

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

---

Институт \_природных ресурсов  
Направление подготовки (специальность) \_геоэкология  
Кафедра \_\_\_геоэкологии и геохимии

УТВЕРЖДАЮ:  
Зав. кафедрой

\_\_\_\_\_  
(Подпись)      (Дата)      (Ф.И.О.)

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

В форме:

Дипломной работы

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

Студенту:

Группа	ФИО
3-2600	Лапина Любовь Олеговна

Тема работы:

Геоэкологическая характеристика и оценка влияния автотранспорта на компоненты окружающей среды города Томска

Утверждена приказом директора (дата, номер)

Срок сдачи студентом выполненной работы:

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

**Исходные данные к работе**

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

Данные были предоставлены Департаментом природных ресурсов и охраны окружающей среды Томской области

<p><b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b></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><b>Перечень графического материала</b></p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	

**Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы**

*(с указанием разделов)*

Раздел	Консультант
Социальная ответственность при проведении геоэкологического исследования на перекрестках города Томска	Алексеев Н.А.
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Романюк В.Б.

**Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:**

Глава 1. Автотранспорт как источник загрязнения компонентов природной среды
Глава 2. Природно-климатическая и геоэкологическая характеристика города Томска
Глава 3. Методика оценки степени загрязнения атмосферного воздуха и снежного покрова в зонах влияния автотранспорта в г. Томске
Глава 4. Мониторинг атмосферного воздуха на перекрестках города Томска
Глава 5. Социальная ответственность при проведении геоэкологического исследования на перекрестках города Томска
Глава 6. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

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

**Задание выдал руководитель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-2600	Лапина Любовь олеговна		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА  
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
3-2600	Лапиной Любови Олеговне

<b>Институт</b>	природных ресурсов	<b>Кафедра</b>	геоэкологии и геохимии
<b>Уровень образования</b>	дипломированный специалист	<b>Направление/специальность</b>	020804 Геоэкология

**Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:**

1. Характеристика объекта исследования и области его применения

*1. Описание рабочего места (рабочей зоны, технологического процесса, механического оборудования) на предмет возникновения:*

- вредных проявлений факторов производственной среды
- опасных проявлений факторов производственной среды (механической природы, термического характера, электрической, пожарной и взрывной природы)
- чрезвычайных ситуаций (техногенного, стихийного, экологического и социального характера)

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

<p><b>1. Производственная безопасность</b></p>	<p><i>1.1 Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой;</li> <li>– действие фактора на организм человека;</li> <li>– приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ);</li> <li>– предлагаемые средства защиты (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства)</li> </ul> <p><i>1.2 Анализ выявленных опасных факторов проектируемой произведённой среды в следующей последовательности</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– механические опасности (источники, средства защиты);</li> <li>– термические опасности (источники, средства защиты);</li> <li>– электробезопасность;</li> <li>– пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения)</li> </ul>
<p><b>2. Экологическая безопасность</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– защита селитебной зоны</li> <li>– анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы);</li> <li>– анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы);</li> <li>– анализ воздействия объекта на литосферу (отходы);</li> <li>– предложить мероприятия по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды.</li> </ul>
<p><b>3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– перечень возможных ЧС на объекте;</li> <li>– выбор наиболее типичной ЧС;</li> <li>– разработка превентивных мер по предупреждению ЧС;</li> <li>– разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС;</li> <li>– разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий</li> </ul>
<p><b>4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства;</li> <li>– организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.</li> </ul>
<p><b>Перечень расчетного или графического материала</b></p>	
<p><b>Расчетные задания</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– расчет потребного воздухообмена</li> <li>– расчет освещения в помещении</li> </ul>

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

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель кафедры экологии и безопасности жизнедеятельности	Алексеев Николай Архипович			

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-2600	Лапина Любовь Олеговна		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА  
«Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»**

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
3 – 2600	Лапиной Любови Олеговне

<b>Институт</b>	природных ресурсов	<b>Кафедра</b>	геоэкологии и геохимии
<b>Уровень образования</b>	дипломированный специалист	<b>Направление/специальность</b>	020804 Геоэкология

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

1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	Рассчитать сметную стоимость проектируемых работ на инженерно-геологические изыскания
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	Нормы расхода материалов, тарифные ставки заработной платы рабочих, нормы амортизационных отчислений, нормы времени на выполнение операций в ходе инженерно-геологические изыскания. Справочник базовых цен на инженерно-геологические работы.
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	Ставка налога на прибыль 20 %; Страховые взносы 30%; Налог на добавленную стоимость 18%

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

1. <i>Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i>	Свод видов и объемов работ на инженерно-геологические изыскания
2. <i>Планирование и формирование бюджета научных исследований</i>	Расчет трудоемкости работ и сметной стоимости проектируемых работ на инженерно-геологические изыскания
3. <i>Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</i>	Сформировать календарный план выполнения работ на инженерно-геологические изыскания

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

1. <i>Организационная структура управления организацией</i>
2. <i>Линейный календарный график выполнения работ</i>

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

**Задание выдал консультант:**

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
доцент	Романюк В.Б.	к.э.н		

**Задание принял к исполнению студент:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
3-2600	Лапина Любовь Олеговна		

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 98 с., 33 рис., 25 табл., 65 источников.

Ключевые слова: геоэкологическая характеристика, атмосферный воздух, пылевая нагрузка, урбанизированные территории.

Объектом исследования является (ются) атмосферный воздух на перекрестках города Томска.

Цель работы – рассмотрение геоэкологической характеристики г. Томска и оценка влияния автотранспорта на качество окружающей среды города на основе анализа данных мониторинга атмосферного воздуха и снежного покрова, проводимого Департаментом природных ресурсов и охраны окружающей среды Томской области, а также данных собственных атмогеохимических исследований вблизи наиболее загруженных перекрёстков автомобильных дорог г. Томска

В процессе исследования проводились анализ степени загрязнения атмосферного воздуха и других компонентов природной среды в г. Томск выбросами от автомобильного транспорта,

В результате исследования произведено ранжирование автодорожных перекрестков г. Томска по величине содержания в атмосферном воздухе загрязняющих веществ на основе данных Департамента природных ресурсов и охраны окружающей среды Томской области; анализ загрязненных перекрестков г. Томска по величине содержания в атмосферном воздухе загрязняющих веществ на основе данных Департамента природных ресурсов и охраны окружающей среды Томской области;

## Содержание

Введение.....	8
1. Автотранспорт как источник загрязнения компонентов природной среды.....	10
1.1. Автомобильный транспорт в общей структуре видов транспорта .....	10
1.1.2. Уровень автомобилизации урбанизированных территорий .....	12
1.1.3. История развития автомобильного транспорта в СССР и России.....	13
1.2. Уровень автомобилизации урбанизированных территорий .....	16
1.3. Современное состояние автомобильного транспорта в России.....	18
1.4. Загрязнение компонентов природной среды автотранспортными средствами.....	23
1.4.1. Механическое воздействие на компоненты природной среды от автомобильного транспорта.....	24
1.4.2. Физическое воздействие на компоненты природной среды от автомобильного транспорта.....	24
1.4.3. Химическое загрязнение компонентов природной среды от автомобильного транспорта.....	26
1.4.3.1. Химическое загрязнение водных объектов от автомобильного транспорта.....	26
1.4.3.2. Химическое загрязнение почв от автомобильного транспорта....	27
1.4.3.3. Химическое загрязнение атмосферного воздуха от автомобильного транспорта.....	29
2. Природно-климатическая и геоэкологическая характеристика города Томска.....	35
2.1. Физико-географическая характеристика района работ.....	35
2.2. Климатические условия.....	36
2.3. Рельеф.....	37
2.4. Почвенная характеристика.....	38
2.5. Геологическое строение.....	39
2.6. Гидрологическая характеристика.....	41
2.7. Растительность.....	43
2.8. Геоэкологическая характеристика города Томска.....	44
2.8.1. Автомобильный транспорт г. Томска как источник загрязнения атмосферного воздуха города.....	46
3. Методика оценки степени загрязнения атмосферного воздуха и снежного покрова в зонах влияния автотранспорта в г. Томске.....	53
3.1. Отбор подготовка проб снега.....	54
3.2. Методика расчета пылевой нагрузки на снежный покров вблизи автодорожных перекрестков г. Томска.....	56



3.3	Определение количественного содержания ртути.....	57
4.	Мониторинг атмосферного воздуха на перекрестках города Томска.....	58
4.1.	Анализ атмосферного воздуха за 2012-2015 гг.....	58
4.2.	Анализ выпадения загрязняющих веществ на территории г. Томска по данным снеговой съемки.....	62
4.3	Пылевая нагрузка на снежный покров вблизи перекрестков г. Томска.....	70
4.4	Содержание ртути в твердом осадке снега вблизи перекрестков г. Томска.....	71
5.	Социальная ответственность при проведении геоэкологического исследования на перекрестках города Томска.....	72
5.1.	Производственная безопасность.....	72
5.1.1.	Анализ опасных и вредных производственных факторов и мероприятия по их устранению.....	74
5.1.2.	Расчет общего равномерного освещения.....	78
5.1.3.	Расчет потребного воздухообмена.....	80
5.2.	Экологическая безопасность.....	81
5.2.1.	Вредные воздействия на окружающую среду и мероприятия по их снижению.....	81
5.3.	Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	82
6.	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	84
6.1.	Организационная структура управления и основные направления деятельности Областное государственное бюджетное учреждение «Областной комитет охраны окружающей среды и природопользования».....	84
6.2	Техническое задание на выполнение полевых работ и лабораторных исследований.....	90
6.3	Расчет трудоемкости работ и сметной стоимости проведения оценки влияния автотранспорта на качество окружающей среды города.....	93
	Вывод .....	97
	Список литературы.....	98

## Введение

Загрязнение атмосферного воздуха оказывает одно из самых вредных воздействий на человека, способствуя росту заболеваемости и смертности населения [1]. По данным исследований 2002 года, из-за загрязнения атмосферного воздуха средняя продолжительность жизни человека сокращается примерно на один год, а в наиболее загрязненных городах — примерно на четыре года [2]. Это, в свою очередь, приводит к ощутимым экономическим потерям, обостряя социальные и экономические риски ухудшения качества жизни и снижения производительности труда.

Проблемы экологической безопасности с наибольшей остротой стоят перед урбанизированными территориями [3]. При этом одним из основных источников загрязнения атмосферного воздуха в городах является автомобильный транспорт. Выбросы загрязняющих веществ от автотранспортных средств играют негативную роль в формировании санитарных условий как на магистралях и улицах с интенсивным движением, так и в городе в целом. Среди различных видов транспорта лидером в отношении загрязнения окружающей среды является автомобильный транспорт, на его долю приходится 85% от всего объема выбрасываемых загрязняющих веществ, на долю морского и речного транспорта – 5,3%, воздушного – 3,7%, железнодорожного – 3,5% и на сельскохозяйственный – 2,5%.

Города Сибирского региона (Красноярск, Сургут, Тюмень и др.) являются одними из лидеров среди российских городов по удельному числу автомобилей на количество жителей. В связи с этим обозначенным фактом, а также учитывая несовершенство автодорожной сети, проблемы загрязнения воздушного бассейна сибирских городов выбросами от автотранспорта являются актуальными. Так, для г. Томска доля выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух от автомобильного транспорта составляет до 74 % от суммарного выброса загрязняющих веществ в целом по городу [4].

Таким образом, автомобильный транспорт является приоритетным источником загрязнения атмосферного воздуха в г. Томске. В связи с этим целью выпускной квалификационной работы является рассмотрение геоэкологической характеристики г. Томска и оценка влияния автотранспорта на качество окружающей среды города на основе анализа данных мониторинга атмосферного воздуха и снежного покрова, проводимого Департаментом природных ресурсов и охраны окружающей среды Томской области, а также данных собственных атмогеохимических исследований вблизи наиболее загруженных перекрёстков автомобильных дорог г. Томска. Задачи выпускной квалификационной работы:

- 1 охарактеризовать виды негативного воздействия от автотранспорта на компоненты природной среды;

- 2 провести анализ степени загрязнения атмосферного воздуха и других компонентов природной среды в г. Томск выбросами от автомобильного транспорта;

3 провести ранжирование автодорожных перекрестков г. Томска по величине содержания в атмосферном воздухе загрязняющих веществ на основе данных Департамента природных ресурсов и охраны окружающей среды Томской области;

4 оценить в динамике за период с 2012 по 2015 гг. уровень загрязнения атмосферного воздуха и снежного покрова вблизи автодорожных перекрестков по данным Департамента природных ресурсов и охраны окружающей среды Томской области;

5 провести отбор и подготовку проб снега вблизи наиболее загруженных автодорожных развязок г. Томска для последующей оценки степени пылевой нагрузки на данные территории;

6 оценить содержание ртути в пробах нерастворимой фазы снега вблизи наиболее загруженных автодорожных развязок г. Томска; рассмотреть возможные пути снижения загрязнения атмосферного воздуха от выбросов автотранспорта;

7 анализ загрязненных перекрестков г. Томска по величине содержания в атмосферном воздухе загрязняющих веществ на основе данных Департамента природных ресурсов и охраны окружающей среды Томской области;

8 оценить в динамике за период с 2012 по 2015 гг. уровень загрязнения атмосферного воздуха и снежного покрова вблизи автодорожных перекрестков по данным Департамента природных ресурсов и охраны окружающей среды Томской области.

# 1 АВТОТРАНСПОРТ КАК ИСТОЧНИК ЗАГРЯЗНЕНИЯ КОМПОНЕНТОВ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ

## 1.1. Автомобильный транспорт в общей структуре видов транспорта

**Транспорт** – одна из ведущих отраслей материального производства, составляющая материальную основу международного разделения труда, имеет значительную роль при размещении производства, способствует развитию специализации и кооперирования, а также развитию интеграционных процессов. Особенно высоким уровнем развития транспортной инфраструктуры отличаются Япония, США, Франция, ФРГ, Великобритания и др. На развитые страны приходится примерно 85% грузооборота мирового внутреннего транспорта. В странах Западной Европы 25% грузооборота приходится на ж/д транспорт, 40% — на автомобильный, а оставшиеся 35% — на внутренний водный, морской (ближний) каботаж и трубопроводный виды транспорта [5].

Основными видами транспорта России являются: железнодорожный, морской, автомобильный, речной, воздушный, трубопроводный. Они образуют единый транспортный комплекс страны (табл. 1).

Таблица 1 – Транспортный комплекс России [6]

Вид транспорта.	Подвид транспорта	
Сухопунный	Автомобильный	
	Железнодорожный	
	Трубопроводный	
	Гужевой	
Водный	Речной (озерный)	
	Морской	Прибрежное (каботажное)
		Дальнее
Воздушный	Самолетный	
	Вертолетный	

**Морской транспорт** – вид водного транспорта, осуществляющего перевозки грузов и пассажиров с помощью судов по океанам, морям и морским каналам. Морской транспорт подразделяется на каботажный (перевозки между портами одной страны) и международный дальнего плавания [7]

Преимущества: осуществляет многочисленные межконтинентальные перевозки грузов; обладает низкой себестоимостью; фактически имеет неограниченную пропускную способность; большая грузоподъемность. Недостатки: зависимость от естественных, географических и навигационных условий; необходимость создание портового хозяйства, что приводит к отчуждению земель под строительство; нарушение естественной флоры и фауны прибрежного пространства; экологические проблемы при перевалке грузов и обработке судов.

**Внутренний водный транспорт** осуществляет перевозки пассажиров и грузов по водным путям - естественным (реки, озера) и искусственным (каналы, водохранилища). Выделяют: магистральные речные пути, обслуживающие внешнеторговые перевозки нескольких государств; межрайонные, обслуживающие перевозки между крупными районами внутри страны; местные, обслуживающие внутрирайонные связи [8]. Общая протяженность водных транспортных путей в Российской Федерации составляет 100 тыс. км. [18]. На сегодняшний день протяженность речных путей имеет тенденцию к снижению.

Преимущества: высокая провозная способность; низкая себестоимость перевозок; природные судоходные пути. Недостатки: неравномерность глубин рек; сезонность работы; невысокая скорость перевозок; загрязнение вод нефтью и нефтепродуктами; сброс мусора и сточных вод с судна. [9]

**Железнодорожный транспорт** – транспорт, реализующий свою деятельность по рельсам в вагонах с помощью локомотивной или моторвагонной тяги. Россия занимает третье место по протяженности железных дорог после США и Китая. Протяженность дорог Российской Федерации составляет на сегодня 86 тыс. км железнодорожных линий общего пользования и 500 км. путей метрополитена [10]. 85% всего грузооборота и 38% пассажиропотока в России обеспечивает именно железнодорожный транспорт. Преимущества: высокая пропускная способность; стабильность перевозок; низкая стоимость перевозок; малое количество выбросов загрязняющих веществ в атмосферу. Недостатки: большие денежные затраты на сооружение путей; отчуждение земель под строительство путей; вырубку лесов; загрязнение придорожного полотна мусором и сточными водами, что приводит к загрязнению придорожного пространства; обмывка и промывка железных составов приводит к загрязнению почв ПАВ, фенолами, нефтепродуктами, кислотами, органическими и неорганическими взвешенными веществами; использование большого количества металла на сооружение путей [9].

**Воздушный транспорт** – один из видов транспорта, осуществляющий перевозки пассажиров, почты и грузов воздушным путём [8]. В России построено 297 аэродромов. Преимущества: высокая скорость доставки; самый короткий путь следования; мобильность. Недостатки: организация отвода, сброса и обезвреживания поверхностного стока (загрязнённых дождевых, талых вод) с искусственных покрытий аэродромов; загрязнение почвы солями

тяжелых металлов, аммиачной селитрой, ПАВ-ми (противогололедные препараты) вокруг аэропортов; твердые и жидкие отходы производства; загрязнение окружающей среды продуктами сгорания авиационных топлив (оксида углерода, углеводородных соединений, оксидов азота) [9].

**Трубопроводный транспорт** – вид транспорта, осуществляющий передачу на расстояние по трубопроводам жидких, газообразных сред и твёрдых материалов. В зависимости от транспортируемого продукта различают нефтепровод, газопровод, водопровод, пульпопровод и т.д. [7]. Россия занимает второе место в мире после США по протяженности трубопроводов. На данный момент общая длина магистральных газопроводов в Российской Федерации составляет 161,7 тыс. км, а нефтепроводов – 70 тыс. км. [11].

Преимущества: передача нефти, газа, газо- и нефтепродуктов производится на дальние расстояния; высокая скорость доставки; различная пропускная способность; работа без остановок весь год, за исключение ремонтных или аварийных работ; потери продукта минимальны; функциональны в любой климатической зоне, в том числе в Сибири и в районах Крайнего Севера; механизация и автоматизация строительномонтажных работ при прокладке трубопроводов способствует уменьшению нарушений почвенного покрова и сохранению естественной флоры на участке строительства; комплексное наблюдение на всех этапах строительства и эксплуатации. Недостатки: осложнённая прокладка трубопроводов в определенных районах; не доступное для зрения место протечки нефтепродуктов или газа; опасность экологической безопасности при транспортировке по дну водоемов; дорогостоящее оборудование для строительства [12].

**Автомобильный транспорт** - транспорт, занимающийся перевозками грузов и пассажиров по безрельсовым путям. Основные виды работ, выполняемые автомобильным транспортом: доставка грузов к магистральным видам транспорта; грузоперевозка в промышленных и сельскохозяйственных отраслях на небольшие расстояния; городской пассажирооборот; перевозка грузов в сфере торговли и строительства. На данный момент автотранспорт является главной составляющей любой отрасли хозяйства и производства [13].

### **1.1.1. История развития автомобильного транспорта в СССР и России**

История интенсивного развития транспортного дела в России начинается в 20 веке. С этого периода начинается активное строительство новых дорог и изготовление новых автомобилей на практике зарубежных стран (табл. 2).

## История развития автомобильного транспорта в СССР и России [14]

Год	Событие
1	2
Царская Россия	Практически отсутствует автомобильный транспорт.
1917 г.	41 тыс. автомобилей, завезенных из-за рубежа. На протяжении гражданской войны автопарк уменьшился и его техническое состояние ухудшилось.
Январь 1918 г.	Создание Центрального Автотранспортного отдела, который занимался восстановлением и использованием автомобилей.
Май 1918 г.	Возникновение Центральной автосекции ВСНХ (Высший совет народного хозяйства), выполнявшее функцию центрального руководства автомобильным транспортом. Предпосылки к созданию автомобильной промышленности.
Июнь 1920 г.	Попытки упорядочить использование автомобилей в стране. Принятие декрета Совета Народных Комиссаров РСФСР "Об автодвижении по Москве и ее окрестностям (правила)", подписанного В.И. Лениным. (Первый государственный документ, в котором отражались основные вопросы пользования автомобилями.)
Октябрь 1921 г.	Организация Центрального комитета по перевозкам, подчиняющийся ведомству Наркома путей сообщения (НКПС). Функции: составление плана перевозок по всем видам транспорта, в том числе и автомобильному.
1922 г.	Ввод платных перевозок, введена система тарифов, определен порядок перевода транспортных организаций на хозрасчет.
1924 г.	Начало развития отечественного автостроения в СССР. Первые грузовые автомобили
1924-1931 гг.	Серийное производство грузовых автомобилей на заводах в Москве (АМО) и в Ярославле (ЯГАЗ), а затем на построенном в очень короткий срок (всего за 19 месяцев) Горьковском автозаводе.
апрель 1935 г.	собран 100-тысячный легковой автомобиль ГАЗ-А.
1936 г.	СССР занимает первое место в Европе и второе место в мире по производству грузовых автомобилей. Выпуск легковых автомобилей.
1936 г.	Экспорт советской автомобильной техники.
1937 г.	Показ советских легковых автомобилей ЗИС-101 и ГАЗ-М1 на Всемирной выставке в Париже.
1939 г.	принято решение о создании в союзных республиках наркоматов автомобильного транспорта. Занимались расширением сети и улучшению работы предприятий по техническому обслуживанию и ремонту автомобилей, загрузкой порожних пробегов автомобилей, повышением эффективности работы транспортных предприятий, подготовкой кадров водителей, ремонтных рабочих, ИТР.
1941-1945 гг.	Выпуск автомобилей приостановлен, заводы занимаются выпуском танков. Автомобильный парк полностью задействован в перевозке грузов и людей на фронт.
1945 г.	Возобновление автомобилестроения.
1946-1950 гг.	Увеличение в 2,5 раза протяженности автомобильных дорог (по сравнению с довоенным периодом). Строительство около 16 тыс. км автомобильных дорог с твердым покрытием.

