуемыми пробами в тех же условиях облучались и стандартные образцы. Определение содержаний химических элементов производилось путём сравнения интенсивностей излучения проб и стандартных образцов в выбранных энергетических интервалах спектрометра. После окончания облучения пробы выдерживались некоторое время и после спада наведенной активности направлялись на анализ.

Пределы обнаружения элементов ИНАА приведены в таблице 3. В качестве контроля использовались стандартные образцы сравнения как отечественные, так и зарубежные [105]. В таблице 4 приведены результаты внутреннего контроля, которые свидетельствуют о высоком качестве нейтронно-активационного анализа, выполняемого в лаборатории.

Таблица 3

Пределы обнаружения содержаний элементов в различных объектах (горная порода, почва, растительность и др.) методом ИНАА [105]

Элемент	Предел обнаружения, мг/кг	Элемент	Предел обнаружения, мг/кг
Na	20	Ta	0,05
Ca	300	Sc	0,02
Fe	100	Tb	0,05
As	1	Sm	0,01
Co	0,1	Eu	0,01
Cr	0,2	La	0,03
Sb	0,2	Ce	0,05
Ba	8	Yb	0,1
Br	0,3	Lu	0,01
Rb	0,6	U	0,1
Cs	0,3	Th	0,2
Sr	7	Au	0,01
Hf	0,01	Ag	0,5

Таблица 4

Результаты внутреннего контроля ИНАА

Элемент	Проба 5/1			Элемент	Проба 5/1		
	1	2	расхождение, %		1	2	расхождение, %
Na, %	0,84	0,76	9	Hf	4,11	3,87	6
Ca, %	1,84	1,66	10	Ta	0,77	0,79	3
Fe, %	2,1	2,1	0	Sc	7,32	7,37	1
Br	7,88	6,07	23	Tb	1,17	0,87	25
Ba	365,3	332,6	9	Sm	7,26	6,2	15
Zn	89,72	75,77	15	Eu	1,21	1,22	1
Co	11,79	11,84	0,5	La	31,6	32,1	2
Cr	116,4	122,2	5	Ce	53,5	70,2	24
Sb	1,67	1,33	20	Nd	37,1	25,5	31
As	8,04	5,74	28	Yb	2,1	1,96	7
Rb	66,48	53,82	19	Lu	0,29	0,29	0
Cs	3,15	3,19	1	U	1,83	1,59	13
Sr	139,7	139,6	0	Th	8,74	5,96	32

Примечание: содержание Na, Ca, Fe приведено в %, остальных элементов – в мг/кг; 1, 2 – 1-е и 2-е определение содержания элемента.

3.2.3 Визуальные исследования

Изучение вещественного состава почв позволяет интерпретировать природные и техногенные аномалии, а также объяснять их геохимические особенности (Голева и др., 1994; 1997; Язиков, 2006).

Использование бинокулярного стереоскопического микроскопа марки Leica EZ4D со встроенной камерой позволило изучить вещественный состав проб почв (рисунок 17). Для исследования использовались 3-5 граммов просеянных проб почв фракции ≤ 1 мм. Всего изучено 52 пробы почв.

В результате был определен вещественный состав валовой пробы, установлено процентное соотношение всех природных и техногенных составляющих методом сравнения с эталонными палетками С. А. Вахромеева.



Рисунок 17 – Стереоскопический микроскоп марки Leica EZ4D

3.2.4 Каппаметрия почв

Измерения магнитной восприимчивости (параметра «каппа» – χ) 65 проб почв выполнялись на измерителе магнитной восприимчивости – Карраmeter Model: КТ-5 (рисунок 18).

Измерения магнитной восприимчивости проводились в соответствии с инструкцией, методическими рекомендациями, согласно запатентованной

методике (Патент № 2133487, авторы Е.Г. Язиков, О.А. Миков; Временная..., 1968; Методические..., 1988; Миков, Язиков, 1994; 1995). Проба насыпалась в стакан, который помещался на датчик прибора в фиксированном положении, проводилось измерение в трехкратных повторениях для каждой пробы. Объем пробы и степень уплотнения материала во всех случаях были одинаковыми. После каждого замера пробы измерялся эталон в том же диапазоне. Результаты измерений выдавались в системе единиц СИ.



Рисунок 13 – Карраmeter
Model: КТ-5

3.2.5 Электронная микроскопия

Для определения морфологических особенностей частиц и элементного состава минералов проводился анализ на электронном сканирующем микроскопе Hitachi S-3400N с ЭДС Bruker XFlash 4010 (рисунок 19). Электромагнитная фракция пробы почв была нанесена на углеродную ленту с площадью поверхности 25 мм². Для проводимости сверху производилось напыление тонкого слоя углерода, при 20 кВ ускоряющего напряжения, время накопления 30 с, рабочее расстояние 10 мм. Элементный состав отдельных частиц определялся с помощью программного обеспечения EDAX Esprit. Эта программа основана на полуколичественном анализе с относительной точностью 5-15% в зависимости от выявленного элемента.

Поверхность образца был разделен на шесть полей зрения и рассмотрены в режиме отраженных электронов при увеличении $\times 10, 30, 50$. Для анализа было выбрано 5 проб почв. Каждая проанализированная частица характеризуется своими размерами, морфологией и химическим составом.

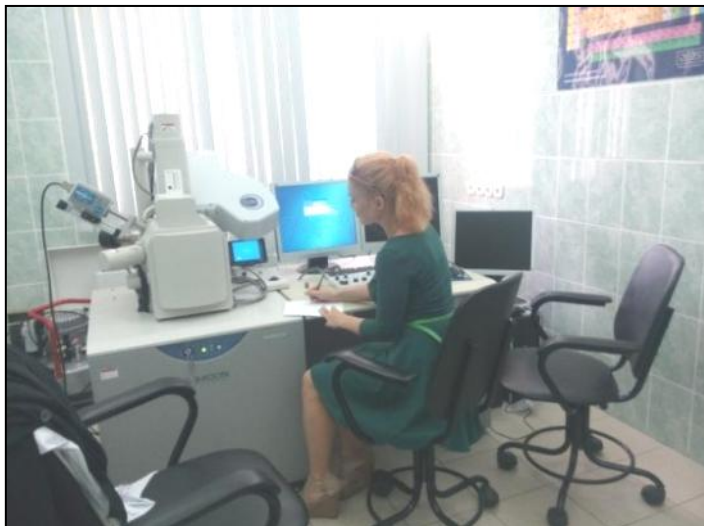


Рисунок 19 – Электронный сканирующий микроскоп Hitachi S-3400N с ЭДС Bruker XFlash 4010

3.2.6 Рентгеноструктурный анализ

Рентгеноструктурный анализ проводился при помощи порошкового дифрактометра Bruker D2 PHASER.

D2 PHASER – установка, на которой проводится диагностика структуры вещества с помощью рентгеновских лучей. Чаще всего этот вид анализа применяется для исследования твердых веществ, обладающих кристаллической структурой, где роль строительных единиц выполняют атомы, ионы, молекулы, комплексы и т.д. Основная закономерность – повторяемость с определенным периодом в трех направлениях (реже в двух) элементарной ячейки, отражающей всю суть кристаллической структуры каждого вещества, его симметрию, его элементный состав.

Для анализа было выбрано 5 проб почв. Пробы измельчались до пудры в ступке, которая протирается спиртом (ацетоном) до и после истирания. Истолченная проба почвы заполняется в кювету из кварцевого стекла, а затем на пластиковый держатель для анализа рентгеноструктурного.

Дифрактограммы были записаны в течение 20 минут. Расшифровка дифрактограммы проводится в программе EVA в соответствии с инструкцией по работе (рисунок 20).



Рисунок 20 – Порошковый дифрактометр
Bruker D2 PHASER

3.3 МЕТОДИКА ОБРАБОТКИ ДАННЫХ

Обработка полученных аналитических данных проводилась с использованием программы «Microsoft Excel 2007» и Surfer 10. Для выборки по исследуемой территории подсчитывались основные параметры распределения химических элементов: максимальные, минимальные, средние значения (C), медиана и стандартное отклонение (S), а также коэффициент вариации (V), который отражает меру неоднородности выборки. Коэффициент вариации рассчитывался следующим способом формула (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 на территории г. Омска для каждой пробы был рассчитан коэффициент магнитности (K_{mag}) по формуле (2):

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

где k_{cp} – среднеарифметическое значение магнитной восприимчивости,

$k_{\text{фон}}$ – фоновое значение магнитной восприимчивости [91].

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.

4 ОСОБЕННОСТИ И ВЕЩЕСТВЕННОГО СОСТАВА И МАГНИТНОЙ ВОСПРИИМЧИВОСТИ ПОЧВ

4.1 Результаты изучение вещественного состава почв

Вещественный состав почв характеризует специфику выбросов производств промышленных предприятий. Изучение вещественного состава почв позволяет интерпретировать природные и техногенные аномалии, а также объяснять их геохимические особенности (Голева и др., 1994; 1997). Почва является объектом природной среды, несущая в себе долговременную информацию о техногенном воздействии, и представляет собой сложную природно-антропогенную систему (Ильин и др., 1980; Экогеохимия..., 1995; Сысо, 2004 и др.). Она обладает способностью накапливать весьма опасные для здоровья человека загрязняющие вещества, поэтому изучение, как химического состава почв, так и вещественного необходимо.

Детальное изучение вещественного состава проб почв из различных районов промышленных предприятий г. Омска, фонового участка (п. Любино) позволило диагностировать частицы как природного, так и техногенного происхождения. С помощью стереомикроскопа Leica EZ4D были изучены 52 пробы почв.

Частицы природного происхождения в исследованных пробах представлены преимущественно кварцем различного цвета, карбонатами, цементированными частицами, а также чешуйками слюды, полевыми шпатами. Более подробное описание представлено ниже.

1) частицы кварца, имеющие вид прозрачных, бесцветных, угловатых частиц со стекляннным блеском; полупрозрачных бесцветных или желтовато - оранжевого цвета, окатанных частиц. Присутствуют во всех изученных пробах;

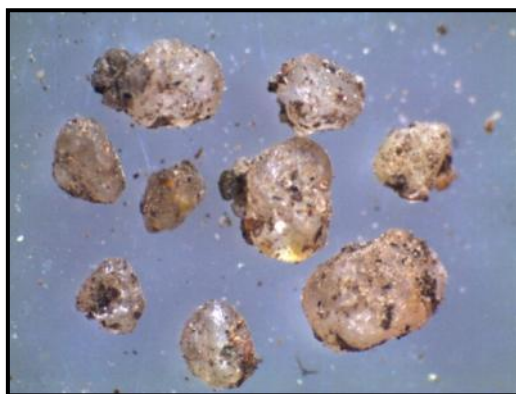


Рисунок 21 – Кварц (увеличение 25^x)

2) частицы карбонатного состава – частицы молочно-белого цвета, полуокатанные. Присутствуют практически во всех пробах (рисунок 22);

3) окислы и гидроокислы железа – бурые или рыжеватые частицы неправильной формы, хрупкие;

4) чешуйки слюды – полупрозрачные, плоские слоистые частицы стеклянного блеска с перламутровым отливом серебристо - белого или бледно - зеленого цвета;

5) полевые шпаты – красноватые непрозрачные полуокатанные частицы;

6) частицы биогенного происхождения представлены древесно-растительными остатками, частицами семян и насекомых;

7) цементированные неплотные частицы серо – коричневого цвета различной формы, состоящие в основном из мелких частиц кварца, окислов, гидроокислов железа и глинистой массы.

Частицы природного происхождения исследуемых проб представлены ниже на рисунках (рисунок 22-33).

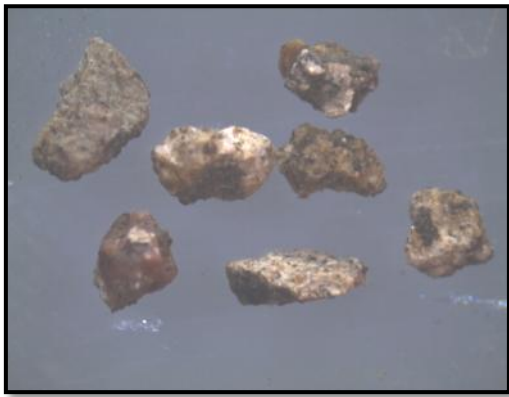


Рисунок 22 – Частицы карбонатного состава (увеличение 12,5^x)

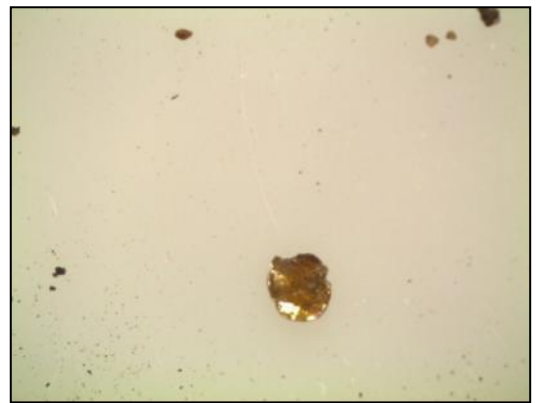


Рисунок 23 – Чешуйка слюды (увеличение 25^x)

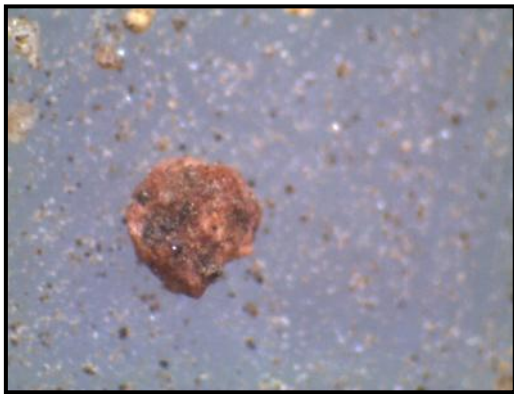


Рисунок 24 – Частица полевого шпата (увеличение 35^x)



Рисунок 25 – Биогенная частица (увеличение 20^x)



Рисунок 26 – Сцементированные частицы (увеличение 20^x)

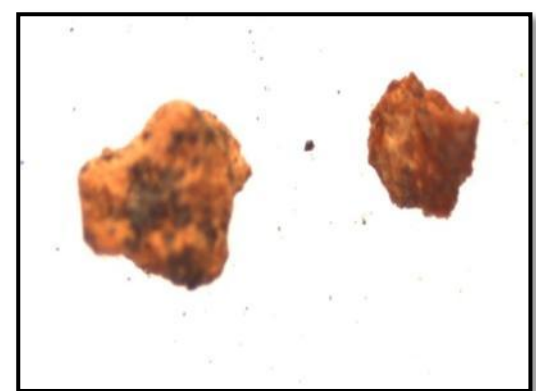
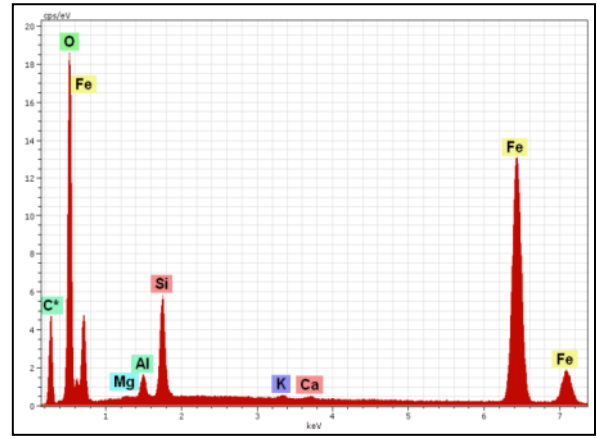
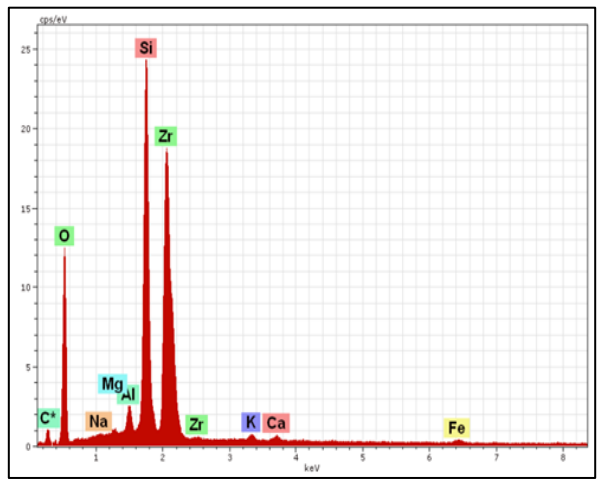
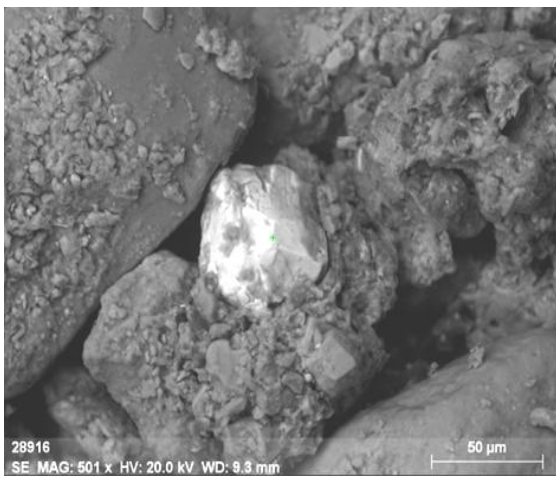


Рисунок 27 – Частицы окислов и гидроокислов железа (увеличение 16^x)



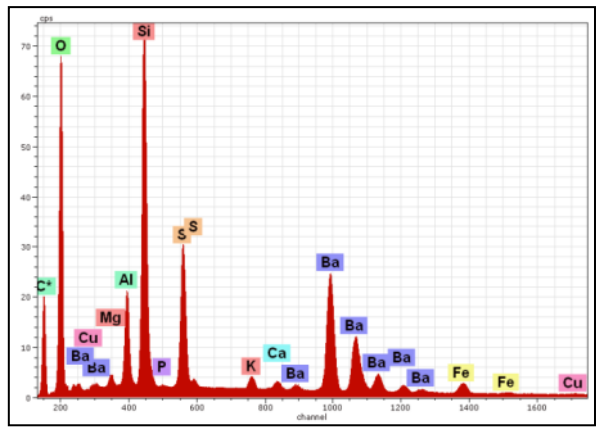
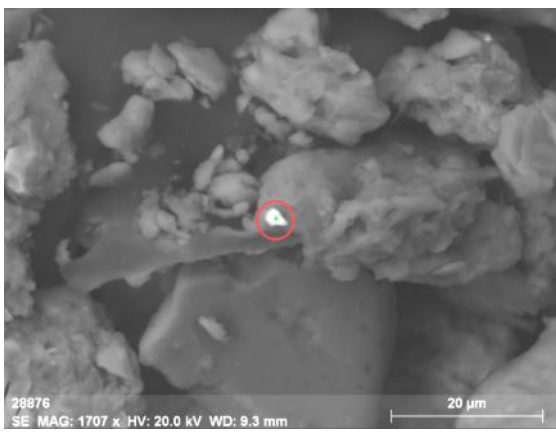
(а) (б)

Рисунок 28 – Окислы железа – содержащая частица (гематит (?)).
а) фото частицы, увеличение 901^x; б) энергодисперсионный спектр частицы



(а) (б)

Рисунок 29 – Частица, содержащая цирконий (циркон (?)).
а) фото частицы, увеличение 1805^x; б) энергодисперсионный спектр частицы



(а) (б)

Рисунок 30 – Частица, содержащая Ва (барит (?)).
а) фото частицы, увеличение 1707^x; б) энергодисперсионный спектр частицы

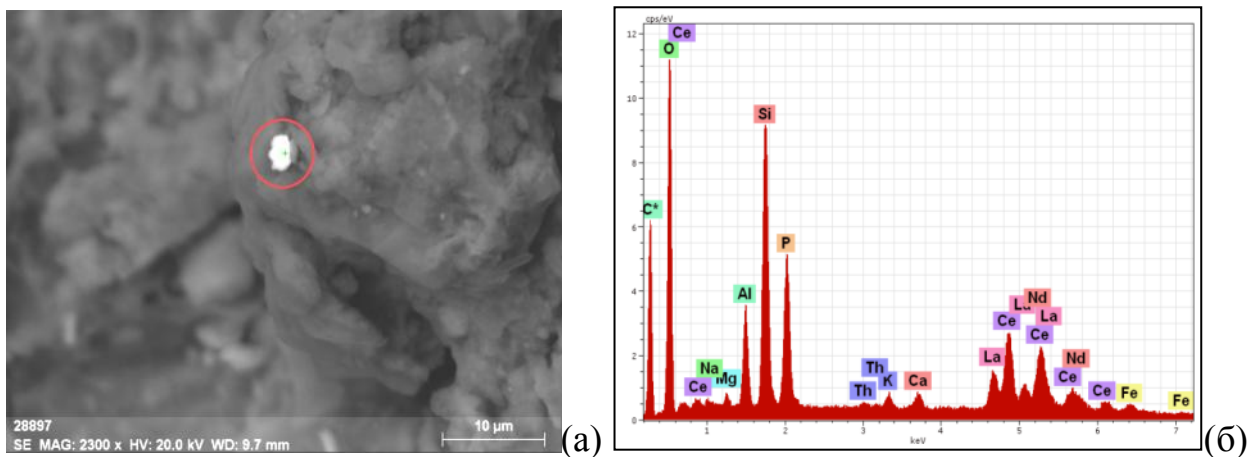


Рисунок 31 – Частица, содержащая REE (монацит (?)).

а) фото частицы, увеличение 2300^x; б) энергодисперсионный спектр частицы

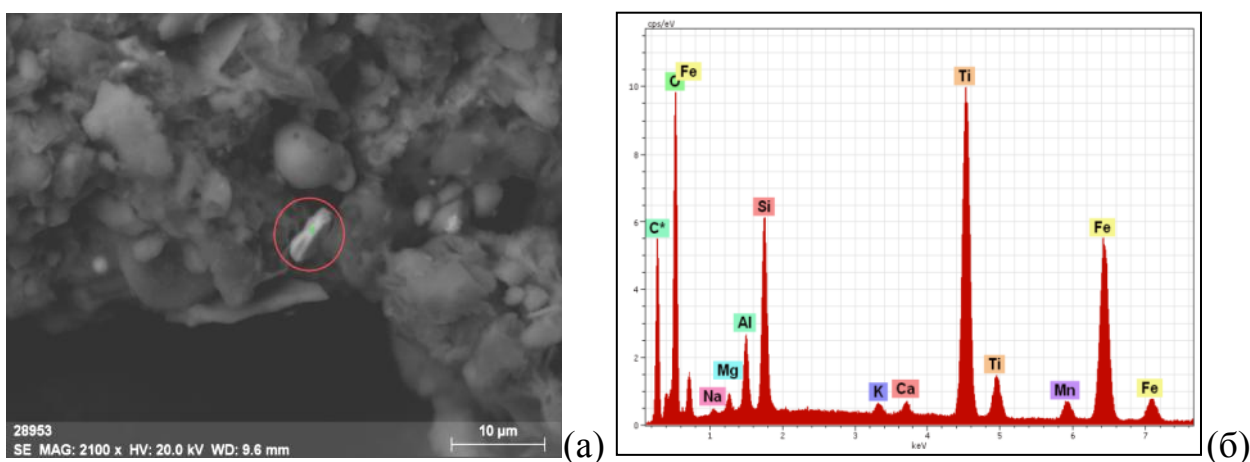


Рисунок 32 – Частица, содержащая Ti (ильменит (?)).

а) фото частицы, увеличение 2100^x; б) энергодисперсионный спектр частицы

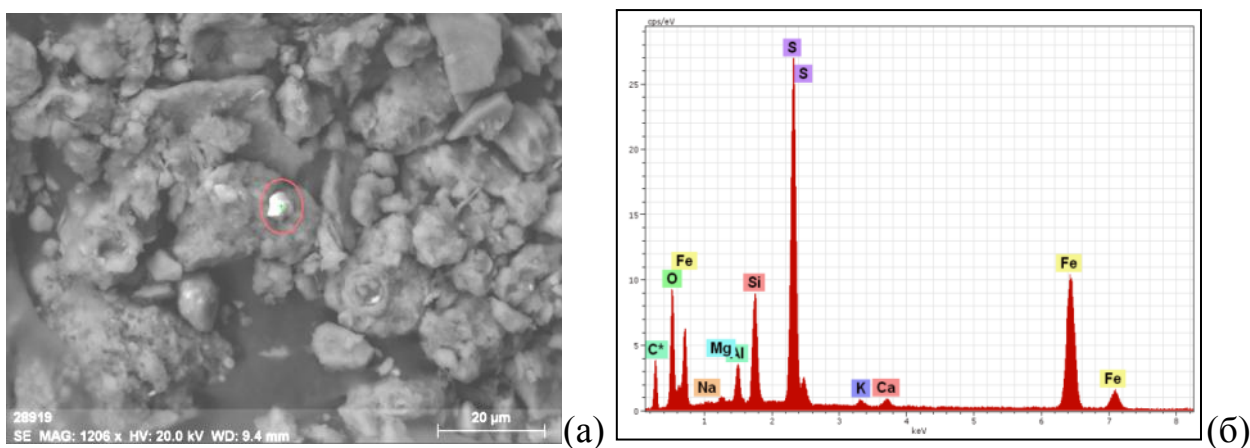


Рисунок 33 – Частица, содержащая Fe и S ((анандит?)).