Продолжение таблицы 2.

1	2
1949 г.	Выпуск автомобилей превысил довоенный уровень. 1939 г. четыре завода (в Горьком, Ярославле и два в Москве) изготавливали 22 модели и модификации, а в 1954 г. уже 12 заводов выпускали до 43 наименований автомобильной техники.
1958- 1960 гг	Широкая сеть заводов-смежников, специализация заводов на выпуске машин определенных типов и отдельных агрегатов и узлов.
1965 г.	Работает 19 автомобильных заводов. Выпущен 10-миллионный советский автомобиль.
1968-1972 гг.	Построены новые заводы в Тольятти и Ижевске. Реконструкция действующих заводов. Внедрение новых технологий, высокоавтоматизированных линий и специализированных станков. Начало производства автомобильных двигателей в Уфе.
1976 г.	Увеличение выпуска легковых автомобилей с 344 тыс. в 1970 г. до 1239 тыс. в 1976 г. Начало выпуска дизельных КамАЗов большой грузоподъемности на Камском автомобильном заводе.
1975-1980 гг.	Выпуск 60-ти моделей сельскохозяйственной техники.
1978 г.	Создание специализированного объединения "Спецтяжавтотранс" в Министерстве автомобильного транспорта РСФСР. Его задачи заключались в доставке тяжеловесных и негабаритных грузов и выполнении погрузочно-разгрузочных операций мощными тягачами и прицепами суммарная грузоподъемность которых составляла более 12 тыс. т.
1979 г.	Действуют 28 заводов, выпускающие свыше 350 моделей и модификаций автомобильной техники, которая поставляется более чем в 80 стран мира.
Середина 1980-х гг.	Начало выпуска новой переднеприводной модели ВАЗ-2108 (Волжский автозавод), там же готовится и модель ВАЗ-2109. По этой компоновочной схеме принято решение производить перспективную модель "Запорожца" и новый малогабаритный легковой автомобиль особо малого класса "Ока".
1986 г.	Уже построено 812 тыс. км автомобильных дорог с твердым покрытием.
1990-е гг.	Активное развитие Междугородних перевозок. Улучшение комфортабельности общественного транспорта. 883 тыс. км дорог общего пользования и 492,8 тыс. км необщего.
1991 -92 г.	Сокращение автомобильного парка; снижение протяженности автомобильных дорог практически в 2 раза.
2000 - 2010 гг.	Автомобильный парк увеличивается. Сотрудничество с зарубежными автоконцернами. Увеличение автомобильного парка более чем в 1,5 раза (в 2000 г. 25393 тыс. автомобилей, а к 2010 – 40661 тыс.)
2008 – 2015гг.	Выпуск новых моделей автомобилей, таких как Лада Приора (ВАЗ-2170), Лада Гранта.



## 1.2 Уровень автомобилизации урбанизированных территорий

При оценке уровня автомобилизации различных урбанизированных территорий используются такие показатели как количество автомобилей на 1000 человек, общее количество автотранспорта на территории, протяженность автомобильных дорог, густота и плотность дорожных сетей, уровень загруженности дорог.

Общее число автомобилей в мире в 1986 году составляло 500 миллионов наименований среди легковых автомобилей, разного рода моделей грузовых транспортных средств, а также автобусов. В данный учет не вошел тяжелый внедорожный транспорт [15]. За 23 года это количество увеличилось практически вдвое и в 2009 году эта цифра составила 980 миллионов. Год спустя произошел очень резкий скачок, численность автомобилей в 2010 году была 1,015 млрд единиц. Эксперты всего мира связывают это с развитием автомобильного рынка развивающихся стран.

Страны-лидеры по количеству автомобилей на 1000 человек приведены в таблице 3. Россия по этому показателю занимает 46-е место. На 1000 человек приходится 354 автомобиля. На сегодняшний день приходится в среднем один автомобиль на четверых жителей.

Таблица 3

Страны-лидеры по количеству автомобилей на 1 тыс. человек [16]

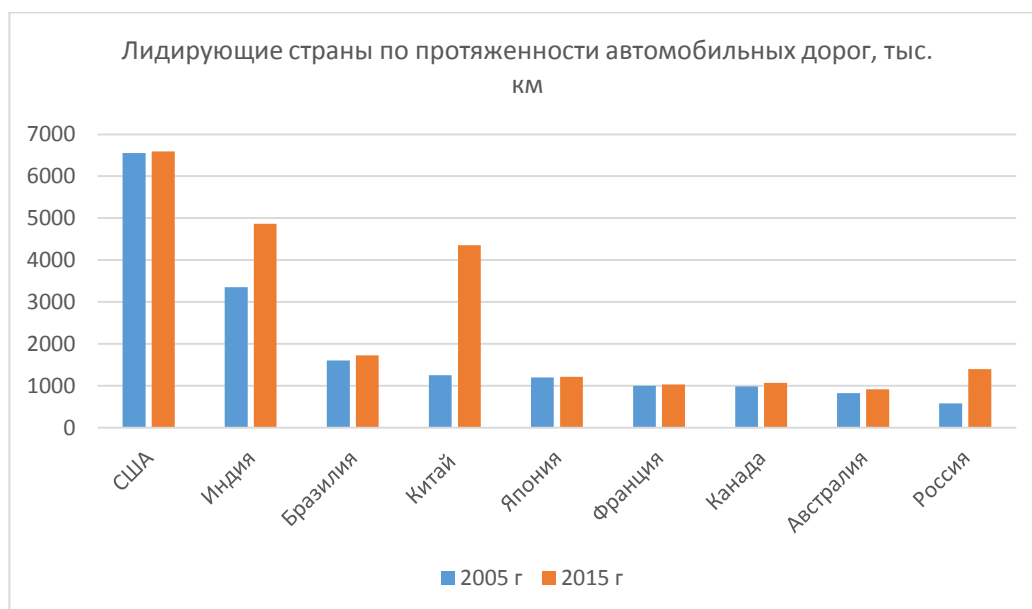
Место	Страна	Количество автомобилей на 1 тыс. человек.	Общая протяженность автомобильных дорог
1	Монако	922	
2	США	832	6515 тыс. км. (66% – дороги с твердым покрытием)
3	Лихтенштейн	819	-
4	Исландия	769	12,9 тыс. км. (37% – дороги с твердым покрытием)
5	Мальта	766	3,1 тыс. км. (87% – с твердым покрытием)
6	Люксембург	762	2,899 км. (100% – дороги с твердым покрытием)
7	Австралия	746	813 тыс. км, (41% - с твердым покрытием.)
8	Новая Зеландия	735	93 тыс. км. (64% - с твердым покрытием)
9	Италия	713	495 тыс. км. (100% с твердым покрытием.)
10	Кипр	682	13,006 км. (66% с твердым покрытием)

Еще один из показателей, которые используются для оценки автомобилизации урбанизированных территорий – это протяженность автомобильных дорог. Последние 10 лет автодорожная сеть имеет небольшой

рост, в отличие от предыдущих этапов развития автотранспорта. Сейчас происходят большие качественные изменения в данной отрасли. Распределение протяженности автомобильных дорог между ведущими странами показано на рис. 1.

Анализ диаграммы позволяет сделать следующие выводы: во-первых, в 9 представленных в ней странах сконцентрировано 64% мировой протяженности автомобильных дорог. Во-вторых, на сегодняшний день рост строительства автомобильных дорог приходится на развивающиеся страны, такие как Индия, Китай и Россия. В-третьих, США принадлежит 20 % мировой автодорожной сети, что опережает все остальные страны с большим отрывом.

Большой интерес вызывает не только протяженность автомобильных дорог, но и такой показатель как густота или плотность их сетей, который варьирует в еще больших пределах (рис.2) Приоритет по этому показателю – за сравнительно небольшими по территории странами Европы и Японией.



Рисунок

1. Распределение протяженности автомобильных дорог между ведущими странами [17]

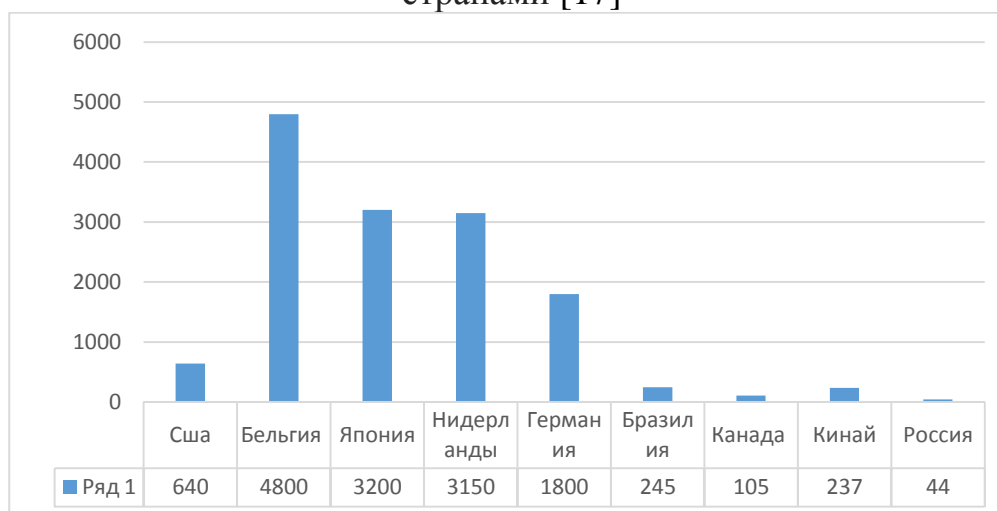


Рисунок 2. Плотность общей сети автомобильных дорог с твердым покрытием, км на 1000 км<sup>2</sup> территории [17]

Также существует статистика наиболее загруженных мегаполисов мира, в которых транспортная система не справляется с пассажиропотоком. В него попали преимущественно города Азии и Америки, в то время, как российские города в такой рейтинг не входят.

### 1.3 Современное состояние автомобильного транспорта в России

Автомобильный парк Российской Федерации на начало 2014 года насчитывал 48369 тыс. автомобилей, из них на долю легковых автомобилей приходилось 41428 шт., что в процентном соотношении составляло 85.6%. Грузовых автомобилей насчитывалось 6050 тыс. штук или 12.5% от общего числа. Автобусный парк состоял из 890 тыс. машин, что равняется 1.9% от общего количества.

Несмотря на то, что автомобильный парк страны с каждым годом возрастает, так по сравнению с 2000 годом количество легковых автомобилей увеличилось более чем в 2 раза (табл. 4), а грузовых в 1.5, большая часть российского автотранспорта имеет возраст эксплуатации более 10 лет. Особенно большая доля старых авто в сегменте грузовых автомобилей – 58.1% от общего количества.

Таблица 4

Размеры парка автотранспортных средств в Российской Федерации [18]

Год	Легковые, тыс. ед.	Грузовые тыс. ед.	Автобусы тыс. ед.
2000	20353	4400.6	640.1
2001	21231.8	4482.3	663
2002	22468.5	4625.4	703.2
2003	23383.1	4668.7	743
2004	24208	4770.2	766
2005	25569.7	4848.5	792.1
2006	26793.5	4928.6	824.3
2007	29404.9	5167.8	882.5
2008	32021	5348.7	894.1
2009	33083.6	5322.6	896.1
2010	34354	5413.5	893.8
2011	36415.1	5544.7	902
2012	38791.9	5751	927.5
2013	41427.9	6050	890.8

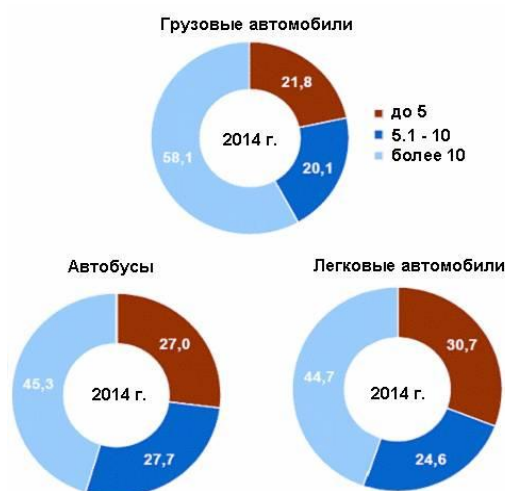


Рисунок 3. Процентное соотношение возрастной структуры автомобильного парка в 2014 году.

Из всего числа автотранспортных средств, 43231 тыс. штук находится в собственности граждан. Наибольший процент частных авто, в категории легковые автомобили – 94.7%, грузовых автомобилей в частной собственности – 58.6% от общего числа, автобусов – 49.5%.

В рейтинге субъектов РФ по плотности автомобильных дорог общего пользования с твердым покрытием лидирующие позиции занимают субъекты, расположенные в европейской части страны. Это обусловлено климатическими особенностями территории. Последние 3 позиции занимают субъекты, большая часть территории которых расположена в вечной мерзлоте, к ним относится Чукотский автономный округ (79 место), Ненецкий автономный округ (78 место) и Республика Саха (Якутия) (77 место). Регионы Сибирского федерального округа – Кемеровская, Омская, Новосибирская области и Красноярский край занимают 41, 50, 51 и 70 места соответственно.

Таблица 5 – Регионы Российской Федерации лидирующие по плотности автомобильных дорог общего пользования с твердым покрытием (километров дорог на 1000 квадратных километров территории) [19]

Регион	1990 г.	2000 г.	2010 г.	2012 г.	Место в рейтинге.
Московская область	249	343	670	695	1
Республика Северная Осетия - Алания	286	289	485	663	2
Республика Ингушетия	150	200	489	606	3
Белгородская область	159	237	247	600	4
Липецкая область	152	214	256	482	5
Калининградская область	306	303	439	440	6
Чеченская Республика	150	200	389	440	7
Краснодарский край	131	137	280	419	8
Республика Татарстан	142	184	324	413	9
Чувашская Республика	147	244	318	401	10

Томская область занимает 65-ю позицию этого рейтинга. В 2012 году плотность автомобильных дорог общего пользования с твердым покрытием составляла 22 км на 1000 км<sup>2</sup> территории, что почти в 32 раза меньше чем в Московской области [19].

С увеличением количества автомобильного транспорта растет потребность в расширении или строительстве новых дорог. Динамика прироста автомобильных дорог общего пользования с твердым покрытием на территории России представлена на рис. 4.

Автомобильные дороги в зависимости от вида разрешенного использования подразделяются на автомобильные дороги общего пользования и автомобильные дороги необщего пользования. К автомобильным дорогам общего пользования относятся автомобильные дороги, предназначенные для движения транспортных средств неограниченного круга лиц. К автомобильным дорогам необщего пользования относятся автомобильные дороги, находящиеся в собственности, во владении или в пользовании исполнительных органов государственной власти, местных администраций (исполнительнораспорядительных органов муниципальных образований), физических или юридических лиц и используемые ими исключительно для обеспечения собственных нужд либо для государственных или муниципальных нужд [20].

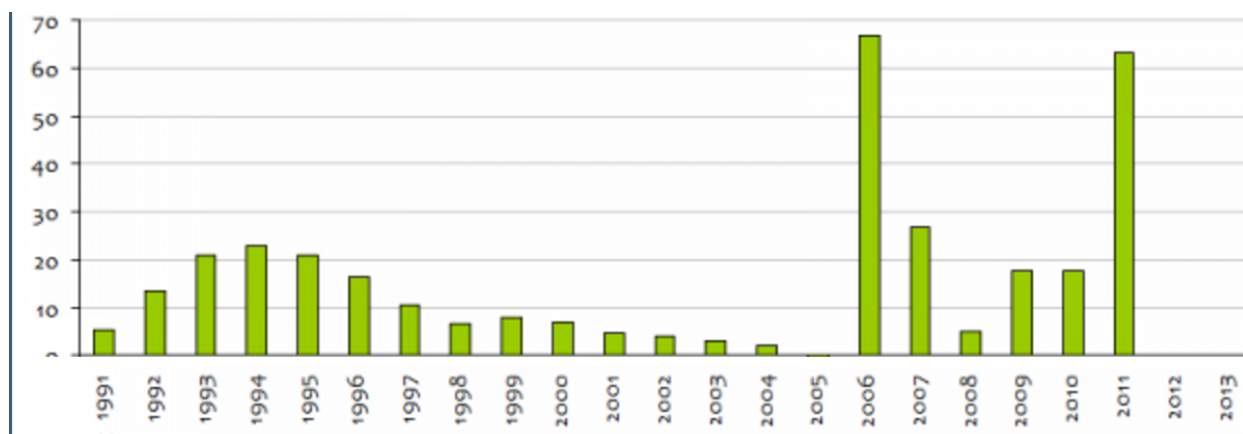


Рисунок 4. Прирост протяженности автомобильных дорог общего пользования с твердым покрытием, тыс. км. [21]

Увеличение протяженности автодорог до 2006 г. связан с переклассификацией многочисленных ведомственных дорог в дороги общего пользования (рис. 5), а в 2006 г. – с переклассификацией дорог, учтены дороги местного значения. Прирост в 2011 г. связан с учетом дополнительно 64 тыс. км. дорог местного значения. За 2006 – 2011 гг. построено 12 тыс. км дорог общего пользования с твердым покрытием. За этот же период прирост длины этих дорог составил 200 тыс. км.

В России дорожная ситуация обусловлена сезонностью. Начиная с октября и заканчивая мартом на дорогах страны складывается самая сложная обстановка на автомобильных дорогах. С увеличением светового дня и с улучшением погоды ситуация меняется в лучшую сторону. В летний период

(пора отпусков и дач) загруженность дорог снижается на 1-2 балла. К осени водители возвращаются к своим привычным делам, и количество автомобилей на дорогах становится в 2 раза больше, начинаются дожди и снегопады, которые способствуют возникновению или увеличению заторов на дорогах.

Наиболее “автомобильным” городом России по плотности автомобилей на количество жителей является Владивосток. Здесь на каждую тысячу жителей приходится по 566 автомобилей, при том, что общая численность населения города составляет 581 тыс. человек (табл. 5). Этому способствует сближенность рынка автомобилей с японской границей, откуда импортируются подержанные или почти новые автомобили. Почти 50% всех легковых автомобилей на Дальнем востоке приходится на бренд Toyota. После Владивостока, на втором, третьем и четвертом местах соответственно располагаются сибирские города Красноярск (384 автомобиля на 1 тыс. человек), Сургут (378 автомобилей на 1 тыс. человек) и Тюмень (374 автомобиля на 1 тыс. человек). Эти показатели превышают московскую плотность автомобилизации.

Таблица 6

Рейтинг российских городов по количеству автомобилей на 1000 человек [16]

	Город	Кол-во авто на тыс. чел.	Доля иномарок, %	Автопарк, шт.	Население, тыс. чел.
1	2	3	4	5	6
1	Владивосток	566	88	328 849	581
2	Красноярск	384	36	355 884	927
3	Сургут	377	42	109 408	290
4	Тюмень	374	33	205 681	550
5	Краснодар	350	36	248 377	709
6	Калининград	338	85	142 843	422
7	Москва	338	51	3 527 135	10 443
8	Нижевартовск	334	41	80 727	242
9	Пенза	297	29	151 210	509
10	Калуга	293	25	96 023	328
11	Екатеринбург	290	39	381 117	1 315
12	Тверь	288	30	117 111	406
13	Ставрополь	286	25	102 795	360
14	Сочи	281	34	93 100	331
15	Ярославль	280	30	168 875	604
16	Астрахань	263	24	131 279	500
17	Тольятти	262	17	184 438	705
18	Самара	258	31	294 295	1 139
19	Уфа	254	29	259 692	1 023
20	Ростов-на-Дону	250	38	263 004	1 052

Продолжение таблицы 16.

1	2	3	4	5	6
21	Иркутск	248	66	143 029	576
22	Новосибирск	243	48	337 952	1 392
23	Санкт-Петербург	238	50	1 087 149	4 571
24	Рязань	237	27	121 555	512
25	Курск	236	43	95 670	406
26	Кемерово	235	39	122 120	520
27	Воронеж	226	47	190 179	841
28	Липецк	224	39	112 855	503
29	Оренбург	221	42	117 172	530
30	Киров	221	28	102 934	466
31	Тула	218	28	110 119	504
32	Саратов	214	34	180 292	841
33	Новокузнецк	214	44	120 029	561
34	Нижний Новгород	213	28	272 625	1 278
35	Казань	209	37	233 710	1 116
36	Хабаровск	208	85.6	120 117	577
37	Магнитогорск	207	27	84 897	410
<b>38</b>	<b>Томск</b>	<b>206</b>	<b>40</b>	<b>101 586</b>	<b>493</b>
39	Ульяновск	205	13	125 604	612
40	Омск	203	33	230 326	1 135
41	Ижевск	202	29	124 605	616
42	Барнаул	202	46	121 053	600
43	Брянск	198	27	82 435	416
44	Набережные Челны	198	23	100 016	506
45	Иваново	196	26	80 168	409
46	Челябинск	188	33	204 749	1 091
47	Пермь	185	36	182 888	990
48	Волгоград	181	43	178 432	986
49	Махачкала	172	12	80 523	467
50	Чебоксары	171	32	75 599	441

#### **1.4 Загрязнение компонентов природной среды автотранспортными средствами**

Транспортный комплекс – один из крупнейших загрязнителей окружающей среды. Из всех видов транспорта наибольший объем выбросов загрязняющих веществ в атмосферу поступает от автомобильного транспорта. Автомобиль является мощным источником механического, шумового и, что самое важное, химического загрязнения. К основным факторам, способствующим росту негативного воздействия автомобильного транспорта на состояние окружающей среды города, относятся значительный рост автомобильного парка, низкие экологические характеристики автомобилей, значительное количество автотранспортных средств с длительными сроками эксплуатации, недостаточное развитие улично-дорожной сети [22]. В 70-х гг. прошлого столетия доля загрязнения воздушного бассейна городов автомобильным транспортом составляла 13% от суммы всех выбросов, на сегодняшний день эта цифра превышает 50%, а в некоторых городах достигает до 90% [23,24].



#### **1.4.1 Механическое воздействие на компоненты природной среды от автомобильного транспорта**

Самым явным и наиболее значительным механическим воздействием является отчуждение земельных площадей под строительство автодорог. Для строительства 1 км автомагистрали необходимо задействовать 10-12 гектаров площади земель. Темпы эрозии почвенного покрова довольно высоки, так для восстановления 1 см плодородного слоя понадобится около 100 лет. Для того чтобы сохранить почву возможно в использование таких направления в развитии транспорта, как выделение и использование под строительство транспортных путей не пригодных или менее плодородных сельскохозяйственных земель; защита естественных гидрологических режимов в районе транспортных сооружений; минимизация выбросов загрязняющих веществ от транспортных средств, попадающих в почвенный покров. На сегодняшний день за границей и в нашей стране набирают опыт экономного использования земли с развитием автотранспорта, примером могут послужить большие подземные гаражи и парковочные места.

В сельской местности к непосредственному разрушению и эрозии почвы способствует отсутствие твердого покрытия. Большую часть земли выводит из оборота простое передвижение транспорта по бездорожью. Зачастую в осенний и весенний периоды, объезжая разбитые участки дороги, движение осуществляется по полям и пашням, образуя новые дороги. Кроме того, пыль, которая поднимается при движении автотранспорта по неасфальтированным дорогам, поднимается и осаживается на придорожных растениях, снижая тем самым урожайность.

Еще одним аспектом механического влияния автотранспорта на природную среду является выемка полезных ископаемых (металлов) необходимых для производства транспортных средств и элементов транспортной инфраструктуры.

Также строительство дорожной сети воздействует на гидрологический режим территории, влияющий на состав биогеоценозов; а перемена флоры и фауны происходит из-за вырубки лесов.

#### **1.4.2 Физическое воздействие на компоненты природной среды от автомобильного транспорта**

Автотранспорт также является основным и постоянным источником шумового воздействия, доля которого составляет около 80% в общем шумовом потоке населённых пунктов, а уровень звукового давления до 90 дБА. Воздействие шума, особенно в сочетании с другими факторами риска для здоровья, вызывает не только снижение слуха, но и отрицательно влияет на весь организм, в первую очередь на центральную и периферическую нервную, сердечно-сосудистую, эндокринную и иммунную системы [25].

Количество уличных шумов зависит от интенсивности транспортного потока, его скорости и состава (характера), от планировки городской застройки, а также от продольного или поперечного профиля улиц. Очень важная составляющая в этом вопросе тип дорожного покрытия и наличие зеленых насаждений вдоль дорожного полотна. Каждая из этих причин способна воздействовать на уровень транспортного шума в пределах до 10 дБ.

Так в промышленных городах процент грузового автотранспорта на магистралях обычно очень высок и его увеличение в общем потоке приводит к повышению уровня шума. Шум, возникающий на проезжей части распространяется как на примагистральную территорию, так и вглубь, в жилую застройку. В жилых помещениях, расположенных вблизи указанных магистралей при открытых окнах, ориентированных на них уровень шума ниже всего на 10 – 15 дБ.

Акустические показатели транспортного потока определяется характеристикой шумности автомобиля. Отдельные транспортные экипажи производят шум, который зависит от многих факторов: мощность и режим работы двигателя; техническое состояние автомобиля; качество дорожного полотна; скорость движения.

Каждый день в условиях городской суеты происходит постоянное раздражение и напряжение слухового анализатора человека. Вред, который причиняет нашему уху автомобильный шум, зависит от спектра звуковых колебаний и характера их изменения. Риск снижения слуховых анализаторов из-за шума очень сильно зависит от индивидуальных особенностей человека.

В городах с интенсивным автомобильным потоком шум не только сокращает продолжительность жизни, но и может стать причиной возникновения нервных срывов, психических расстройств, вегетативного невроза, язвенной болезни, уменьшению иммунитета и расстройства сердечнососудистой системы, а также в большинстве случаев нарушает очень важный процесс жизни человека – сон.

Для предотвращения влияния вредных шумовых потоков городской обстановки необходима регламентировать интенсивность и время влияния автомобильных шумов. Если рассматривать гигиеническое нормирование, то допустимый уровень шума - это такой уровень, влияние которого в течение длительного времени не вызывает изменений во всем комплексе физиологических показателей, отражающих реакции наиболее чувствительных к шуму систем организма.

Для контроля шумового действия в условиях городской застройки существуют Санитарные нормы допустимого шума в помещениях жилых и общественных зданий и на территории жилой застройки (№ 3077-84) и Строительными нормами и правилами П.12-77 «Защита от шума», а также ГОСТ 27435-87 «Внутренний шум автотранспортных средств. Допустимые уровни и методы измерений» и ГОСТ 27436-87 «Внешний шум автотранспортных средств [26,27].

### 1.4.3 Химическое загрязнение компонентов природной среды от автомобильного транспорта

Влияние автомобильного транспорта на загрязнение окружающей среды и связанное с этим негативное воздействие на здоровье населения особо актуальны для урбанизированных территорий, так как основная деятельность автомобильного транспорта сосредоточена в местах с высокой плотностью населения - городах, промышленных центрах. Загрязнение территории России выбросами от автотранспорта неоднородно. На рисунке 5 показано распределение автотранспортных средств и выбросов загрязняющих веществ (ЗВ) от них по федеральным округам Российской Федерации.

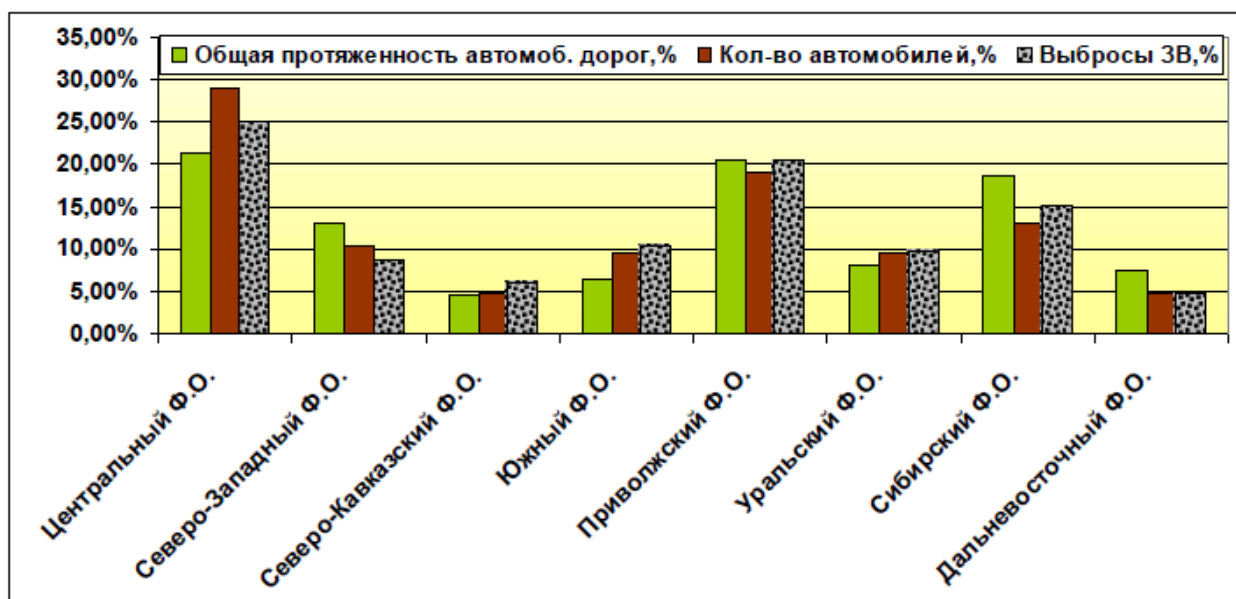


Рисунок 5. Распределение автотранспортных средств и выбросов загрязняющих веществ от них по федеральным округам [28]

Вредные выбросы от автомобилей производятся в самых нижних, приземных слоях атмосферы, там, где протекает основная жизнедеятельность человека и где условия для их рассеивания являются наихудшими. Отработавшие газы двигателей автомобилей содержат высококонцентрированные токсичные компоненты, являющиеся основными загрязнителями атмосферы. Время, в течение которого вредные вещества естественным образом сохраняются в атмосфере, оценивается от десятка суток до полугода.

#### 1.4.3.1. Химическое загрязнение водных объектов от автомобильного транспорта

Ливневые сточные воды с поверхности автомагистралей, площадок АЗС, с территорий автотранспортных и авторемонтных предприятий являются источником загрязнения водных бассейнов в городской среде

нефтепродуктами, фенолами и легкоокисляющимися органическими веществами.

В результате загрязнения водоемов происходит снижение их биосферных функций и экологического значения из-за поступления в них вредных веществ, а также резко ограничивает использование и потребление водных ресурсов. Так же загрязнение транспортными отходами проявляется в изменении органолептических и физических свойств, а именно перемене вкуса, запаха, прозрачности и окраски воды, увеличении содержания сульфатов, хлоридов, нитратов, токсичных тяжелых металлов и еще, один из наиболее важных показателей воды, уменьшение растворенного в воде кислорода воздуха.

Интенсивное загрязнение гидросферы автотранспортом происходит вследствие следующих факторов. Один из таких факторов это отсутствие гаражей и парковочных комплексов вблизи жилых застроек. Тысячи владельцев индивидуальных автомобилей, вынуждены парковать и обслуживать свои автомобили на открытых придомовых территориях. На которых зачастую автовладельцы производят ремонт и техническое обслуживание автомобиля своими силами без учета каких-либо экологических последствий. Таким примером могут служить частные мойки или незаконно организованные площадки для мойки автомобилей. А еще очень часто автовладельцы совершают данную операцию на берегу реки, озера или пруда. Многие автолюбители очень часто используют в больших объёмах моющими средствами, которые в свою очередь представляют очень серьезную экологическую опасность для водоемов.

Для того чтобы снизить уровень загрязнения поверхностных вод открытых водоемов необходимо создавать бессточную систему водоснабжения на участках, используемых для мытья автомобилей, а также строительство локальных очистных сооружений с последующим разбавлением остаточного количества загрязняющих веществ. Практика показала, что существующие технологические процессы по обезвреживанию сточных вод способствуют удалению 95-99% органических веществ и 40-99% взвешенных веществ, содержание солей при данной очистке остаётся на прежнем уровне.

#### **1.4.3.2. Химическое загрязнение почв от автомобильного транспорта**

С автомобильными выхлопными газами загрязняющие вещества попадают сначала в атмосферу, а затем оседают в почве. Почвы содержат в себе атмосферные и грунтовые воды, которые обогащают почвы химическими соединениями, которые в свою очередь оказывают влияние на формирование того или иного типа почв. В почве конечное количество элементов превращается в бесконечное их множество, а все потому, что почва является важной составляющей в целом ряде биосферных циклических процессов. Элементы, находящиеся в почве, в воде, в почвенном воздухе, могут

вступать практически в неограниченное число контактов и образовывать бесконечное число связей.

Влияние загрязняющих веществ на почву и окружающую среду будет не значительным, пока они прочно связаны с составными частями почвы и труднодоступны. При переходе их в водный раствор, опасные химические элементы проникают в растения, а также в организм человека и животных, потребляющих эти растения. Опасность загрязнения почв и растений зависит: от вида растений; форм химических соединений в почве; от процессов адсорбции и десорбции; количества доступных форм этих металлов в почве и почвенно-климатических условий. Следовательно, отрицательное влияние тяжелых металлов зависит, по существу, от их подвижности, т.е. растворимости. Самоочищение почв в такой ситуации практически отсутствует, так как веществ накапливается значительно больше, да и процесс этот не такой уж и быстрый. Токсичные вещества накапливаются, что способствует постепенному изменению химического состава почв, нарушению единства геохимической среды и живых организмов.

#### **1.4.3.3. Химическое загрязнение атмосферного воздуха от автомобильного транспорта**

Проблема загрязнения атмосферного воздуха, обусловленного выбросами автотранспорта, в большей мере проявляется в крупных промышленных регионах – на территории Российской Федерации выбросы от передвижных источников загрязнения составляют около 44,7%, но в зависимости от регионов процентное соотношение варьируется и может достигать 70% и более (табл. 7). Данная ситуация усугубляется с ростом количества автотранспортных средств, более высокой токсичности от них по сравнению с выбросами от стационарных источников загрязнения атмосферы, широкой распространённости передвижных источников загрязнения воздуха внутри городских кварталов, неудовлетворительного состояния и содержания автомагистралей и постоянных заторов на них [29].

Таблица 7

Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух в 2007 – 2014 гг. в Российской Федерации (данные Росстата и Роприроднадзора) [34]

Год	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Общий объем выбросов, от стационарных и автомобильных источников, тыс. т/год, из них:	35303,5	33691,7	32559,8	32220,4	32487,5	32309,2	31870,9	31073,5
-от стационарных источников, тыс. т/год	20636,9	20103,3	19021,2	19115,6	19162,3	19630,3	18446,5	17451,9
-от автомобильного транспорта, тыс. т/год	14666,6	13588,4	13538,6	13104,8	13325,2	12678,9	13424,4	13621,6
Общий объем выбросов от железнодорожного транспорта, тыс. т/год	н/д	н/д	н/д	н/д	140,0	159,5	192,5	154,2
Объем выбросов SO <sub>2</sub>	4678,1	4644,1	4480,6	4497,9	4454,7	4415,4	4249,2	4113,3
Всего, тыс. т/год	4678,1	4644,1	4480,6	4497,9	4454,7	4415,4	4249,2	4113,3
от стационарных источников, тыс. т/год	4573,1	4534,1	4370,6	4385,3	4342,7	4340,9	4173,3	4036,3
от автомобильного транспорта, тыс. т/год	105,0	110,0	110,0	112,6	112,0	74,5	75,9	77,0
Объем выбросов CO	17450,4	16259,5	15603,5	15341,7	15816,3	16092,9	15757,5	15493,0
Всего, тыс. т/год	17450,4	16259,5	15603,5	15341,7	15816,3	16092,9	15757,5	15493,0
от стационарных источников, тыс. т/год	6448,4	6091,5	5500,5	5565,1	5753,5	6001,8	5350,9	4938,4
от автомобильного транспорта, тыс. т/год	11002,0	10168,0	10103,0	9776,6	10062,8	10091,1	10406,6	10554,6
Объем выбросов твердых веществ	2793,4	2757,2	2394,1	2435,0	2327,3	2273,1	2033,4	1947,4
Всего, тыс. т/год	2793,4	2757,2	2394,1	2435,0	2327,3	2273,1	2033,4	1947,4
от стационарных источников, тыс. т/год	2743,4	2704,2	2341,1	2381,2	2283,1	2249,4	2008,5	1922,2
от автомобильного транспорта, тыс. т/год	50,0	53,0	53,0	53,8	44,2	23,7	24,9	25,3
Всего, тыс. т/год	н/д	н/д	н/д	69,7	70,4	80,7	81,9	86,7
Объем выбросов NH <sub>3</sub>	41,6	39,2	40,3	42,2	44,0	47,5	46,6	51,0
от стационарных источников, тыс. т/год	41,6	39,2	40,3	42,2	44,0	47,5	46,6	51,0
от автомобильного транспорта, тыс. т/год	н/д	н/д	н/д	27,5	26,4	33,2	35,3	35,7
Объем выбросов NO <sub>x</sub> (в пересчете на NO <sub>2</sub> )	3635,8	3660,6	3561,5	3656,9	3561,9	3356,5	3333,3	3288,4
Всего, тыс. т/год	3635,8	3660,6	3561,5	3656,9	3561,9	3356,5	3333,3	3288,4
от стационарных источников, тыс. т/год	1732,8	1816,6	1730,5	1855,2	1880,0	1937,5	1874,2	1805,5
от автомобильного транспорта, тыс. т/год	1903,0	1844,0	1831,0	1801,7	1681,9	1419,0	1459,1	1482,9
Объем выбросов НМ ЛОС	3447,6	2872,0	2913,0	2885,1	2966,6	2552,1	2823,8	2730,0
Всего, тыс. т/год	3447,6	2872,0	2913,0	2885,1	2966,6	2552,1	2823,8	2730,0
от стационарных источников, тыс. т/год	1908,6	1532,0	1546,0	1605,3	1622,8	1638,2	1455,8	1340,0
от автомобильного транспорта, тыс. т/год	1539,0	1340,0	1367,0	1279,8	1343,8	913,9	1368,0	1390,0
Объем выбросов от стационарных и автомобильных источников на душу населения, т/чел.	0,247	0,236	0,228	0,226	0,227	0,225	0,222	0,212
Объем выбросов от стационарных и автомобильных источников на единицу ВВП <sup>1</sup> , т/млн руб.	1,24	0,96	0,96	0,80	0,68	0,61	0,56	0,51

Выблопы автотранспортных средств представляю собой сложную многокомпонентную смесь, куда входит около полутысячи веществ, в том числе, опасных и высоко опасных [30]. По данным литературы известно, что вклад автотранспорта в канцерогенный риск составляет около 54-60% [29]. Часть токсичных соединений, поступающих в атмосферный воздух с выбросами от автотранспортных средств, выпадает на поверхность почвы и растений вблизи автодорог, а часть уносится на более отдаленные расстояния, что отрицательно сказывается на окружающей человека среде и его здоровье. В связи с этим повышается актуальность изучения и решения проблемы, связанной с загрязнением воздушного бассейна в городах вредными выбросами интенсивно развивающегося автопарка [31,32,33]

Автомобиль содержит в себе несколько источников выброса токсичных веществ в атмосферу. Основными являются: отработавшие газы, картерные газы и топливные испарения (рис. 6).

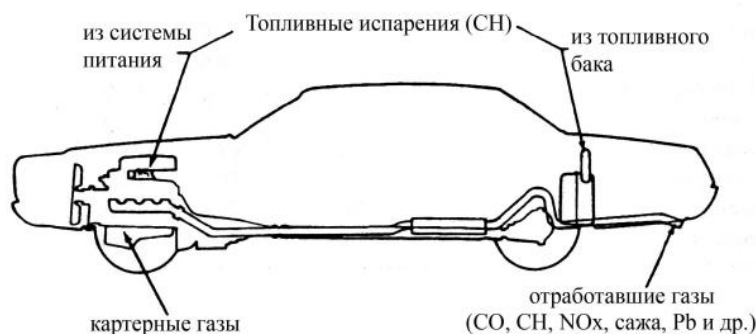


Рисунок 6. Схема источников образования загрязняющих веществ в автомобиле

Картерные газы - это смесь части отработавших газов, проникшей через неплотности поршневых колец в картер двигателя, с парами моторного масла. Количество картерных газов в двигателе возрастает с увеличением износа. Кроме того, оно зависит от условий движения и режима работы двигателя.

Принцип работы автомобильных двигателей основан на превращении химической энергии жидких и газообразных топлив нефтяного происхождения в тепловую, а затем – в механическую энергию. Жидкие топлива в основном состоят из углеводородов, газообразные, наряду с углеводородами, содержат негорючие газы, такие как азот и углекислый газ. При сгорании топлива в цилиндрах двигателей образуются нетоксичные (водяной пар, углекислый газ) и токсичные вещества (табл. 8). Последние являются продуктами сгорания или побочных реакций, протекающих при высоких температурах. К ним относятся окись углерода CO, углеводороды CmHn, окислы азота (NO и NO<sub>2</sub>) обычно обозначаемые NO<sub>x</sub>. Кроме перечисленных веществ вредное воздействие на организм человека оказывают выделяемые при работе двигателей соединения свинца, канцерогенные вещества, сажа и альдегиды.

Таблица 8

Загрязняющие вещества, образующиеся при сгорании топлива в двигателе автомобиля [28].

	Бензиновые	Дизельные
<b>N<sub>2</sub></b> , об. %	74—77	76—78
<b>O<sub>2</sub></b> , об. %	0,3—8,0	2,0—18,0
<b>H<sub>2</sub>O (пары)</b> , об. %	3,0—5,5	0,5—4,0
<b>CO<sub>2</sub></b> , об. %	0,0—16,0	1,0—10,0
<b>CO*</b> , об. %	0,1—5,0	0,01—0,5
<b>Окислы азота*</b> , об. %	0,0—0,8	0,0002—0,5000
<b>Углеводороды*</b> , об. %	0,2—3,0	0,09—0,500
<b>Альдегиды*</b> , об. %	0,0—0,2	0,001—0,009
<b>Сажа**</b> г/м <sup>3</sup>	0,0—0,04	0,01—1,10
<b>Бензпирен—3,4**</b> , г/м <sup>3</sup>	10—20×10 <sup>-6</sup>	10×10 <sup>-6</sup>

\*токсичные;

\*\*канцерогенные.

Отработавшие газы двигателя внутреннего сгорания содержат около 200 компонентов. Период их существования длится от нескольких минут до 4-5 лет. По химическому составу и свойствам, а также характеру воздействия на организм человека их объединяют в группы.

Первая группа – естественные компоненты атмосферного воздуха, такие как азот, кислород, водород, водяной пар, углекислый газ (CO<sub>2</sub>) и другие. В

настоящее время содержание углекислого газа в отработавших газах не нормируется. Однако этот вопрос поднимается в связи с особой ролью  $\text{CO}_2$  в «парниковом эффекте».

Вторая группа – в эту группу входит единственное вещество – оксид углерода, или угарный газ ( $\text{CO}$ ). Он образуется при неполном сгорании нефтяных видов топлива, он легче воздуха и не имеет цвета и запаха. При сгорании в кислороде или на воздухе оксид углерода образует голубоватое пламя, переходя в углекислый газ. При этом выделяется значительное количество тепла. Имеет выраженное отравляющее действие. Вступает в реакцию с гемоглобином в кровеносной системе, что приводит к образованию карбоксигемоглобина, который в свою очередь не связывает кислород. Это приводит к нарушению газообмена в организме, возникает так называемое «кислородное голодание», вследствие чего происходит нарушение функционирования всех систем организма. Отравлению угарным газом часто подвержены водители автотранспортных средств при ночевках в кабине с работающим двигателем, также отравление может наступить при прогреве двигателя в закрытом гараже.