а) фото частицы, увеличение 1206^x; б) энергодисперсионный спектр частицы

К частицам техногенного происхождения относятся частицы, полученные при сжигании различных видов топлива, бытового мусора, а также частицы, связанные с различными технологическими процессами на промышленных предприятиях. При изучении проб почв выявлены следующие частицы техногенного происхождения:

1) микросферулы – частицы темно-серого или черного цвета с металлическим блеском, обладающие магнитными свойствами. Микросферулы образуются при высоких температурах, имеют антропогенное происхождение;

2) частицы угля неправильной формы, черного цвета, рыхлые;

3) частицы кирпичной крошки – частицы оранжево-красного цвета, рыхлые;

4) волокнистые частицы – нитевидные частицы (ворсинки), со стеклянным блеском, бесцветные, белого, синего цвета;

5) частицы проволоки с металлическим блеском;

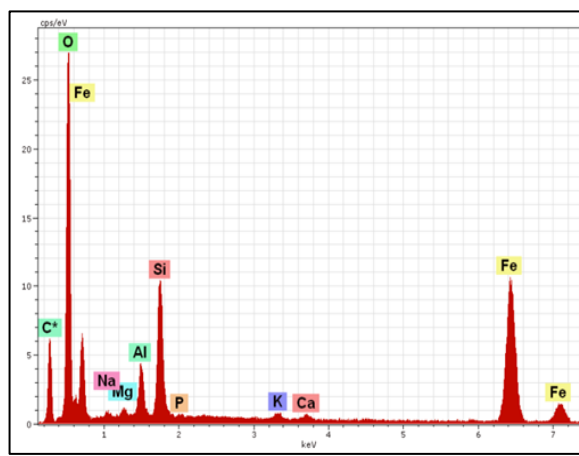
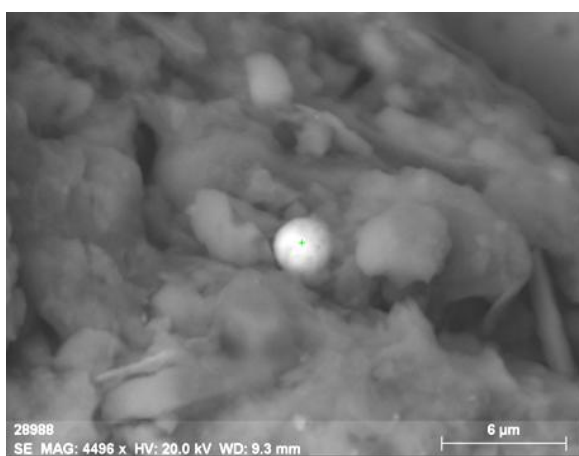
6) частицы сажи – мелкие черные частицы плоской формы, рыхлые. Образуются при сжигании разного вида топлив или бытового мусора. Выявлены во всех пробах почв, отобранных в изучаемых районах города [38].

7) палочковидные полупрозрачные частицы бесцветного, белого цвета стеклянного блеска.

Все техногенные частицы, выявленные в изученных пробах, представлены ниже на рисунках (рисунок 34-42).



Рисунок 34 – Металлическая микросфера
(увеличение 35^{\times})



(а) (б)

Рисунок 35 – Микросфера, содержащая Fe.

а) фото частицы, увеличение 4498^{\times} ; б) энергодисперсионный спектр частицы



Рисунок 36 – Частица муллита
(увеличение 35^{\times})



Рисунок 37 – Волокнистая частица
(увеличение 35^{\times})

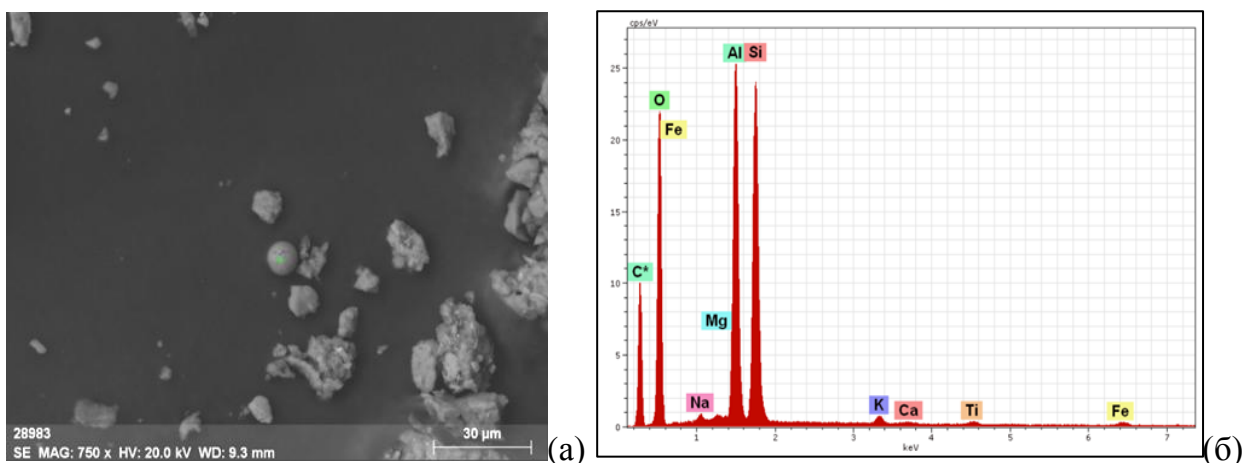


Рисунок 38 – Al-Si микросферы (муллит (?)).
 а) фото частицы, увеличение 750^x; б) энергодисперсионный спектр частицы

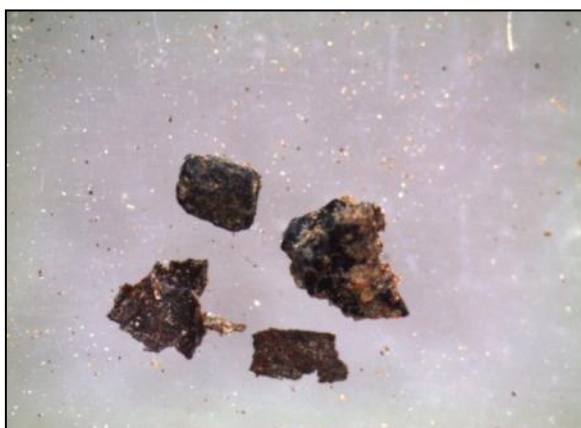


Рисунок 39 – Частицы угля
 (увеличение 16^x)



Рисунок 40 – Частицы кирпичной крошки
 (увеличение 16^x)

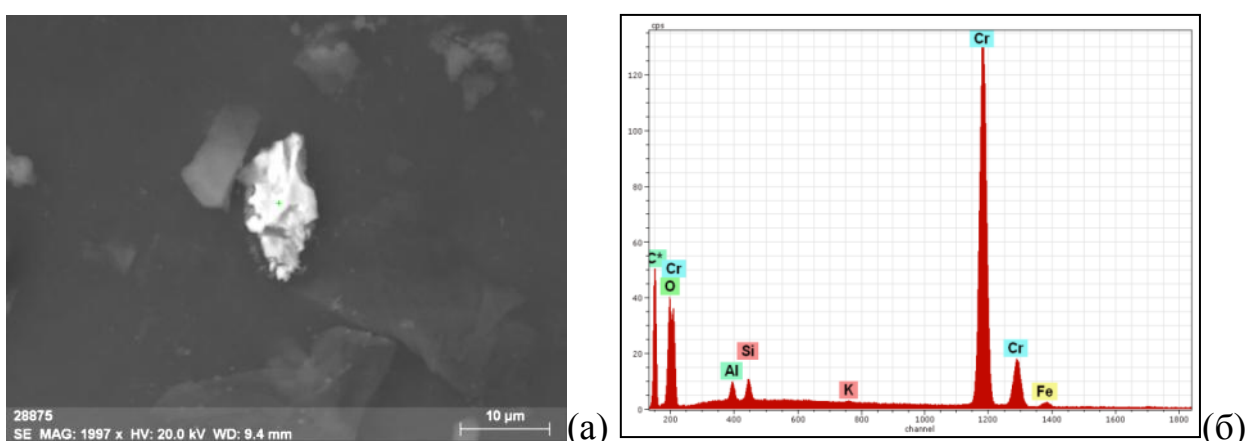


Рисунок 41 – Частица, содержащая Cr.
 а) фото частицы, увеличение 1997^x; б) энергодисперсионный спектр частицы



Рисунок 42 – Палочковидная частица полупрозрачная бесцветная (увеличение 35^x)

Детальное изучение минерального состава проб почв в различных районах г. Омска при помощи рентгеноструктурного анализа позволило исследовать природную составляющую проб (рисунок 43-47), которая представлена преимущественно кварцем (SiO_2), альбитом ($\text{Na}[\text{AlSi}_3\text{O}_8]$), мусковитом ($\text{K}_{0,80}\text{Na}_{0,02}\text{Ca}_{0,01}(\text{Al}_{1,66}\text{Fe}_{0,06}\text{Fe}_{0,02}\text{Mg}_{0,28})(\text{Si}_{3,41}\text{Al}_{0,59})\text{O}_{10}(\text{OH})_2$). Так же в пробах почвы выявлены такие минералы как анортит $\text{Ca}(\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8)$ и анортоклаз ($\text{Na}_{0,63}\text{K}_{0,27}\text{Ca}_{0,1})(\text{Al}_{1,1}\text{Si}_{2,9}\text{O}_8)$.

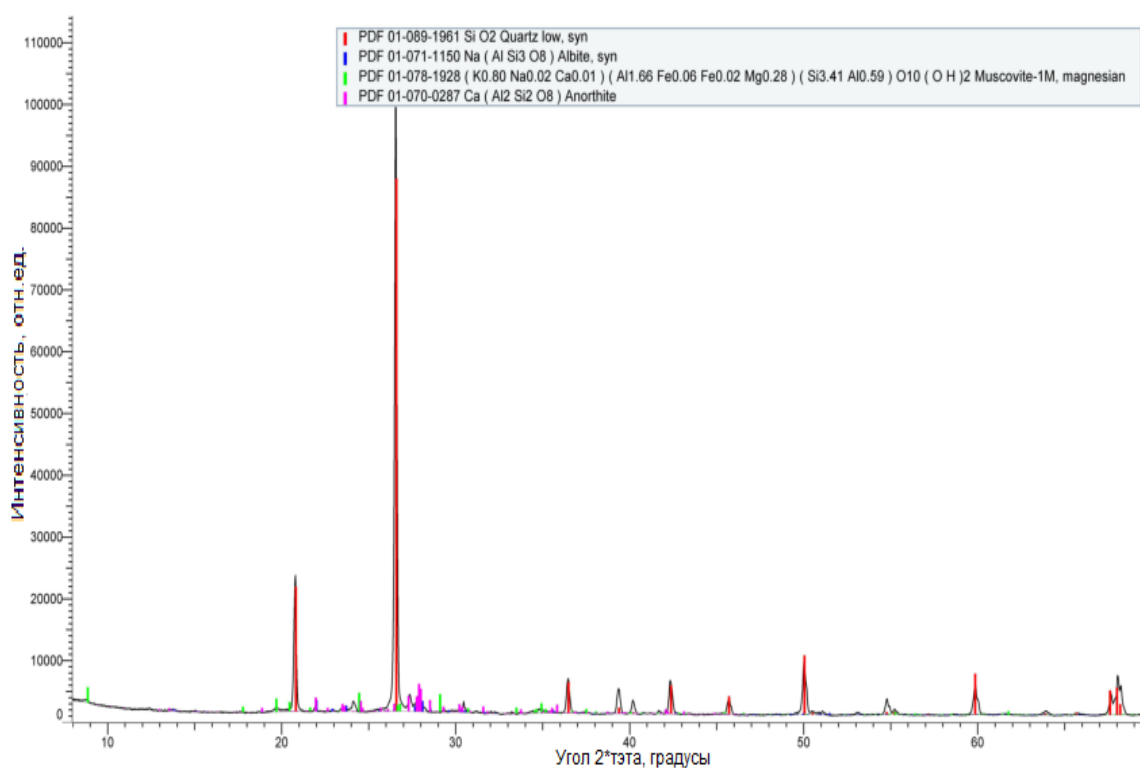


Рисунок 43 – Дифрактограмма результата рентгеноструктурного анализа пробы почвы, отобранной в районе расположения ТЭЦ-3

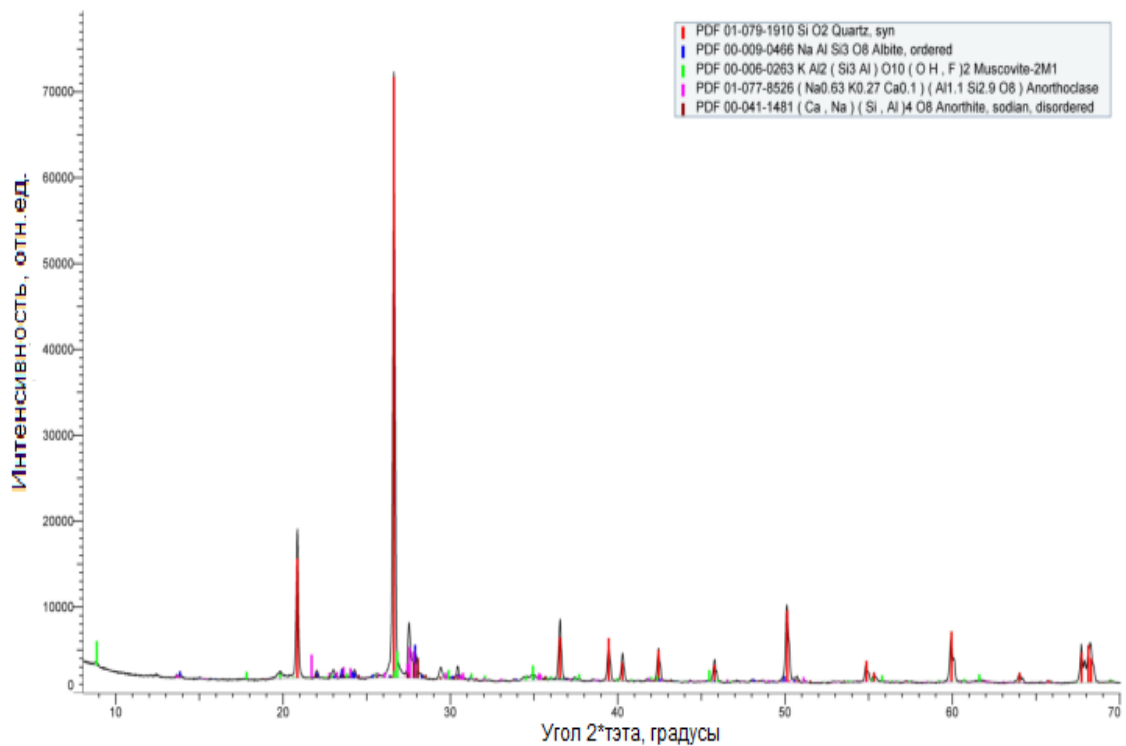


Рисунок 44 – Дифрактограмма результата рентгеноструктурного анализа пробы почвы, отобранной в районе расположения ТЭЦ-5

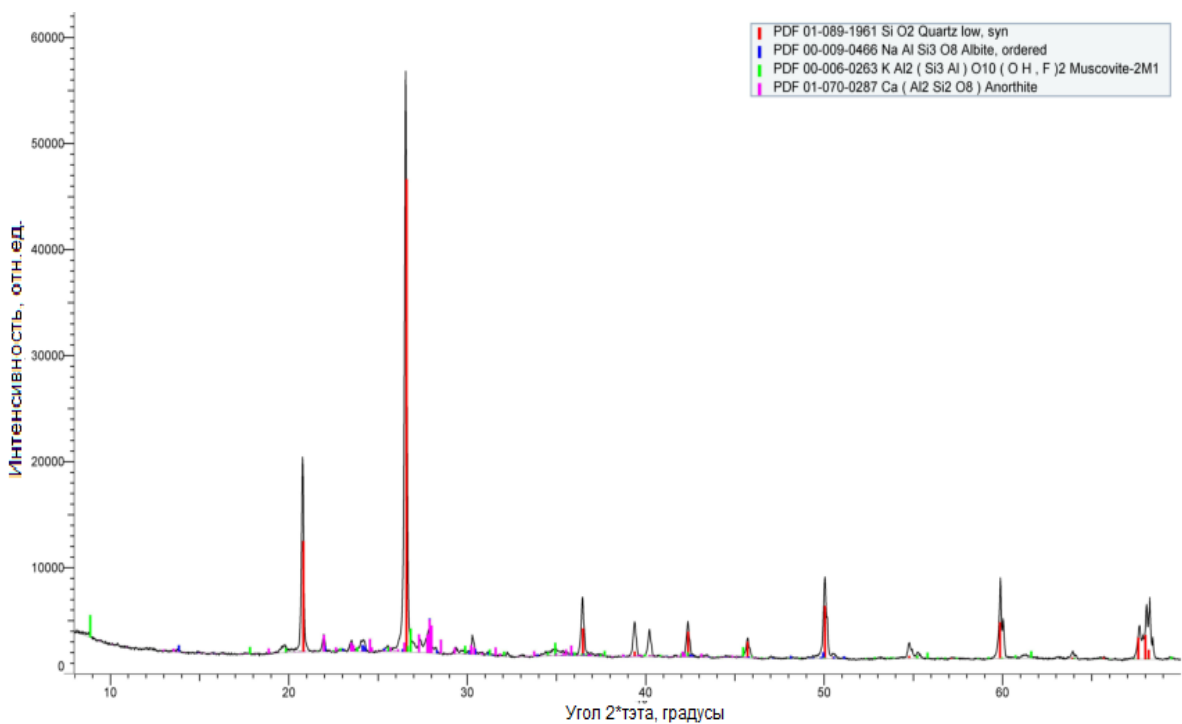


Рисунок 45 – Дифрактограмма результата рентгеноструктурного анализа пробы почвы, отобранной в районе расположения ООО ПО «Полет»

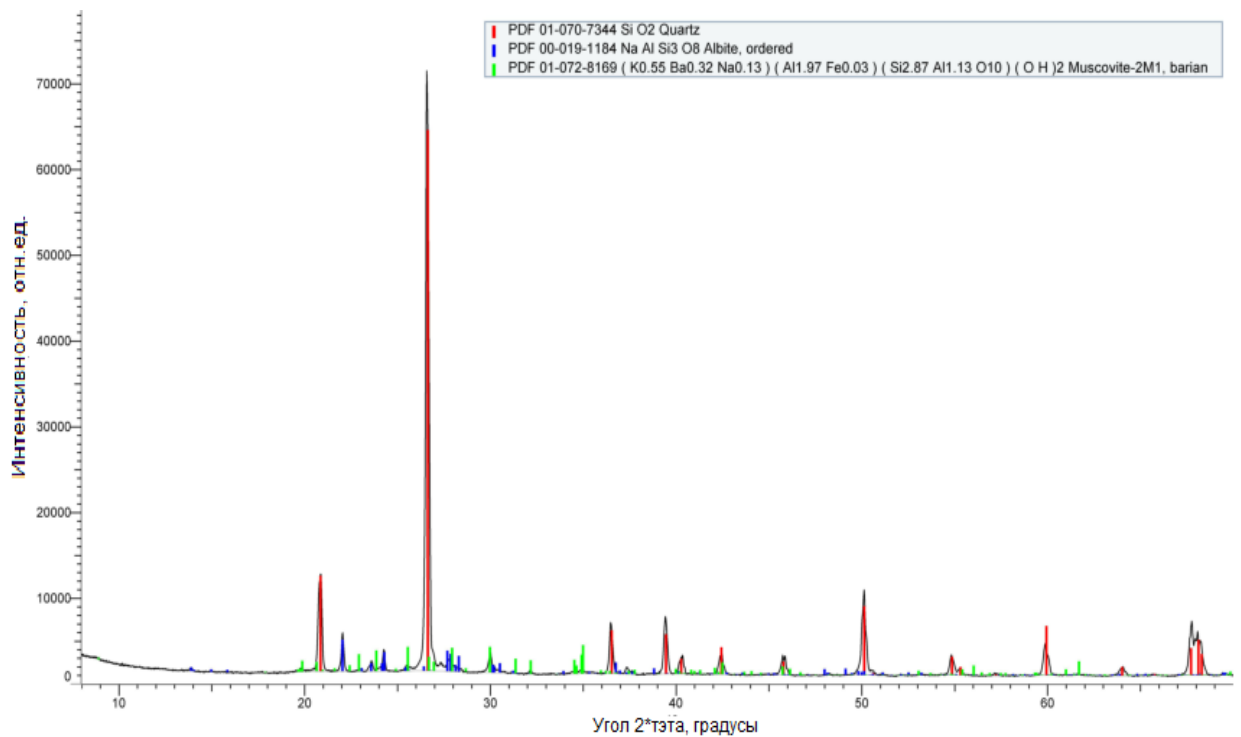


Рисунок 46 – Дифрактограмма результата рентгеноструктурного анализа пробы почвы, отобранной в районе расположения «Омское мотороконструкторское бюро»

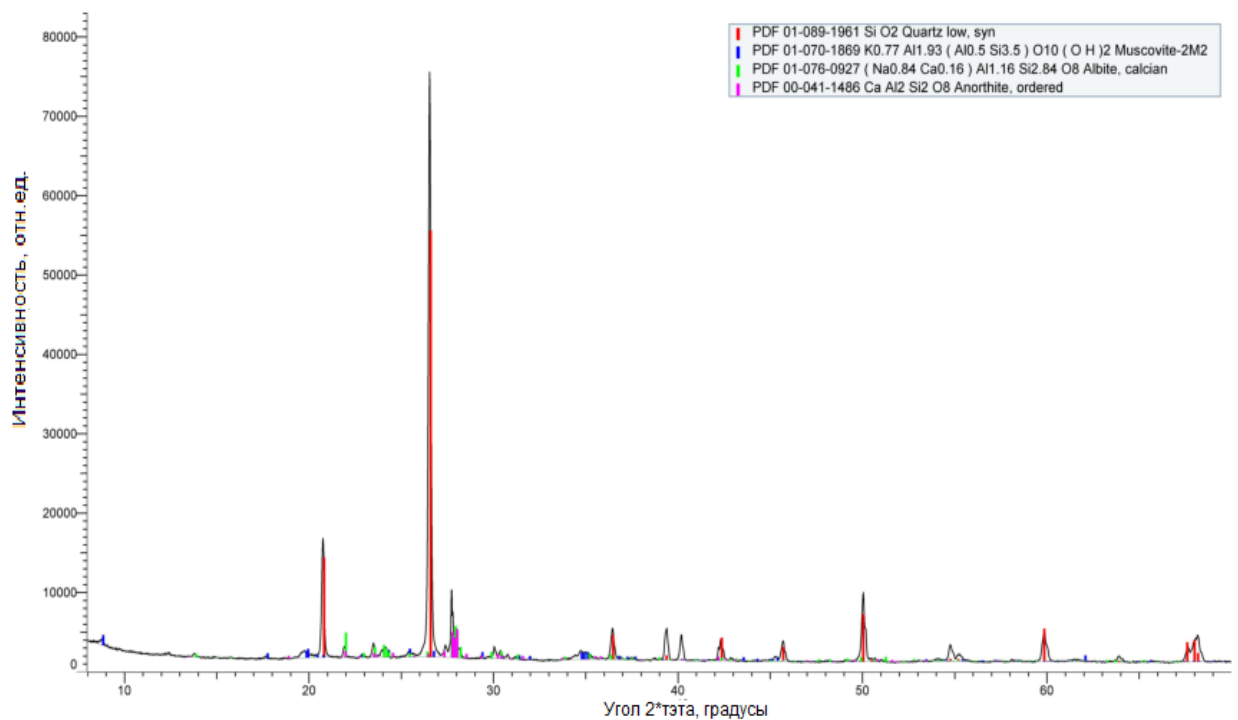


Рисунок 47 – Дифрактограмма результата рентгеноструктурного анализа пробы почвы, отобранной в районе расположения ООО «Омский завод технического углерода»

Соотношение частиц природного и техногенного происхождения в почвах напрямую зависит от степени антропогенной нагрузки на исследуемой территории.

По результатам изучения вещественного состава проб почв была составлена таблица содержания выявленных частиц в почвах (таблица 5).

Таблица 5

Минерально-вещественный состав проб почв (содержание, %)

№ п/п	Место отбора Характеристика частиц	ТЭЦ-3	ТЭЦ-5	ТЭЦ-4	ТЭЦ-2	ФГУП ПО «Полеет»	ОМКБ	ТУ	ПЭТ Сибирь	РЗ	ОК	ЭЗ	СЗ	ЛЗ	ШЗ	ТМ	СМ	Фон
Природные составляющие		65	42	46	77	51	45,5	43	40,5	62	48	44	80	73	64	71	41	96,3
1	Кварц	30	25	32	28	24	30	23	25	21	30	33	23	25	21	25		19,3
2	Карбонаты	18	7	3	16	10	5	12	3	13	10	5	27	10	3	3		18,7
3	Гидроокислы железа	-	1	1	1	1	2	1	1	-	-	-	1	-	-	-		-
4	Чешуйки слюды	2	1	1	1	1	2	1	1	2	1	-	1	-	-	-		-
5	Полевые шпаты	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	-	-		4
6	Биогенные частицы	6	4	1	7	6	3	1	2	4	3	-	3	2	3	-		3
7	Сцементированные частицы	8	3	7	23	8	2,5	4	10,5	18	3	5	23	31	37	41		43,6
8	Недиагностированные частицы	-	-	-	-	-	-		2	3	-	-	1	3		2		9,7
Техногенные составляющие		35	58	54	23	49	54,5	57	59,5	38	52	56	20	27	36	29	59	3,7
9	Микросферулы	13	11	10	10	6	7,5	2,5	5,5	3	6,5	5	2	1	2	1,5	3	-
10	Зола	-	7	8	-	-	-	12	1	-	2	2	-	-	3	2	-	-
11	Кирпичная крошка	1	-	-	2	1	2	-	3	-	-	-	1,5	2	1	-	-	1,7
12	Волокнистые частицы	5	2	-	4	3	4	2	2	1	3	2	3	2	1	2	2	2
13	Частицы проволоки	3	-	-	1	1	4	3,5	4,5	3	5	5	-	-	3	4	5	-
14	Сажа	-	6	5	-	7	8	13	9	6	10	12	-	8	9	3	10	-
15	Частицы угля	-	25	27	-	10	15	20	13,5	15	17	15	2	4	10	14	20	-
16	Частицы стекла	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	2	3	-	1	-
17	Частицы краски	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	8	-	-	-	-
18	Отходы металлообработки	7	3	3	3	12	14	4	13	3	8	6	-	-	4	2,5	10	-
19	Палочковидные частицы	6	5	1	3	9	-	-	8	6	1	8	2	-	-	-	8	-

Примечание: «-» - частицы не обнаружены. Промышленные предприятия: ОМКБ – ОАО «Омское мотороконструкторское бюро»; ТУ – ОАО «Омский завод технического углерода»; ПЭТ Сибирь – ОАО «Завод ПолиЭтиленовой трубы»; РЗ – «Радиозавод им. Попова»; ОК – «Омсккровля»; ЭЗ – «Электродный завод»; СЗ – Стекольный завод; ЛЗ – Лакокрасочный завод; ШЗ – Шинный завод; ТМ – Трансмаш; СМ – Спецмашсервис

Практически во всех пробах почв преобладает природная составляющая, в среднем 62,3 % для г. Омска (таблица 6). Максимальный процент природной составляющей приходится на частицы кварца, сцементированные частицы, карбонатные частицы, биогенные частицы, а максимальный процент техногенной составляющей приходится на частицы сажи, угля, отходы металлообработки и микросферулы (таблица 5).