Третья группа – оксиды азота, в основном это  $\text{NO}$  – оксид азота и  $\text{NO}_2$  – диоксид азота. Данные газы образуются в камере сгорания двигателя при температуре  $2800^\circ\text{C}$ , давление при этом около 1 Мпа. Оксид азота – не имеет цвета, не растворим в воде и не взаимодействует с ней, не вступает в реакции с растворами кислот и щелочей. При окислении кислородом воздуха образует диоксид азота. При обычных атмосферных условиях  $\text{NO}$  полностью превращается в  $\text{NO}_2$ . Диоксид азота – газ бурого цвета, имеющий характерный запах. Он тяжелее воздуха, поэтому собирается в углублениях, канавах и представляет большую опасность при техническом обслуживании транспортных средств.

Четвертая группа – углеводороды типа  $\text{C}_x\text{H}_y$  (этан, метан, бензол, ацетилен и др.), которые образуются при неполном сгорании топлива и являются токсичными веществами. В отработавших газах содержатся углеводороды различных гомологических рядов: парафиновые (алканы), нафтеновые (цикланы) и ароматические (бензолные), всего около 160 компонентов. Углеводороды, несгоревшие в двигателе, являются причиной возникновения белого или голубого дыма. Это происходит при запаздывании воспламенения рабочей смеси в двигателе или при пониженных температурах в камере сгорания. Под действием ультрафиолетового излучения углеводороды вступают в реакцию с оксидами азота, в результате чего образуются фотооксиданты. Они являются основой смога. К фотооксидантам также относятся угарный газ, соединения азота, перекиси и др., но наиболее важным токсичным компонентом смога является озон. Фотооксиданты являются биологически активными и оказывают вредное воздействие на организмы. Приводит к росту легочных и бронхиальных заболеваний людей, разрушают резиновые изделия, ускоряют коррозию металлов, ухудшают условия видимости.



Пятая группа – это альдегиды – органические соединения, кислорода, содержащие альдегидную группу углерода, связанную с углеводородным радикалом ( $\text{CH}_3$ ,  $\text{C}_6\text{H}_5$  или др.). В выхлопных газах преимущественно содержится формальдегид, акролеин и уксусный альдегид. Большое количество альдегидов образуется при небольших нагрузках при невысоких температурах сгорания топлива, в режиме холостого хода. Формальдегид  $\text{HCHO}$  – бесцветный газ с неприятным запахом, тяжелее воздуха, легко растворимый в воде. Он раздражает слизистые оболочки человека, дыхательные пути, поражает центральную нервную систему. Обуславливает запах отработавших газов, особенно у дизелей. Акролеин  $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CHO}$ , или альдегид акриловой кислоты, – бесцветный ядовитый газ с запахом подгоревших жиров. Оказывает воздействие на слизистые оболочки. Уксусный альдегид  $\text{CH}_3\text{CHO}$  – газ с резким запахом и токсичным действием на человеческий организм.

Шестая группа – преимущественно твердые взвешенные вещества сажа и другие дисперсные частицы (продукты износа двигателей, аэрозоли, масла, нагар и др.). Состоят из различных мелкодисперсных частиц (диаметром менее 1 мкм) материалов, включая неорганическую золу, кислые сульфаты или нитраты, дым, содержащий полициклические ароматические углеводороды, тонкодисперсную пыль, остатки свинца и асбеста, которые могут находиться во взвешенном состоянии в течение суток. Сажа – частицы твердого углерода черного цвета, возникающие при неполном сгорании и термическом разложении углеводородов топлива. Раздражает дыхательные пути человека.

Седьмая группа – сернистые соединения (неорганические газы – сернистый ангидрид, сероводород). Они возникают в составе выхлопных газов при использовании топлива с повышенным содержанием серы, например, дизельное топливо. Для российских месторождений нефти (преимущественно в восточных районах) характерен высокий процент присутствия серы и сернистых соединений. Поэтому и получаемое из нее дизельное топливо по устаревшим технологиям отличается более тяжелым фракционным составом и вместе с тем хуже очищено от сернистых и парафиновых соединений. Согласно европейскому стандарту, введенному в действие в 1996 г., содержание серы в дизельном топливе не должно превышать 0,005 г/л, а по российскому стандарту – 1,7 г/л. Присутствие серы увеличивает токсичность отработавших газов дизелей и является причиной возникновения в них вредных сернистых соединений, которые обладают резким запахом, тяжелее воздуха, растворяются в воде. Сернистые соединения оказывают раздражающее действие на слизистые оболочки горла, носа, глаз человека, возможно нарушение углеводного и белкового обмена, а также угнетению окислительных процессов, а при высокой концентрации (свыше 0,01 %) – к отравлению организма.

Восьмая группа – свинец и его соединения, они встречаются в отработавших газах карбюраторных автомобилей только при использовании этилированного бензина, имеющего в своем составе антидетонатор – тетраэтилсвинец  $\text{Pb}(\text{C}_2\text{H}_5)_4$ , выноситель – бромистый этил ( $\text{BrC}_2\text{H}_5$ ) и амонохлорнафталин, наполнитель – бензин Б-70, антиокислитель –

параоксидифениламин и краситель. При сгорании этилированного бензина выноситель способствует удалению свинца и его оксидов из камеры сгорания, превращая их в парообразное состояние. В европейских странах этилированный бензин был запрещен 1 января 2000 года. В России ограничение на использование этилированного бензина было принято 15 ноября 2002 года [35]. Однако в ряде стран еще используют этот бензин, так как стоимость его намного ниже, чем у неэтилированного. Поэтому проблема загрязнения окружающей среды свинцом присутствует и сегодня.

Выхлопные газы содержат Cu, Pb, Sr, моторное масло — Fe, Mo, Zn, Cu, Pb, Sb; истирание шин служит источником Cd, Mn, Fe, Zn, Pb, Co, Ni, Cr, Cu и Sb, износ тормозных колодок — Fe, Cu, Sb, Mn, Zn, Ti, Pb [36-39]. При производстве подшипников используют антифрикционные сплавы на основе Sn и Pb, в состав которых также входят Sb, Cu, Cd, Ni, As [40].

Автомобиль представляет опасность с экологической точки зрения не только в рабочем состоянии, но и когда находится на стоянке в заглушенном виде, т.к. бензин имеет свойство испаряться. Испарения бензина присутствуют и на стационарных объектах, например, на автозаправочных станциях при переливах бензинов и других нефтепродуктов из цистерны в емкость, хранения и реализации. Это является серьезным источником загрязнения окружающей среды как в результате испарений топлива, так и в результате разливов.

Еще одним загрязнителем атмосферы является пыль в приземном воздушном слое. При движении автомобилей происходит истирание дорожных покрытий и автомобильных шин, продукты износа которых смешиваются с твердыми частицами отработавших газов. Химический состав и количество пыли зависят от материалов дорожного покрытия. С ростом интенсивности движения в пыли увеличивается процент песка и доля в нем тяжелых металлов и металлоидов; доля элементов в мелкой, средней и крупной пыли уменьшается, в илистой фракции — не изменяется. На малых дорогах с экологически наиболее опасными частицами PM1 и PM1–10 связано 93% Ag; 51–60% Cd, Bi, As, Sb, Sn; 31–50% Cr, Mo, Pb, Ni, Zn, Co, Cu; до 30% W, V, Fe, Mn, Be, Ti, Sr [41].

Дорожная пыль, мигрируя с ливневыми стоками, негативно влияет на городские водные объекты путем увеличения в них концентрации взвешенных частиц, большинства тяжелых металлов, солей и питательных веществ [42]

В виде сухих осадений она поступает в городские почвы, способствуя их загрязнению. Количество и химический состав дорожной пыли зависят от интенсивности эрозии придорожных почв, объема выбросов передвижных источников, абразии дорожного покрытия и разметки, истирания шин и тормозных колодок транспортных средств, коррозии их металлических частей, а также от режима движения, включая тип, скорость и число маневров, связанных с остановкой [43]. Около 90% частиц, образующихся при истирании тормозных колодок автомобилей, имеют размер < 2,5 мкм [37]. Концентрация Zn, Cu и Cd максимальна в пыли, аккумулирующейся вблизи бордюрного камня, а Pb, Fe и Ni — на расстоянии 1 м от него [44].

Автомобиль самый активный потребитель кислорода воздуха. Если человек потребляет до 20 кг (15,5 м<sup>3</sup>) воздуха в сутки и до 7,3 т в год, то современный автомобиль для сгорания 1 кг бензина расходует около 12 м<sup>3</sup> воздуха, или, в кислородном эквиваленте, около 250 л кислорода. Таким образом, в крупных мегаполисах автомобильный транспорт поглощает кислорода в десятки раз больше, чем вес их население. При тихой, безветренной погоде и низком атмосферном давлении на оживленных автомобильных трассах объемная концентрация кислорода в воздухе нередко понижается до 15%. Известно, что при концентрации кислорода в воздухе ниже 17% у людей появляются симптомы недомогания, при 12% и меньше возникает опасность для жизни, при концентрации ниже 11% наступает потеря сознания, а при 6% прекращается дыхание [2].

Согласно мнению экспертов ВОЗ влияние от автомобильного транспорта увеличивается с каждым годом. По Имеющимся оценкам, 100 тыс. случаев смерти в год в городах могут быть связаны с загрязнением атмосферного воздуха. При этом значительная часть этих случаев смерти из целого ряда других неблагоприятных последствий для здоровья связаны с загрязнением от автотранспорта [45]. Согласно научным исследованиям [46], выбросы от автотранспорта способствуют развитию у детей аллергических заболеваний, заболеваний дыхательных путей, мочевыделительной системы и системы кровообращения, крови кожи и подкожной клетчатки.

## 2. ПРИРОДНО-КЛИМАТИЧЕСКАЯ И ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ГОРОДА ТОМСКА

### 2.1. Физико-географическая характеристика района работ

Томская область расположена в юго-восточной части Западносибирской равнины и граничит с Тюменской, Омской, Новосибирской, Кемеровской областями и Красноярским краем (рис. 7).



Рисунок 7. Карта-схема расположения Томской области на территории Российской Федерации

Площадь территории Томской области составляет 316,9 тыс. км<sup>2</sup>, протяженность области с севера на юг – 600 км, с запада на восток – 780 км. В административном отношении территории Томской области состоит из 16 районов. Шесть населенных пунктов области являются городами – Томск, Северск, Асино, Колпашево, Кедровый и Стрежевой. Областной и административный центр – г. Томск, расположен в южной части области на правом берегу р. Томи (рис. 8).



Рисунок 8. Карта-схема расположения г. Томска на территории Томской области

## 2.2 Климатические условия

Климатические особенности г. Томска определяются его географическим положением на крайнем юго-востоке Западносибирской равнины, которая с востока и запада ограничена горными поднятиями, влияющими на перемещение воздушных масс в широтном направлении.

На погоду в г. Томске оказывают влияние в первую очередь преобладающий в умеренных широтах северного полушария западный перенос воздушных масс, а также периферийные части циклонов и антициклонов.

Географическое положение города обуславливает большую изменчивость температуры воздуха от суток к суткам, а также в течение суток.

Среднегодовая температура наружного воздуха составляет – минус 0,5°С;

Абсолютная минимальная температура – минус 55°С;

Абсолютная максимальная температура – +36°С;

Средняя максимальная температура наиболее теплого месяца – +23,7°С;

Средняя температура наиболее холодного месяца – минус 19,1°С;

Среднемесячная относительная влажность воздуха наиболее холодного месяца – 80%;

Среднемесячная относительная влажность воздуха наиболее теплого месяца – 74%;

Среднегодовая скорость ветра – 4,7 м/с;

Скорость ветра (по средним многолетним данным), повторяемость – 12,0.

Максимальное среднегодовое количество осадков 685 мм, минимальное 368 мм. Зимой преобладают осадки облачного характера, летом - ливневого. Фактически зафиксированное наивысшее суточное количество осадков, обеспеченностью 1% составляет 76 мм.

Максимальная интенсивность ливня для пятиминутного интервала времени может достигнуть 2 мм/мин. Осадки холодного периода образуют снежный покров, который появляется в октябре и сохраняется до начала мая. Высота снежного покрова в лесу 70см, в поле уменьшается до 30-50 см. Сход снежного покрова наблюдается в конце апреля, начале мая.

Снежный покров влияет на промерзание почвы (ее глубину) и ее оттаивание. Средняя высота снежного покрова составляет 60 см. Высота снежного покрова зависит от условий его переноса ветром. Зимой преобладают южные ветры, скорость которых достигает 34 м/с.

За год наибольшую повторяемость имеют ветры южной половины горизонта-60-63% при повторяемости северных и северо-восточных 17%. В конце осени, зимой и начале весны господствуют южные ветры при значительной повторяемости юго-западных. В мае повторяемость юго-западных ветров увеличивается, достигая в мае 22-29%. Начиная с мая и до конца лета несколько увеличивается повторяемость северных и северо-восточных ветров (рис. 9).

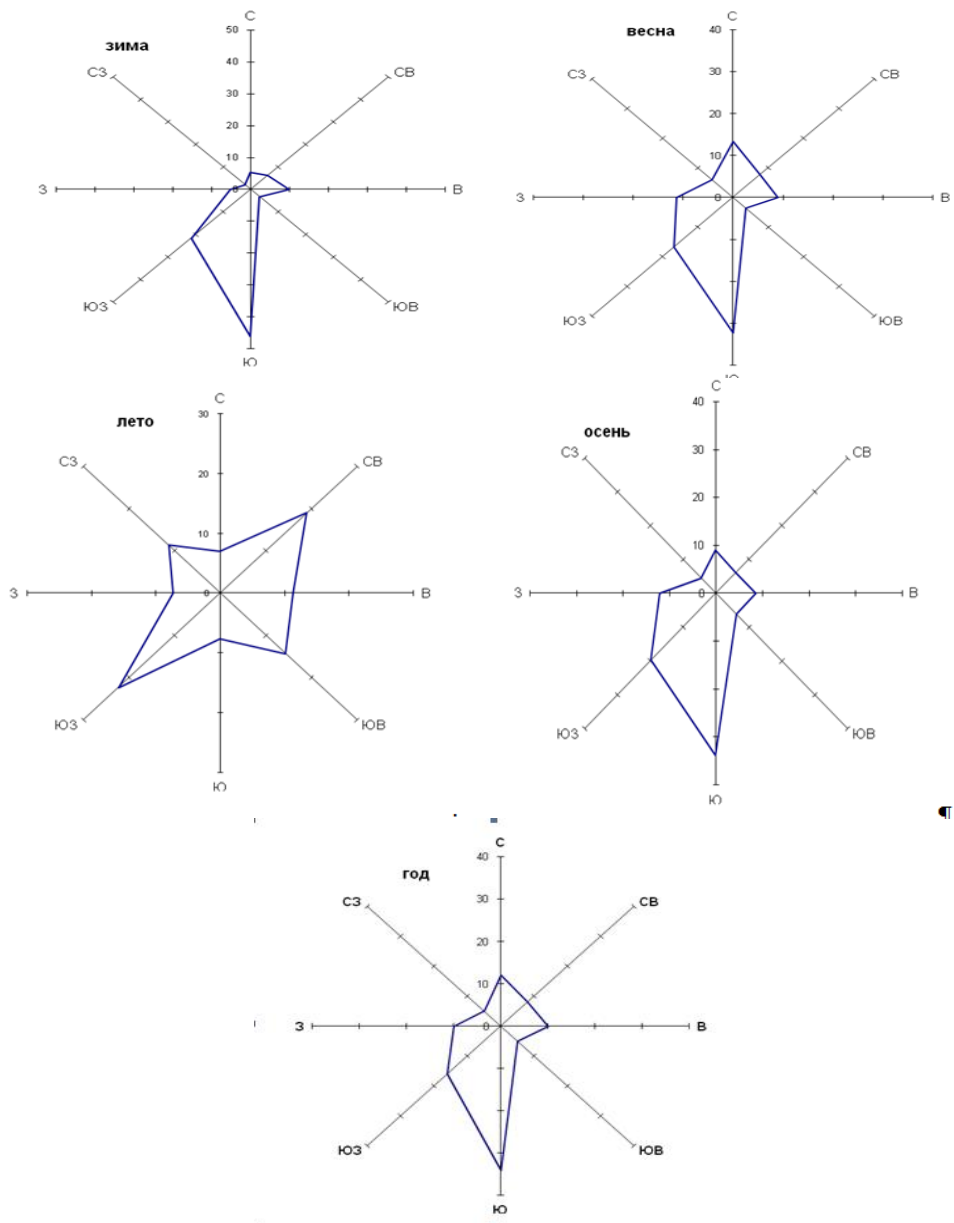


Рисунок 9. Повторяемость направлений ветра в % для г. Томска [19]

### 2.3 Рельеф

Рельеф Томской области отличается равнинностью: на сотни километров тянутся плоские заболоченные равнины с высотными отметками, не превышающими 200 м над уровнем моря.

Томск расположен на правом берегу реки Томи в юго-восточной части Западно-Сибирской низменности, на границе её с Томь – Колыванской складчатой зоной. Геологическое строение района обусловлено расположением его на стыке тектонических структур Западно-Сибирской плиты и Томь – Колыванской геосинклинальной зоны.

Рельеф городской территории и её инженерно – геологические условия осложняются р. Томью, правыми притоками р. Томи — р. Ушайкой в центре города и р. Киргизкой в северной его части.

В геоморфологическом отношении территория города приурочена к поверхности Томь-Яйского водораздела (рис. 10).

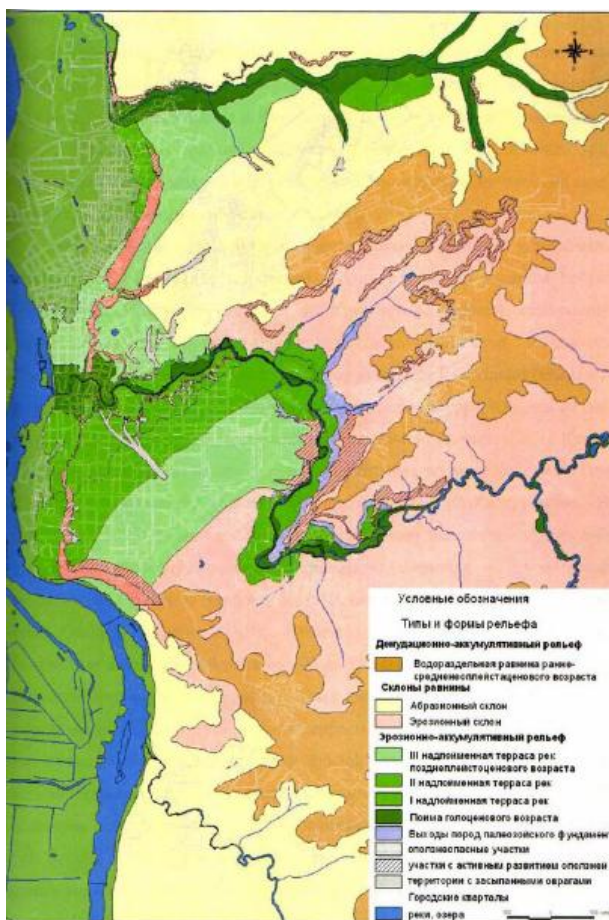


Рисунок 10. Геоморфологическая карта-схема территории г. Томска [47]

В природном отношении территория города представлена своеобразным ландшафтом. Левобережная его часть – равнинное пойменное пространство с многочисленными озерами и старицами и высокой бровкой Тимирязевского плато с сосновыми борами. Для правобережной части характерны уступы Алтайской горной системы высотой 30–40 м (Воскресенская гора, Лагерный сад и др.) и густая изрезанность территории многочисленными притоками реки. Распределение земель города по категориям следующее: земли жилой и нежилой застройки занимают 41 %, земли общего пользования – 7,9 %, земли лесного фонда – 28,8 %, земли водного фонда – 4,1 %, земли сельскохозяйственного назначения – 18 % [48.]

## 2.4 Почвенная характеристика

Зональными почвами Томска являются дерново-подзолистые супесчаные и песчаные, серые лесные в разной степени эродированные со значительными контурами темно-серых лесных, лугово-черноземных почв. Сложность геологического строения и рельефа правобережья р. Томи отражаются в распределении и сочетании в пространстве факторов и условий

почвообразования и обуславливают сложность структуры почвенного покрова. В пределах водораздельного пространства, третьей и четвертой надпойменных террас распространены серые лесные, светло-серые лесные (на повышенных участках) и темно-серые лесные почвы (в понижениях). В неглубоких лощинах и гривах водораздела, ориентированных в различных направлениях, создаются условия замедленного поверхностного стока, что приводит к частичному заболачиванию пониженных участков рельефа. Почвы слабо заболоченных территорий имеют различную степень оглеения. Встречаются вытянутые заболоченные понижения, нередко заполненные маломощными торфяниками (болотные почвы). На второй надпойменной террасе преобладают дерново-подзолистые почвы легкого гранулометрического состава. На первой надпойменной террасе доминируют серые лесные глеевые, а также луговые, лугово-черноземные и лугово-болотные почвы. При избыточном увлажнении, вызванном скоплением поверхностных вод или близким залеганием грунтовых вод, развиваются болотно-подзолистые почвы. Пойма р. Томи представлена аллювиально-дерновыми почвами. Почвы пойм малых рек – аллювиально-болотные.

Большую роль в формировании почвенно-растительного покрова территории играет антропогенный фактор. Почвы и растительность города не соответствуют зональным. Большая часть территории города представляет собой асфальтированные и застроенные участки или антропогенные модификации почв. В пределах селитебной территории фиксируются антропогенные отложения значительной мощности (в среднем по городу – 0,5-2м). Антропогенные отложения мощностью 7 и более метров отмечены на отдельных участках города – кладбищах, свалках, отвалах, засыпанных оврагах и т.д. Они представляют собой смесь различных грунтов, органических остатков, бытовых отходов [49].

## 2.5 Геологическое строение

В геологическом отношении район г. Томска приурочен к складчатому обрамлению Западно-Сибирской плиты, но в то же время носит признаки типичной платформенной области, складчатый фундамент которой сложен породами палеозоя и протерозоя, а платформенный чехол – рыхлыми отложениями мезозоя-кайнозоя (рис. 11). Причиной этому является сильная пенепленизация этой территории к верхнемеловому времени с последующим вовлечением ее в общие с плитой эпейрогенические опускания. В пределах города толща пород подразделяется на два структурных этажа. Нижний структурный этаж сложен сложнодислоцированными глинистыми сланцами карбонового возраста, рассеченными на отдельных участках дайками основного состава юрского возраста. Верхний структурный этаж сложен рыхлыми, слабо литифицированными песчано-глинистыми грунтами палеоген-неогенового возраста, перекрытыми повсеместно четвертичными образованиями.



В стратиграфическом отношении в пределах городской территории выделяются отложения палеозойской, меловой, палеогеновой, неогеновой и четвертичной систем. Палеозойская система представлена сложнодислоцированными глинистыми сланцами, алевролитами и песчаниками карбонового возраста. Отложения мела, представленные континентальными отложениями озерно-аллювиальных равнин, горизонтально или слабонаклонно ( $1-3^\circ$ ) залегают на размытой поверхности фундамента. Они выявлены в пределах северо-западной части города в районе Черемошников. Стратиграфически отложения относятся к симоновской ( $K_2sm$ ) свите. Палеогеновые отложения залегают непосредственно на коре выветривания глинистых сланцев и представлены новомихайловской ( $P_3nm$ ) и лагернотомской ( $P_3lg$ ) свитами. Отложения свит представлены суглинками, глинами с прослоями лигнитов и песков, подстилаемых серыми разнородными песками. Мощность отложений изменяется от 20 до 45 м. Неогеновая система представлена породами кочковской ( $N_2ks$ ) свиты верхнего плиоцена. Отложения свит широко распространены в пределах города и представлены аллювиальными песками, суглинками и глинами. Мощность отложений свиты составляет 15-25 м. В составе отложений четвертичной системы выделяются тайгинская свита, покровные отложения и комплекс аллювиальных отложений современной речной сети. Тайгинская свита ( $Q_{птg}$ ) выделена К.В. Радугиным (1934). Это хорошо выраженная на всей территории Томь-Яйской водораздельной равнины толща озерно-болотных отложений ледникового периода. Представлена она глинами: в подошве зеленовато- и голубовато-серыми (10-15 м), а в кровле от серых до темно-серых (4-5 м). Между ними нередко отмечается слой (0,5-1 м) погребенной почвы. Это глины грубодисперсные, алевроитовые, иловатые. Покровные отложения ( $Q_{п-ш}$ ) занимают все водораздельные пространства. Это в основном суглинки коричневого и бурого цвета, средние или тяжелые карбонатизированные с ржаво-бурыми разводами гидроокислов железа. В большинстве своем представляют кору химического преобразования тайгинских глин в зоне аэрации. Образование суглинков следует считать элювиально-делювиальным с привнесением небольшого количества эолового материала. Мощность отложений свиты изменяется от 2 до 12 м и в среднем составляет 8 м. Террасовые отложения современной речной сети ( $alQ_{п-ш}$ ) сформировались в верхнечетвертичную и современную эпохи. Особенности тектонического строения Томского района обусловлены его положением в зоне сочленения двух крупных структур: Томь-Колыванской складчатой зоны и Западно-Сибирской плиты. Граница между ними условно проводится по долине р. Томь, а затем по ее правому притоку, р. Большая Киргизка [50].

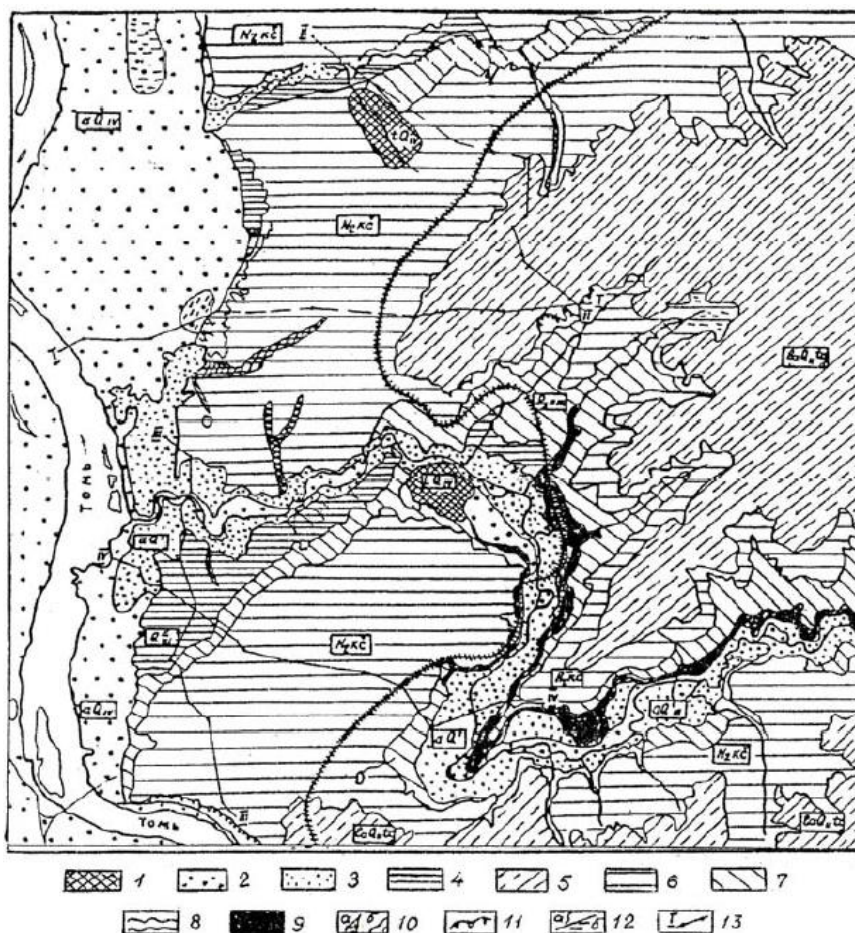


Рисунок 11. Карта-схема геологического строения территории г. Томска [48]:

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

## 2.6 Гидрологическая характеристика

Город Томск расположен на берегу р. Томь в нижнем течении на 70-78 км от устья и замыкает площадь водосбора 57800 км<sup>2</sup>. Ширина реки в межень в пределах города от 200 до 400 м, средняя глубина 2,5 м, скорости течения в межень до 1,0 м/сек.

Река на этом участке относится к типу «меандрирующих» и в районе города русло реки расположено у правого берега долины, непосредственно у города. Узкая полоса правобережной поймы в пределах города ограждена защитной дамбой, левобережная пойма изобилует старицами и протоками, наиболее крупной старицей является залив Сенная курья, впадающая в р. Томь слева против южной оконечности города. Длина залива в межень 4,5 км, максимальная глубина 6-6,5 м, протекает параллельно основному руслу в 0,5 км

от него. Весной в курью наблюдается сток воды из расположенного выше озера Калмацкого, а летом сообщение между ними прекращается.

Весеннее половодье начинается в конце марта – начале апреля и проходит очень бурно: нарастание уровня воды при подъеме колеблется от 60 до 185 см/сут. Продолжительность подъема от 8 до 54 дней, спад продолжается от 37 до 90 дней. Общая продолжительность половодья от 68 до 128 дней. Половодье сопровождается резкими колебаниями уровней, причиной чему являются особенности водного режима притоков реки. В период весеннего половодья на реке наблюдаются мощные заторы, приводящие к катастрофическим наводнениям.

Ледовые явления начинаются в начале октября – 2-ой декаде ноября с появления заберегов, сала. Осенний ледоход продолжительностью 0-55 дней проходит при низких уровнях, иногда сопровождается заторами выше по течению от коммунального моста. Ледостав устанавливается к середине ноября и продолжается 119 – 202 дня. После установления ледостава и до начала весеннего подъема идет медленный спад уровня. Толщина льда около 1,0м. русло реки почти ежегодно зашуговывается. При установлении ледостава шуга перемещается под ледяным покровом, приводя к образованию заторов продолжительностью до 25 дней, во время которых уровни могут повышаться на 1-1,5 м. Вскрытие реки отмечается в 1-ой декаде апреля, весенний ледоход продолжается от 1 до 35 дней. Полное очищение реки ото льда во 2-ой декаде апреля – 3-ей декаде мая.

Температура воды в целом повторяет ход температуры воздуха с небольшим опозданием. Максимальная температура отмечается в июле. Число дней с температурой воды выше 16° составляет 90 дней (период, когда в реке активизируются биологические процессы). Самоочищающая способность реки, которая оценивается с учётом среднегодового расхода и периода с активными биологическими процессами оценивается как «умеренная». Среднемноголетняя мутность воды 95г/м<sup>3</sup>.

В окрестностях города в р. Томь впадают реки: Ушайка, Басандайка, Бол. Киргизка с притоком Мал. Киргизка, р.Кисловка.

В верховьях долины рек выражены слабо, лишь в среднем течении реки достаточно глубоко врезаются и протекают уже по хорошо разработанным долинам. В руслах рек имеются небольшие пороги и перекаты, особенно в местах выхода в русло палеозойских пород.

Река Басандайка впадает в р. Томь в 5км выше города. Протекает в долине шириной 1км. Русло свободно меандрирует по всему поперечнику долины, глубины в межень не превышают 0,5 – 0,7м. Река имеет большое количество мелких притоков как справа так с слева, которые образуют сильно разветвленную дренажную систему.

Река Ушайка, правый приток р. Томь протекает непосредственно по территории города. Начинается р.Ушайка в 60км от города и характеризуется в основном теми же чертами, что и Басандайка, отличаясь лишь большей водностью.

Водный и стоковый режим рек аналогичен режиму реки Томь. Во время весеннего половодья реки испытывает подпор со стороны р. Томь на протяжении от 3 до 5 км от устья.

Ресурсы поверхностных вод города значительные и составляют в среднем по водности год 34 куб. км/год, в маловодный год 95% обеспеченности – 23,7 куб. км/год. Возможные к использованию ресурсы поверхностных вод - 30% от минимального среднемесячного расхода воды 95% обеспеченности - составляют – 1327 млн. куб. м/год (42 куб. м/сек., 3635 тыс. куб. м/сут.)

## 2.7 Растительность

Город Томск и его окрестности входят в состав подтаежной подзоны, которая является переходной от темнохвойной тайги и сосновых лесов к березовым и к лесным лугам. По типологическому составу в лесах преобладают насаждения разнотравных типов, на них приходится 83,1% лесопокрытой площади. Из них на насаждения с преобладанием сосны приходится 1112,8 га (21,5%), остальная площадь приходится на мелколиственные насаждения (осинники, березняки). Кедровые насаждения на территории города занимают 67,6 га (естественные – 62,8 га, культуры и не сомкнувшиеся посадки культур – 4,8 га). Кедровые разнотравные леса представлены на 54,1 га, мшистые на 13,5 га. Темнохвойная тайга сохраняется здесь островами, много от-крытых участков, свободных от леса. На месте сведения лесов возникли материковые луга (антропогенная лесостепь). По видовому составу они напоминают луга лесостепи.

На территории города Томска расположен ряд зелёных массивов (парков, скверов, роц, садов). Большинство из них сосредоточено в части города, расположенной к югу от Ушайки: Лагерный сад, Городской сад, Сибирский ботанический сад, Университетская роца, Городской сквер (на площади Новособорной), Буфф-сад, парк в конце ул. Елизаровых (перед спуском на ул. Балтийской). Также есть несколько роц в других частях города: Михайловская роца, берёзовая роца на Каштаке, Солнечная роца в конце Иркутского тракта (северо-восток города). Посередине проспекта Кирова, на протяжении его большей части, тянется бульвар (рис. 12). Так же на всей территории города встречаются тополя. В структуре озеленения города преобладают 37 видов. Наиболее распространена береза бородавчатая. Широко используются в озеленении: береза белая, тополь бальзамический и черный; клен ясенелистный; ель сибирская; сосна лесная и сибирская; вяз гладкий и шершавый; ива белая, серая и козья; таволга иволистная; рябина сибирская; черемуха обыкновенная, яблоня ягодная; рябинник рябинолистный; боярышник кроваво-красный; ирга ольхолистная; сирень венгерская и обыкновенная; жимолость съедобная, лесная и татарская; калина обыкновенная; смородина черная; роза майская и морщинистая и т.д.

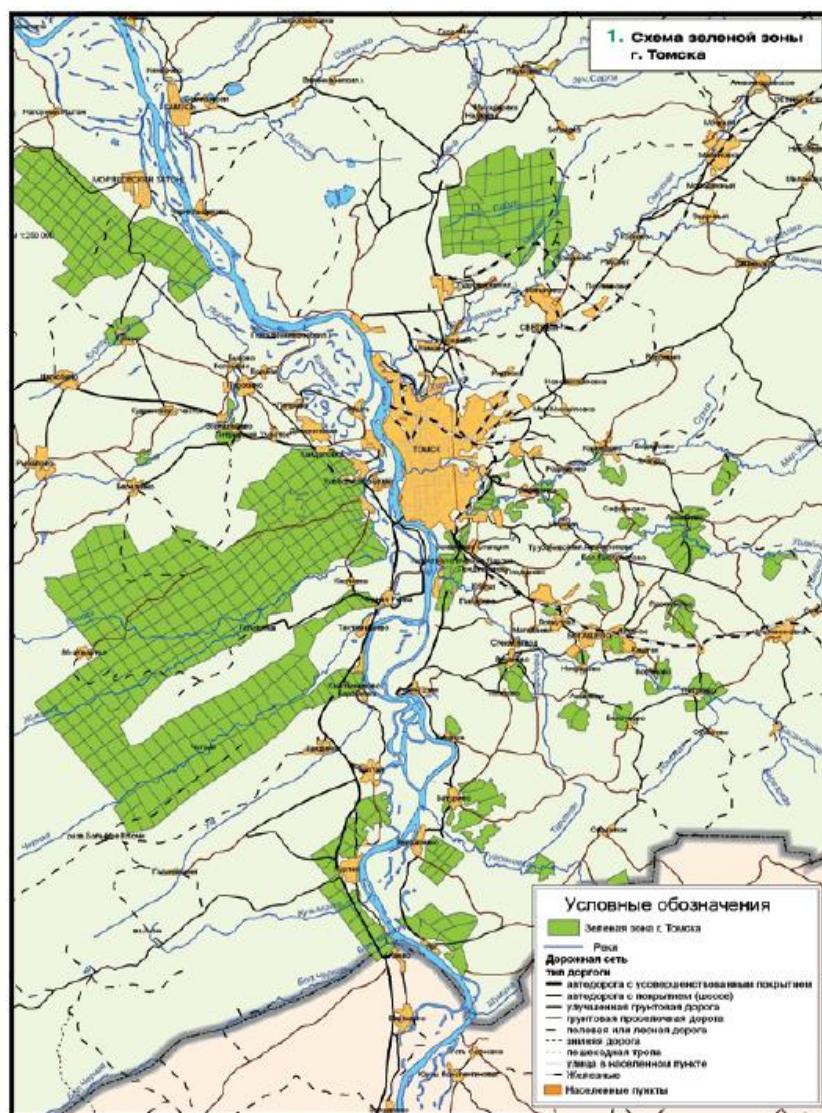


Рисунок 13. Карта-схема расположения зеленых массивов на территории г. Томска [48]

## 2.8. Геоэкологическая характеристика города Томска

Основными отраслями народного хозяйства Томской области являются топливная (нефтегазодобывающая) и лесная промышленность, черная и цветная металлургия, химическое и нефтехимическое производство, машиностроение, сельское хозяйство, а также ядерно-топливный цикл. Эти отрасли формируют основное антропогенное воздействие на природные комплексы и урбанизированные территории Томского региона.

В Томской области на состояние атмосферного воздуха оказывают воздействие деятельность 1255 предприятий, валовые выбросы которых в 2014 году составили 35 462 т. В суммарном объеме общегородских выбросов доля выбросов от передвижных источников в 2014 г. составила 75 % [51].

Превышение санитарно-гигиенических нормативов по содержанию диоксида азота, формальдегида, золы угля и суммации всех видов пылей в атмосферном воздухе может наблюдаться на всей территории г. Томска или на

значительной его части. По остальным веществам загрязнение атмосферного воздуха с концентрациями выше ПДК наблюдается, как правило, в непосредственной близости от предприятий в радиусе от 20 до 200 м.

Особенностью г. Томска является расположение в зонах жилой застройки большей части промышленных производств (Томская ГРЭС-2 ОАО «Томскэнерго», ОАО «Манотомь», ОАО «Томский электроламповый завод», ОАО «Сибэлектромотор» и др.), созданных в годы Второй мировой войны. В последние 20–30 лет осуществлялось строительство промышленных предприятий (около 30) в основном в северной и восточной частях города (рис. 14).

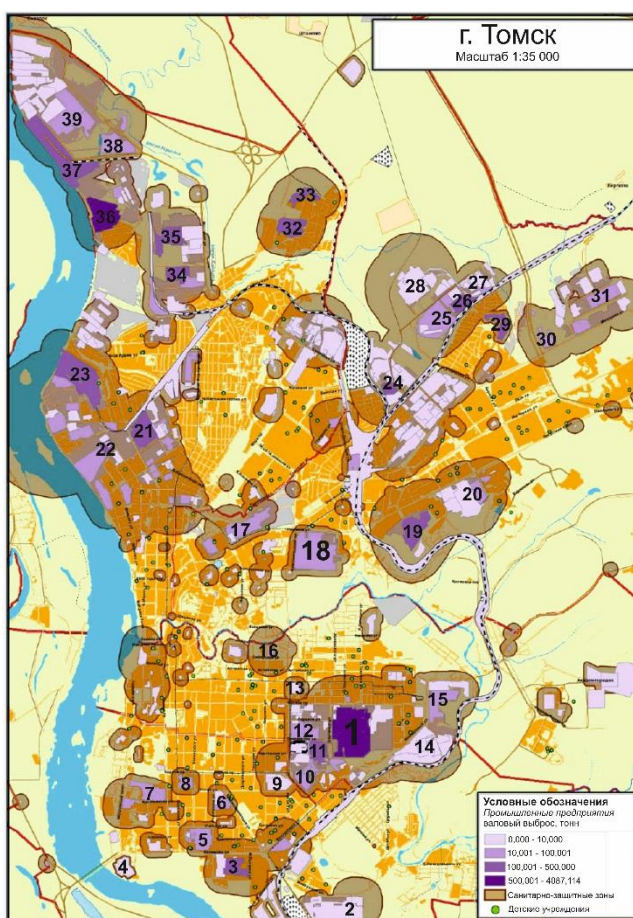


Рисунок 14 Основные промышленные предприятия г. Томска [51]

Промышленные предприятия: 1 - ОАО «ТГК-11», Томская ГРЭС-2, 2 - ОАО «Томский радиотехнический завод», 3 - ООО «Континентъ», 4 - ЗАО «Томский водокнал», 5 - ОАО «Томский инструментальный завод» (перенесен с 2009 г.), 6 - ОАО «Томский электроламповый завод», 7 - ОАО «Томское пиво», 8 - ОАО «Томский электромеханический завод», 9 - НПО «Полюс», 10 - ФГУП «Томский электротехнический завод», 11 - ОАО «Сибэлектромотор», 12 - ОАО «Манотомь», 13 - ОАО «Завод пищевых продуктов Томский», 14 - ООО «Завод крупнопанельного строительства ТДСК», 15 - ООО «Эмальпровод», 16 - ЗАО «Кондитерская фабрика «Красная звезда», 17 - ЗАО «Сибкабель», 18 - ЗАО «Томский подшипник», 19 - ЗАО «Карьероуправление», 20 - ЗАО «Томский завод строительных материалов и изделий», 21 - ОАО «Фармстандарт-Томскхимфарм», 22 - Томский дрожжевой завод, 23 - Томский шпалопропиточный завод ОАО «ТрансВудСервис», 24 - ООО «ЖБИ-2007», ЗАО «Завод дорожно-строительных материалов», 25 - ООО «ЖБК-40», 26 - ООО «Керамзит-Т», 27 - ОАО «ТГК-11», Пиковая резервная котельная, 28 - ООО «ЖБК-100», 29 -

ОАО “Томская спичечная фабрика “Сибирь”, 30 - НПО “Вирион”, 31 - ЗАО “Томский приборный завод”, 32 - Томская клиническая психиатрическая больница, 33 - Исследовательский реактор ИРТ-Т НИИ ЯФ ТПУ, 34 - ООО “СибРос”, ООО “Завод строительных материалов “Промальп”, 35 - ООО “Сибцем-Томск”, 36 - Лесопромышленное объединение “Томлесдрев”, 37 - ЗАО “ТомЗЭЛ”, 38 - ЗАО “БПТОиКО”, 39 - ООО “Дробильно-сортировочный завод”.

В южной части города в районе правобережья Томи на небольшой площадке расположена группа промышленных предприятий. Наиболее крупные из них – ООО «Континентъ» (производство кирпича, кованых, столярных, железобетонных изделий), электромеханический, электроламповый, электротехнический заводы, ЗАО «Сибэлектромотор», Томская «ГРЭС-2» и другие. Атмосферный воздух загрязняется газовыми выбросами предприятий и автотранспорта, химические примеси состоят из продуктов неполного сгорания топлива, применяемых для работы кузнечных, термических и литейных цехов. При этом в воздух поступает дым, сажа, окись углерода, окислы серы и азота; металлы: свинец, цинк, медь; канцерогены. В результате работы гальванических и литейных цехов в воздухе встречаются хром, никель, цианиды, металлы (электромеханический завод, электроламповый завод и др.). В северной части города расположены крупный шарикоподшипниковый, шпалопропиточный заводы, асфальтобетонные заводы. Атмосфера загрязняется окисью углерода, углеводородами, парами азотной кислоты, применяемых на заводах. В северо-западной части города на берегу Томи находятся несколько предприятий средней мощности: завод резиновой обуви, Томскхимфарм. Загрязнение атмосферы этого района происходит преимущественно выбросами завода резиновой обуви – сажей и бензином, применяемых в технологии [47, 51].