В пробах почв с условно фоновой территории (п. Любино) природная составляющая занимает 96,3 % пробы, остальная часть (3,7 %) приходится на техногенные компоненты, представленные, в основном, частицами кирпичной крошки и волокнистыми частицами (таблица 6).

Таблица 6

Соотношение техногенной и природной составляющих
в пробах почв г. Омска, %

Место отбора пробы	Техногенная составляющая	Природная составляющая
Фоновая территория (п. Любино)		
Фон	3,7	96,3
Районы промышленных предприятий г. Омска		
Советский район	52,5	47,5
Кировский район	20	80
Центральный район	41	59
Ленинский район	26	74
Октябрьский район	49,1	50,9
<i>Среднее</i>	<i>37,7</i>	<i>62,3</i>

Сравнивая соотношение природных и техногенных частиц в почвах фонового района и в районах промышленных предприятий г. Омска, отмечается, что в районе расположения предприятий техногенные составляющие в 5 – 14 раз больше фоновых значений. Это указывает на высокий уровень техногенной нагрузки на окружающую среду на территории города, обусловленный работой промышленных предприятий теплоэнергетического комплекса, машиностроительной, авиационной техники (рисунок 48).

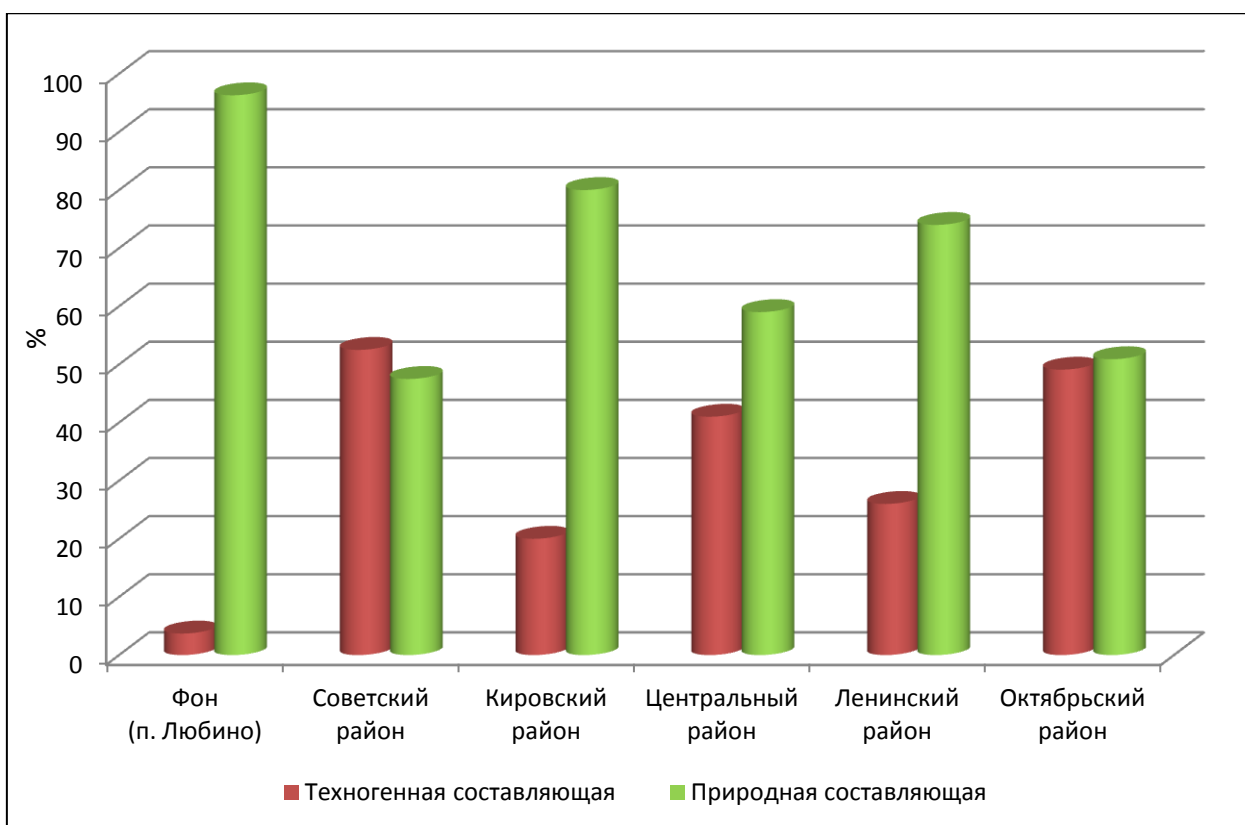


Рисунок 48 – Соотношение природных и техногенных частиц в составе проб почв г. Омска и фоновой территории, %

В таблице 7 представлены сведения о доле техногенной и природной составляющих в изучаемых пробах почв.

Таблица 7

Соотношение техногенной и природной составляющих в пробах почв исследуемой территории, %

Место отбора пробы	Техногенная составляющая	Природная составляющая
Фоновая территория (п. Любино)		
Фон	1,7	98,3
Промышленные предприятия г. Омска		
ТЭЦ-3 (8)	35	65
ТЭЦ-5 (4)	58	42
ПО «Полёт» (2)	49	51
ОАО «Омское конструкторское бюро» (2)	54,5	45,5
ОАО «Омский завод технического углерода» (3)	57	43
<i>Среднее по выборке</i>	<i>50,7</i>	<i>49,3</i>

В пробах почв, отобранных около различных промышленных предприятий г. Омска, максимальное количество техногенных составляющих по отношению к природным, выявлено в районах ТЭЦ-5 – 58 %, ОАО «Омский завод технического углерода» – 57 %, ОАО «Омское мотороконструкторское бюро» – 54,5 %, а минимальное – в почвах около ТЭЦ-3 – 35 % (таблица 7, рисунок 49).

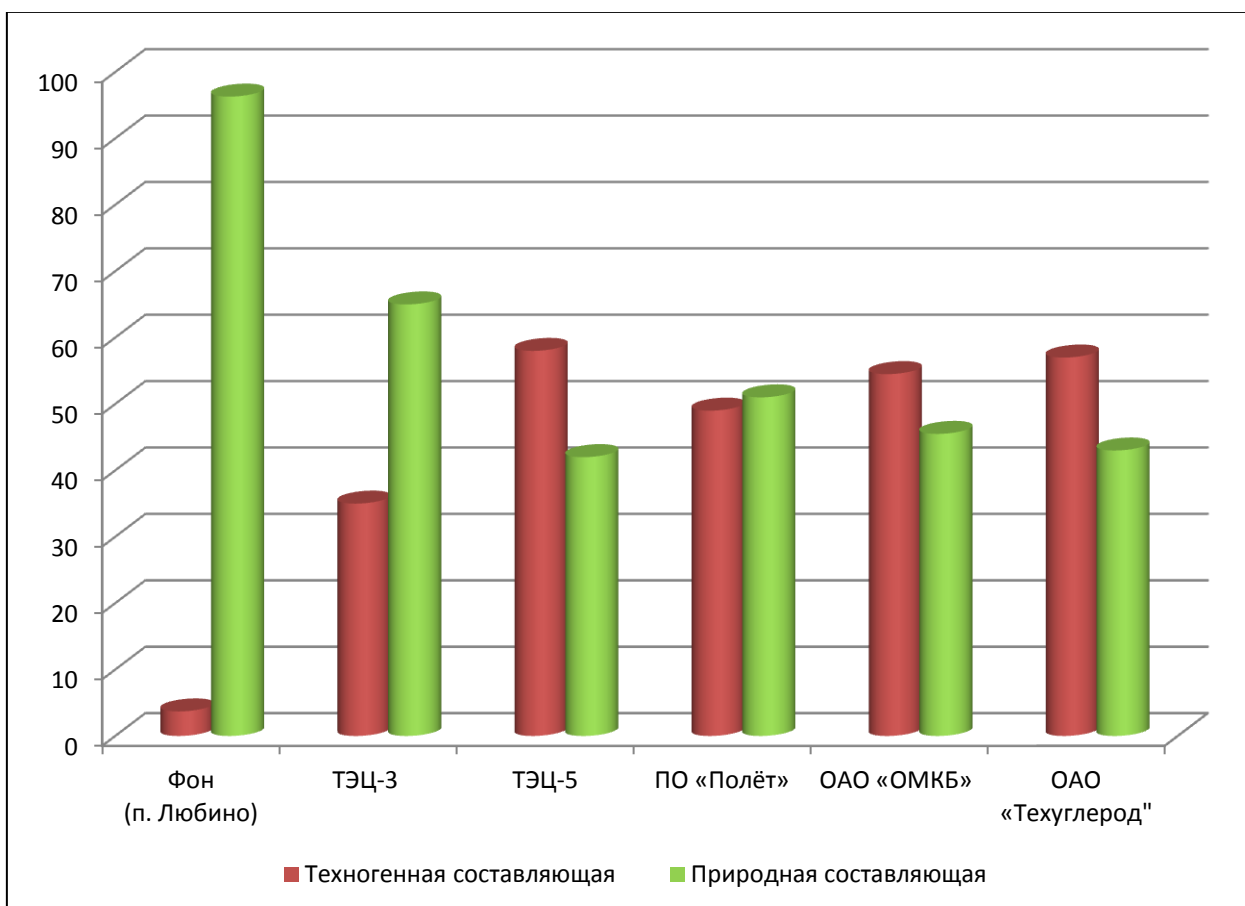


Рисунок 49 – Соотношение природных и техногенных частиц в составе проб почв районов расположения промышленных предприятий г. Омска и фоновой территории, %

На рисунке 50 показана схема пространственного распределения содержания техногенных частиц (%) в почвах на территории г. Омска.

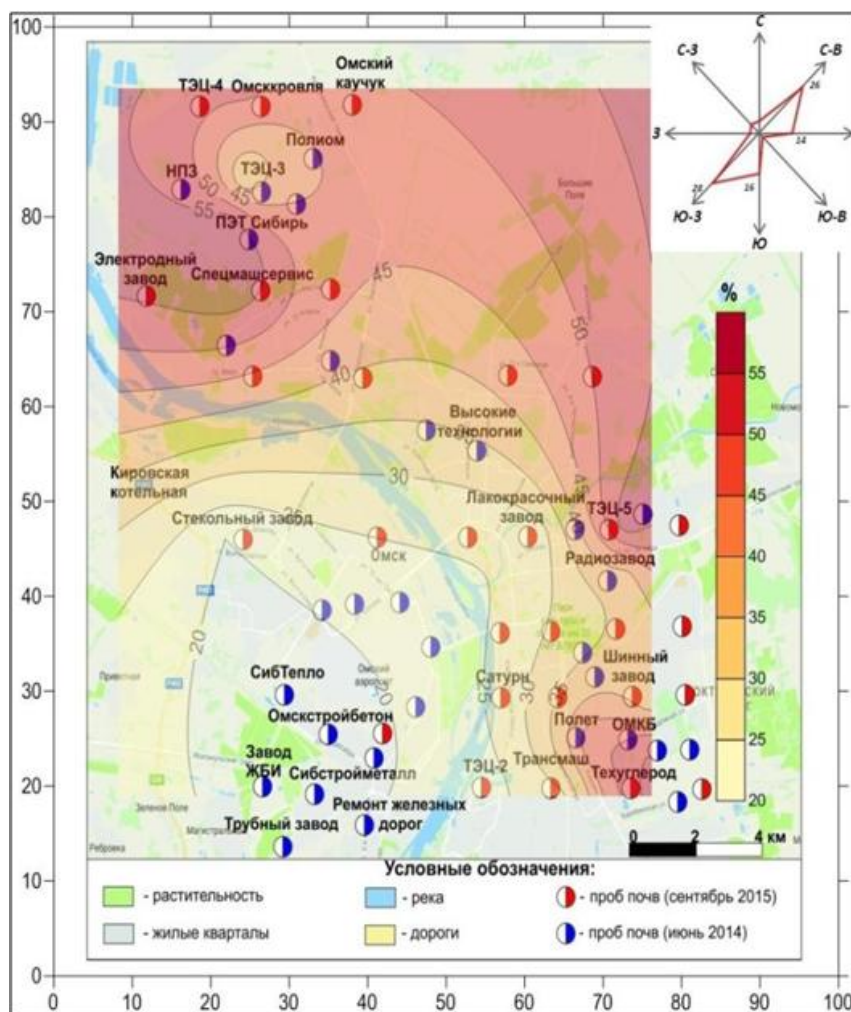


Рисунок 50 – Схема пространственного распределения содержания техногенных частиц (%) в почвах на территории г. Омска

Максимальное количество техногенных составляющих выявлено в почвах около ОАО «Омский завод технического углерода»; ТЭЦ-5 и ТЭЦ-4, которые работают на угле; в районе расположения ОАО «Завода ПолиЭтиленовых труб Сибири» (рисунок 50).

На рисунке 51 показана схема пространственного распределения содержания природных частиц (%) в почвах на территории г. Омска.

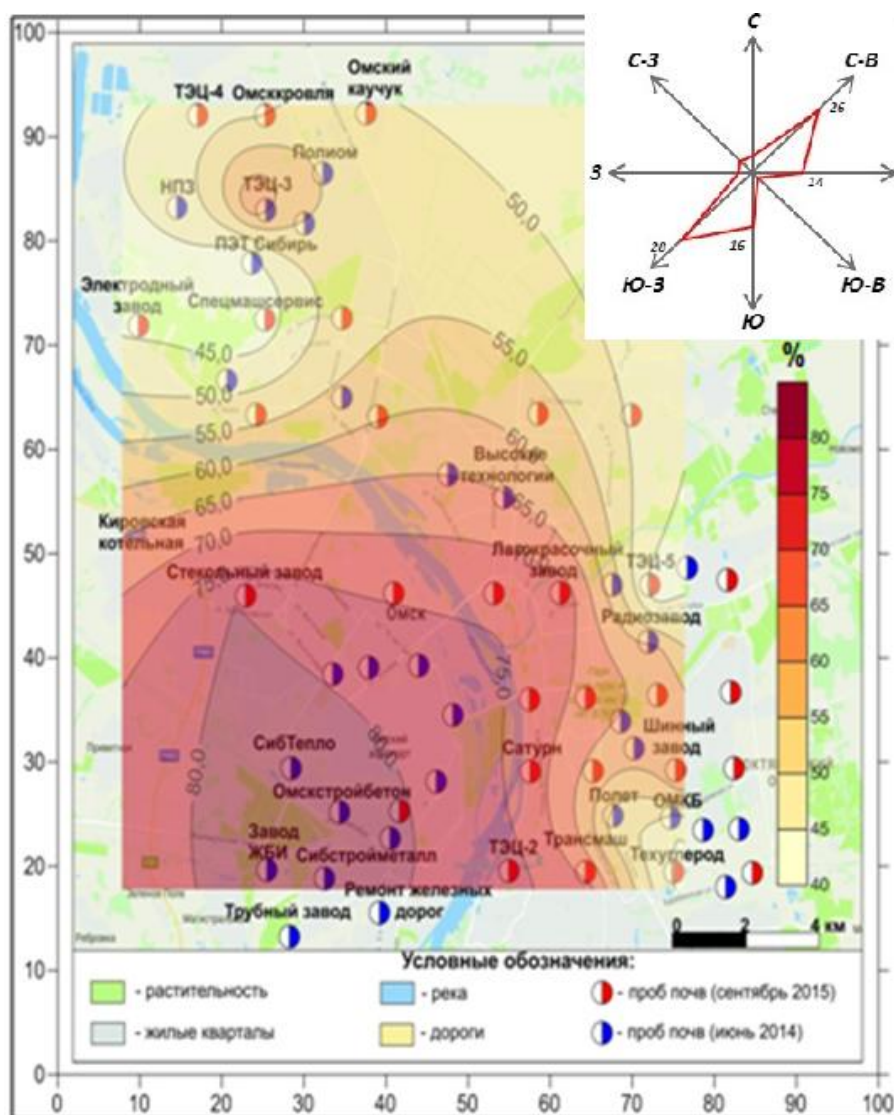


Рисунок 51 – Схема пространственного распределения содержания природных частиц (%) в почвах на территории г. Омска

При сравнении содержания различных техногенных частиц в пробах отмечается, что отходов металлообработки больше всего присутствует в почвах около ОАО «Омское мотороконструкторское бюро» (14 %), ОАО «Завод ПолиЭтиленовых труб Сибири» (13 %), ПО «Полёт» (12 %); микросферул – в пробах, отобранных в районах расположения ТЭЦ-3 (13 %), ТЭЦ-5, ТЭЦ-4, ТЭЦ-2 – 10 %; частиц золы – в почвах около ОАО «Омский завод технического углерода» – 12 %; частиц проволоки – в пробах около «Омсккровля», «Электродный завод» и «Спецмашсервис» (5%); сажи – в пробах, отобранных в районе расположения «Омского завода технического углерода (13%); частиц угля – в почвах около ТЭЦ-4 (27 %) и ТЭЦ-5 (25 %);

кирпичной крошки – около ОАО «Завод ПолиЭтиленовых труб Сибири» (3 %); палочковидных частиц – в почвах около ОАО «Завод ПолиЭтиленовых труб Сибири», «Спецмашсервис», Электродный завод (8%) и ПО «Полёт» – 9 % (рисунок 52-56).

Основными источниками поступления частиц сажи, шлака, угля, микросферул, которые выявлены почти во всех изученных пробах, являются ТЭЦ-5 и ТЭЦ-4, работающие на углях. Различные техногенные частицы попадают в окружающую среду в результате деятельности промышленных предприятий города – предприятий авиационной техники, машиностроительной и других предприятий, а также от автотранспорта.

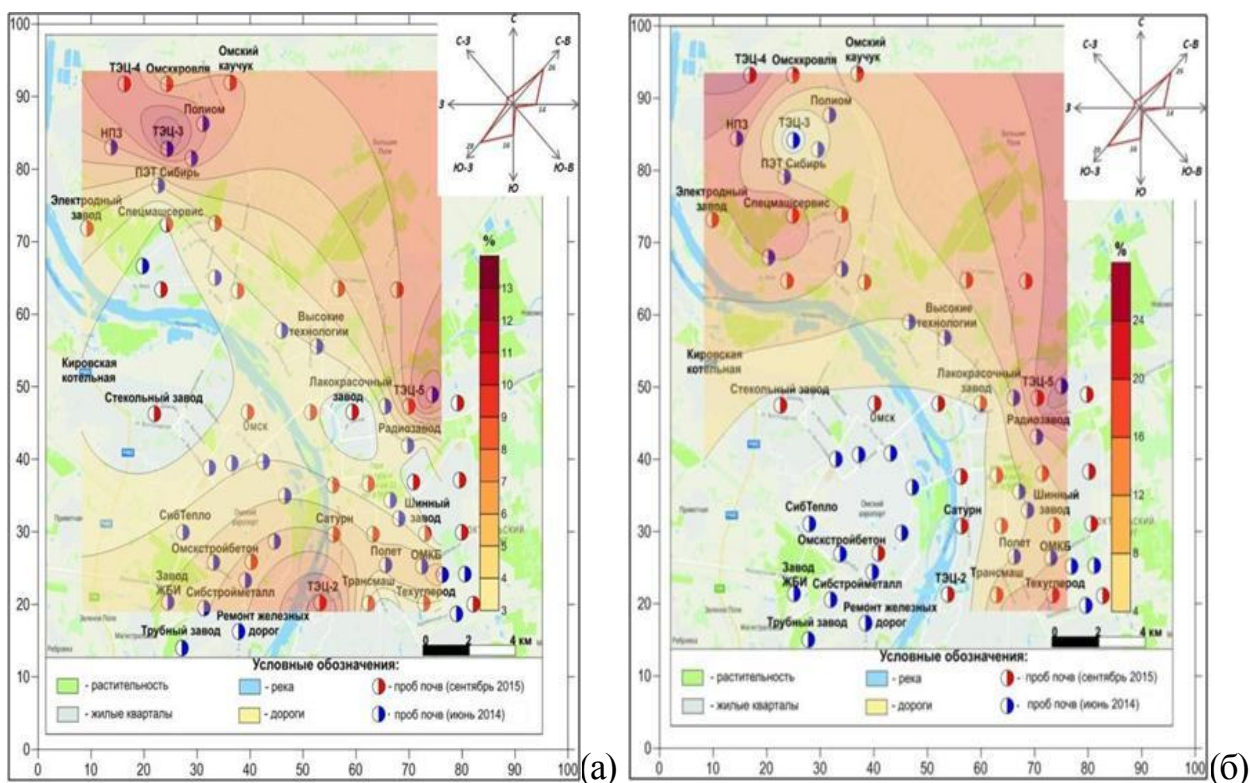


Рисунок 52 – Схемы пространственного распределения содержания
 а) микросферул (%), б) частиц угля (%) в почвах на территории г. Омска

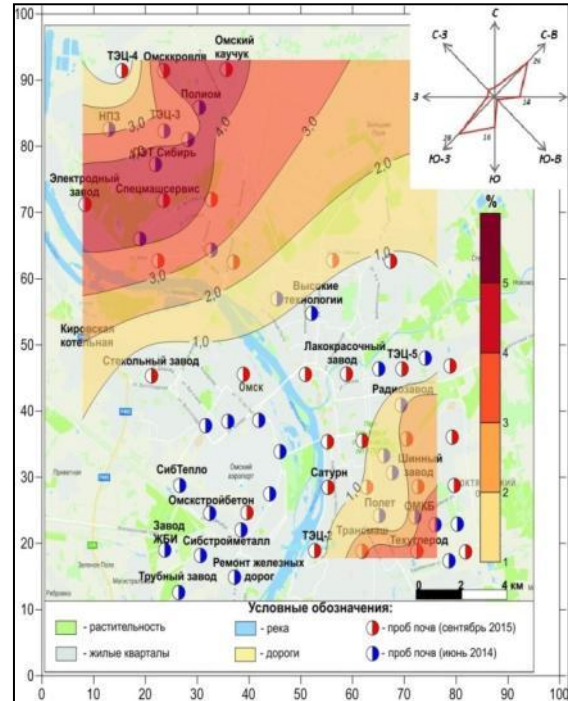
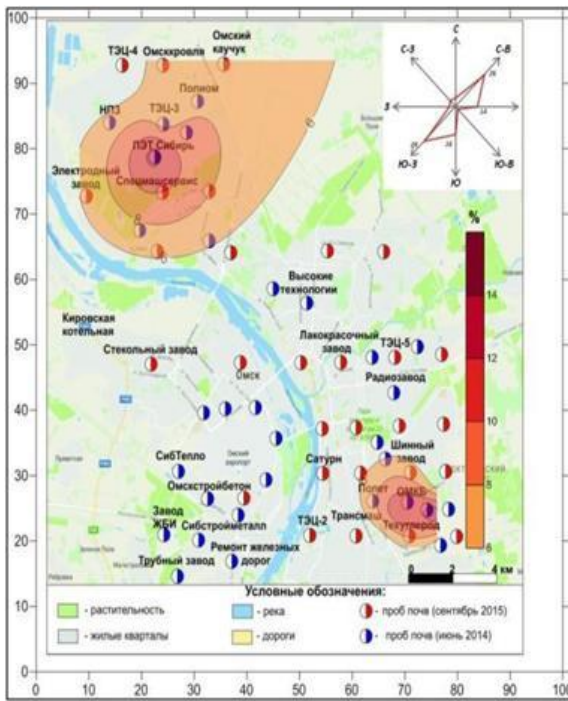


Рисунок 53 – Схемы пространственного распределения содержания

а) отходов металлообработки (%), б) частиц проволоки (%)

в почвах на территории г. Омска

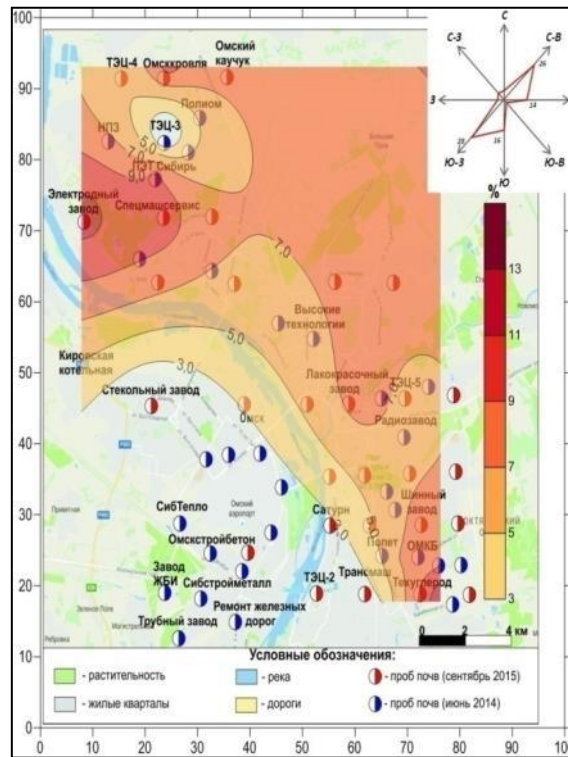
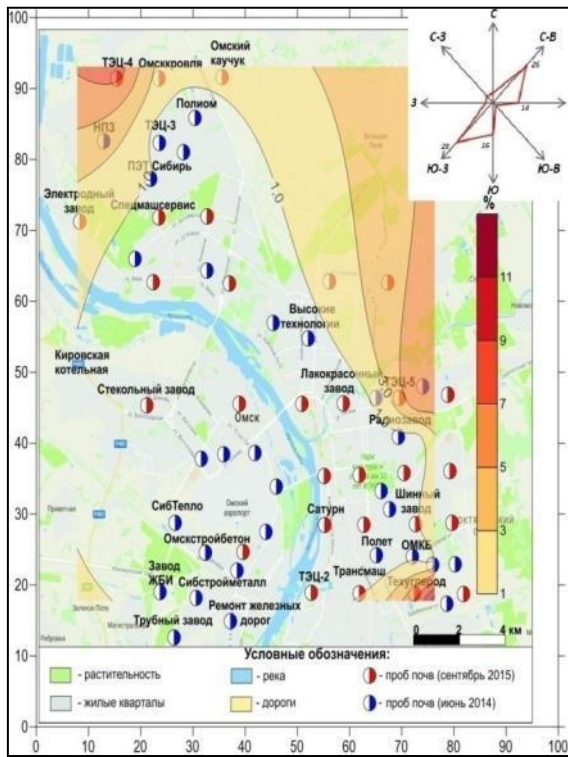


Рисунок 54 – Схемы пространственного распределения содержания

а) золы (%), б) сажи (%) в почвах на территории г. Омска

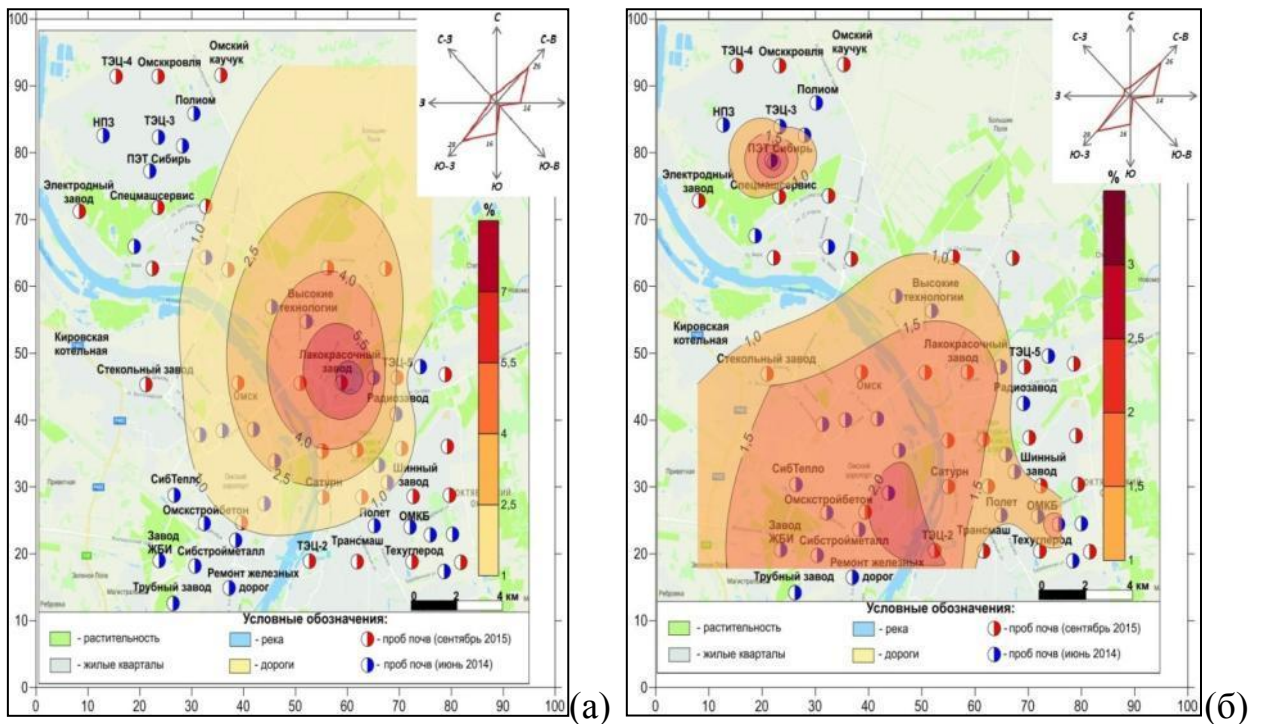


Рисунок 55 – Схемы пространственного распределения содержания

а) частиц краски (%), б) кирпичной крошки (%)

в почвах на территории г. Омска

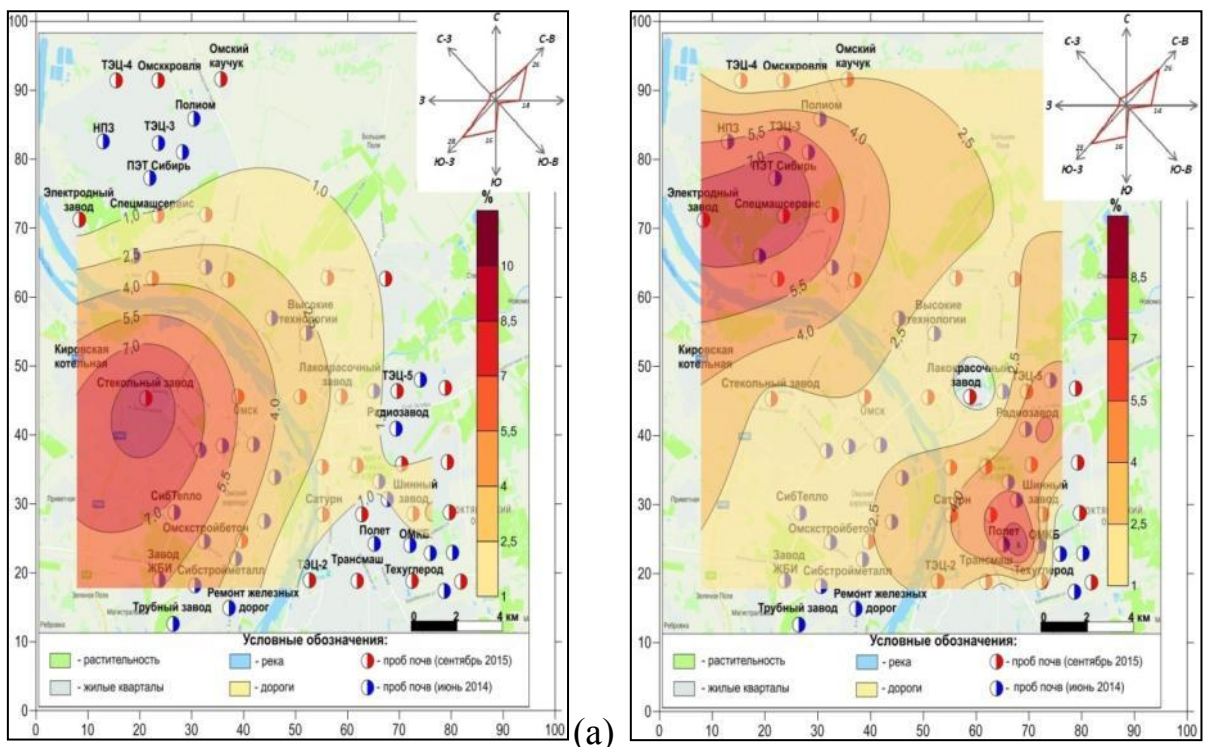


Рисунок 56 – Схемы пространственного распределения содержания

а) частиц стекла (%), б) палочковидных частиц (%)

в почвах на территории г. Омска

Общий вид проб почв представлен ниже на рисунках 57-60.

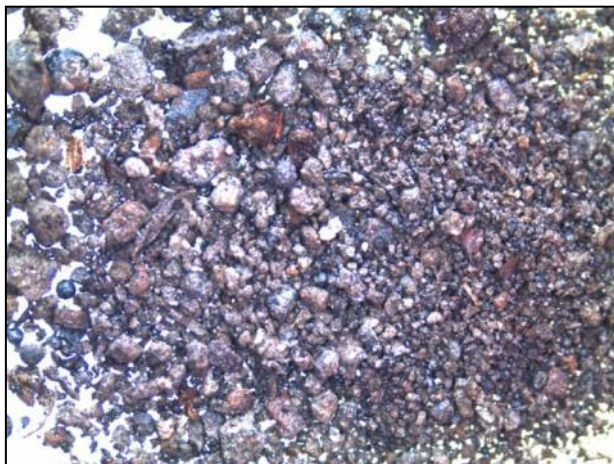


Рисунок 57 – Общий вид пробы почв около «ОМКБ» (увеличение 10^x)

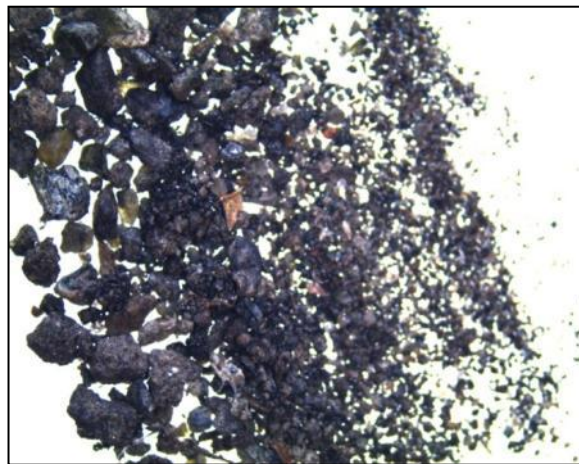


Рисунок 58 – Общий вид пробы почв около ПО «Полёт» (увеличение 8^x)

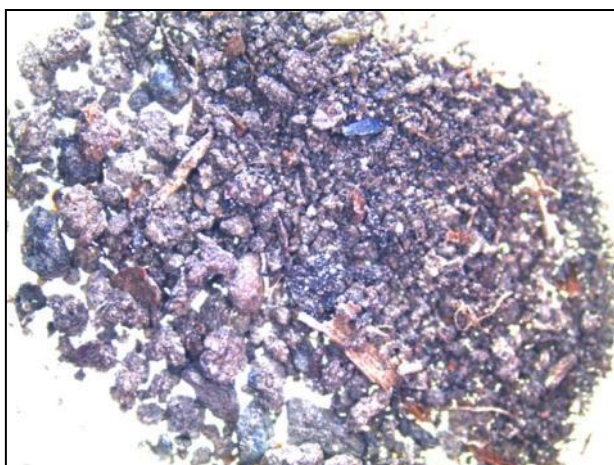


Рисунок 59 – Общий вид пробы почв около ОАО «Техуглерод» (увеличение 8^x)

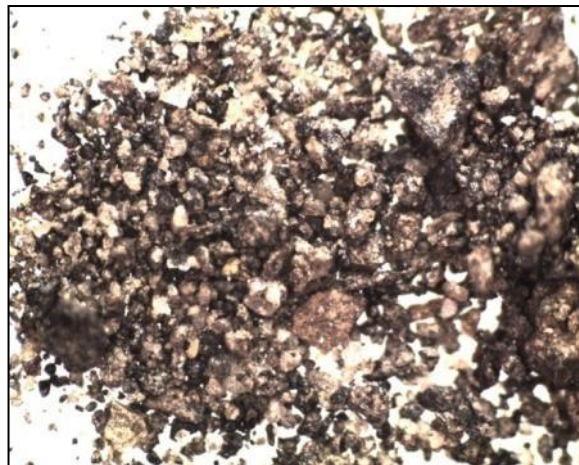


Рисунок 60 – Общий вид пробы почв около ТЭЦ-3 (увеличение 25^x)

При фракционировании проб почв были выделены магнитные фракции (рисунок 61). В составе магнитной фракции отмечаются отходы металлообработки, микросферулы, проволока, частицы угля.

В изученных пробах почв магнитная фракция составляла от 3-5 % (ТЭЦ-5, ТЭЦ-3) до 10 % (ОАО «Омское мотороконструкторское бюро», ПО «Полёт») от объема пробы.

Таким образом, степень антропогенного воздействия на почвенный покров наиболее объективно отражает состав магнитной фракции проб.

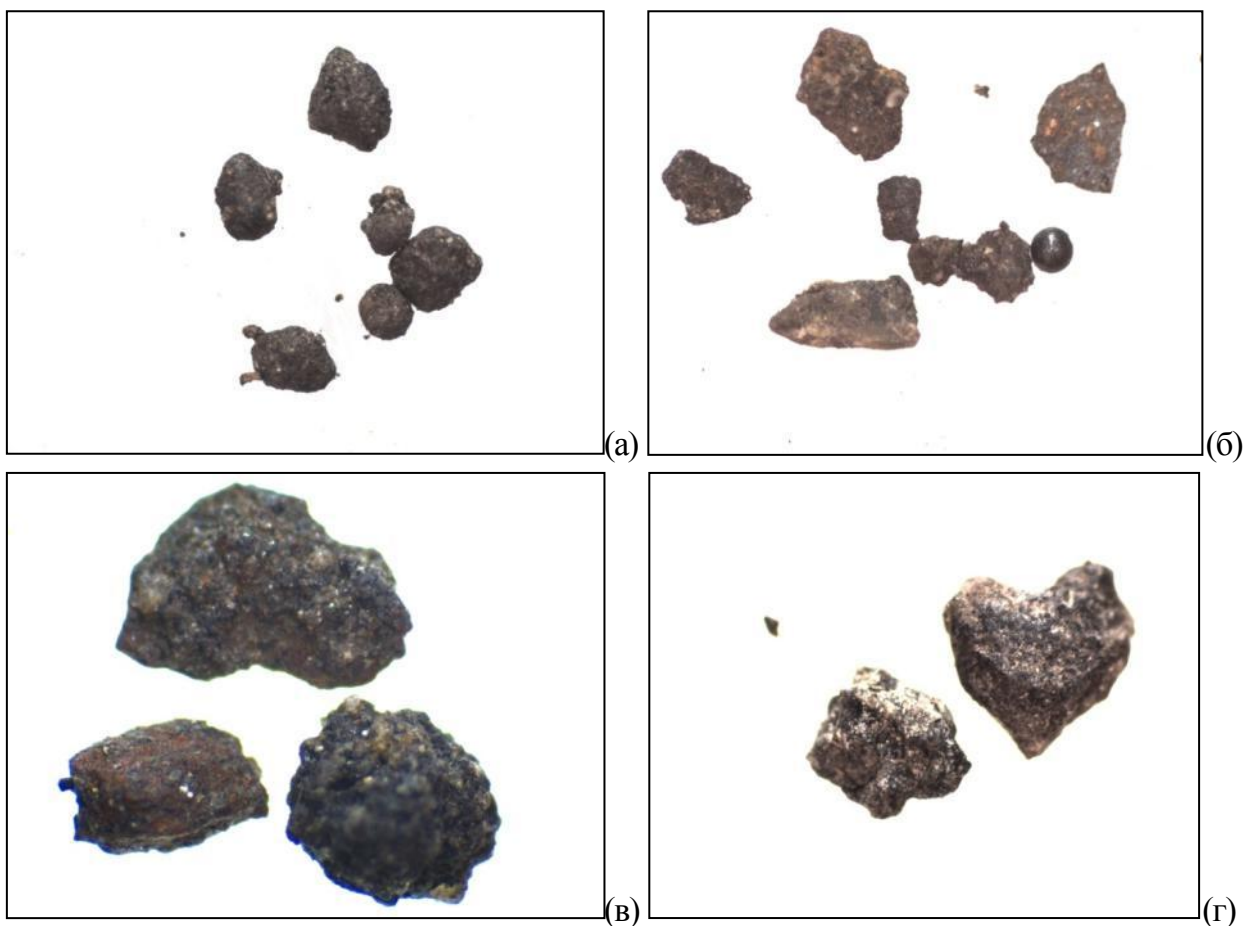


Рисунок 61 – Магнитные фракции проб почв. Увеличение 10-30^x:
 а) – магнитная фракция пробы почвы около ТЭЦ-3; б) – магнитная фракция пробы почвы около ТЭЦ-5; в) – магнитная фракция пробы почвы около ОАО «Омское мотороконструкторское бюро»; г) – магнитная фракция пробы почвы около ПО «Полёт»

По результатам изучения вещественного состава проб почв получены следующие результаты:

1) *Практически во всех пробах почв преобладает природная составляющая, в среднем 62,3 % для г. Омска. Максимальный процент природной составляющей приходится на частицы кварца, сцементированные частицы, карбонатные частицы, биогенные частицы, а максимальный процент техногенной составляющей приходится на частицы сажи, угля, отходы металлообработки и микросферулы;*

2) *В пробах почв, отобранных около различных промышленных предприятий г. Омска, максимальное количество техногенных составляющих по отношению к природным, выявлено в районах*

ТЭЦ-5 – 58 %, ОАО «Омский завод технического углерода» – 57 %, ОАО «Омское мотороконструкторское бюро» – 54,5 %, а минимальное – в почвах около ТЭЦ-3 – 35 %;

3) Сравнивая соотношение природных и техногенных частиц в почвах фонового района и в районах промышленных предприятий г. Омска, отмечается, что в районе расположения предприятий техногенные составляющие в 5 – 14 раз больше фоновых значений. Это указывает на высокий уровень техногенной нагрузки на окружающую среду на территории города, обусловленный работой промышленных предприятий теплоэнергетического комплекса, машиностроительной, авиационной техники.

4.2 Изучение показателя магнитной восприимчивости почв

4.2.1 Показатель «каппа» для почв на территории г. Омска

Содержание в пробах частиц, в составе которых имеются элементы группы железа (Fe, Ni, Co, Cr, V и др.) определяет магнитные свойства почв. Работы некоторых ученых показывают, что изучение магнитных свойств почв может быть полезным для суждения о минералогическом и химическом составе почв, диагностики форм железа, для характеристики различных типов почв, а также некоторых почвообразовательных процессов и условиях эволюции почвы (Le Borgne, 1955; Oades, Townsend, 1963; Лукшин и др., 1968; Вадюнина и др., 1974; Бабанин, 1973; Бабанин и др., 1987).

Каппаметрические измерения можно использовать как экспресс-метод выявления техногенного загрязнения почв соединениями Fe, Mn, Co, Cr, Ni, V на больших (весь город) и малых (отдельные участки) площадях исследуемой территории.

По результатам проведенных исследований, согласно запатентованной методике (Патент №2133487, авторы Е.Г. Языков, О.А. Миков) при измерении магнитной восприимчивости проб почв, отобранных в районах расположения промышленных предприятий г. Омска, а так же на условно фоновой территории (п. Любино) получены следующие результаты.

В результате измерений, были рассчитаны стандартные статистические параметры выборки для параметра магнитной восприимчивости, как максимальное, минимальное, среднее значение, медиана, стандартное отклонение, стандартная ошибка, а также коэффициент вариации, позволяющий сделать вывод об однородности выборки. Значения параметра отражены в таблице 8.

Статистические параметры выборки

	Магнитная восприимчивость
Количество проб	65
Среднее	138,02
Медиана	100,3
Минимум	0,47
Максимум	704,3
Стандартное отклонение	124,6
Коэффициент вариации	90,2
Стандартная ошибка	16,1
Ассиметрия	2,3
Экцесс	6,7

По рассчитанным статистическим параметрам была построена диаграмма размаха значений магнитной восприимчивости. На диаграмме размаха показана: медиана, квартильный размах (25%, 75% процентиля), размах (минимум, максимум). Как видим, медиана делит ящик на две неравные части – значит в распределение, отображенное на рисунке, носит неправильный характер (рисунок 62).

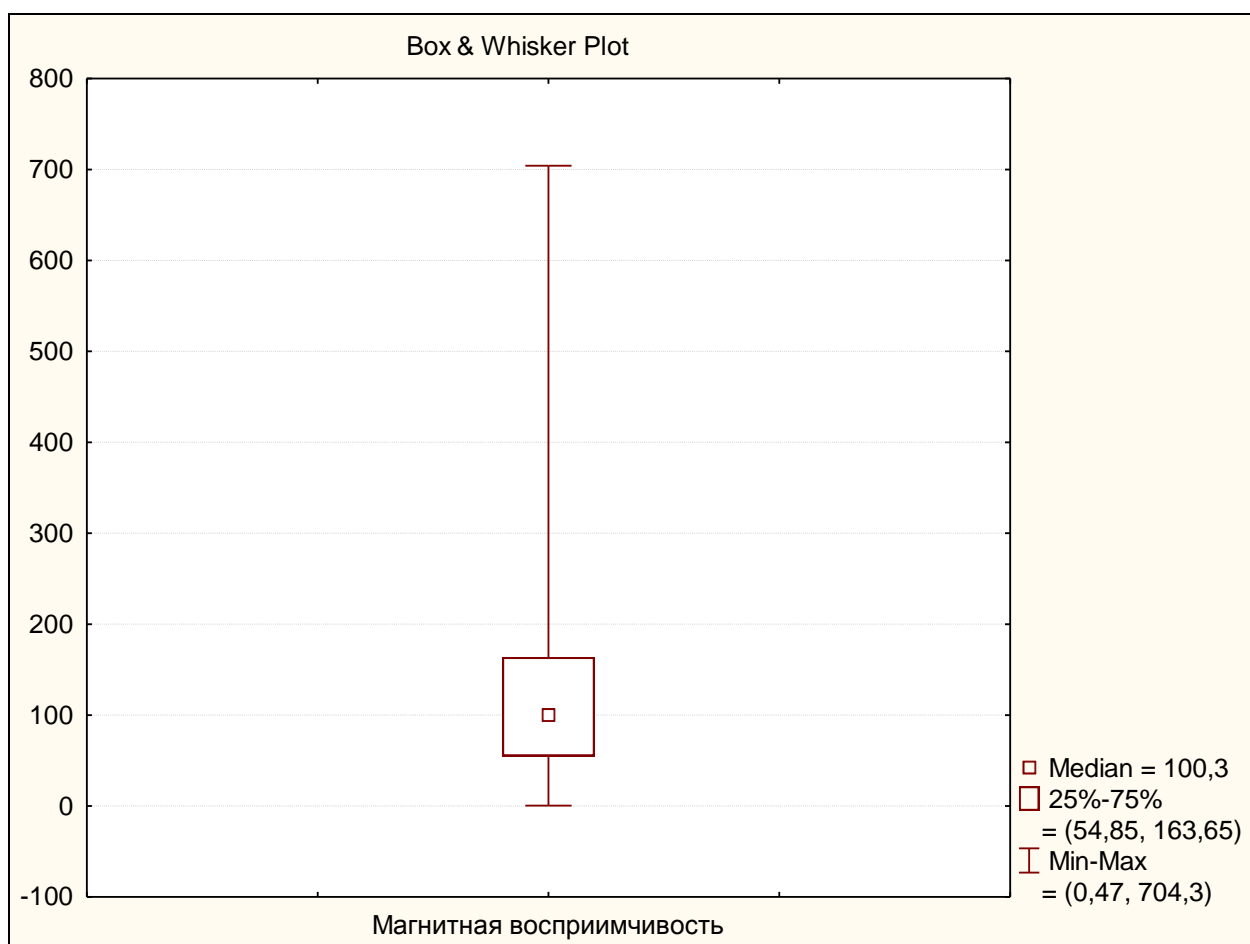


Рисунок 62 – Диаграмма размаха значений магнитной восприимчивости в почвах, отобранных на территории г. Омска

Для проверки принадлежности гипотезы нормального распределения значений магнитной восприимчивости, были использованы такие тесты, как: Хи-квадрат, Колмагоров-Смирнов (таблица 9).

Таблица 9

Критерии сравнения с нормальным законом распределения показателя в исследуемых почвах

Показатель	Пробы почв (территория города Омска)				Заключение
	t1	t2	Хи-квадрат	Колмогоров - Смирнов	
Магнитная восприимчивость	7,7	11,2	0,001	<0,05	Не соответствует нормальному распределению

По результатам всех тестов, значения магнитной восприимчивости в почвах – не соответствуют нормальному закону распределения.

На рисунке 63 представлена схема пространственного распределения значений магнитной восприимчивости в почвах на территории г. Омска. Цветом на рисунке окрашены области повышенных значений магнитной восприимчивости, относительно средних значений по всей выборке.