### **2.8.1 Автомобильный транспорт г. Томска как источник загрязнения атмосферного воздуха города**

Томск занимает 32 место среди городов России по количеству легковых автомобилей, в Томске - более 147-и с половиной тысяч легковых автомобилей. Более 65% из них – иномарки [<http://www.gibdd.ru/r/70/stat>]. Таким образом, неоспоримо одним из основных источников отрицательного воздействия на городскую среду является автотранспорт. В городе нет специальных магистралей, обладающих высокой пропускной способностью, поэтому основные потоки автотранспортной техники пропускаются по территориям жилой застройки. Особенно высокой интенсивностью движения транспорта отличаются улицы Пушкина, Яковлева, Красноармейская, Ленина, Иркутский тракт и Комсомольский проспект, которые характеризуются самыми высокими уровнями загрязнения атмосферного воздуха оксидами углерода и азота [48,51].

Томск имеет исторически сложившуюся **улично-дорожную сеть** с плотной застройкой. В настоящее время общая протяженность улично-

дорожной сети в городе составляет 800,5 км, из которых 568,6 км – дороги с твердым покрытием. Следует отметить, что на пропускную способность улично-дорожной сети и скорость движения транспортных средств в условиях города оказывают воздействие большое количество факторов, основными из которых являются: погодные-климатические условия; геометрические параметры улиц, эксплуатационное состояние, условия для движения транспорта и другие.

Быстрый темп автомобилизации привел к значительному росту интенсивности и плотности движения транспортных потоков на сети города. Обследование геометрических параметров магистральных улиц показали, что 67% улично-дорожной сети не соответствует установленным требованиям, что в свою очередь не соответствует требованиям интенсивности, безопасности и составу движения транспортных потоков и не обеспечивает надлежащую пропускную способность. За последние годы протяженность улично-дорожной сети практически не увеличилась, прирост составил около 10% - пр. Комсомольский, ул. Ключева, ул. Сибирская, ул. Елизаровых. В тоже время интенсивность движения по улично-дорожной сети города значительно увеличилась, что привело к снижению эффективности: образуются очереди при подъезде к трамвайным и железнодорожным путям, возникают задержки на пересечениях в одном уровне, возрастает продолжительность движения по маршруту, резко ухудшаются условия для маневрирования, увеличивается количество дорожно-транспортных происшествий.

К снижению пропускной способности улично-дорожной сети города также приводят стихийные парковки автотранспорта на проезжей части, особенно в местах размещения объектов массового обслуживания.

Таким образом, основными проблемами развития сети автомобильных дорог являются следующие:

- геометрические параметры магистральных улиц не соответствуют установленным требованиям, что в свою очередь не соответствует требованиям интенсивности и составу транспортных потоков и не обеспечивает надлежащую пропускную способность;

- перевозки по автомобильным дорогам осуществляются в условиях превышения нормативного уровня загрузки дорожной сети, что приводит к увеличению себестоимости перевозок, снижению безопасности движения;

- 90 % улиц и дорог муниципального образования «Город Томск» имеют по одной полосе движения в каждом направлении, 10% имеют двух и более полосную проезжую часть от общей протяженности улично-дорожной сети, что не позволяет обеспечить достаточную пропускную способность, безопасное и высокоскоростное обслуживание современных большегрузных транспортных средств;

- свыше трети протяженности улиц, дорог и мостовых сооружений требуют увеличения прочностных характеристик из-за ускоренной деградации дорожных конструкций и снижения сроков службы между ремонтами



вследствие увеличения в составе транспортных потоков доли тяжелых автомобилей; [52]

Таким образом, весьма часто на улицах города Томска возникают довольно серьезные заторы. Пробки возникают на центральных улицах города, таких как ул. Ленина, ул. Красноармейская, Комсомольский тракт, пр. Мира и многих других улицах (рис. 15). Так как дороги города не приспособлены для такого количества автотранспорта, которое имеется на данный момент, грузовой транспорт является частью движения практически всех автодорог города, что в свою очередь не может не отразиться на экологической ситуации Томска. Исследования 2014 года показали, что именно в это время в атмосферу поступает до 70% загрязняющих веществ от автотранспорта [53].



Рисунок 15. Загруженность основных автомобильных дорог города Томска [54]

В городе планируется строительство новых транспортных путей, например, строительство улицы-дублера Иркутского тракта - пр. Новаторов. Кроме того планируется строительство кольцевых транспортных связей, включающих в себя следующие объекты:

– строительство тоннеля через железнодорожную линию в створе улицы Льва Толстого (рис. 16) с реконструкцией кольцевых магистральных улиц: Профсоюзная - 5-ой Армии;



Рисунок 16. Проект планировки узла ул. Елизаровых – ул. Л. Толстого.  
[55]

– Смирнова - Стародеповская – Транспортная (рис. 17) - Льва Толстого - магистральная улица в обход пос. Степановка - Богдана Хмельницкого - выход на обходную магистральную дорогу непрерывного движения («Малое транспортное кольцо»);

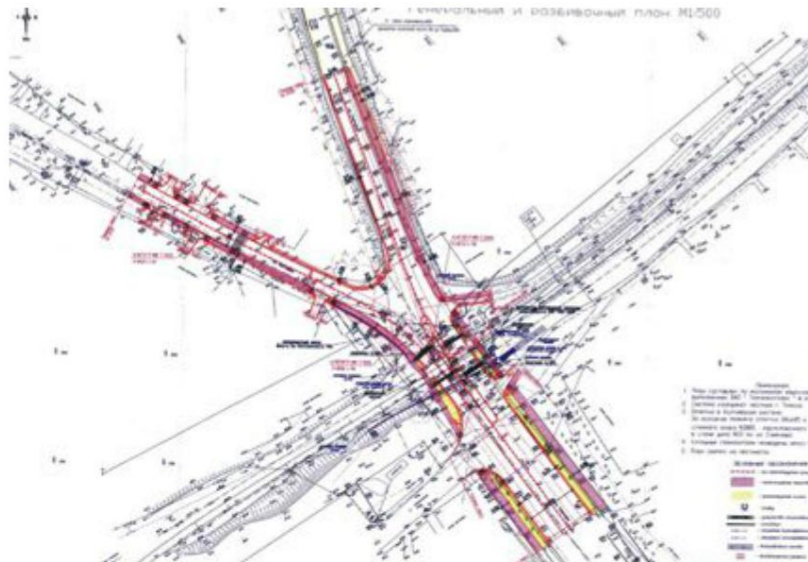


Рисунок 17. План реконструкции железнодорожного переезда по ул. Смирнова.[55]

– строительство автомобильной дороги по ул. Беринга от ул. Мичурина до Кузовлевского тракта, дублирующей ул. Смирнова;  
– строительство ул Обручева от ул. Беринга до ул. Клюева. (рис. 18 )



Рисунок 18. План строительства ул. Обручева. [55]

К факторам, влияющим на загрязнения компонентов природной среды от автомобильного транспорта, кроме численности городского автотранспорта и аспектов, связанных с улично-дорожной сетью города, относится **качество используемого моторного топлива**. В 2014 г. специалистами ФБУ «Томский ЦСМ» был проведен анализ 79 образцов бензина и дизельного топлива на 35 автозаправочных станциях Томска и 5 — в Томском районе. Объектом внимания стали те АЗС, на которых в течение 2013 года было выявлено топливо, качество которого не соответствует Техническому регламенту «О требованиях к автомобильному и авиационному бензину, дизельному и судовому топливу, топливу для реактивных двигателей и топочному мазуту». Также в список попали АЗС, которые в силу их местоположения больше всего используются автовладельцами. Анализ показал, что из 34 проб дизельного топлива, взятых на АЗС, 17 не соответствовали требованиям Технического регламента. Из 45 проб бензина в 12 были зафиксированы нарушения. Наибольшее число нарушений было выявлено на АЗС: ООО «ТСК», ООО «Нефтегазпроцессинг», ООО «Автоснаб-Сервис», ООО «Стандарт-сервис», ООО «Септима» (табл. 11) [56].

Снабжением потребителей моторным топливом на территории Томской области занимается в основном ОАО «Томскнефтепродукт» (5.8). Нефтепродукты в область преимущественно завозятся с Омского НПЗ, отдельные партии поступают с Ачинского и Ангарского нефтеперерабатывающих заводов. Север области снабжается автомобильным бензином и дизельным топливом, полученным в результате газопереработки на установках ОАО «Сургутгазпром».

Потребление моторного топлива в области с 1990 года снизилось более чем в два раза (Таблица 9). В 2006 году по потреблению моторного топлива на душу населения (около 337 кг/чел.) Томская область примерно в 1,2 раза превышает среднероссийские показатели (285 кг/чел.). При этом потребление автомобильного бензина на душу населения в Томской области (около 141

кг/чел.) примерно в 1,3 раза выше среднего показателя по Российской Федерации (около 105 кг/чел.), что видимо обусловлено более развитой дорожной сетью, состоянием автомобильных дорог, и соответственно, моторизацией населения. Удельное использование дизельного топлива (около 172 кг/чел.) примерно на 15 процентов больше среднероссийского уровня потребления (около 150 кг/чел.), но на 6 процентов меньше величины среднего удельного потребления дизельного топлива в Сибирском федеральном округе (183 кг/чел.). Удельное потребление керосина в Томской области в 2006 г. составило порядка 19 кг/чел., что на 30 процентов меньше среднероссийских показателей (около 27 кг/чел.) и на 44 процента ниже аналогичного среднего показателя по Сибирскому федеральному округу (порядка 34 кг/чел.). Это, прежде всего, говорит о невысокой интенсивности авиаперевозок в области.

Таблица 9 – Потребление моторного топлива в Томской области в 1990 – 2006 году, тыс. т [57]

Наименование	Годы								
	1990	1995	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Автобензины	236,8	249,2	150,3	153,6	156,8	160,1	168,3	164,2	145,7
Дизельное топливо	426,0	251,4	183,7	182,7	182,0	180,7	182,0	168,7	177,9
Керосин	142,8	60,8	17,5	18,3	20,6	23,0	23,1	20,7	19,7
Компримированный газ	1,3	0,1	1,4	1,3	1,2	1,1	1,0	3,4	5,0
Сжиженный газ	0,4	0,5	0,1	0,1	0,6	1,0	0,9	0,8	1,5
Всего моторное топливо	817,2	564,8	353,1	356,1	361,3	366,0	375,4	357,9	349,9

Результатом деятельности промышленных предприятий, транспортного комплекса и коммунального хозяйства является загрязнение атмосферы, гидросферы, почвы и других компонентов природной среды. Зонирование территории г. Томска по степени антропогенного воздействия и геоэкологической напряженности было выполнено А.Р. Шакировой [8] (рисунок 19).

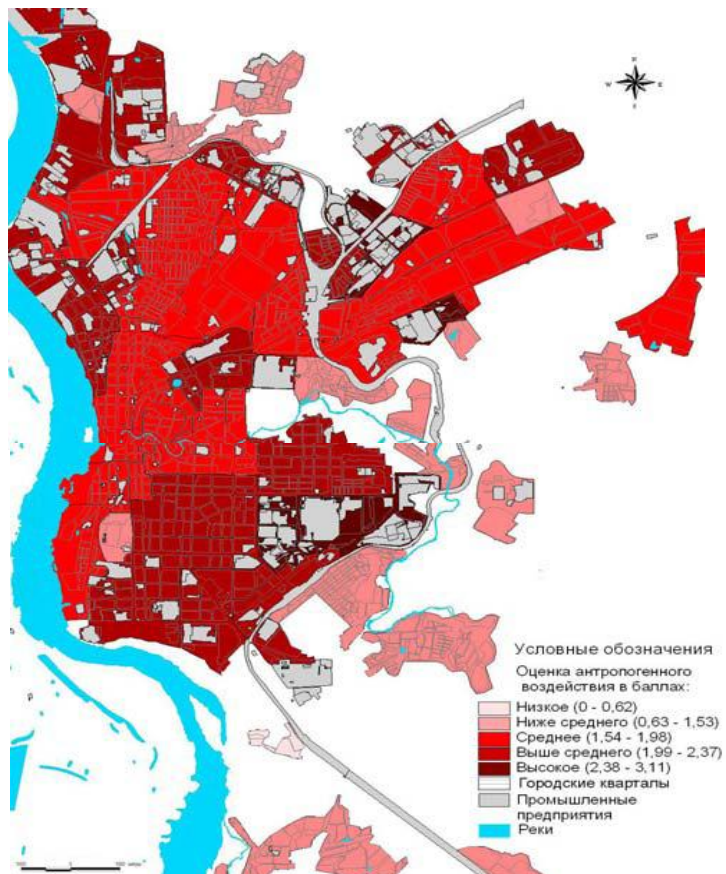


Рисунок 19. Карта схема антропогенного воздействия на территории г. Томска [58]

### **3. Методика оценки степени загрязнения атмосферного воздуха и снежного покрова в зонах влияния автотранспорта в г. Томске**

Для оценки степени загрязнения атмосферного воздуха на участках автодорожных перекрестков г. Томска был произведен сбор информации с официального сайта Департамента природных ресурсов и охраны окружающей среды Томской области [56] о концентрации загрязняющих веществ (ВВ, оксид углерода, диоксид азота, фенол, формальдегид, свинец, медь, бенз(а)пирен, водород хлористый) в атмосферном воздухе на перекрестках г. Томска (пр. Фрунзе - ул. Красноармейская, пр. Кирова - ул. Красноармейская, ул. Источная - Московский тракт, пр. Ленина – ул. Учебная, пр. Мира - ул. Интернационалистов, ул. Беринга - ул. С. Лазо, ул. Суворова - ул. Иркутский тракт, пр. Мира - ул. Ф. Мюниха, ул. Елизаровых -пр. Кирова, ул. Елизаровых - пр. Фрунзе, пл. Ленина, пр. Фрунзе - пр. Комсомольский, пр. Ленина-пер.1905 года, ул. Новосибирская - ул. Суворова, ул. Смирнова - пр. Мира, пр. Кирова - ул. Белинского) за период с 2012 по 2015 года и ее дальнейшая систематизация и обработка. Обработка данных о концентрациях загрязняющих веществ в атмосферном воздухе на перекрестках г. Томска включала в себя сравнение с санитарно-гигиеническими нормативами (ПДКс.с.), сопоставление с аналогичными данными для других российских городов и установление временных тенденций изменения уровней концентраций загрязняющих веществ. Результаты обработки данных использовались с целью ранжирования автодорожных перекрестков г. Томска по уровню и особенностям загрязнения вблизи них атмосферного воздуха.

Также для оценки степени загрязнения территории вблизи автодорожных перекрестков использовались данные результатов снегогеохимических исследований, проводимых Департаментом природных ресурсов и охраны окружающей среды Томской области в период с 2012 по 2014 год. [56]. Информация об уровнях содержания в снеготалой воде таких химических веществ как нитриты, нитраты, амония ионы, фенолы, железо общее, цинк, свинец, медь, бенз(а)пирен, хлориды, ВВ и нефтепродукты, вблизи следующих автодорожных перекрестков – ул. Суворова, 1а (газон), пр. Кирова-ул. Красноармейская, пл. Транспортная (центральный газон), пл. Кирова, ул. Пушкина - ул. Яковлева, ул. Алтайская-ул. Красноармейская, ул. Балтийская (в р-не моста ч/з р. Ушайку), ул. Ключева - мкр. Солнечный, пр. Ленина - ул. 5-й Армии также была систематизирована и проанализирована в рамках написания выпускной квалификационной работы.

В марте 2016 г. лично автором был произведен отбор и подготовка проб снега с целью установления величины пылевой нагрузки на территорию, прилегающую к наиболее загруженным автодорожным перекресткам г. Томска.

### 3.1. Отбор подготовка проб снега

Снежный покров представляет собой депонирующую среду для атмосферных поллютанов и обладает рядом свойств, которые позволяют его использовать как удобный индикатор загрязнения атмосферного воздуха. в снежном покрове фиксируются загрязняющие вещества, которые не улавливаются прямыми инструментальными методами анализа, и вещества, содержания которых невозможно установить с помощью расчетных методик или модельных подходов. Процедура пробоотбора снега не требует сложного оборудования и является относительно простой. Всего лишь одна проба снега, отобранная на всю мощность залегания снега, дает представительные данные о величине загрязнении за временной период от формирования устойчивого снегового покрова до момента отбора снеговой пробы. Возможность использования снегового покрова как индикатор загрязнения атмосферного воздуха в урбанизированных условиях экспериментально доказана исследованиями, выполненными на территории крупного промышленного города научными коллективами ИМГРЭ и ИПГ [59].

Отбор проб снега производился вблизи 13 автодорожных перекрестков г. Томска (рис. 20, табл.10) в период максимального накопления влагозапаса в снеге (конец первой декады март) в соответствии с РД 52.04.186-89 [60].

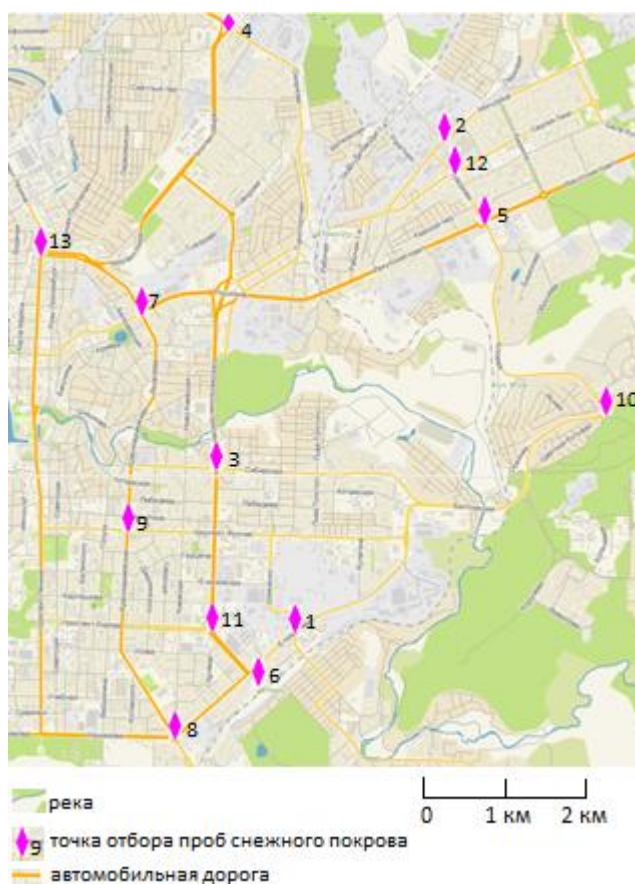


Рисунок 20. Карта-схема расположения точек отбора проб снега вблизи автодорожных перекрестков, март 2016 г.

## Автодорожные перекрестки, вблизи которых произведен отбор проб снега

№	Перекресток	Дата отбора	Дата снегостава	t, сут	Площадь шурфа, м <sup>2</sup>
1	Шевченко - Елизаровых	06.03.2016	02.11.2016	126	0,034556
2	Энергетическая - Мичурина	06.03.2016	02.11.2016	126	0,034556
3	Сибирская - Комсомольский	06.03.2016	02.11.2016	126	0,034556
4	кольцо ул. Смирнова	06.03.2016	02.11.2016	126	0,034556
5	кольцо Суворова	06.03.2016	02.11.2016	126	0,043195
6	Томск-1	06.03.2016	02.11.2016	126	0,034556
7	Пушкина - Яковлева	06.03.2016	02.11.2016	126	0,034556
8	Транспортное кольцо	06.03.2016	02.11.2016	126	0,025917
9	Фрунзе - Красноармейская	06.03.2016	02.11.2016	126	0,043195
10	Клюва - Энтузиастов	06.03.2016	02.11.2016	126	0,043195
11	Пл. Кирова	06.03.2016	02.11.2016	126	0,034556
12	Суворова - Лазо	06.03.2016	02.11.2016	126	0,043195
13	Д. Ключевская - Ленина	06.03.2016	02.11.2016	126	0,043195

Опробование снегового покрова производилось пластмассовой трубой диаметром 110 мм, удержание снега в трубе производилось с помощью пластмассового совка. В каждой точке опробования было осуществлено от 3 до 5 «уколов» пробоотборной трубой, так что масса пробы снега составляла около 4 кг. Забор снега производился на всю мощность снегового покрова за исключением 5 см над уровнем почвенного покрова. Для транспортировки проб снега использовались плотные пакеты из полиэтилена. Подготовка проб снега начиналась с таяния снега при комнатной температуре в чистых пластмассовых тазах. Затем происходят следующие операции:

- перед началом фильтрации снеготалой воды происходит взвешивание чистого беззольного фильтра типа «синяя лента», с обязательной регистрацией его массы;
- фильтрация всего получившегося объема снеготалой воды;
- сушка фильтра при комнатной температуре;
- взвешивание просушенного фильтра, разница в массе фильтра до и после фильтрования характеризует массу пыли в пробе (рис 21.).



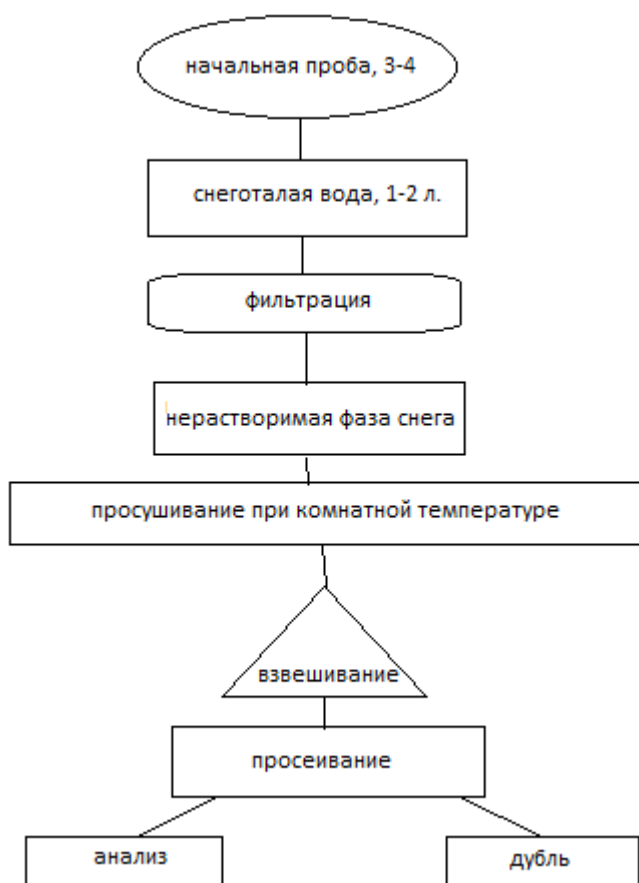


Рисунок 21. Схема подготовки проб снега

### 3.2. Методика расчета пылевой нагрузки на снежный покров вблизи автодорожных перекрестков г. Томска

Для расчета пылевой нагрузки снежный покров использовалась формула:

$$P_n = P_o/S*t,$$

где:  $P_o$  – масса пыли в пробе (мг);  $S$  – площадь шурфа ( $m^2$ );  $t$  – количество суток от начала снегостава до дня отбора проб.