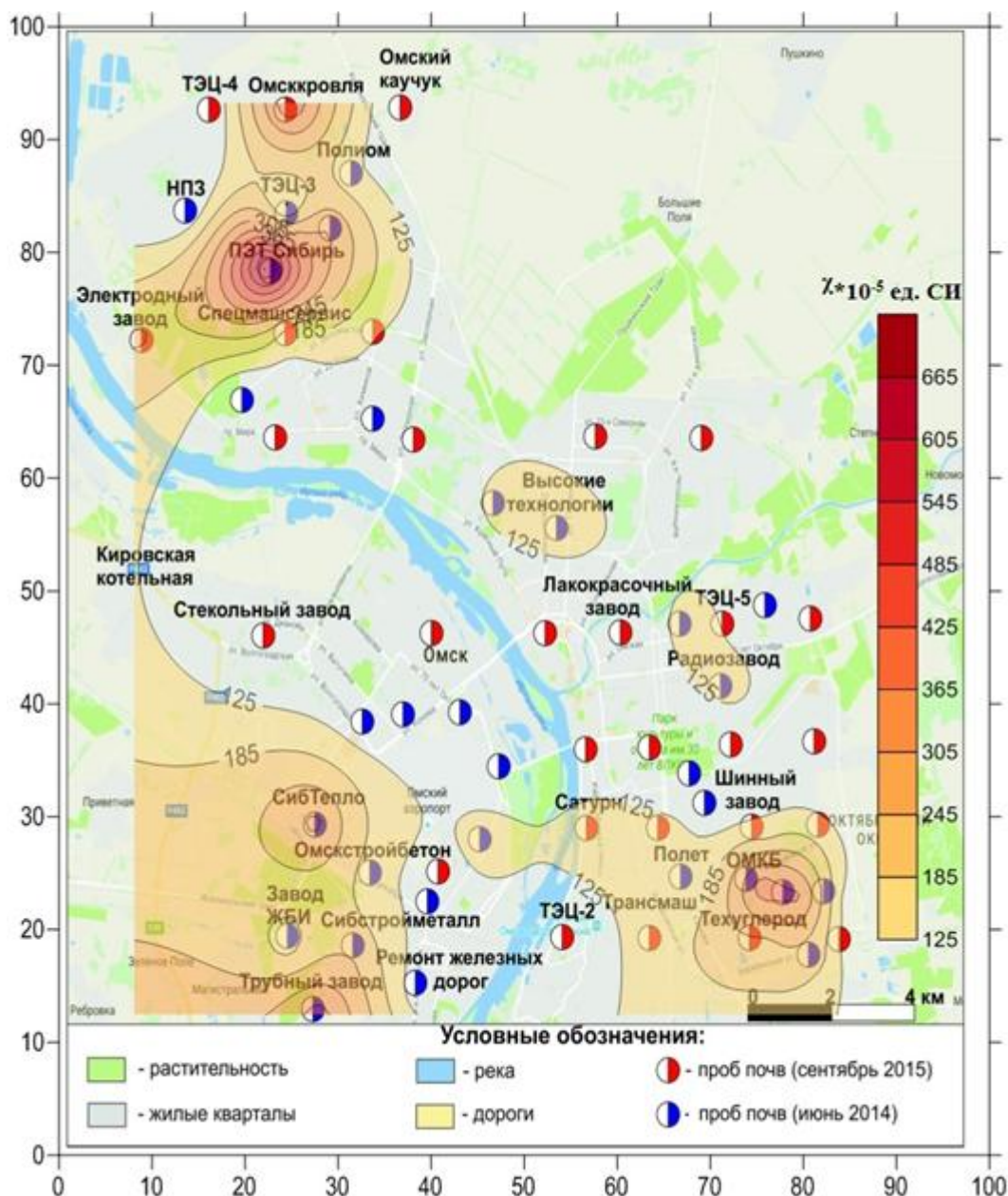


Рисунок 63 – Схема распределения значений показателя магнитной восприимчивости в почвах на территории г. Омска

Наибольшие значения отмечаются в районе расположения ООО «Завода ПолиЭтиленовых труб Сибири». Так же относительно высокие значения отмечены в районах расположения «Омское мотороконструкторское бюро», «СибТепло», «Омсккровля» и «Трубный завод» (рисунок 63).

Полученные результаты исследований показателя магнитной восприимчивости в почвах на территории районов расположения промышленных предприятий г. Омска представлены в таблице 10.

Таблица 10

Среднее значение показателя магнитной восприимчивости (χ) почв районов расположения промышленных предприятий г. Омска

Территория	$\chi * 10^{-5}$ ед. СИ $m \pm \sigma$ (min/max)	K_{mag} (коэффициент магнитности)	n
Советский район	213,73±0,91 (26,7/704,3)	6,62 (чрезвычайно опасная)	9
Октябрьский район	225,6±0,72 (53/398)	6,98 (чрезвычайно опасная)	4
Ленинский район	133±0,39 (64/174)	4,11 (опасная)	3
Центральный район	119,9±0,58 (53/172)	3,71 (опасная)	4
Кировский район	194,8±1,89 (46/406)	6,03 (чрезвычайно опасная)	8
г. Омск	138,2±1,47 (3/793)	4,28 (опасная)	65
г. Томск (Жорняк, 2009)	72,1±3,2 (18,3/124)	2,25 (умеренная)	61
г. Ханой (Нгуен Чунг Киен, 2016)	49±0,1 (35/59)	4,9 (опасная)	24
Фон (п. Любино)	32,3±0,58 (32/33)		1

Примечание: m – среднее значение; σ – стандартная ошибка;
n – количество проб

При измерении магнитной восприимчивости проб почв, отобранных в районах расположения различных промышленных предприятий города, средняя величина изменялась от 26,7 до 704,3*10⁻⁵ ед. СИ, при фоновом значении 32,3*10⁻⁵ ед. СИ.

Максимальное значение параметра отмечено в почвах, отобранных в Советском районе – 704,3 *10⁻⁵ ед. СИ, а минимальное – в почвах Центрального района – 26,7 *10⁻⁵ ед. СИ. Превышение над фоном варьирует от 1 до 21 раз.

Анализируя данные, полученные в ходе измерения значений магнитной восприимчивости почв, отобранных в районах расположения промышленных предприятий, видно, что многократное превышение, как показателя для фоновой территории, так и в среднем значений для г. Омска наблюдается практически во всех пробах. Данные пробы были отобраны в районах расположения таких предприятий, как: металлообработки, машиностроения, авиационной техники, ТЭЦ, НПЗ и другие предприятия.

Для оценки степени техногенной трансформации почвенного покрова на территории г. Омска для каждой пробы был рассчитан коэффициент магнитности (K_{mag}) по формуле (2):

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

где k_{cp} – среднеарифметическое значение магнитной восприимчивости, $k_{фон}$ – фоновое значение магнитной восприимчивости [39].

Коэффициент магнитности показывает, во сколько раз среднее значение магнитной восприимчивости промышленных зон г. Омска превышает условно фоновое значение территории (п. Любино). С помощью этого показателя можно определить площадные аномалии, потенциально обусловленные техногенным воздействием на почвенный покров.

Коэффициент магнитности в почвах, отобранных в районах расположения промышленных предприятий г. Омска изменяется в пределах от 3,71 до 6,98 единиц. Это предварительно свидетельствует о том, что степень техногенной трансформации почв в соответствии с классификацией, принятой в лаборатории геоэкологии СГУ, изменяется в диапазоне от опасной до чрезвычайно опасной (таблица 10). Степень техногенной трансформации почв в г. Томске – умеренная, а в г. Ханой (Вьетнам) – опасная.

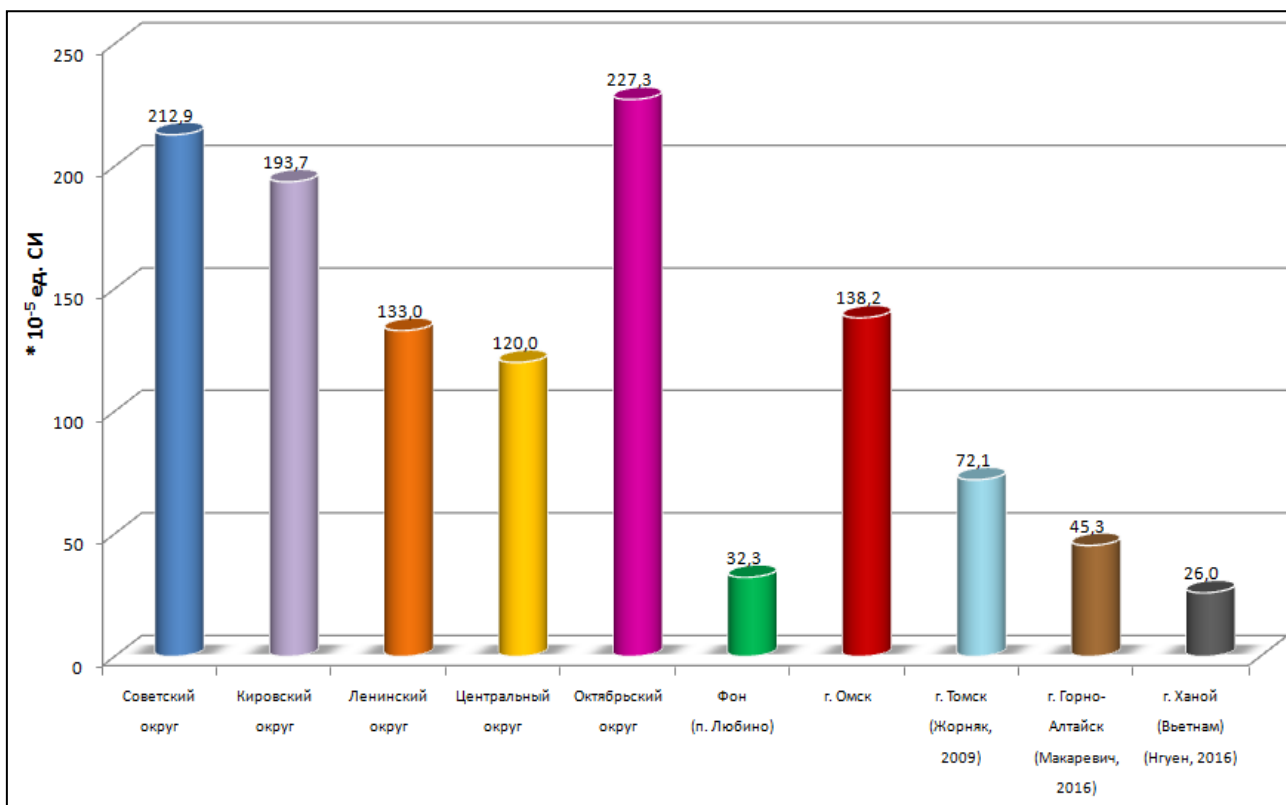


Рисунок 64 – Сравнительные данные магнитной восприимчивости почв промышленных зон г. Омска

Среднее значение магнитной восприимчивости в пробах г. Омска в 2-5 раз выше, чем среднее в г. Томске, г. Горно-Алтайске и г. Ханой (Вьетнам) и в условно фоновой территории (п. Любино). Вероятнее всего, это связано с тем, что г. Омск обладает мощным промышленным потенциалом (рисунок 64).

Таким образом, магнитная восприимчивость изученных проб почв территории г. Омска отражает степень их опасности. Минимально значение параметра магнитной восприимчивости отмечено в почвах, отобранных в районе расположения «Омский каучук» ($26,7 \cdot 10^{-5}$ ед. СИ, допустимая степень опасности), а максимальное значение отмечено в почвах, отобранных в районе расположения «Завод ПЭТ Сибири» ($704,3 \cdot 10^{-5}$ ед. СИ, чрезвычайно опасная степень загрязнения). Коэффициент магнитности в пробах почв, отобранных около «Завод ПЭТ Сибири», ОАО «Омский электродный завод», «Спецмашсервис», «Омское

мотороконструкторское бюро», «Шинный завод», «Трансмаш», «Высокие технологии», «СибТепло», «Сибстройметалл», Омский аэропорт и «Омский трубный завод» отражает чрезвычайно опасную степень.

4.2.2 Результаты изучения магнитной восприимчивости в районах расположения промышленных предприятий

По результатам исследований, согласно запатентованной методике [88] при измерении магнитной восприимчивости проб почв, отобранных в районах расположения промышленных предприятий г. Омска, средняя величина изменялась от 20 до $398 \cdot 10^{-5}$ ед. СИ при фоновом значении $32,3 \cdot 10^{-5}$ ед. СИ (таблица 11).

Таблица 11

Среднее значение магнитной восприимчивости почв районов расположения исследуемых промышленных предприятий

Промышленные предприятия	$\chi \cdot 10^{-5}$ ед. СИ $m \pm \sigma$ (min/max)	K_{mag} (коэффициент магнитности)	n
ТЭЦ-5	132,5±0,58 (45/301)	4,10 (опасная)	9
ОАО «Омский завод технического углерода»	211,3±0,58 (203/278)	6,54 (чрезвычайно опасная)	4
ФГУП ПО «Полет»	128,8±0,1 (91/168)	3,98 (опасная)	2
ОАО «Омское мотороконструкторское бюро»	397,0±1,73 (53/398)	12,3 (чрезвычайно опасная)	3
ТЭЦ-3	93,2±0,58 (53/163)	2,88 (умеренная)	4
НПЗ	37±0,58 (20/63)	1,14 (умеренная)	5
г. Омск	138,2±1,47 (3/793)	4,28 (опасная)	65
Фон (п. Любино)	32,3±0,58 (32/33)		1

Примечание: m – среднее значение; σ – стандартная ошибка; n – количество проб

Таким образом, превышение магнитной восприимчивости почв фоновой территории наблюдается во всех исследуемых пробах. В районе расположения ТЭЦ-5 данный показатель выше, чем в районе расположения ТЭЦ-3. Это может быть связано с видом топлива, используемого на ТЭЦ, так как в процессе сжигания угля происходит выброс большого количества тяжелых металлов, которые изначально содержатся в исходном топливе в качестве примесей, а в результате высокотемпературной обработки

происходит их высвобождение. Максимальное значение параметра магнитной восприимчивости отмечено в районе расположения ОАО «Омское мотороконструкторское бюро», что может быть связано с деятельностью предприятия. Предприятие разрабатывает, производит и ремонтирует малоразмерные газотурбинные двигатели, а также наземные энергоузлы и турбостартеры, в результате образуются отходы, в которых содержатся тяжелые металлы. Повышенное значение магнитной восприимчивости в пробах почв около НПЗ может указывать на «нефтяное» загрязнение, происходящее в процессе работы установок каталитического крекинга и АВТ. А как известно, из 60 микроэлементов, входящих в состав нефти, более половины приходится на металлы (Fe, Mn, Co, Cr, Ni, V, Zn, Mg, и др.), основная же их масса сосредоточена в тяжелых фракциях, которые находятся в почвах долгое время и свидетельствуют о долгосрочных загрязнениях. Превышение значений магнитной восприимчивости над фоном варьирует от 3 до 12 раз (рисунок 65).

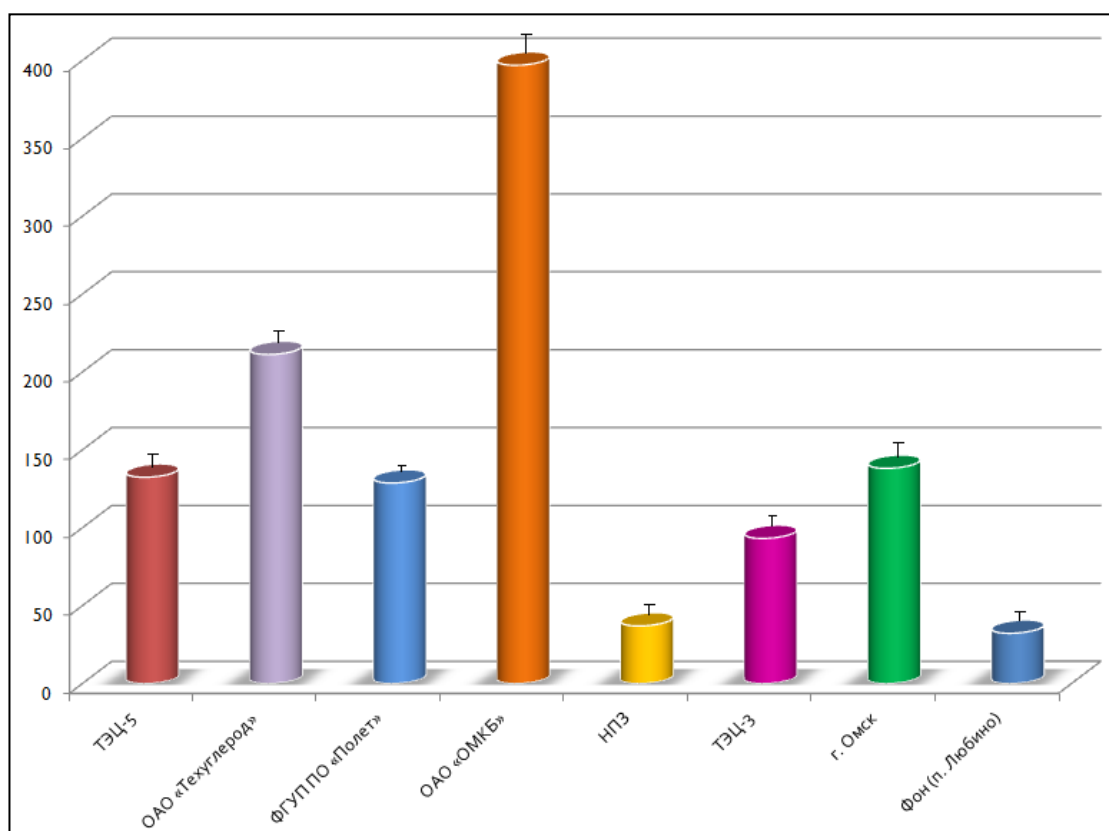


Рисунок 65 – Значение показателя магнитной восприимчивости в исследуемых пробах почв

Превышение значения магнитной восприимчивости почв, отобранных в районах расположения промышленных предприятий г. Омска в 3 и 12 раз соответственно относительно фона находит свое отражение в геохимических особенностях почв территории.

В таблице 12 приведены содержания элементов группы железа (Co, Cr, Fe, Mn, Ti, V) и значения показателя магнитной восприимчивости в почвах районов расположения исследуемых промышленных предприятий.

Таблица 12

Содержания элементов группы железа и показателя магнитной восприимчивости в почвах исследуемых территорий

г. Омска, мг/кг (по ИСП - АЭС)

Предприятия	Магнитная восприимчивость	Co (мг/кг)	Cr (мг/кг)	Fe (%)	Mn (мг/кг)	Ti (%)	V (мг/кг)
ТЭЦ-3	132,5	14,9	136,1	1,56	521,8	2101,3	55,1
ТЭЦ-5	93,2	12,8	61,4	1,47	553,7	2323,7	56,2
ПО Полёт	128,8	12,5	148,8	1,36	579,5	1951,5	46,8
ОАО «ОМКБ»	397	13,3	168,1	1,04	617,3	1512,3	33,6
ОАО «Техуглерод»	218,1	19,8	80,1	2,16	662,7	2761,7	69,4

Так, в пробах почв, отобранных в районах расположения ОАО «Омское мотороконструкторское бюро» и ОАО «Омский завод технического углерода» установлено повышенное содержание Mn, Ti, Fe что возможно, и сказывается на данном показателе.

Таким образом, по результатам изучения вещественного состава и показателю магнитной восприимчивости почв, можно сделать вывод, что наиболее загрязненными участками на территории г. Омска, являются Советский и Октябрьский районы, так как в этих районах расположено большое количество предприятий, а наиболее благополучным районом считается Центральный.

5 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

5.1 Техничко-экономические показатели проектируемых работ

Объектом наблюдений и исследований являются городские почвы в районах влияния промышленных предприятий города Омска. Площадь территории составляет 572 км².

В г. Омске сосредоточено большое количество предприятий, поэтому необходимо постоянно отслеживать состояние компонентов природной среды, в том числе почв, так как они являются долговременной депонирующей средой, которая способна накапливать в себе различные загрязняющие вещества.

В ходе научно-исследовательской работы было отобрано 64 проб почв в районах расположения действующих в настоящее время промышленных предприятий г. Омска: ОАО «Техуглерод», ОАО «Омсктрансмаш», ФГУП ПО «Полёт», Омский нефтеперерабатывающий завод, ТЭЦ-2, ТЭЦ-3, ТЭЦ-4, ТЭЦ-5 и т.д. и 1 проба на фоновой территории (п. Любино, в 50 км к северо-западу от г. Омска).

Период проведения научно-исследовательской работы запланировано на 4 месяца. Полевые работы запланированы на два месяца – июль 2014 г. и сентябрь 2015 г., лабораторные исследования будут проводиться по мере поступления проб (в общем 2 месяца – в августе 2014 г. и июль 2016 г.). Окончательные и камеральные работы будут проводиться в апреле 2016 г.

Лабораторные исследования проводились своими силами на базе учебно-научной лаборатории электронно-оптической диагностики Международного инновационного образовательного центра (МИНОЦ) «Урановая геология» кафедры геоэкологии и геохимии.

5.2 Планирование управления научно-техническим проектом

Для определения денежных затрат, связанных с выполнением технического задания, необходимо определить прежде всего затрат времени и труда по проекту, спланировать их последовательное выполнение и определить продолжительность выполнения всего комплекса работ по проекту.

Для этого необходимо произвести следующие виды работ, которые выполняются последовательно: литогеохимические, лабораторные, камеральные (таблица 13). На основе технического плана рассчитываются затраты и время труда.

Таблица 13

Виды и объемы проектируемых работ (технический план)

№	Виды работ	Объем		Условия производства работ	Вид оборудования
		Ед. изм.	Кол-во		
1	Литогеохимическое опробование	проба	63	Отбор проб, категория проходимости - 1	-
2	Лабораторные работы	проба	63	Пробоподготовка материала	-
		проба	33	Микроскопическое изучение проб	Биноккулярный микроскоп Leica EZ4D
		проба	63	Изучение магнитной восприимчивости почв	Каррameter Model: KT-5
		проба	5	Определения морфологических особенностей частиц и элементного состава минералов	Электронный сканирующий микроскоп Hitachi S-3400N с ЭДС Bruker XFlash 4010
		проба	5	Изучение минералогического состава проб	Дифрактометр Bruker D2 PHASER
3	Камеральные работы			Обработка данных, анализ материала	-

1. Литогеохимическое опробование

Этот этап работ включает выбор участка для отбора проб почвы, привязка пунктов наблюдения к промышленной зоне города, отбор проб почв пробоотборной лопаткой, отобранные пробы пронумеровываем и регистрируем в журнале, затем маркировка пакетов для проб и упаковка проб. Заключительным этапом является – отражение и закрепление на маршрутной карте пунктов наблюдения.

Опробование проб почв проводилось в середине лета 2014 г. (июнь-июль) и в начале сентября 2015 г. согласно установленному плану в промышленной зоне г. Омска. Пробы отбирались из поверхностного слоя (0-10 см), предварительно очищенного от дернового горизонта пробоотборной лопаткой.

2. Лабораторные работы

Этот этап работ включает подготовку проб к дальнейшему изучению, который подразумевает следующие этапы: подсушивание почвы, удаление любых включений, почву растирают и просеивают через сито.

Изучение вещественного состава почв проводилось на базе учебно-научной лаборатории электронно-оптической диагностики Международного инновационного образовательного центра (МИНОЦ) «Урановая геология» кафедры геоэкологии и геохимии с использованием бинокулярного стереоскопического микроскопа марки Leica EZ4D со встроенной камерой. Вес просеянной пробы (фракция ≤ 1 мм) для исследования составлял 15 грамм. Всего изучено 33 пробы почв.

Измерение магнитной восприимчивости почв проводилось в лабораторных помещениях кафедры геоэкологии и геохимии с использованием Карраmeter Model: КТ-5. Всего изучено 63 пробы почв.

Для определения морфологических особенностей частиц и элементного состава минералов проводился анализ на электронном сканирующем микроскопе Hitachi S-3400N с ЭДС Bruker XFlash 4010. Для анализа было выбрано 5 проб почв.

Минералогический состав почв проводился при помощи порошкового дифрактометра Bruker D2 PHASER. Всего 5 проб почв было изучено на дифрактометре.

3. Камеральные работы

Камеральная обработка полученных материалов делится на два этапа. Первый предварительный этап проводится во время производства полевых работ, этот этап включает: сбор и систематизацию информации об изучаемой территории. Второй этап – после завершения и выполнения лабораторных исследований, этот этап включает: 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 ССН-93 выпуск 2 “Геолого-экологические работы”. Из этого справочника взяты следующие данные:

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

Расчет затрат времени выполняется по формуле:

$$N = Q \times H_{BP} \times K, \quad (3)$$

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

Q-объем работ, (м.(ф.н.));

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

K- коэффициент за ненормализованные условия;

Все работы были выполнены одним экологом и одним рабочими 2 категории под руководством руководителя-геоэколога.

Используя технический план, в котором указаны все виды работ, определялись затраты времени на выполнение каждого вида работ в сменах (таблица 14).

Расчет затрат времени и труда

№	Вид работ	Объем		Норма времени по ССН (НВР)	Коэф-ты (К)	Документ	Итог времени на объем (N)
		Ед. изм.	Кол-во (Q)				
1.1	Проведение эколого-геохимических работ литогеохимическим методом по почвам и поверхностным грунтам	проба	63	0,04	1	ССН, вып.2, табл.27, стр.1, ст.4	2,52
1.2	Проведение маршрутов при эколого – геохимических работах литогеохимическим методом по почвам и поверхностным грунтам	км	63	2,17 на 10 км	1	ССН, вып.2,табл.3 1, стр.41,ст.4	8,029
2.1	Измельчение материала пробы с помощью вибрационного истирателя или механической ступки	проба	63	0,09	-	ССН, вып.7, табл. 18, стр. 424	6,804
2.2	Измельчение материала пробы вручную в ступке (доводка после механического истирателя)	проба	63	0,23	1,2	ССН, вып.7, табл. 18, стр. 424	17,388
2.3	Интерпретация полученных данных растровой электронной микроскопии, анализ морфологических особенностей выявленных минеральных образований и определение их размеров	проба	5	4,0	-	ССН, вып. 7, табл.13, стр.78, ст. 4	20
2.4	Микроскоп стереоскопический	проба	33	0,1	-	ССН, вып. 7, табл. 4.4, стр. 85	3,3
3.1	Выполнение стандартного комплекса операций камеральной обработки материалов эколого – геохимических работ (без использования ЭВМ) (Масштаб 1:200000- 1:100000)	проба	63	13,6	1	ССН, вып. 2, табл. 59, стр. 3, ст. 3	0,86
3.2	Выполнение комплекса операций камеральной обработки материалов эколого-геохимических работ, (без использования ЭВМ) (Масштаб 1:200000- 1:100000)	проба	63	10,48	1	ССН, вып 2, табл. 60,ст. 7	0,66
3.3	Камеральная обработка материалов эколого-геохимических работ (с использованием ЭВМ) (Масштаб 1:200000- 1:100000)	проба	63	33,7	1	ССН, вып. 2, табл. 61, стр. 3, ст. 3	2,12
Итого:							61,681 смен

Календарный план-график проведения работ и расчет затрат времени на каждого работника представлен в таблице 15, 16.