Площадь шурфа определялась по формуле:

$$S = \pi \frac{D^2}{4} \cdot n$$

где  $D$  – диаметр пластмассовой трубы, м;

$n$  - количество «уколов» для пробы. [61]

Для обработки результатов расчета пылевой нагрузки на снежный покров использовалась шкала оценки аэрогенных ореолов загрязнения,  $mg/m^2*сут.$ :

- менее 250 – низкая степень загрязнения;
- 251–450 – средняя степень загрязнения;
- 451–850 – высокая степень загрязнения;
- более 850 – очень высокая степень загрязнения. [62]

В качестве фоновой величины пылевой нагрузки использованы данные диссертации Язикова Е.Г. «Экогеохимия урбанизированных территорий юга Западной Сибири», фон равен  $7 \text{ мг}/(\text{м}^2 \cdot \text{сут})$  [49].

### **3.3 Определение количественного содержания ртути**

Содержание ртути в пробах нерастворимой фазы снега определяли в Лаборатории микроэлементного анализа природных сред МИНОЦ «Урановая геология» кафедры геоэкологии и геохимии Томского политехнического университета на атомно-абсорбционном спектрометре РА-915+ (Люмэкс, Россия) с зеемановской коррекцией с использованием пакета программ РАПИД (ПНД Ф 16.1:2.23-2000). Пробы нерастворимой фазы снега анализировались с помощью пиролизической приставки ПИРО-915 (метод пиролиза). Диапазон измерений данного метода для массовой доли общей ртути в пробах составляет от 1 до 10000 мкг/кг. Границы относительной погрешности измерений при числе наблюдений  $n=2$  (для каждой пробы нерастворимой фазы снега было проанализировано по 2 навески, в качестве результирующего значения бралось среднеарифметическое по двум измерениям), доверительной вероятности  $P=0,95$  и ошибке 25%.

В качестве фоновой концентрации ртути в пробах нерастворимой фазы снега для территории г. Томска принято значение 0,57 мг/кг [63].

#### 4. Мониторинг атмосферного воздуха на перекрестках города Томска.

##### 4.1. Анализ атмосферного воздуха за 2012-2015 гг

По данным мониторинга перекрестков города Томска, проводимого Департаментом природных ресурсов и охраны окружающей среды Томской области, автором проведен обзор результатов за период с 2012 по 2015 гг. (табл. 14) с целью выделения перекрестков с наиболее загрязненным атмосферным воздухом и выделения наиболее характерных загрязняющих веществ среди всего определяемого перечня.

*Оксид углерода.* Динамика загрязнения оксидом углерода имеет разнонаправленное движение, на перекрестках ул. Елизаровых – пр. Кирова, ул. Елизаровых – пр. Фрунзе, пр. Фрунзе – ул. Красноармейская, пр. Кирова - ул. Красноармейская, пр. Ленина – ул. Учебная, пл. Ленина и пр. Фрунзе – пр. Комсомольский. Пик загрязнения приходится на 2014 год. На перекрестках пр. Фрунзе – пр. Комсомольский и пл. Ленина превышение ПДКм.р. в 2014 году составило в 1,03 и 1,04 раза соответственно. А в 2015 году по этому показателю произошло снижение в почти в 2 раза.

На перекрестке пр. Мира – ул. Интернационалистов и ул. Беринга – ул. Лазо наоборот происходит увеличение концентрации СО в 2 раза, но остается в пределах ПДКм.р.

На кольце по ул. Суворова – Иркутский тракт и пр. Фрунзе – пр. Комсомольский концентрация СО за период с 2012 по 2015 гг. увеличилась в 5-6 раз. Превышение ПДКм.р в 2012 году составило 3,1 и 2,6 раза соответственно.

*Диоксид азота.* На многих анализируемых перекрестках города концентрация диоксида азота с 2012 по 2015 гг. уменьшается, за исключением перекрестка пр. Кирова – ул. Красноармейская, пр. Ленина – ул. Дальне Ключевская, пр. Комсомольский – ул. Пушкина, а также ул. Беринга – ул. С. Лазо за этот же период содержание диоксида азота в атмосферном воздухе увеличилась более чем в 3 раза. В 2015 году превышение ПДКм.р по данному компоненту зафиксировано на перекрестках пр. Кирова – ул. Красноармейская, пл. Ленина, ул. Суворова – Иркутский тракт, пр. Ленина – ул. Дальне Ключевская, пр. Комсомольский – ул. Пушкина, а также ул. Беринга – ул. С. Лазо и в среднем составляет 1,3 раза.

*Фенол.* Общая тенденция концентрации фенола на перекрестках Томска идет на спад, однако наиболее загрязненный период приходится на 2013 год.

На участках ул. Елизаровых – пр. Кирова, ул. Елизаровых – пр. Фрунзе и пр. Ленина – ул. Учебная содержание фенола в атмосферном воздухе превысило в 2-2,2 раза ПДКм.р.

*Формальдегид.* На всех перекрестках города по формальдегиду идет динамика снижения его концентраций в атмосферном воздухе, снижение концентрации произошло в 1,5 -2,5 раза. Превышение ПДКм.р было зафиксировано в 2012 году на перекрестках ул. Смирнова- пр. Мира и на пр. Мира – ул. Интернационалистов в 1,6 и 2,2 раза. Однако, можно отметить, что

в 2012 году ПДКм.р для данного компонента составляла 0,035 мг/м<sup>3</sup>, а в 2015 году увеличилась и составила 0,05 мг/м<sup>3</sup>, что сказалось на кратности превышения нормативов.

*Свинец.* Содержание данного компонента в атмосферном воздухе на перекрестках города Томска стабильно. Концентрация не превышает ПДКм.р и в среднем составляет 0,00006 мг/м<sup>3</sup>.

*Медь.* На перекрестках пр. Фрунзе – ул. Красноармейская, пр. Кирова - ул. Красноармейская, пр. Ленина – ул. Учебная и на пл. Ленина концентрация меди до 2014 года оставалась стабильной и составляла в среднем 0,0001 мг/м<sup>3</sup>. В 2014 году произошло резкий скачек содержания этого компонента в атмосферном воздухе, на пл. Ленина концентрация увеличилась в 15 раз, пр. Фрунзе – ул. Красноармейская в 50 раз, пр. Кирова - ул. Красноармейская в 70, пр. Фрунзе – пр. Комсомольский в 105, наибольшее увеличение концентрации было зафиксировано на перекрестке пр. Ленина – ул. Учебная и составило 321 раз. В 2015 году содержание меди в атмосферном воздухе перечисленных перекрестков уменьшилось в 2 раза.

*Бензол.* На всех изучаемых перекрестках города Томска концентрация бензола не превышает ПДКм.р и составляет < 0,02 мг/м<sup>3</sup>, при ПДКм.р 0,03 мг/м<sup>3</sup>.

*Взвешенные вещества.* В 2012 году на всех перекрестках динамика концентрации ВВ стабильная, за исключением ул. Суворова – Иркутский тракт, где было зафиксировано превышение ПДКм.р в 1,2 раза и с 2013- по 2015 гг. происходит положительная динамика. Концентрация ВВ в воздухе с каждым годом увеличивается, это может быть связано с увеличением потока автомобильного транспорта, в связи с расширением и новой застройкой жилых районов города. На 2014 год превышение ПДКм.р было зафиксировано на 4-х перекрестках: пр. Фрунзе - ул. Красноармейская, пл. Ленина, пр. Кирова - ул. Елизаровых, пр. Кирова - ул. Красноармейская. Относительно чистыми перекрестками были ул. Источная - Московский тракт, пр. Ленина - ул. Дальне Ключевская и ул. Суворова - Иркутский тракт, бывший единственно загрязненным по этому показателю в 2012 году. В среднем по перекресткам превышение ПДКм.р составило в 2 раза.

В 2015 году на всех изучаемых перекрестках зафиксировано превышение ПДКм.р в среднем в 2 раза.

*Бенз(а)пирен.* За период 2012-2015 года динамика концентрации данного загрязняющего вещества отрицательная. До 2014 года концентрации стабильны, а в 2015 году концентрации уменьшаются в 80-100 раз.

*Водород хлорнистый.* Динамика концентрации в атмосферном воздухе имеет разнонаправленное движение (табл. 14).

Таблица 14

Концентрации загрязняющих веществ в атмосферном воздухе на перекрестках г. Томска с 2012 по 2015 гг. (составлено на основе данных Департамента природных ресурсов и охраны окружающей среды Тосмкой обалсти)

место замера ЗВ	CO, Мг/м3				NO2, Мг/м3				фенол, мг/м3				Формальдегид, мг/м3			
	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2012	2013	2014	2015	2012	2013	2014	2015	2012	2013	2014	2015
ул. Елиз. -пр. Кир	1,2	1,9	2,6	< 2,4	0,171	< 0,02	0,15	0,048	< 0,004	0,022	< 0,0040	0,0055	< 0,01	0,030	< 0,010	0,0055
ул. Елиз.-пр. Фр	< 0,75	1,8			0,120				< 0,004				0,028	0,012		
пр. Фр- ул.Кр-кая	1,5	1,8	3,9	< 2,4	0,064	< 0,02	0,057	0,20	< 0,004		< 0,0040	0,0060	< 0,01	< 0,01	< 0,010	0,0060
пр.Кир.-ул.Кр-ая	2,1	2,6	3,0	< 2,4	0,180	< 0,02	0,067	0,029	< 0,004	0,022	< 0,0040	0,0051	0,010	0,029	< 0,010	0,0051
пр.Лен. - ул.Уч.	0,94	2,4	5,00	< 2,4	0,088	< 0,02	0,057	0,021	0,007	0,0200	< 0,0040	0,0076	< 0,01	0,016	< 0,010	0,0076
пл.Ленина	1,0	2,4	5,20	< 2,4	0,083	< 0,02	0,29	0,031	0,004	0,0068	< 0,0040	< 0,0040	< 0,01	< 0,01	< 0,010	< 0,0040
пр.Фр. - пр.Комс.	12,8	1,6	5,13	2,6	0,36		0,078		< 0,004	< 0,0040	< 0,0040		0,016	< 0,01	< 0,010	
пр.Лен.-пер.1905 г	2,1	2,0			0,23	< 0,02			< 0,004	0,0090			< 0,01	0,015		
ул.Нов-кая - ул. Сув.	8,6				0,358				0,005				0,039			
ул.Сув. - ул.Ирк.тр	15,4		3,5	2,6	0,662		0,076	0,27	< 0,004		< 0,0040	< 0,0040	0,030		< 0,010	< 0,0040
ул.Смир - пр.Мир	5,1				0,280				< 0,004				0,057			
пр.Мир-ул.Инт-ов	3,5	2,1	2,2	4,2	0,180	< 0,02	< 0,02	0,13	< 0,004	< 0,0040	0,0052	< 0,0040	0,077	< 0,01	< 0,010	< 0,0040
пр.Кир. - ул.Белинс.	4,6	1,9			0,165	0,51			< 0,004	< 0,0040			0,036	< 0,01		
ул.Источ. - Моск. Тр			1,9	< 2,4			0,047	0,043			< 0,0040	< 0,0040			< 0,010	< 0,0040
пр.Лен. -ул.Дал-юноч			3,1	3,1			0,17	0,24			< 0,0040	0,0075			< 0,010	0,0075
пр.Комс.- ул.Пушк			3,7	3,1			0,063	0,25			< 0,0040	< 0,0040			< 0,010	< 0,0040
Беринг-С.Лазо			1,2	2,6			0,18	0,26			< 0,0040	< 0,0040			< 0,010	< 0,0040
пр.Мира-Мюнixa			2,3	2,6			0,064	0,13			0,0043	0,0042			< 0,010	0,0042
пр. Комс.-Читинск		2,0				< 0,02				< 0,0040				< 0,01		
п.Иркутск.-ул. Читинск		1,5				< 0,02				0,0052				< 0,01		
ул. Пушк.-п. Иркутск		2,1				< 0,02				0,0052				0,015		

Продолжение таблицы 14

место замера ЭВ	свинец, мг/м3				медь, мг/м3				бензол, мг/м3				взвешенные частицы, мг/м3				бензапирен, мг/м3				водород хлористый, мг/м3			
	2012	2013	2014	2015	2012	2013	2014	2015	2012	2013	2014	2015	2012	2013	2014	2015	2012	2013	2014	2015	2012	2013	2014	2015
ул. Елиз. -пр. Кир	<0,00006	<0,00006	0,000078	<0,00006	<0,00001	<0,00001	0,00051	0,00025	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,26	0,55	0,83	1,15	<0,5	<0,5	<0,5	<0,0001	0,11	0,84	0,83	0,43
ул. Елиз.-пр. Фр	<0,00006	<0,00006			<0,00001	0,00013			<0,02	<0,02			<0,26	0,50			<0,5	<0,5		<0,0001	0,3	0,51		
пр. Фр- ул.Кр-кая	<0,00006	0,00011	0,000081	0,00030	<0,00001	0,00018	0,0052	0,0004	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,26	1,10	1,46	0,96	<0,5	<0,5	<0,5	0,0004	0,3	0,53	0,11	0,24
пр.Кир.-ул.Кр.-ая	<0,00006	<0,00006	0,000081	<0,00006	<0,00001	<0,00001	0,00070	0,00013	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,26	0,69	0,52	0,75	<0,5	<0,5	<0,5	<0,0001	0,29	0,78	1,17	0,58
пр.Лен. - ул.Уч.	<0,00006	<0,00006	0,00035	0,00028	<0,00001	0,000014	0,0045	0,0020	0,022	<0,02	<0,02	<0,02	0,76	0,39	1,13	1,07	<0,5	<0,5	<0,5	<0,0001	0,92	0,81	0,63	0,96
пл.Ленина	<0,00006	<0,00006	0,00014	0,00030	<0,00001	0,00007	0,0027	0,0015	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0,49	1,6	1,59	1,45	0,70	<0,5	<0,5	<0,0001	0,44	0,53	0,19	0,48
пр.Фр. - пр.Комс.	<0,00006	0,00017	0,00016		<0,00001	0,00017	0,018		0,039	<0,02	<0,02		0,65	0,33	1,67		<0,5	<0,5			0,46	0,19	1,13	
пр.Лен.-пер.1905 г	<0,00006	<0,00006			0,000017	0,00080			0,120	<0,02			<0,26	0,43			<0,5				0,28	0,77		
ул.Нов-кая - ул. Сув.	<0,00006				<0,00001				0,08				<0,26				<0,5				2,13			
ул.Сув. - ул.Ирк.тр	<0,00006		<0,00006	<0,00006	<0,00001		0,00061	0,00029	0,09	<0,02	<0,02		0,59		0,45	1,04	0,64			<0,0001	0,95		0,29	<0,10
ул.Смир - пр.Мир	<0,00006				<0,00001				0,057				<0,26				<0,5				0,31			
пр.Мир-ул.Инг-ов	<0,00006	<0,00006	0,000078	<0,00006	<0,00001	0,00087	0,00044	0,00036	0,079	<0,02	<0,02	<0,02	<0,26	0,32	0,81	1,14	<0,5	<0,5		<0,0001	0,39	0,56	0,25	0,22
пр.Кир. - ул.Белинс.	<0,00006	<0,00006			<0,00001	0,000058			0,11	<0,02			<0,26	<0,26			0,58	<0,5			0,82	0,86		
ул.Источ. - Моск. Тр			0,00016	<0,00006			0,00061	0,0002		<0,02	<0,02			0,40	1,03					<0,0001			1,07	-
пр.Лен. -ул.Дал-ключ			0,00016				0,00021	0,00048		<0,02	<0,02			0,46	0,77					<0,0001			0,53	0,20
пр.Комс.- ул.Пушк			0,000088	<0,00006			0,00019	0,000042		<0,02	<0,02			0,61	1,06					0,0007			0,38	0,13
Беринг-С.Лазо			0,00013	<0,00006			0,00037	0,00013		<0,02	<0,02			0,73	0,71					<0,0001			0,41	<0,10
пр.Мира-Мюнixa			0,00020	<0,00006			0,00007	0,00066		<0,02	<0,02			0,74	0,99					<0,0001			0,29	0,30
пр. Комс.-Читинск	<0,00006					0,00059				<0,02				0,27			<0,5					0,15		
п.Иркутск.-ул. Читинск		0,00007				0,00087				<0,02				<0,26			<0,5					0,44		
ул. Пушк.-п. Иркутск	<0,00006					0,00014				<0,02				<0,26			<0,5					0,70		

На территории города Томска мониторинг атмосферного воздуха на перекрестках проводится один раз в год (в течении 1-2 дней в летнее время), в итоге результат напрямую зависит от погодных условий, интенсивности автомобильного движения в конкретный день измерений и ряда других весьма переменных параметров. Кроме этого атмосферный воздух является динамичной средой, состав примеси в которой может изменяться в широких диапазонах в очень короткий промежуток времени, поэтому для более надежной оценки загрязнения окружающей среды используют снегогеохимический метод. Снег является депонирующей средой, наиболее точно отражающей геохимические аномалии.

Концентрации загрязняющих веществ, накопленных в снеге, как правило, на несколько порядков выше аналогичных концентраций в атмосферном воздухе, что позволяет с высокой степенью надежности проводить измерения их содержания (Василенко и др., 1985; Геохимия..., 1990).

#### **4.2. Анализ выпадения загрязняющих веществ на территории г. Томска по данным снеговой съемки**

По данным результата снеговой съемки перекрестков города Томска, проводимого Департаментом природных ресурсов и охраны окружающей среды Томской области, автором проведен обзор результатов за период с 2012 по 2014 гг. (табл.15) с целью выделения перекрестков с наиболее загрязненным снежным покровом и выделения наиболее характерных загрязняющих веществ среди всего определяемого перечня: нитриты, нитраты, свинец, хлорид, аммония ион, фенолы, медь, ВВ, цинк, бенз(а)пирен, нефтепродукты.

*Нитриты.* В 2012 году на территории города Томска концентрация выпадения нитритов на снежный покров вблизи перекрестков в сравнении с фоновой концентрацией выше в среднем в 7 раз, а плотность выпадения в 11. В 2013 году концентрация превышает фон в 4 раза, а плотность в 6,5. На 2014 год превышение фоновой концентрации содержания нитритов в снежном покрове в 4,5раза.

Общая тенденция динамики концентрации и плотности выпадения нитритов на снежный покров идет на спад (рис. 22). В 2012 году наиболее загрязненными перекрестками являлись ул. Пушкина - ул. Яковлева и пр. Ленина -ул. 5-й Армии. Превышение фона составило в 13 раз по концентрации и в 22 и 28 раз по плотности выпадения. В 2013 году лидерами по содержанию нитритов в снежном покрове стали перекрестки пр. Кирова - ул. Красноармейская, ул. Суворова, 1а (газон) и ул. Пушкина - ул. Яковлева.

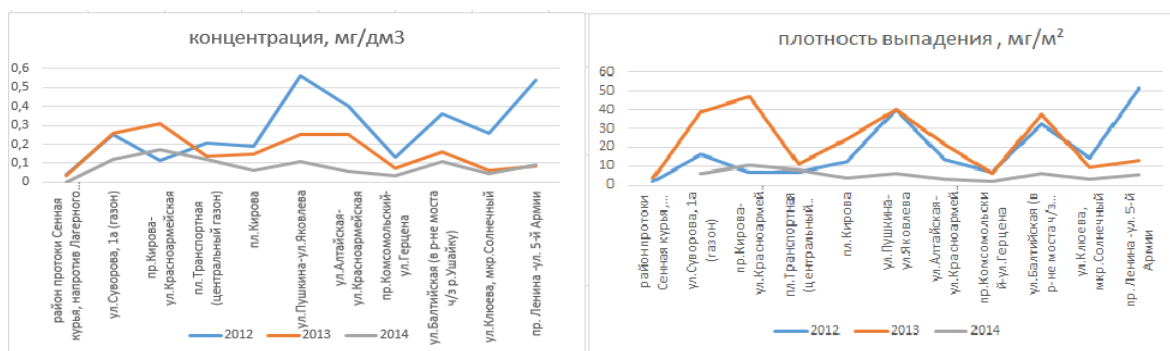


Рисунок 22. Динамика содержания концентрации (мг/дм<sup>3</sup>) нитритов и плотность (мг/м<sup>3</sup>) их выпадения на территории города Томска за 2012-2014 гг.

*Нитраты.* В 2012 году на территории города Томска концентрация выпадения нитратов в сравнении с фоновой концентрацией в среднем превышает в 1,1 раз, а плотность выпадения в 1,6 раза. В 2013 году концентрация превышает фон в 2 раза, а плотность в 2,5. На 2014 год превышение фоновой концентрации содержания нитратов 10 в снеговом покрове составило 0,8 раз. (табл.16)

Общая характеристика концентрации и плотности выпадения нитратов на территории города Томска изменяется в широких пределах (от 0,88 до 4,37 мг/дм<sup>3</sup>). Пик выпадений приходится на 2013 год. К 2014 году идет снижение ЗВ в среднем в 2 раза по сравнению с 2012 годом. (рис. 23).

За 2012-2014 гг. наиболее загрязненными перекрестками по содержанию нитратов и по плотности их выпадения стали: пр. Кирова-ул. Красноармейская, ул. Алтайская-ул. Красноармейская и ул. Суворова, 1а (газон), пл. Кирова и ул. Пушкина-ул. Яковлева. (рис. 23).