Таблица 15

Календарный план-график проведения работ

Виды работ	Сутки	Месяцы			
		июль	август	сентябрь	апрель
Литогеохимический метод	45	+ X		+ X	
Работы по пробоподготовке	32		+ X		
Лабораторные работы	15		+	+	
Камеральная обработка	35				+

+ - Геоэколог

X - Рабочий 2 разряда

Таблица 16

Расчет затрат труда

№	Виды работ	Т	Геоэколог	Рабочий 2 разряда
			чел/смен	чел/смен
1	Проведение эколого- геохимических работ литогеохимическим методом по почвам и поверхностным грунтам	5,04	2,52	2,52
2	Проведение маршрутов при эколого – геохимических работах литогеохимическим методом по почвам и поверхностным грунтам	16,058	8,029	8,029
3	Измельчение материала пробы с помощью вибрационного истирателя или механической ступки	13,608	6,804	6,804
4	Измельчение материала пробы вручную в ступке (доводка после механического истирателя)	34,776	17,388	17,388
5	Интерпретация полученных данных растровой электронной микроскопии, анализ морфологических особенностей выявленных минеральных образований и определение их размеров	20	20	-
6	Микроскоп стереоскопический	3,3	3,3	-
7	Камеральная обработка материалов эколого- геохимических работ	3,64	3,64	-
Итого:		96,422	61,681	34,741

4 Бюджет научного исследования

Нормы расхода материалов для литогеохимических и камеральных работ также определялись согласно ССН, выпуск 2 таблица 49 (таблица 17), а

для лабораторных работ расчет затрат не требуется, так как лабораторные исследования проводятся своими силами.

Таблица 17

Нормы расхода материалов на проведение работ

Наименование и характеристика изделия	Единица	Цена, руб.	Норма расхода	Сумма, руб.
Литогеохимические работы				
Журнал регистрационный	шт.	46,00	1	46,00
Карандаш простой	шт.	3,00	2	6,00
Резинка ученическая	шт.	6,00	2	12,00
Пакеты полиэтиленовые фасовочны	шт.	0,20	66	13,20
Книжка этикетная	Пачка (300шт.)	22,00	1	22,00
Перчатки латексные нестерильные	шт.	10,00	12	120,00
Итого:				219,20
Лабораторные работы				
Фольга алюминиевая 10 м × 30см	шт.	35,00	0,05	1,75
Спирт этиловый технический марки А гидролизный	л	75,00	1,7	127,50
Вата стерильная хирургическая	кг	20,00	0,6	12,00
Пинцет медицинский	шт.	48,00	1	48,00
Итого:				189,25
Камеральные работы				
Бумага офисная	пачка (100 л)	165,00	1	165,00
Карандаш простой	шт.	3,00	2	6,00
Резинка ученическая	шт.	6,00	1	6,00
Линейка чертежная	шт.	25,00	1	25,00
Ручка шариковая (без стержня)	шт.	8,00	2	16,00
Стержень для ручки шариковой	шт.	12,00	2,8	33,60
Итого:				251,60
Итого за 4 месяца:				1006,40

В таблице 18 представлен расчет затрат на проезд к местам отбора проб почв по городу Омску, а также к месту отбора проб почв фоновой территории (п. Любино, Омская область).

Таблица 18

Расчет затрат на проезд

№	Транспортное средство	Количество поездок	Количество человек	Стоимость (руб.)	Итого
1	Автобус (по г. Омску)	18	1	18,00	324,00
2	Автобус (Омск-Любино)	1	1	200,00	200,00
3	Автобус (Любино - Омск)	1	1	200,00	200,00
Итого:					724,00

Общий расчет сметной стоимости работ (СМ 1)

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

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

Расходы на организацию полевых работ составляют 1,5 % от суммы расходов на полевые работы. Расходы на ликвидацию полевых работ – 0,8% суммы полевых работ. Расходы на транспортировку грузов и персонала – 5% полевых работ. Накладные расходы составляют 15% основных расходов. Сумма плановых накоплений составляет 20% суммы основных и накладных расходов. Резерв на непредвидимые работы и затраты колеблется от 3-6 %. Расчет стоимости на проектно-сметные работы выполняется на основании данных организации, составляющей проектно-сметную документацию. Оклад берется условно.

Расчет осуществляется в соответствии с формулами:

$$\mathbf{ЗП = Окл*Т*К,} \quad (4)$$

где ЗП – заработная плата (условно), Окл – оклад по тарифу (р), Т – отработано дней (дни, часы), К – коэффициент районный (для Омска 1,15).

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

где ДЗП – дополнительная заработная плата (%).

$$\mathbf{ФЗП = ЗП+ДЗП,} \quad (6)$$

где ФЗП – фонд заработной платы (р).

$$\mathbf{СВ = ФЗП*30\%,} \quad (7)$$

где СВ – страховые взносы.

$$\mathbf{ФОТ = ФЗП+СВ,} \quad (8)$$

где ФОТ – фонд оплаты труда (р).

$$\mathbf{R = ЗП*3\%,} \quad (9)$$

где R – резерв (%).

$$\text{СПР} = \text{ФОТ} + \text{М} + \text{А} + \text{R}, \quad (10)$$

где СПР – стоимость проектно-сметных работ.

Расчет затрат труда представлен в таблице 19.

Таблица 19

Расчет затрат труда

Наименование расходов		Един. измер.	Затраты труда	Дневная ставка, руб	Индекс удорожания	Сумма основных расходов
Основная заработная плата:						
Геозолог	1	чел-см	61,681	777,535	1,000	47959,14
Рабочий 2 разряда	1	чел-см	34,741	331,51	1,000	11516,99
И Т О Г О:	2		96,422			59476,13
Дополнительная зарплата	7,9%					4698,61
И Т О Г О:						64174,74
И Т О Г О: с р.к.	1,15					73800,95
Страховые взносы	30,0%					22140,29
Итого основных расходов:						95941,24

Во время изучения элементного и вещественного состава почв были задействованы один рабочий и один геозолог. Рабочий занимался непосредственно отбором проб почв, вся остальная работа в исследовании легла на геозолога.

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

Для лабораторных исследований, был приобретен стереоскопический микроскоп Leica EZ4D стоимостью 115900 руб. со сроком пользования 8 лет. Годовая норма амортизационных отчислений — 12,5%. Расчет амортизационных отчислений представлено в таблице 20.

Расчет амортизационных отчислений

Наименование объекта основных фондов	Количество	Балансовая стоимость, руб.	Годовая норма амортизации, %	Годовая сумма амортизационных исчислений, руб.
Стереоскопический микроскоп Leica EZ4D	1	115900	12,5	1207,29
Итого:				1207,29

На основании вышеперечисленных расчетов затрат определяется общая сумма затрат на проведение организационно-технического мероприятия (таблица 21).

Затраты на проведение организационно-технического мероприятия

Состав затрат	Сумма затрат, руб.
1. Материальные затраты	1006,40
2. Затраты на оплату труда со страховыми взносами	95941,24
3. Амортизационные отчисления	1207,29
Итого основные расходы:	98154,93

Общий расчет сметной стоимости всех работ отображен в таблице 22.

Общий расчет сметной стоимости работ (СМ 1)

№ п/п	Наименование работ и затрат	Объём		Полная сметная стоимость, руб.
		Ед. изм	Кол-во	
I Основные расходы на геоэкологические работы(ОР)				
1	Проектно-сметные работы	% от ПР	100	98154,93
2	Полевые работы (ПР)			98154,93
3	Организация полевых работ	% от ПР	1,5	1472,32
4	Ликвидация полевых работ	% от ПР	0,8	785,24
5	Камеральные работы	% от ПР	100	98154,93
6	Транспортные расходы		-	724,00
<i>Итого основные расходы</i>				297446,35
II Накладные расходы (НР)		% от ОР	15	44616,95
<i>Итого НР+ОР</i>				342063,30
III Плановые накопления		% от ОР+НР	20	68412,66
IV Подрядные работы				
	Лабораторные работы	руб.		0,00
V Резерв		% от ОР	3	8923,39
<i>Всего по объекту</i>				419399,35
<i>НДС</i>		%	18	75491,88
Итого с учетом НДС				494891,23

Таким образом, в данной главе был произведен расчет стоимости на проектно-сметные работы. Базой для всех расчетов служат: основные расходы, которые связаны с выполнением работ по проекту и подразделяются на А (собственно геоэкологические работы) и Б (сопутствующие работы). Стоимость проектно-сметных работ составляет 494891,23 рублей с учетом НДС.

6 ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ СОЦИАЛЬНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

6.1 Анализ вредных и опасных факторов, которые могут возникнуть в лаборатории при проведении исследований

При организации условий труда эколога, необходимо учитывать воздействие опасных и вредных производственных факторов, которые могут привести к травме, к ухудшению здоровью, к снижению работоспособности.

В период лабораторного этапа работ проводилась подготовка проб к дальнейшим исследованиям. Подготовка проб почвы к анализам – важная операция, проводится по ГОСТ 17.4.4.02-84 [18]. Она состоит из нескольких последовательных этапов: предварительное подсушивание почвы, удаление любых включений, почву растирают и просеивают через сито с диаметром отверстий 1мм. Изучение вещественного состава почв проводилось на базе учебно-научной лаборатории электронно-оптической диагностики Международного инновационного образовательного центра (МИНОЦ) «Урановая геология» кафедры геоэкологии и геохимии с использованием бинокулярного стереоскопического микроскопа марки Leica EZ4D. Измерение магнитной восприимчивости почв проводилось в лабораторных помещениях кафедры ГЭГХ с использованием Каррameter Model: КТ-5. В результате лабораторных работ были выявлены опасные и вредные факторы, которые представлены в таблице 23.

Опасные и вредные факторы при выполнении лабораторных работ

Этапы работ	Наименование вида работы	Факторы (ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ с измен. 1999 г.)		Нормативные документы
		Опасные	Вредные	
Лабораторный	Подготовку проб к анализам, изучение магнитной восприимчивости и вещественного состава почв	<p>Физические:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Электрический ток; - Пожароопасность и взрывоопасность 	<p>Физические:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Отклонение показателей микроклимата в помещении; - Повышение уровней шума; - Недостаточная освещенность рабочей зоны - Повышенная запыленность рабочей зоны; - Электромагнитное излучение <p>Психо-физиологические:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Монотонный режим работы 	ГОСТ 12.1.038-82 [14]; СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 [47]; СНиП 2.04.05-91 [53]; СанПиН 2.2.4.548-96 [50]; СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03[48]; ГОСТ 12.1.005–88 [11];

6.2 Обоснование мероприятий по защите исследователя от действия опасных и вредных факторов

Электрический ток.

На этапе лабораторных работ источником электрического тока является стереоскопический микроскоп, который подключен к электросети. При эксплуатации этого электрического оборудования человек может оказаться в сфере действия электрического поля или непосредственном соприкосновении с находящимися под напряжением проводками электрического тока. Электрический ток, проходя через тело человека, может оказывать биологическое, тепловое, механическое и химическое действия.

Напряжения прикосновения и токи, протекающие через тело человека при нормальном (неаварийном) режиме электроустановки, не должны превышать 50 мкА, а для постоянного тока – 100 мкА.

Основные нормативные акты, устанавливающие требования электробезопасности являются ГОСТ 12.1.019 -79 и ГОСТ 12.1.038-82.

К основным мерам коллективной защиты относятся:

1. Защитное заземление, зануление, отключение;
2. Использование малых напряжений;
3. Применение изоляции.

К индивидуальным средствам защиты относятся шунтирующие (электропроводящие) комплекты, включающие одежду, обувь, средства защиты головы и рук.

Пожароопасность и взрывоопасность.

Помещение лаборатории, в которой проводились исследования по пожароопасности относятся к категории Д – пониженная пожароопасность, где негорючие вещества и материалы в холодном состоянии [10].

На этапе лабораторных работ потенциальными источниками пожара являются: неисправные электроприборы и электросети, перегрузка электросетей, оставленные без присмотра включенные электрические оборудования.

Во время пожара человек подвергается смертельной опасности по причинам:

- 1) теплового воздействия на организм;
- 2) образования монооксида углерода и других токсичных газов;
- 3) недостатка кислорода;
- 4) химические ожоги.

В здании для лабораторных исследований используются технические средства противопожарной защиты, которые включают в себя:

1. Пожарные сигнализации и системы пожаротушения (порошковые огнетушители типа ОП-03), предназначенные для детекции и ликвидации очага возгорания;
2. Системы противодымной защиты, предназначенные для устранения задымления путей эвакуации;
3. План эвакуации людей при возникновении пожара.

При пожаре необходимо использовать средства индивидуальной защиты, такие как: противогазы, респираторы, ватно-марлевая повязка, пожарные комбинезоны, накидки из прорезиненной ткани.

Превышение уровня шума.

Источниками шума и вибрации на рабочем месте с ПЭВМ являются сами вычислительные машины, система вентиляции и другое оборудование.

У работников, постоянно находящихся в зоне действия шума, развивается неврастенические синдромы, сосудистые заболевания, появляется раздражительность, снижается производительность труда, появляется хроническая усталость, снижается жизненный тонус.

Для помещений, где работники осуществляют лабораторный, аналитический или измерительный контроль – уровень шума на рабочем месте не должен превышать 60 дБА [9].

Для снижения уровня шума в помещениях, в которых эксплуатируются ПЭВМ, как правило, применяют метод акустической обработки помещения, используя для его отделки звукопоглощающие материалы с максимальными коэффициентами звукопоглощения (α) в интервале частот 500 - 8000 Гц.

Для снижения уровня шума на потолках и стенах помещения размещают звукопоглощающую облицовку - перфорированные панели со звукопоглощающим наполнителем (минеральной ватой). Панели укрепляют непосредственно на поверхности ограждения или с отнесением от него на расстояние 20 см.

Средства индивидуальной защиты позволяют снизить уровень шума на 10-45 дБ, к ним относятся: противозумные наушники, закрывающие ушные раковины снаружи; противозумные вкладыши (однократного и многократного пользования), перекрывающие наружный слуховой проход или прилегающие к нему.

Недостаточная освещенность рабочего помещения.

Недостаточная освещенность может возникать при неправильном выборе осветительных приборов при искусственном освещении и при

неправильном направлении света на рабочее место при естественном освещении. Естественное освещение нормируется по «коэффициенту естественной освещенности» (КЕО) или естественного освещения.

Обеспечивается коэффициент естественного освещения (КЕО) не ниже 1,5%. При зрительной работе средней точности КЕО должен быть не ниже 1,0%. СНиП 23-05-95 рекомендует левое расположение рабочих мест ПВЭМ по отношению к окнам.

Недостаточное освещение рабочего места затрудняет выполнение работы, вызывает утомление, увеличивает риск производственного травматизма. Длительное пребывание в условиях недостаточного освещения способствует развитию близорукости.

Искусственное освещение в помещениях с ПЭВМ должно осуществляться системой общего равномерного освещения. Требования к освещенности в помещениях, где проводятся лабораторные исследования, следующие: при выполнении зрительных работ высокой и средней точности общая освещенность должна составлять 300-500 лк, а комбинированная — 750 лк [47].

К средствам нормализации освещения лабораторных помещений и рабочих мест относятся:

1. Источники света;
2. Осветительные приборы;
3. Световые проемы;
4. Светозащитные устройства;
5. Светофильтры.

Нарушение параметров микроклимата.

Микроклиматические параметры оказывают значительное влияние как на функциональную деятельность человека, его самочувствие и здоровье, так и надежность работы ПЭВМ. В помещениях с такой техникой на микроклимат больше всего влияют источники теплоты. Основные параметры

микроклимата, где установлены компьютеры и стереоскопические микроскопы, представлены в таблице 24.

Таблица 24

Параметры микроклимата для помещений, где проводятся лабораторные исследования

Период года	Параметр микроклимата	Величина
Холодный и переходный	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— 0,2м/с

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

К коллективным мерам защитам для поддержания параметров воздуха в лабораторных помещениях, относятся: использование обогревателей и кондиционеров.

Повышенная запыленность рабочей зоны.

В процессе подготовки проб почв к анализам, происходит запыление рабочей зоны. Пыль оказывает вредное действие на дыхательные пути, кожный покров, органы зрения, на пищеварительный тракт.

Для воздуха рабочей зоны производственных помещений установлены предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ [11]. Определение концентрации загрязнителей в воздухе рабочей зоны возможно путем замеров или расчетными методами [34].

К коллективным мерам защитам от повышенной запыленности на рабочем месте, используется вытяжная вентиляция. Если вытяжной вентиляции нет, то защита от пыли осуществляется средствами индивидуальной защиты. Так для защиты органов дыхания применяются специальные противопылевые респираторы; органов зрения – очки; кожи – противопылевая спецодежда.

Электромагнитное излучение.

Источникам электромагнитных излучений в широком диапазоне частот на рабочем месте являются персональные электронно-вычислительные машины (ПЭВМ). При работе, компьютер образует вокруг себя электромагнитное поле, которое деионизирует окружающую среду, а при нагревании платы и корпус монитора испускают в воздух вредные вещества.

Электромагнитные поля оказывают на организм человека тепловое и биологическое воздействие. Длительное действие электромагнитных полей может вызывать головную боль в височной и затылочной области, ощущение вялости, расстройство сна, ухудшение памяти, депрессию, апатию, раздражительность, боли в области сердца.

По СанПиН 2.2.2.542–96 напряженность электрического поля при диапазоне частот 2–400 кГц не должно превышать 2,5 В/м, а магнитная индукция не должна превышать 25 нТл [48].

Во время работы на ПЭВМ из-за наличия высокого электростатического поля не рекомендуется дотрагиваться до экрана его руками. В целях снижения напряженности электростатического поля удалить пыль с экрана и поверхности монитора сухой хлопчатобумажной тканью.

В последнее время в России как средство индивидуальной защиты от негативного воздействия электромагнитных излучений от компьютеров появились стеклотекстолитовое печатное плато GM-1 Б.

Монотонный режим работы.

На этапе лабораторных работ источником монотонного режима работы является стереоскопический микроскоп и персональные электронно-вычислительные машины (ПЭВМ). Монотонный режим работы довольно быстро приводит к повреждению нервной системы и так называемому синдрому «усталого сотрудника».

Согласно СанПиН 2.2.2.542-96, трудовая деятельность человека, связанная с работой с компьютером в зависимости от своего характера и содержания традиционно делится на три группы [48].

Этап лабораторных работ относится к группе В – связана с творческой работой в режиме диалога с компьютером. Люди, выполняющие работы группы В, подвержены больше психоэмоциональным, чем физическим нагрузкам, поскольку результат их трудовой деятельности состоит в готовом интеллектуальном продукте, включающем в себя работы групп А и Б, а также собственный творческий вклад по обобщению имеющейся или созданию новой информации [48].

Чтобы избежать осложнений здоровья психосоматической или гипокинезической этиологии (происхождения) существуют гигиенические требования к организации режима труда и отдыха. Продолжительность непрерывной работы с компьютером без регламентированного перерыва не должна превышать 2 часов. При этом продолжительность такого «регламентированного» или технического перерыва для работников, выполняющих работу группы В – 15-20 минут.

Эффективность регламентируемых перерывов повышается при их сочетании с производственной гимнастикой. Производственная гимнастика должна включать комплекс упражнений, направленных на восполнение дефицита двигательной активности, снятие напряжения мышц шеи, спины, снижение утомления зрения. Она проводится в течение 5 - 7 мин. 1 - 2 раза в смену.

6.3 Экологическая безопасность

6.3.1 Анализ влияния объекта исследования на окружающую среду

Объект исследования не влияет на компоненты окружающей среды (атмосферу, гидросферу, литосферу, биосферу).

6.3.2 Анализ влияния процесса исследования на окружающую среду

Влияния процесса исследования на компоненты окружающей среды (атмосферу, гидросферу, литосферу, биосферу) не происходит.

6.3.3 Обоснование мероприятий по защите окружающей среды

Мероприятия по защите окружающей среды не проводятся, так как объект и процесс исследований не влияют на компоненты окружающей среды (атмосферу, гидросферу, литосферу, биосферу).

6.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

6.4.1 Анализ вероятных ЧС, которые может инициировать объект исследований

Объект исследования не может инициировать ЧС, так как объектом исследования является почва.

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

Для изучения вещественного состава почв используется бинокулярный стереоскопический микроскоп марки Leica EZ4D со встроенной камерой, который работает от электричества. В ходе эксплуатации данного оборудования необходимо соблюдать правила электробезопасности и пожаробезопасности:

1. Нужно пользоваться исправным прибором;
2. Нельзя продолжать пользоваться оборудованием, если при включении и в сеть появляется искрение;
3. Нельзя допустить попадания любой жидкости на включенный электроприбор;
4. Нельзя тушить пожар, возникший вследствие неисправности электрики водой. В этом случае можно получить электроудар через струю.

В случае возгорания электроприбора, необходимо включить пожарную тревогу и вызвать пожарную службу по телефону 01.

6.4.3 Обоснование мероприятий по предотвращению ЧС и разработка порядка действия в случае возникновения ЧС

В случае поражения электрическим током, необходимо вызвать по телефону скорую помощь – 03, либо отвезти пострадавшего в больницу.

До того, как приедет скорая помощь, необходимо:

1. Освободить пострадавшего от действия электрического тока;
2. Проверить сознание пострадавшего, проверить его дыхание, путем поднесения зеркала к его носу, пощупать пульс;
3. Уложить пострадавшего на спину, на ровную поверхность;
4. Наложить сухую чистую марлевую повязку на ожог пострадавшего.

6.5 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

6.5.1 Специальные (характерные для рабочей зоны исследователя) правовые нормы трудового законодательства

Согласно правовым нормам трудового законодательства, специальных правовых норм для рабочей зоны исследователя не предусмотрено.

6.5.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны исследователя

У лаборанта должно быть свое рабочее место, с площадью рабочей поверхности не менее 60 x 120 см. Участок стола, предназначенный для непосредственной работы на стереоскопическом микроскопе, следует сделать из влагоустойчивого материала.

Достаточная освещенность рабочего места является одним из важнейших условий, необходимо максимально использовать дневной свет. Лучше ставить стол около окна. Однако даже при достаточном свете рабочее место должно быть оснащено специальным осветителем к микроскопу или настольной лампой (с наклоняющейся верхней частью) для обеспечения освещенности.

Оптика и механизмы микроскопа должны быть защищены от: пыли и грязи; грибков. Держать микроскоп необходимо под защитным чехлом, в условиях низкой влажности.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, по результатам проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

- В результате исследований вещественного состава проб почв, отобранных в промышленных зонах г. Омска и условно фоновой территории (п. Любино), позволило выявить частицы природного и техногенного происхождения. Практически во всех пробах почв г. Омска преобладает природная составляющая, в среднем 62,3 % для г. Омска. Максимальный процент природной составляющей приходится на частицы кварца, сцементированные частицы, карбонатные частицы, биогенные частицы, а максимальный процент техногенной составляющей приходится на частицы сажи, угля, отходы металлообработки и микросферулы;

- В пробах почв, отобранных около различных промышленных предприятий г. Омска, максимальное количество техногенных составляющих по отношению к природным, выявлено в районах ТЭЦ-5 – 58 %, ОАО «Омский завод технического углерода» – 57 %, ОАО «Омское мотороконструкторское бюро» – 54,5 %, а минимальное – в почвах около ТЭЦ-3 – 35 %;

- Сравнивая соотношение природных и техногенных частиц в почвах фонового района и в районах промышленных предприятий г. Омска, отмечается, что в районе расположения предприятий техногенные составляющие в 5 - 14 раз больше фоновых значений. Это указывает на высокий уровень техногенной нагрузки на окружающую среду на территории города, обусловленный работой промышленных предприятий теплоэнергетического комплекса, машиностроительной, авиационной техники;

- При измерении магнитной восприимчивости проб почв, отобранных в районах расположения различных промышленных

предприятий города, средняя величина изменялась от 26,7 до $704,3 \cdot 10^{-5}$ ед. СИ, при фоновом значении $32,3 \cdot 10^{-5}$ ед. СИ.

- Максимальное значение параметра отмечено в почвах, отобранных в Советском округе (ООО «Завод ПолиЭтиленовой трубы») – $704,3 \cdot 10^{-5}$ ед. СИ, а минимальное – в почвах около Омский каучук – $26,7 \cdot 10^{-5}$ ед. СИ. Превышение над фоном варьирует от 1 до 21 раз.

- Магнитная восприимчивость изученных проб почв территории г. Омска отражает степень их опасности. Коэффициент магнитности в пробах почв, отобранных около «Завод ПЭТ Сибири», ОАО «Омский электродный завод», «Спецмашсервис», «Омское мотороконструкторское бюро», «Шинный завод», «Трансмаш», «Высокие технологии», «СибТепло», «Сибстройметалл», Омский аэропорт и «Омский трубный завод» отражает чрезвычайно опасную степень.

- Так, в пробах почв, отобранных в районах расположения ОАО «Омское мотороконструкторское бюро» и ОАО «Омский завод технического углерода» установлено повышенное содержание Mn, Ti, Fe что возможно, и сказывается на данном показателе.

- Таким образом, по результатам изучения вещественного состава и показателю магнитной восприимчивости почв, можно сделать вывод, что наиболее загрязненными участками на территории г. Омска, являются Советский и Октябрьский районы, так как в этих районах расположено большое количество предприятий, а наиболее благополучным районом считается Центральный.

СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ СТУДЕНТА

1 Кузьмина Е.Г. Оценка техногенного загрязнения почв территории г. Омска по результатам изучения их вещественного состава и каппаметрии/К.А. Губина, Е.Г. Кузьмина; науч. рук. Л.В. Жорняк // Проблемы геологии и освоения недр: труды XIX Международного симпозиума имени академика М.А. Усова студентов и молодых ученых, ТПУ, Томск, 6-10 апреля 2015 г.;

2 Кузьмина Е. Г. Особенности геохимического состава почв на территории Октябрьского промышленного узла (г. Омск) / Е. Г. Кузьмина; науч. рук. Л. В. Жорняк // Творчество юных - шаг в успешное будущее: материалы VIII Всероссийской студенческой научной студенческой конференции с элементами научной школы имени профессора М.К. Коровина, г. Томск, 23-27 ноября 2015 г. — Томск: Изд-во ТПУ, 2015. —С. 251-253.;

3 Кузьмина Е.Г. Оценка техногенного загрязнения почв территории г. Омска по результатам изучения их вещественного состава и каппаметрии / Е. Г. Кузьмина; науч. рук. Л. В. Жорняк // Проблемы геологии и освоения недр: труды XX Международного симпозиума имени академика М. А. Усова студентов и молодых ученых, посвященного 120-летию со дня основания Томского политехнического университета, Томск, 4-8 апреля 2016 г.: в 2 т. – Томск: Изд-во ТПУ, 2016. — Т. 2. – С. 167-169.;

4 Кузьмина Е.Г. Оценка техногенного загрязнения почв территории г. Омска по результатам изучения их вещественного состава и каппаметрии / Е. Г. Кузьмина, Л.В. Жорняк, Е.Г. Языков; науч. рук. Л. В. Жорняк // Геохимия ландшафтов (к 100-летию А.И. Перельмана): доклады Всероссийской научной конференции. Москва, 18-20 октября 2016 г., М.: Географический факультет МГУ, 2016. – С.296-300.;

5 Кузьмина Е.Г. Результаты изучения вещественного состава почв территории г. Омска/ Е. Г. Кузьмина; науч. рук. Л. В. Жорняк // Проблемы

геологии и освоения недр: труды XXI Международного симпозиума имени академика М. А. Усова студентов и молодых ученых, посвященного 130-летию со дня рождения профессора М.И. Кучина, ТПУ, Томск, 3-7 апреля 2017 г.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Архангельский В.В. Уран, торий и редкоземельные элементы как индикаторы антропогенного воздействия на почвы юга Томской области / В.В. Архангельский, Л.П. Рихванов // Горно-геологическое образование в Сибири. 100 лет на службе науки и производства. Гидрогеология и инженерная геология. Геоэкология и мониторинг геологической среды: Мат. Межд. науч.-техн. конф. / Томский политех. ун-т. – Томск, 2001. – С. 124–127;
- 2 Балтренас П. Исследование загрязненности тяжелыми металлами почвы вдоль магистрали Виа-Балтика / П. Балтренас, А. Янкайте // Экология и промышленность России. – 2003. - № 8. – С. 41-45.;
- 3 Вернадский В.И. Несколько слов о ноосфере // Успехи современной биологии. – 1944. – Т. 18. – Вып. 2. – 191 с.;
- 4 Виноградов А.П. Геохимия редких и рассеянных элементов в почвах. – М.: Изд-во АН СССР, 1957. – 230 с.;
- 5 Воробьев С.А. Влияние выхлопов автомобильного транспорта на содержание тяжелых металлов в городских экосистемах // Безопасность жизнедеятельности. – 2003. - № 10. – С. 36-38; Г. Хефлинг. Тревога 2000. – М.: Мысль, 1990. – 270 с.;
- 6 Глазовская М.А. Геохимия природных и техногенных ландшафтов СССР: учебное пособие. – М.: Высш. шк., 1988. – 328 с.;
- 7 ГОСТ 12.0.003–74.(с изм. 1999 г.) ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация. ГОСТ 12.1.004–91 ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования (01. 07. 92);
- 8 ГОСТ 12.1.002-84 ССБТ. Электрические поля промышленной частоты. Допустимые уровни напряженности и требования к проведению контроля на рабочих местах (01.01.1986);

- 9 ГОСТ 12.1.003-83 Система стандартов безопасности шума. Шум. Общие требования безопасности. – Введ.1984 01.07. - М.- Гос. Стандарт СССР: Изд-во стандартов, 1983 г. - 13с.;
- 10 ГОСТ 12.1.004-89. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов (01.01.1991);
- 11 ГОСТ 12.1.005–88 (с изм. №1 от 2000 г.). ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны (01. 01.89);
- 12 ГОСТ 12.1.005–88 (с изм. №1 от 2000 г.). ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны (01. 01.89);
- 13 ГОСТ 12.1.012-2004 ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования, утв. Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии (12.12.2007);
- 14 ГОСТ 12.1.038-82. Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов (01.07.1983);
- 15 ГОСТ 17.4.1.02–83. Охрана природы. Классификация химических веществ для контроля загрязнения. М., 1983. 12 с.;
- 16 ГОСТ 17.4.3.01-83. Охрана природы. Почвы. Общие требования к отбору проб (01.07.1984);
- 17 ГОСТ 17.4.3.01-83. Охрана природы. Почвы. Общие требования к отбору проб (01.07.1984);
- 18 ГОСТ 17.4.4.02-84. Охрана природы. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа (01.01.1986);
- 19 ГОСТ 17.4.4.02-84. Охрана природы. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа (01.01.1986);
- 20 Государственный доклад о состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2007 году. М.: Минприроды РФ, 2008. 503 с.;

- 21 Дабахов М.В. Экологическая оценка почв урбанизированных территорий / Дабахова Е.В., Титова В.И.// Монография – Нижний Новгород, 2014 – 229 с.;
- 22 Добровольский В.В. География микроэлементов. Глобальное рассеяние. М.: Мысль, 1983. 271 с.;
- 23 Добровольский В.В. Основы биогеохимии: Учебник / В.В. Добровольский. – М.: Издательский центр «Академия», 2003. – 400 с.;
- 24 Доклад об экологической ситуации в Омской области в 2015 году [Электронный ресурс]: Режим доступа: <http://mpr.omskportal.ru/ru/RegionalPublicAuthorities/executivelist/MPR/otraslevaya-informaciya/Upravleniya/Еcobeзопасnost/doklad-ob-eko-sityacii.html> (дата обращения: 12.04.2017);
- 25 Елпатьевский, П.В. Эколого-геохимические принципы установления ПДК ТМ в почве Текст. /П. В. Елпатьевский // Химия в сельском хозяйстве. -1982.;
- 26 Жорняк Л.В. Эколого-геохимическая оценка территории г. Томска по данным изучения почв// Диссертация на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук. Издательство: ТПУ – Томск, 2009;
- 27 Заиканов В.Г. Геоэкологические исследования и оценка урбанизированных территорий / В. Г. Заиканов, Т. Б. Минакова, Н. С. Просунцова [и др.] // Геоэкология. Инженерная геология. Гидрогеология. Геокриология. – 2000. - № 5. – С. 410-421;
- 28 Ильин В.Б. О нормировании тяжелых металлов в почве. 7 Почвоведение.- 1986.- №9. - 90 – 97;
- 29 Ильченко Н.В. Развитие техногенного загрязнения г. Томска тяжелыми металлами по данным изучения приземного слоя атмосферы и депонирующих сред / Автореф. дисс... канд. геол.-мин. наук. – Томск, ТГУ, 2000. – 29 с.;

- 30 Карты (схемы) территориального планирования [Электронный ресурс]: Режим доступа: <http://www.admomsk.ru/web/guest/city/urban-planning/masterplan/maps> (дата обращения: 12.04.2017);
- 31 Ковальский В.В. Геохимическая среда и жизнь. – М.: Наука, 1982. – 154 с.;
- 32 Крятов И.А., Тонкопий Н. И., Пиртахия Н. В. // Гигиеническое нормирование в целях охраны почв: Методы оценки соответствия. - 2009. - № 11. - С. 18-19;
- 33 Мельников А.Л. Экология почв территории города Омска. монография / А. Л. Мельников, Я. Р. Рейнгард ; М-во сельского хоз-ва Российской Федерации, Федеральное гос. образовательное учреждение высш. проф. образования «Омский гос. аграрный ун-т». Омск, 2006;
- 34 Методические указания по разработке раздела «Социальная ответственность» выпускной квалификационной работы бакалавров и магистров Института природных ресурсов /Сост. Н.В. Крепша. – Томск: Изд-во ТПУ, 2014. – 53 с.;
- 35 Мониторинг радиационной обстановки в Омской области [Электронный ресурс]: Режим доступа: <http://www.ethnowork.ru/rins-660-1.html> (дата обращения: 12.04.2017);
- 36 Мотузова Г.В. Экологический мониторинг почв / Г.В. Мотузова, О.С. Безуглова. – М.: Академический Проект; Гаудеамус, 2007. – 237 с.;
- 37 Научно-аналитический центр Томского политехнического университета [Электронный ресурс]: Режим доступа: http://portal.tpu.ru/departments/centre/tsunio/prib_basa/buklet.pdf (дата обращения: 12.04.2017);
- 38 Нормативные документы. ГН 2.2.5.1313-03 Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны;
- 39 Официальный портал Администрации города Омска [Электронный ресурс]: Общая информация. Режим доступа: <http://www.admomsk.ru/web/guest/city> (дата обращения: 12.04.2017);

40 Павлов П.Д., Решетников М.В., Еремин В.Н. Состояние почвенного покрова в зоне влияния полигона твёрдых бытовых отходов (на примере Александровского полигона города Саратова) // Агр. науч. журн. 2014. Вып. 11. С. 34–38.;

41 Панин М.С. Техногенное загрязнение почв Казахстана тяжелыми металлами // Тяжелые металлы, радионуклиды и элементы-биофилы в окружающей среде: Доклады II Международной научно-практической конференции, Семипалатинский гос. ун-т. – Семипалатинск, 2002. – С. 60-72.;

42 Пат. 2229738 Россия, МПК⁷ G 01 V 9/00. Способ определения загрязненности почвенного покрова техногенными компонентами / Язиков Е.Г., Шатилов А.Ю., Багазий Т.В.; заявитель и патентообладатель. Томский политехн. ун-т. – № 2002127854; заявл. 17.10.2002; опубл. 27.05.2004.;

43 Перельман А.И. Геохимия. – М.: Высшая школа, 1979. – 423 с.;

44 Почва, город, экология / Под ред. Г.В. Добровольского. – М.: Фонд «За экологическую грамотность», 1997. – 320 с.;

45 Решетников М.В. Результаты геоэкологических исследований почвенного покрова поселка Октябрьский (Дергачевский район Саратовской области) / М.В. Решетников, А.К. Утиулиев, И.С. Пальцев // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия Науки о Земле. Том 13. Выпуск 2. 2013. С. 89-94;

46 Рихванов Л.П. Общие и региональные проблемы радиоэкологии. Томск: Изд-во ТПУ, 1997. – 384 с.;

47 СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий. – М.: Госкомсанэпиднадзор, 2003 (утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 6.04.03 г.);

48 СанПиН 2.2.2.542-96 «Гигиенические требования к видеодисплейным терминалам, персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы»;

49 СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы». – М.: Госкомсанэпиднадзор, 2003 (утв. Главным государственным санитарным врачом РВ 13.06. 2003 г.);

50 СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений, утв. Постановлением ГКСЭН России 01. 10. 1996 г;

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

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

53 СНиП 23-05-95 «Естественное и искусственное освещение»;

54 Состояние окружающей среды. Программа ООН по окружающей среде. М.: Изд-во ВИНТИ, 1980. 162 с.;

55 Строганова М.Н. Городские почвы: опыт изучения и систематики (на примере почв Юго-западной части г. Москвы) / М.Н. Строганова, М.Г. Агаркова // Почвоведение. – 1992. – № 7. – С. 16 – 24.;

56 Сысо А.И. Закономерности распределения химических элементов в почвообразующих породах и почвах Западной Сибири / Автореф. ... докт. биол. наук. – Новосибирск, 2004. – 32 с.;

57 Сысо А.И. Общие закономерности распределения микроэлементов в покровных отложениях и почвах Западной Сибири // Сибирский экологический журнал. – 2004. - № 3. – С. 273-287.;

58 Трошина Е.Н. Загрязнения атмосферного воздуха и почв г. Омска тяжелыми металлами (автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук). – Омск: Изд-во: Омский государственный педагогический университет, 2009 г., 22 с.;

59 Язиков Е.Г. Оценка эколого-геохимического состояния территории г. Томска по данным изучения пылеаэрозолей и почв:

монография / Е.Г. Язиков, А.В. Таловская, Л.В. Жорняк. – Томск: Изд. ТПУ, 2010. – 264 с.;

60 Язиков Е.Г. Экогеохимия урбанизированных территорий юга Западной Сибири // Дисс. ... доктора геол.-мин. наук. – Томск, 2006. – 423 с.

61 Ajmone-Marsan, F., Biasioli, M., Trace elements in soil of urban areas, 2010, Water Air Soil Pollution, 213, 121-143.;

62 Ariadne Argyraki, Efstratios Kelepertzis. - Urban soil geochemistry in Athens, Greece: The importance of local geology in controlling the distribution of potentially harmful trace elements, 2013.;

63 Bhattacharjee, A., Mandal, H., Roy, M., Kusz, J., Hofmeister, W., 2011. Microstructural and magnetic characterization of fly ash from Kolaghat Thermal Power Plant in West Bengal, India. J. Magn. Mater. 323, 3007–3012.;

64 Blundell, A., Hannam, J.A., Dearing, J.A., Boyle, J.F., 2009. Detecting atmospheric pollution in surface soils using magnetic measurements: a reappraisal using an England and Wales database. Environ. Pollut. 57, 2878–2890.;

65 Bučko, M.S., Magiera, T., Johanson, B., Petrovský, E., Pesonen, L.J., 2011. Identification of magnetic particulates in road dust accumulated on roadside snow using magnetic, geochemical and micro-morphological analyses. Environ. Pollut. 159, 1266–1276.;

66 Burghardt W. Soils in urban and industrial environments // Zeitschrift für Pflanzenernährung und Bodenkunde. – 1994. B 157. – S. 205–214;

67 Catinon, M., Ayrault, S., Boudouma, O., Bordier, L., Agnello, G., Reynaud, S., Tissut, M., 2014.;

68 Gautam, P., Blaha, U., Appel, E., Neupane, G., 2004. Environmental magnetic approach towards the quantification of pollution in Kathmandu urban area, Nepal. Phys. Chem. Earth 29, 973–984.;

69 Heller, F., Strzyszczyk, Z., Magiera, T., 1998. Magnetic record of industrial pollution in forest soils of Upper Silesia, Poland. J. Geophys. Res. 103, 17767–17774.;

- 70 Helmut Meuser - Contaminated urban soils, 2010.;
- 71 Hoffmann, V., Knab, M., Appel, E., 1999. Magnetic susceptibility mapping of roadside pollution. *J. Geochem. Explor.* 66, 313–326.;
- 72 Hower, J.C., Rathbone, R.F., Robertson, J.D., Peterson, G., Trimble, A.S., 1999. Petrology, mineralogy, and chemistry of magnetically-separated sized fly ash. *Fuel* 78, 197–203.;
- 73 J. Kelly, I. Thornton, P.R. Simpson. *Urban Geochemistry: A study of the influence of antropogenic activity on the heavy metal content of soils in traditionally industrial and nonindustrial areas of Britain // Applied Geochemistry.* – 1996. – V. 11. – P. 363-370.;
- 74 Jones, S., Richardson, N., Bennett, M., Hoon, S.R., 2015. The application of magnetic measurements for the characterization of atmospheric particulate pollution with in the airport environment. *Sci. Total Environ.* 502, 385–390.;
- 75 Jordanova, D., Hoffmann, V., Fehr, K.T., 2004. Mineral magnetic characterization of anthropogenic magnetic phases in the Danube river sediments (Bulgarian part). *Earth Planet. Sci. Lett.* 221, 71–89.;
- 76 Jordanova, D., Jordanova, N., Hoffmann, V., 2006. Magnetic mineralogy and grain-size dependence of hysteresis parameters of single spherules from industrial waste products. *Phys. Earth Planet. Inter.* 154, 255–265.;
- 77 Kapicka, A., Petrovský, E., Ustjak, S., Machackova, K., 1999. Proxy mapping of fly-ash pollution of soils around a coal-burning powerplant: a case study in the Czech Republic. *J. Geochem. Explor.* 66, 291–297.;
- 78 Kim, W., Doh, S.J., Yu, Y., 2009. Anthropogenic contribution of magnetic particulates in urban roadside dust. *Atmos. Environ.* 43, 3137–3144.;
- 79 LeGalley, E., Krekeler, M.P.S., 2013. A mineralogical and geochemical investigation of street sediment near a coal-fired power plant in Hamilton, Ohio: an example of complex pollution and cause for community health concerns. *Environ. Pollut.* 176, 26–35.;

80 Lu, S.G., Bai, S.Q., Xue, Q.F., 2007. Magnetic properties as indicators of heavy metals pollution in urban topsoils: a case study from the city of Luoyang, China. *Geophys. J. Int.* 171, 568–580.;

81 Lu, S.G., Chen, Y.Y., Shan, H.D., Bai, S.Q., 2009. Mineralogy and heavy metal leachability of magnetic fractions separated from some Chinese coal fly ashes. *J. Hazard. Mater.* 169, 246–255.;

82 Magiera, T., Gołuchowska, B., Jabłońska, M., 2013. Technogenic magnetic particles in alkaline dusts from power and cement plants. *Water Air Soil Pollut.* 224, 1389–1406.;

83 Magiera, T., Jablonska, M., Strzyszczyk, Z., Rachwał, M., 2011. Morphological and mineralogical forms of technogenic magnetic particles in industrial dusts. *Atmos. Environ.* 45, 4281–4290.;

84 Manta, D.S. Heavy metals in urban soils: a case study from the city of Palermo (Sicily), Italy / Daniela Salvagio Manta, Massimo Angelone, Adriana Bellanca, Rodolfo Neri, Mario Sprovieri // *Science of The Total Environment*. – V. 300. – Is. 1–3. – 2 December 2002. – P. 229 – 243.;

85 Matzka, J., Maher, B.A., 1999. Magnetic biomonitoring of roadside tree leaves: identification of spatial and temporal variations in vehicle-derived particulates. *Atmos. Environ.* 33, 4565–4569.;

86 Manceau, A. Direct determination of lead speciation in contaminated soils by EXAFS spectroscopy / A. Manceau, M.C. Boisset, G. Sarret, J.L. Hazemann, M. Mench, P. Cambier, R. Prost // *Environ. Sci. Technol.* – 1996. – V. 30. – P. 1540 – 1552.;

87 Rachwał, M., Magiera, T., Wawer, M., 2015. Coke industry and steel metallurgy as the source of soil contamination by technogenic magnetic particles, heavy metals and polycyclic aromatic hydrocarbons. *Chemosphere* <http://dx.doi.org/10.1016/j.chemosphere.2014.11.077>.;

88 Rev. John Mrs. Sadie Rue Murray, 1876. *The Scientific Revolution on the 16th Century and 17th Century*. Available at: <http://www.localhistories.org/science> (accessed 19 April 2017);

89 Schmidt, A. Heavy metal resistance to the extreme: Streptomyces strains from a former uranium mining area / A. Schmidt, G. Haferburg, A. Schmidt, D. Merten, F. Gherghel, G. Buchel, E. Kothe // *Chemie Erde*. – 2009. – V. 69 S2. – P. 35 – 44.;

90 Sokol, E.V., Kalugin, V.M., Nigmatulina, E.N., Volkova, N.I., Frenkel, A.E., Maksimova, N.V., 2002. Ferrospheres from fly ashes of Chelyabinsk coals: chemical composition, morphology and formation conditions. *Fuel* 81, 867–876.;

91 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.;

92 Wang, X.S., 2014. Mineralogical and chemical composition of magnetic fly ash fraction. *Environ. Earth Sci.* 71, 1673–1681.;

93 Watch" data: a useful index to assess coastal pollution. *Sci. Total Environ.* 187, 19–56.;

94 Wei, B. A review of heavy metal contaminations in urban soils, urban road dusts and agricultural soils from China / Binggan Wei, Linsheng Yang // *Microchemical Journal*. – V. 94. – Is. 2. – March 2010. – P. 99 – 107.;

95 Wong, C.S.C., Li, X and Thornton, I. (2006). Urban environmental geochemistry of trace metals. *Environ. Pollut.*, 142 (1): 1-16.;

96 Xia, D.S., Wang, B., Yu, Y., Jia, J., Nie, Y., Wang, X., Xu, S.J., 2014. Combination of magnetic parameters and heavy metals to discriminate soil-contamination sources in Yinchuan—a typical oasis city of northwestern China. *Sci. Total Environ.* 485–496, 83–92.;

97 Yang, J.P., Zhao, Y.C., Zyryanov, V., Zhang, J.Y. , Zheng, C.G., 2014. Physical–chemical characteristics and elements enrichment of magnetospheres from coal fly ashes. *Fuel* 135, 15–26.;

98 Yang, T., Liu, Q., Li, H., Zeng, Q., Chan, L., 2010. Anthropogenic magnetic particles and heavy metals in the road dust: magnetic identification and its implications. *Atmos. Environ.* 44, 1175–1185.;

- 99 Yazikov E.G., Talovskaya A.V., Nadeina L.V. Geocological environmental monitoring: coursebook. – Tomsk: TPU Publishing nHouse, 2013. – 131 p.;
- 100 Zawadzki, J., Fabijańczyk, P., Magiera, T., Rachwał, M., 2015b. Geostatistical microscale study of magnetic susceptibility in soil profile and magnetic indicators of potential soil pollution. *Water Air Soil Pollut.* 226, 142.;
- 101 Zawadzki, J., Fabijańczyk, P., Magiera, T., Rachwał, M., 2015a. Micro-scale spatial correlation of magnetic susceptibility in soil profile in forest located in an industrial area. *Geoderma* 249, 61–68.;
- 102 Zawadzki, J., Magiera, T., Fabijańczyk, P., 2009. Geostatistical evaluation of magnetic indicators of forest soil contamination with heavy metals. *Stud. Geophys. Geod.* 53, 133–149.;
- 103 Zhang, C.X., Qiao, Q.Q., Piper, J.D.A., Huang, B.C., 2011. Assessment of heavy metal pollution from a Fe-smelting plant in urban river sediments using environmental magnetic and geochemical methods. *Environ. Pollut.* 159, 3057–3070.;
- 104 Zhao, Y., Zhang, J., Sun, J., Bai, X., Zheng, C., 2006. Mineralogy, chemical composition, and microstructure of ferrospheres in fly ashes from coal combustion. *Energy Fuel* 20, 1490–1497.;
- 105 Zhu, Z., Han, Z., Bi, X., Yang, W., 2012. The relationship between magnetic parameters and heavy metal contents of indoor dust in e-waste recycling impacted area, Southeast China. *Sci. Total Environ.* 433, 302–308.;
- 106 Zhu, Z., Li, Z., Bi, X., Han, Z., Yu, G., 2013. Response of magnetic properties to heavy metal pollution in dust from three industrial cities in China. *J. Hazard. Mater.* 246–247, 189–198.;

Приложение А

Soil Contamination in the territory Omska

Студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ГМ51	Кузьмина Екатерина Геннадьевна		07.03.2017

Консультант – лингвист кафедры ИЯПР:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Матвеевко И.А.	д.ф.н. доцент		07.03.2017

Urban soils are soils in urban and suburban areas consisting of anthropogenic deposits with natural (mineral, organic) and technogenic materials, formed and modified by cutting, filling, mixing, intrusion of liquids and gases, sealing and contamination [66]. According to the definition urban soils are related to specific areas, namely urban and suburban areas. In this sense, industrial, traffic and mining areas may also belong to the areas of concern. Currently, the abbreviation SUTMA for Soils of Urban, Industrial, Traffic, Mining and Military Areas is frequently used [70].

With reference to the international classification system World Reference Base for Soil Resources anthropogenically influenced soils can be divided into Anthrosols and Technosols. Anthrosols are anthropogenically altered soils through addition of organic material, household waste, irrigation and cultivation. The anthropogenic influence is mostly restricted to the upper part of the soil (topsoil).

Technosols are all kinds of man-made soils featuring deposited soils containing natural and technogenic artifacts, sealed soils and constructed soils with completely artificial layers. They exist in urban, industrial, traffic, mining and military areas in all parts of the world (WRB 2006). A subdivision of Technosol has not taken place up to now. However, some so-called qualifiers were defined, explaining Technosols in more detail.

The most important are listed below:

1. Ekranik: technogenic material existing within the soil profile at least 5 cm below surface and covering $\geq 95\%$ of the soil surface in the horizontal direction
2. Garbic: soil layer of ≥ 20 cm thickness within the upper 100 cm of the soil, consisting of ≥ 35 vol% organic garbage
3. Reductic: reductomorphic features in more than 25 vol% of the upper 100 cm of the soil due to gaseous emissions such as methane and carbon dioxide
4. Spolic: soil layer of ≥ 20 cm thickness within the upper 100 cm of the soil, consisting of ≥ 35 vol% industrial and mining waste

5. Transportic: deposit of ≥ 30 cm material at the soil surface anthropogenically transported from outside of the area and altered

6. Urbic: soil layer of ≥ 20 cm thickness within the upper 100 cm of the soil, consisting of ≥ 20 vol% artifacts with a percentage of ≥ 35 vol% construction debris [10].

The rapid urbanization and industrial growth that has occurred in many places around the world during the last decades has resulted in modification of the urban chemical environment. Urban soil constitutes an integral part of the city landscape, presenting unique characteristics that differentiate it from naturally developed soil. For instance, urban soil, frequently, does not present the classical vertical stratification, classified as horizons A, B and C, and may not even reflect the mineralogical and chemical composition of the parent material [85]; however, several studies highlighted the influence of natural geochemical factors on the soil chemistry even in strongly urbanized areas [74].

Most published urban soil investigations involve the characterization of potentially harmful elements (PHEs), e.g. heavy metals and metalloids, because of their non-biodegradable nature and their tendency to accumulate in the human body [61]. The sources of PHEs in the urban environment can be either natural, i.e. inherited materials from the underlying parent materials (e.g., rocks, alluvium, etc.), or anthropogenic [84]. Anthropogenic metal signatures in soil can persist for many decades after termination of point and nonpoint source emissions due to the long residence times of metals in soil [62].

Mineral and anthropogenic particles in soils can be identified using modern methods in accordance with patent No. 2229737 17 October 2002. (Yazikov E. G., Shatila. Yu., Talovskaya A.V. the method of determining contamination of the snow cover, anthropogenic components). This allows determining the direction anthropogenic particle number concentration and their source.

Microscopic examination of samples is carried out with binoculars stereoscopic microscope. A detailed study of microparticles allows characterization

of the particles determine the color, luster, hardness, transparency, the shape and particle size, surface characteristics, degree of roundness and oxidation.

In samples the percentage of all types of mineral and biogenic and anthropogenic particles is determined by comparison the with the standard circles f S. A. Vakhromeev template [99] in such a way that the contents of all the particles would be 100 % (fig. 1).

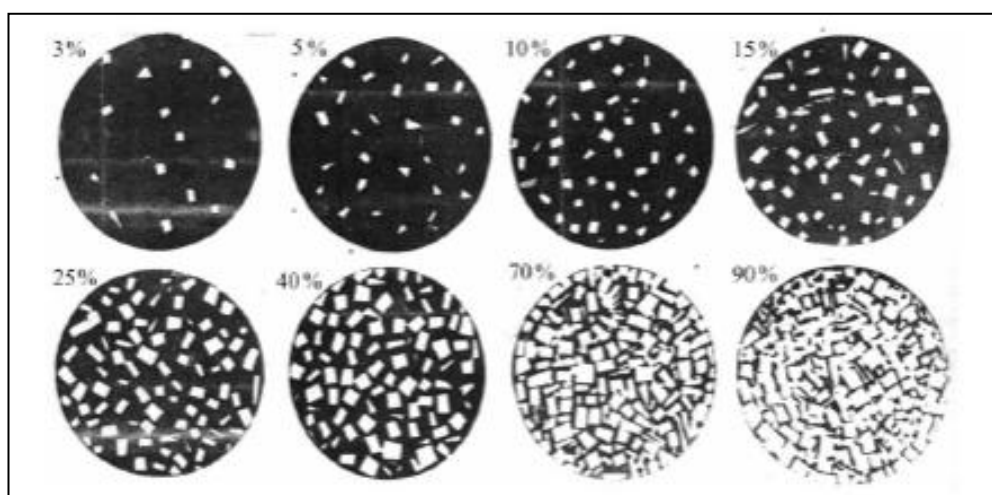


Fig. 1. Comparative method of determination (from S.A. Vakhromeev)

The essence of this method consists in comparison of amount of particles in the sample observed under microscope in some field of view with standard circles, on the black background of which there is a number of white figures. When comparing it is not difficult to find the closest in composition to the standard and in this way state the percentage of each type of particles in the sample. On the basis of the data one can determine the content and relationship of minerals, biogenic particles, and anthropogenic formations.

According to the results of investigation the mineral and anthropogenic particles in soils of Omsk have been revealed.

Mineral and biogenic particles.

1. Transparent colourless particles, microparticles of quartz structure of the top soil layer. Under electron beam quartz has got high intensity of fluorescence and blue colour (fig. 2).

2. Brown-orange or yellow, semitransparent, partially gravel particles present microparticles of quartz bank sand covered with iron hydroxide and manganese hydroxide.

3. The microparticles of dendro-vegetational origin.

4. Gravel particles of reddish colour – feldspars. Under electron beam feldspar has got high intensity of fluorescence and pink colour (fig. 5).

5. Clay particles, mainly kaolin.

6. Mica flakes of different colour and tints: colourless, green and golden (fig. 4).

7. Semigravel particles of carbonate, milky colour. Under electron beam carbonate has got high intensity of fluorescence and violent yellow colour (fig. 3).

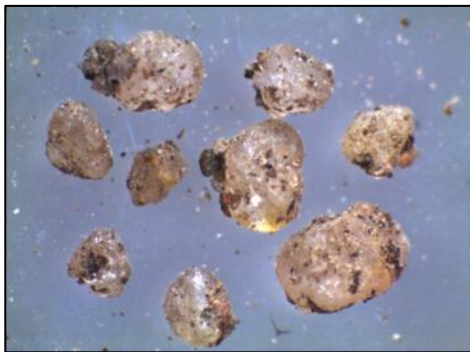


Fig 2. – Microparticles of quartz
(magnification 25^x)

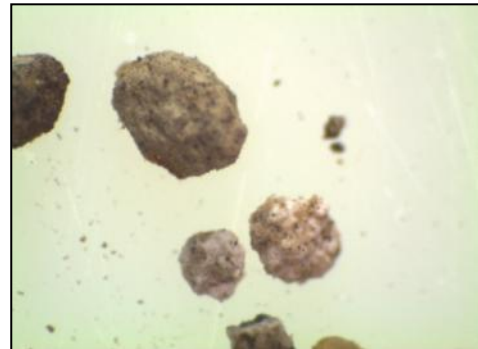


Fig 3. – Particles of carbonate
(magnification 35^x)

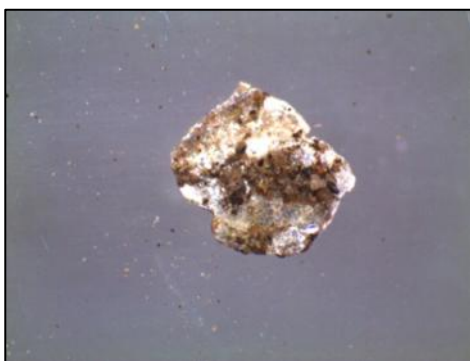


Fig 4. – Particles of mica
(magnification 25^x)



Fig 5. – Particles of feldspars
(magnification 35^x)

The following types of anthropogenic particles were found in examined samples:

1. Light-grey and white microspherules with vitreous luster and hollow inside.

There are two hypotheses of silica-alumina hollow microspherules (SAHM) – anthropogenic hypothesis and cosmic hypothesis. Anthropogenic hypothesis was proved by the example of ash from pulverized coal firing. These Si-Al hollow microspherules are one of the components of ash loss from heat coal-fired power stations. Based on the results it was discovered that SAHM consist of mullite and sillimanite. In addition, the chemical analysis showed that they are mainly enriched with Al_2O_3 and Fe_2O_3 , CaO , SO_3 to the less extent. Cosmic hypothesis was examined by the example of Low-Permian saline deposits.

Several spherical fritted formations of silicate and mixed composition were found in Low-Permian mine salt washed out to the surface of salt deposit.

Microspherules were revealed by detailed electron microscopic studies. In soils collected in vicinity of the CHP-3 and Omsktransmash Al-Si microspherules, were identified which are likely to be particles of mullite (fig 6).

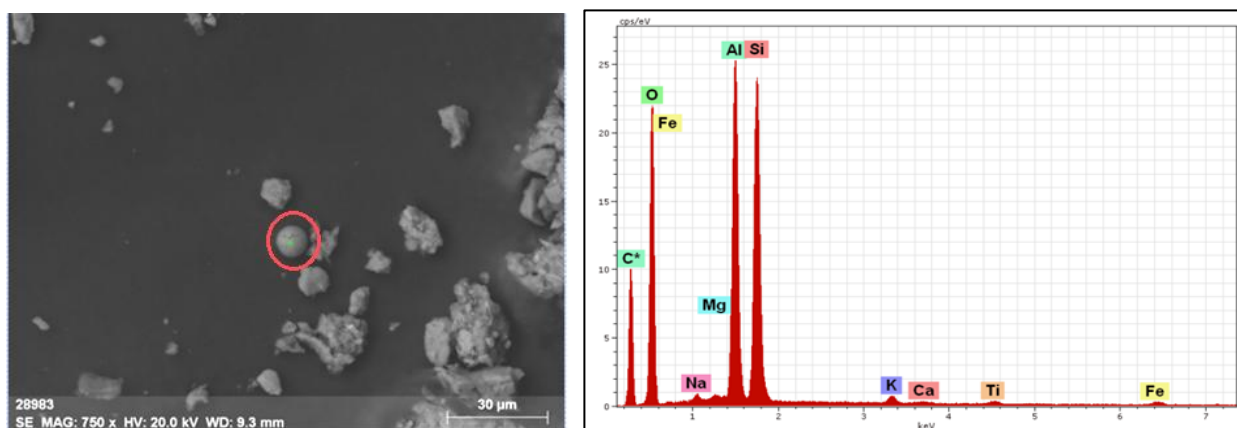


Fig. 6. Al-Si- microspherules: a) under an electron microscope (magnification 200 K^x); b) energo-dispersive spectrum

2. Black microspherules with metallic luster (metallic microspherules) (fig. 7). Magnetic properties are representative of these particles. Sizes of particles are from 14 to 420 μm .

For the first time these spherical particles were discovered by Murray in the late 19-th century [46]. Firstly, they were found in bottom silt of the Pacific Ocean and later they were found in different natural formations: in Antarctic ice [29], bottom ocean silts, atmospheric dust, saline deposits. Under conditions of sedimentation the composition of particles allows to suggest at the very beginning of the investigation that they are cosmic particles. However, later similar spherules were discovered in great numbers in volcanic outburst and industrial emissions. They appear also to be formed by huge blast and because of other types of human activity [73].

Microbeads containing magnetite, maghemite and hematite were discovered in fly ash of pulverized coal firing at thermal power station [86].

The detailed investigations of single metal microspherules isolated from samples of soils located on the Omsktransmash and CHP-5 sites have shown that they are production wastes.

Abundance of metal microspherules in samples of soils shows that they are anthropogenic. According to results of detailed investigations of these particles with laser microspectral analysis it was discovered that Fe, Mg, Ca are prevalent in their composition (fig. 7).

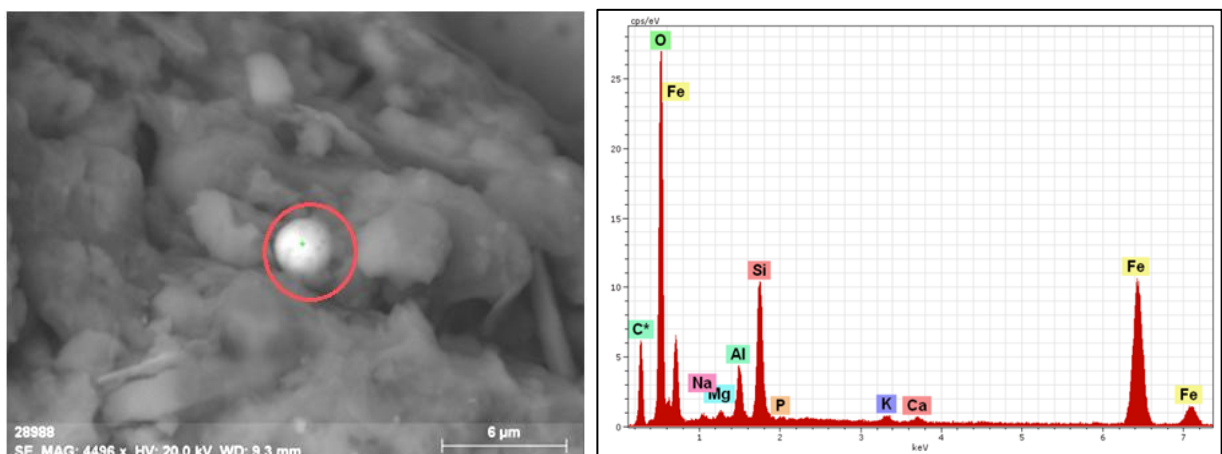


Fig 7. Microspherules containing Fe: a) under an electron microscope (magnification 200 K^x); b) energo-dispersive spectrum

Metalworking plants and emissions of fuel-and-energy company are the source of these particles in the territory of Omsk and its suburbs.

3. Non-transparent black flatten form particles are particles of soot and coal (fig. 8). They are typical emissions of heat boiler when burning rubbish. They mainly contain carbon. They have electromagnetic properties.

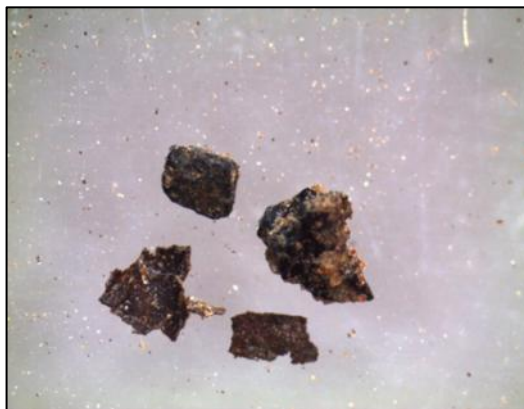


Fig 8. Particles of coal (magnification 16^x)

4. Black or brown with submetallic luster formless particles are particles of slag and ash.

5. Particles of woodwork. They present sawdust and their sizes are from 140 μm to 1 mm.

6. Particles of crushed brick. Their sizes are from 0,2 to 0,6 μm (fig. 9).



Fig 9. Particles of crushed brick (magnification 16^x)

7. Fibrous particles. Their sizes are from 1 to 2 mm (fig. 10).



Fig 10. Fibrous particles (magnification 35^x)

Particles of monazite were revealed according to results of detailed electron microscopic investigations in soils collected near the Omsk plant of technical carbon. Monazite is a reddish-brown phosphate mineral containing rare earth metals (fig. 11).

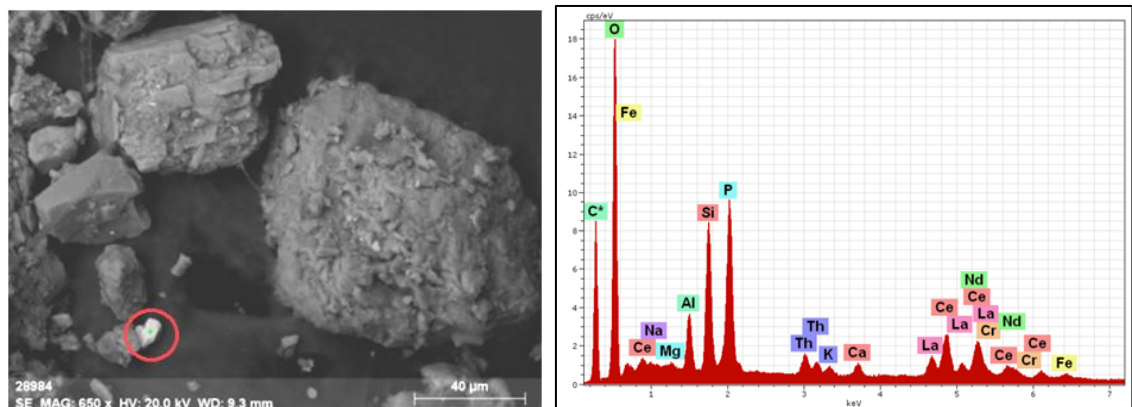


Fig 11. Particles containing REE: a) under an electron microscope (magnification 200 K^x); b) energo-dispersive spectrum

Particles of zircon were revealed according to results of detailed electron microscopic investigations in soils collected near the CHP-5 (fig. 12). Zircon is a mineral belonging to the group of nesosilicates. Its chemical name is zirconium silicate and it corresponds to the chemical formula $ZrSiO_4$.

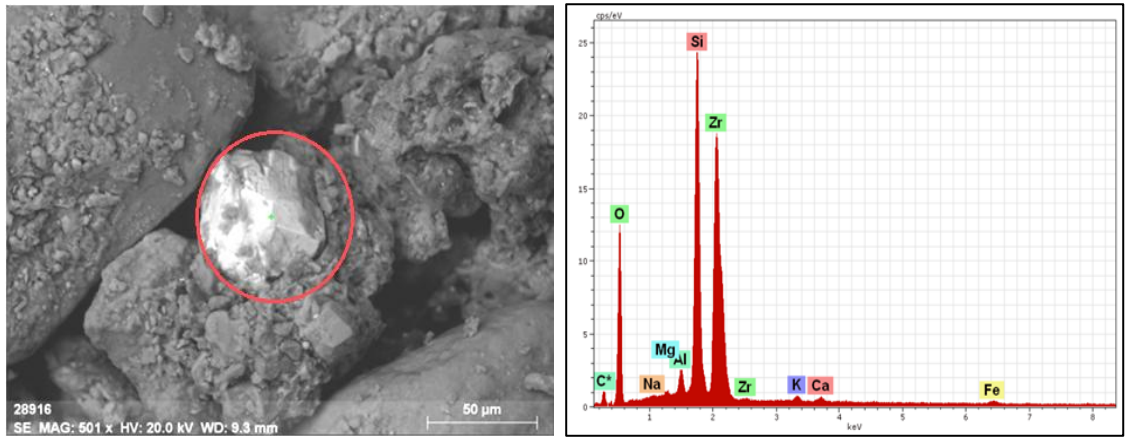


Fig 12. Particles containing Zr: a) under an electron microscope (magnification 200 K^x); b) energo-dispersive spectrum

The maximum number of anthropogenic components relative to natural detected in the soils near the CHP-5 – (28%), oil refinery - (38 %), Omsktransmash – (20 %), "Omsk plant of technical carbon" – (43 %) and the lowest in soils near Omsk CHP-2 – (5 %), "Flight" – (9 %). The anthropogenic component is mainly represented by coal particles, soot, microspherules (fig. 13).

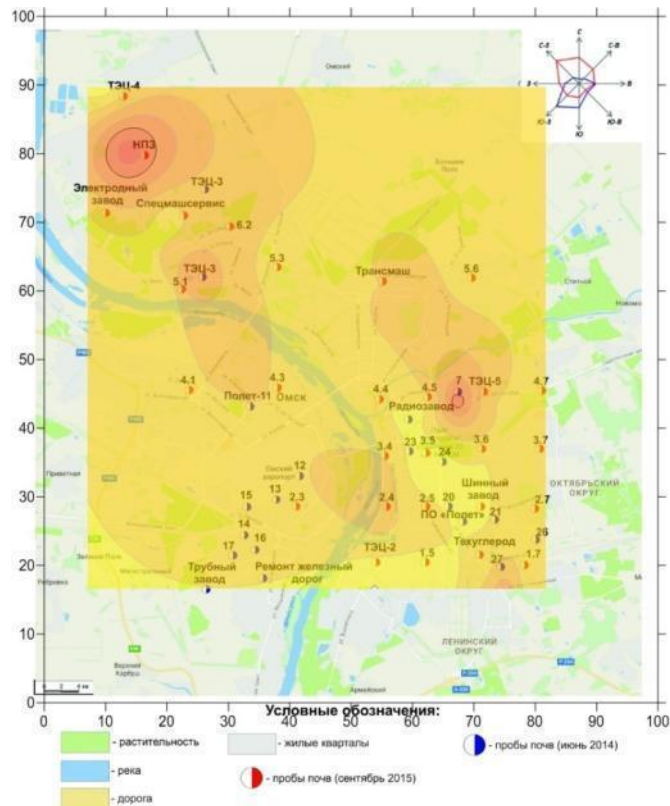


Fig 13. The scheme of the spatial distribution of anthropogenic particles (%) in soils on the territory Omska

Thus, mineral composition of dust aerosol fallings on the urbanized territories with diversified anthropogenic load is different in the proportion of particles of natural and anthropogenic. In addition, it is determined by specificity of local pollution sources.

The magnetic susceptibility of soil depends on the shape, size, and concentration of these minerals as well as on the method of measurement. Measurements performed in a weak alternating magnetic field are the most reliable [93].

The identification, formation, and occurrence of soil maghemite is considered in detail since it is usually of pedogenic origin and occurs in (magnetically) detectable amounts in most soils. Moderate concentrations (>1 per cent) of magnetite or titanomagnetite in soils may be accurately measured if some of the material is first magnetically separated and its susceptibility determined. An example is given of the use of susceptibility measurements. Pedogenic maghemite may be determined in soils developed from parent materials of low susceptibility. A very rough value of $8.8 \times 10^{-4} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$ is suggested for the mass susceptibility of such maghemite (excluding magnetic concretions) [63].

Although susceptibility has been suggested as an indicator of soil forming processes, this is only possible within an area containing fairly uniform parent material.

Heavy metal contamination of soils is important for public health and ecological concerns in urban environment. Magnetic measurements can be used as an alternative technique to determine the extent and degree of heavy metal pollution and to identify various contamination sources in urban soils, street dusts and atmospheric particulates [64, 68, 74, 79, 80, 96, 106]. Many previous studies observed significant correlation between magnetic properties and heavy metal concentrations in the topsoils of urban and industrial regions [81, 103, 105]. Therefore, fast, non-destructive and cost-effective magnetic technique has been employed widely as a proxy monitoring tool of soil heavy metal and atmospheric particulates pollution in urban and industrial regions.

It is well documented that coal-burning, metalsmelting, solid waste recycling, biomass burning and similar industrial processes can release a large amount of dusts and solid wastes into the surrounding environment. These dusts and wastes contain relatively large amount of magnetic iron phases [76, 81, 83, 87, 91]. The deposition and input of these magnetic particles on the surface soils result in magnetic enhancement in soils within urban areas and in the vicinity of industrial sites. Road traffic is considered to be another major source of magnetic particles in urban areas. Traffic activity releases strongly magnetic, iron-containing particles, which result in magnetic enhancement of soils along the street and road with heavy traffic [65, 71, 78, 85, 98]. Catinon et al. (2014) and Magiera et al. (2011) used the term of “technogenic magnetic particles”(TMPs) for these anthropogenic magnetic particles. Studies indicate that these magnetic particles are an important source of heavy metal contamination in soils. They contain abundant information on the origin of heavy metal contamination. Therefore, they can be used for identification of polluting sources and proxy indication for degree of heavy metal contamination. In addition, the geostatistical studies of spatial correlations between magnetic parameters and heavy metal contents have been shown to be effective in evaluating the degree of contamination and in defining the spatial distribution and extents of polluted areas [102, 101, 100].

The magnetic properties, morphology, mineralogy, and chemical composition of magnetic particles from fly ashes and vehicle-derived particles have been studied previously [63, 82, 90, 92, 97, 104]. These reports indicated that TMPs strongly differ in morphological, magnetic susceptibility, mineralogical characteristics and degree of association with heavy metals. Generally, TMPs originating from high-temperature combustion processes have their characteristic spherical shape, while TMPs derived from vehicle and smelting emissions have irregular-shaped or non-spherical aggregate morphology. Magiera et al. (2011) studied the morphological and mineralogical forms of different origin TMPs. Urban topsoils, as a sink of various contaminants, accumulate various TMPs from industrial and anthropogenic emissions. The presence of TMPs in urban soils and

dusts, even in trace amounts, can be easily detected by magnetic measurements. Therefore, magnetic measurements can be used as tracers of industrial pollution and monitoring tool of pollution degree in urban soils and dusts. Magnetic properties of urban soils and dusts have been studied in many cities [67].

Field magnetometry is a cost-effective method that enables simple and quick measurements of soil contamination caused by industrial dusts [81, 77, 75]. Numerous studies confirmed significant correlation between magnetic susceptibility as an indicator of industrial dust concentration in the uppermost soil horizons and a concentration of heavy metals [95]. Additionally, numerous complementary techniques are still developed that intend to integrate magnetometric measurements with the geochemical ones and even with remotely sensed data [69].

Studies of spatial correlations of soil magnetic susceptibility measured on the soil surface [83] and in the soil profile [101] allow not only for better understanding of the vertical distribution of soil pollution but it can also make it possible to integrate different types of measurements by geostatistical methods, like cokriging.

Soils of forested areas, which are usually used as study sites in field magnetometry, are often characterized by an increased concentration of technogenic magnetite. Moreover, the dissolution of the technogenic magnetite has a significant influence on the accumulation and distribution of heavy metals in the soil profile. Studies suggest also that the distribution of heavy metals in soil profile depends strongly on the composition of the soil, especially the presence of the carriers of heavy metals. In a consequence, the determination of the soil pollution should be accompanied by the analyses of soil profiles.

The SM-400 device enables to measure the magnetic susceptibility in the soil profile, and the result is a distribution of the magnetic susceptibility in the soil profile that has numerous properties correlated with the natural and anthropogenic magnetic particle distribution. Plots of magnetic susceptibility were successfully used to differentiate between the magnetic enhancement that was caused by

anthropogenic pollution or of natural lithogenic origins. The distribution of magnetic susceptibility in the soil profile was also used to determine several magnetometric indicators of soil pollution [102]. The maximum value of magnetic susceptibility was found to be strongly correlated with the highest concentration of heavy metals in the soil profile and was also observed at the same depth in the soil profile [93]. The area under the curve of magnetic susceptibility versus the depth in the soil profile was also found to be correlated with the concentration of heavy metals [99].

Analysis of previously performed ecological-geochemical research in the soils of Omsk city has shown that material composition and magnetic susceptibility of soils are practically not studied yet. Thus, this problem is relevant and involves additional research in soils.