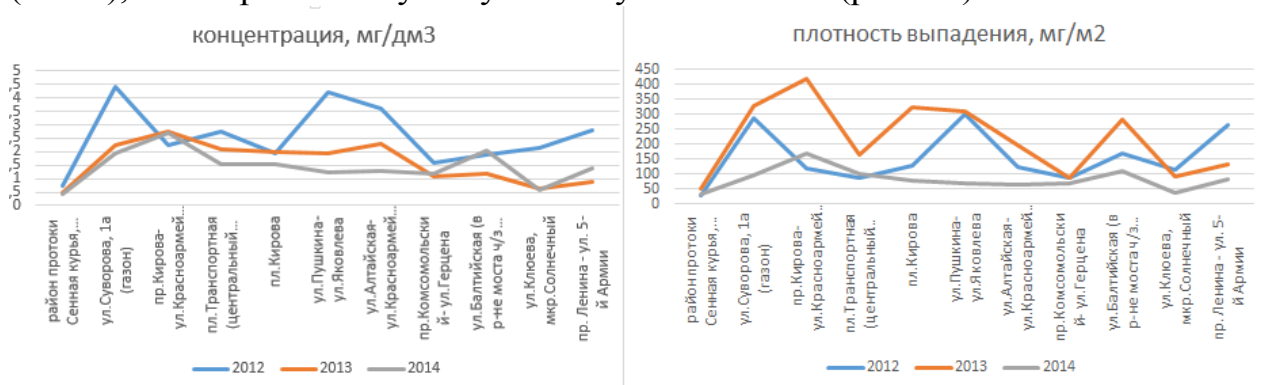


Рисунок 23. Динамика плотности выпадения нитратов на территории г. Томска, определенная методом снеговой съемки за 2012-2014 гг.

*Свинец.* Среднее содержание свинца на исследуемых участках в 2012 году равна 0,006 мг/дм<sup>3</sup>. В сравнении с пробой отобранной в районе протоки Сенная курья, напротив Лагерного сада (фоновая точка) превышение составило 3,5 раза. В 2013 эта цифра составила 0,007 мг/дм<sup>3</sup>, превышение фона незначительное в 0,6 раз. Наибольшая концентрация выпадения свинца на территории была зафиксирована в 2014 году. Средняя концентрация на составила 0,01 мг/дм<sup>3</sup>, что в 20 раз больше фоновой (табл. 15).



Общая динамика выпадения свинца в снеговом покрове уменьшается. Наибольшие концентрации за 2012-2014 гг. были на перекрестках ул. Пушкина- ул. Яковлева( превышение фоновой концентрации в 131 раз), пл.Кирова (в 6,5 раз), пр. Кирова- ул. Красноармейская( в 7 раз).

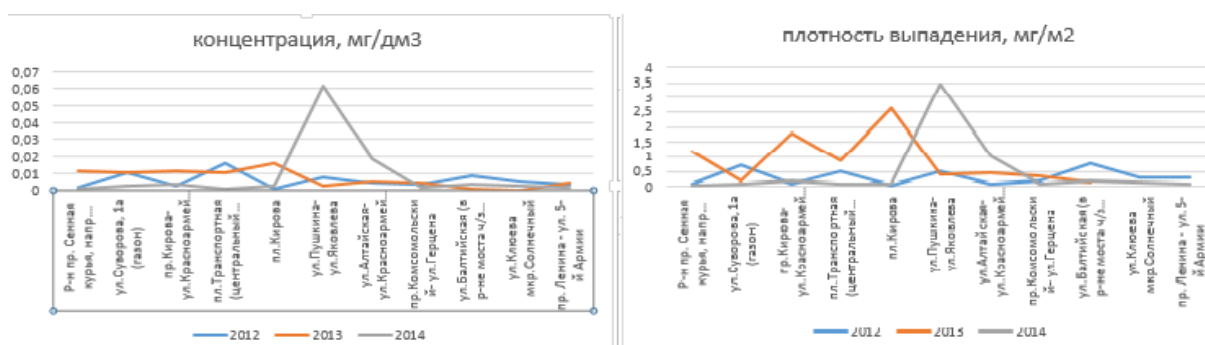


Рисунок 24. Динамика плотности выпадения свинца на территории г. Томска, определенная методом снеговой съемки за 2012-2014 гг.

*Хлорид.* В 2012 году на 2-х из 10 исследуемых участках не было зафиксировано превышение фоновой концентрации. Среднее содержание хлоридов составило  $35 \text{ мг/дм}^3$ , что в 17 раз превысило концентрацию в фоновой пробе. наиболее высокая концентрация хлоридов и плотность их выпадения зарегистрирована на участках: пл.Транспортная (центральный газон), ул. Пушкина- ул. Яковлева и ул.Алтайская-ул.Красноармейская (табл. 15).

В 2013 и 2014 гг. динамика загрязнения идет на спад и к 2014 году средняя концентрация равна  $3,8 \text{ мг/дм}^3$ , что превысило фон почти в 2 раза.

*Аммония ион.* Общая концентрация аммония ионов в снеговом покрове за 2012-2014 гг. идет на уменьшение. За данный период наибольшая концентрация и плотность выпадения была в 2012 году. Так на участке ул.Суворова, 1а (газон) содержание вещества превысило фоновое в 44 раза, а на ул.Пушкина-ул.Яковлева в 42.

Средняя концентрация в 2012 году составила  $2,8 \text{ мг/дм}^3$ , и превысила фон в 3,9 раз, в 2014 году средняя концентрация на исследуемых территориях сократилась почти в 2 раза ( $1,5 \text{ мг/дм}^3$ ).

Наибольшая плотность выпадения данного ЗВ была в 2013 году на участках пр. Кирова- ул. Красноармейская, ул.Суворова, 1а (газон), а также на пл. Кирова. (табл. 15)

*Фенолы.* Общая концентрация фенолов в снеговом покрове идет на уменьшение (рис. 25). За период 2012-2014 гг. наибольшая концентрация и плотность выпадения была в 2012 году на перекрестке пр. Ленина - ул. 5-й Армии. Превышение фона составило 8 раз, а плотность выпадения в 19 раз. По этому показателю на всех остальных изучаемых участках ситуация стабильная, превышение не превысило 3 раз (табл. 15).

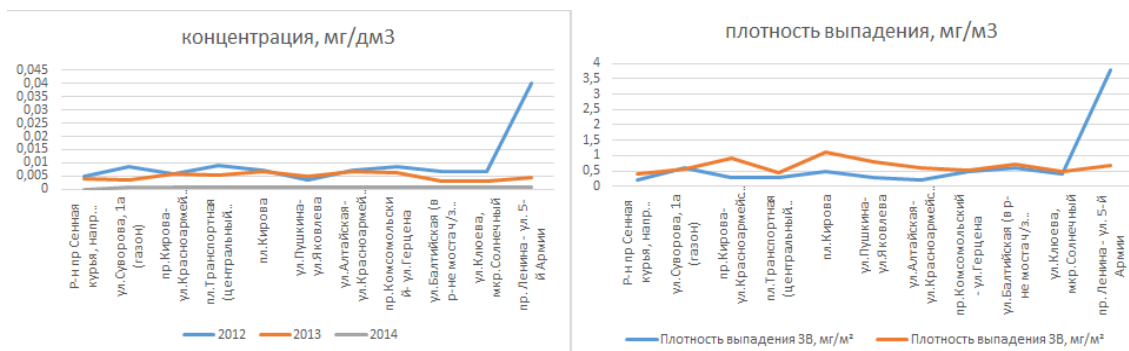


Рисунок 25. Динамика плотности выпадения фенолов на территории г. Томска, определенная методом снеговой съемки за 2012-2014 гг.

**Медь.** В 2012 на году всех 10 исследуемых участках было зафиксировано превышение фоновой концентрации. Среднее содержание меди в атмосферном воздухе составило 0,07 мг/дм<sup>3</sup>, что в 13 раз превысило концентрацию в фоновой пробе. наиболее высокая концентрация меди и плотность ее выпадения зарегистрирована на участках: пл.Транспортная (центральный газон), превышение фоновой концентрации в 14 раз и на ул.Суворова, 1а (газон), превышение составило 8 раз.

За 2012-2014 гг. общая концентрация и плотность выпадения меди в атмосферный воздух снижается. Среднее содержание меди на участках в 2014 году составило 0,006 мг/дм<sup>3</sup>, что почти в 12 раз меньше чем в 2012 году.

**Взвешенные вещества.** В 2012 году на территории города Томска концентрация ВВ в снеговом покрове в сравнении с фоновой концентрацией в среднем превышает в 9 раз, а плотность выпадения в 13,5. В 2013 году концентрация превышает фон почти в 3 раза, а плотность в 3,5. На 2014 год превышение фоновой концентрации содержания ВВ в атмосферном воздухе в 47 раз. (табл.15)

Общая тенденция динамики концентрации и плотности выпадения нитритов идет на спад (рис. 26). В 2012 году наиболее загрязненными перекрестками являлись ул.Суворова, 1а (газон), пл.Транспортная (центральный газон), ул.Балтийская (в р-не моста ч/з р.Ушайку). В 2014 году наиболее загрязненными были ул.Суворова, 1а (газон) (однако концентрация ВВ снизилась в 2 раза) и ул. Пушкина - ул. Яковлева(нагрузка осталась прежней)

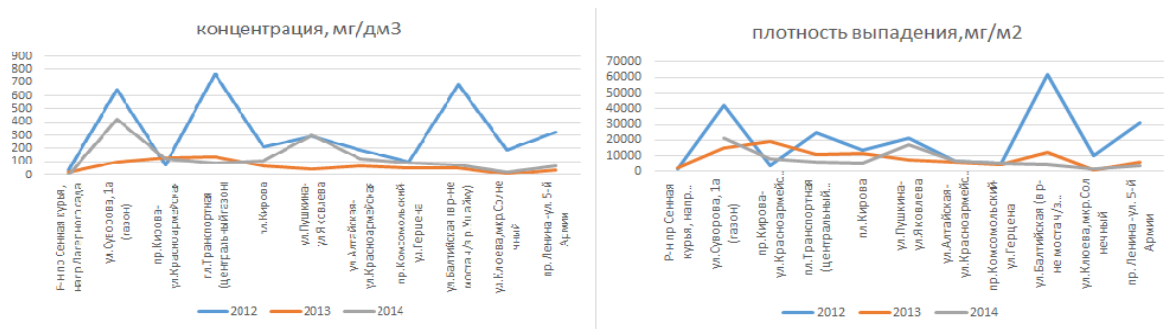


Рисунок 25. Динамика плотности выпадения взвешенных частиц на территории г. Томска, определенная методом снеговой съемки за 2012-2014 гг.

**Цинк.** Общая концентрация цинка в атмосферном воздухе за 2012-2014 гг. идет на уменьшение. Но на участках пл.Кирова, ул. Пушкина- ул. Яковлева, пр. Кирова- ул. Красноармейская концентрация цинка за этот период увеличивается в 50,10, 2,5 раза соответственно (рис. 26)

Средняя концентрация в 2012 году составила 0,07 мг/дм<sup>3</sup>, и превысила фон в 1,5 раза, а в 2014 году средняя концентрация на исследуемых территориях составила 0,01 мг/дм<sup>3</sup>.

Наибольшая плотность выпадения данного ЗВ была в 2013 году на участках ул. Балтийская (в р-не моста ч/з р. Ушайку), пл. Кирова и на пр. Ленина -ул. 5-й Армии (табл. 15)

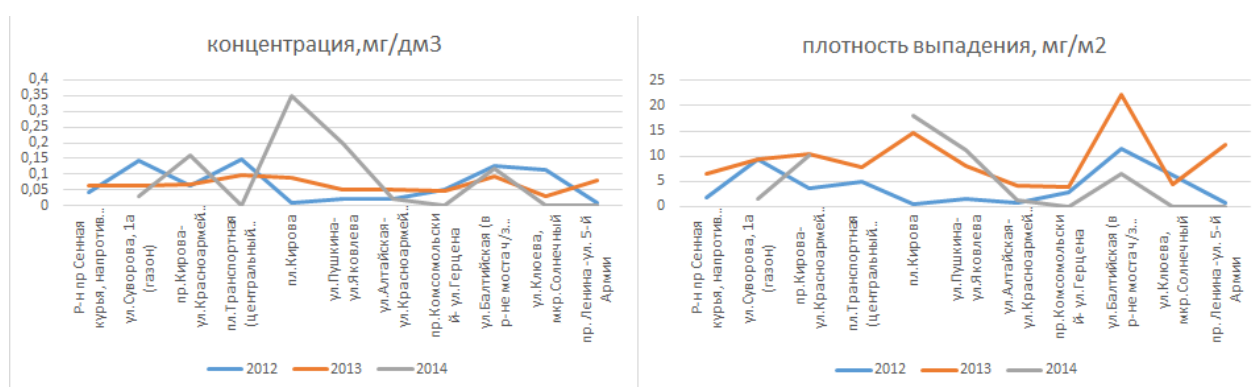


Рисунок 26. Динамика плотности выпадения цинка на территории г. Томска, определенная методом снеговой съемки за 2012-2014 гг.

**Бенз(а)пирен.** За период 2012-2014 гг. наблюдается ниспадающая динамика загрязнения бенз(а)пиреном на анализируемых участках (рис 27.). В 2012 году на всех перекрестках зафиксировано превышение фоновой концентрации. Наиболее загрязненными участками являются пр. Ленина -ул. 5-й Армии, ул. Балтийская (в р-не моста ч/з р. Ушайку) и ул. Суворова, 1а (газон). Префышение фона составило 4,7- 4,2 число раз. Средняя концентрация в 2012 году составила 0,02 мг/дм<sup>3</sup> и превысила фон в 3 раза. В 2014 году средняя концентрация на исследуемых территориях сократилась почти в 10 раз (0,002 мг/дм<sup>3</sup>) (табл. 15).

Наибольшая плотность выпадения данного ЗВ была в 2013 году на участках пр. Кирова- ул. Красноармейская и ул. Пушкина- ул. Яковлева.

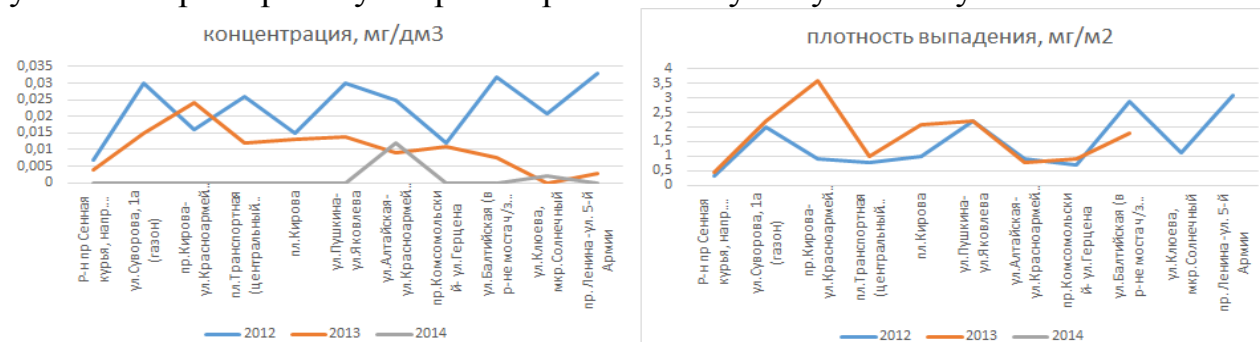


Рисунок 27. Динамика плотности выпадения бенз(а)пирена на территории г. Томска, определенная методом снеговой съемки за 2012-2014 гг.

*Нефтепродукты.* За период 2012-2014 гг. наблюдается стабильная динамика загрязнения нефтепродуктами анализируемых участков. Наибольший пик выпадения пришелся на 2012 год. Так на участках ул. Балтийская (в р-не моста ч/з р. Ушайку) и на ул. Пушкина- ул. Яковлева, превышение фона составило в 150 и 60 раз соответственно (рис. 28).

В 2013 году наибольшая концентрация и плотность выпадения зафиксирована на перекрестках ул. Пушкина- ул. Яковлева, а также на пр. Кирова- ул. Красноармейская. В остальной период загрязнение было равномерным. Превышение фона в среднем составило от 3-15 раз (табл. 15).

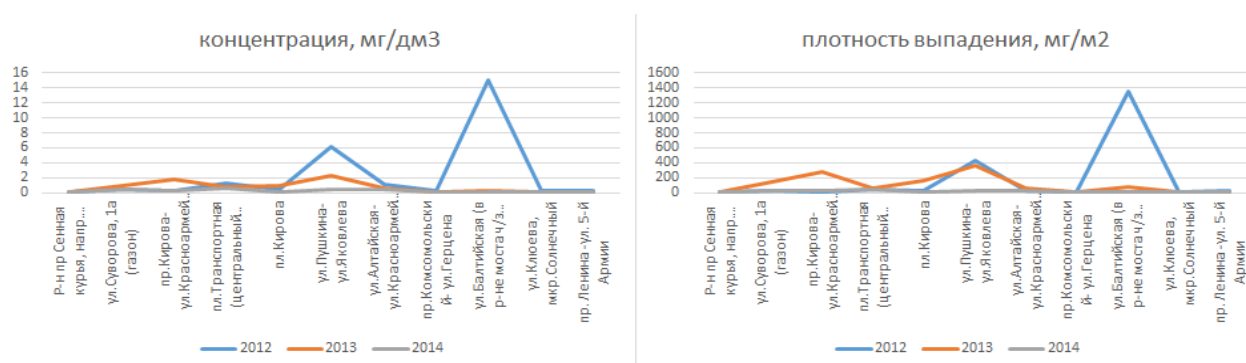


Рисунок 28. Динамика плотности выпадения нефтепродуктов на территории г. Томска, определенная методом снеговой съемки за 2012-2014 гг.



Место отбора пробы	С, мг/дм <sup>3</sup>	С, мг/дм <sup>3</sup>	С, мг/дм <sup>3</sup>	Плотность выпадения ЗВ, мг/м <sup>2</sup>	Плотность выпадения ЗВ, мг/м <sup>2</sup>	Плотность выпадения ЗВ, мг/м <sup>2</sup>	В атмосфере, мг/дм <sup>3</sup>						Плотность выпадения ЗВ, мг/м <sup>2</sup>	Плотность выпадения ЗВ, мг/м <sup>2</sup>	Плотность выпадения ЗВ, мг/м <sup>2</sup>	Воспаление вещества, мг/дм <sup>3</sup>								
							С, мг/дм <sup>3</sup>	С, мг/дм <sup>3</sup>	С, мг/дм <sup>3</sup>	Плотность выпадения ЗВ, мг/м <sup>2</sup>	Плотность выпадения ЗВ, мг/м <sup>2</sup>	Плотность выпадения ЗВ, мг/м <sup>2</sup>				С, мг/дм <sup>3</sup>	С, мг/дм <sup>3</sup>	С, мг/дм <sup>3</sup>	Плотность выпадения ЗВ, мг/м <sup>2</sup>	Плотность выпадения ЗВ, мг/м <sup>2</sup>	Плотность выпадения ЗВ, мг/м <sup>2</sup>			
Р-н пр Сенная курья, напр Лагерного сада	0,71	0,49	0,42	30	50	34	0,0049	0,0039	-	0,2	0,4		0,005	0,013	<0,0006	0,2	1,3		38	24	<3,0	1618	2469	
ул.Суворова, 1а (газон)	4,41	2,26	1,94	287	331	97	0,0088	0,0037	<0,0010	0,6	0,54		0,041	0,022	<0,0006	2,7	3,2		647	99,6	422	42055	14608	21100
пр.Кирова-ул.Красноармейская	2,23	2,76	2,7	122	420	172	0,0058	0,0061	<0,0010	0,3	0,93		0,02	0,036	0,0041	1,1	5,5		73,2	128	119	4009	19456	7586
пл. Транспортная (центральный газон)	2,76	2,08	1,54	90	167	104	0,0092	0,0056	<0,0010	0,3	0,45		0,07	0,046	<0,0006	2,3	3,7	0,3	763	136	90,4	24852	10948	6102
пл. Кирова	1,96	1,99	1,56	129	326	80	0,0072	0,0069	<0,0010	0,5	1,1		0,006	0,066	<0,0006	0,4	10,8		208	70,8	103	13650	11585	5279
ул.Пушкина-ул.Яковлева	4,2	1,94	1,23	301	309	69	0,0036	0,0051	<0,0010	0,3	0,81		0,036	0,017	0,053	2,6	2,7		296	46,6	304	21213	7432	17100
ул. Алтайская-ул.Красноармейская	3,6	2,28	1,27	123	198	67	0,0072	0,0067	<0,0010	0,2	0,58		0,016	0,016	<0,0006	0,5	1,4	3	189	65,2	122	6480	5651	6481
пр.Комсомольский-ул.Герцена	1,6	1,08	1,16	88	88	70	0,0086	0,0064	<0,0010	0,5	0,52		0,024	0,012	<0,0006	1,3	1		95	52,8	88	5236	4290	5280
ул.Балтийская (в р-не моста ч/з р.Ушайку)	1,89	1,2	2,05	171	282	113	0,0066	0,003	<0,0010	0,6	0,7		0,036	0,017	<0,0006	3,3	4		684	50,8	76,3	61750	11934	4197
ул.Клюва, мкр.Солнечный	2,16	0,65	0,57	117	95	38	0,0069	0,0032	<0,0010	0,4	0,47		0,034	0,0085	<0,0006	1,8	1,2		190	4,3	22,9	10292	630	1531
пр.Ленина - ул.5-й Армии	2,78	0,88	1,39	264	134	82	0,04	0,0044	<0,0010	3,8	0,67		0,005	0,019	<0,0006	0,5	2,9		326	39,6	65,2	30970	6034	3831

	2012						2013						2014												
	С, мг/дм <sup>3</sup>	С, мг/дм <sup>3</sup>	С, мг/дм <sup>3</sup>	Плотность выпадения ЗВ, мг/м <sup>2</sup>	Плотность выпадения ЗВ, мг/м <sup>2</sup>	Плотность выпадения ЗВ, мг/м <sup>2</sup>	С, мг/дм <sup>3</sup>	С, мг/дм <sup>3</sup>	С, мг/дм <sup>3</sup>	Плотность выпадения ЗВ, мг/м <sup>2</sup>	Плотность выпадения ЗВ, мг/м <sup>2</sup>	Плотность выпадения ЗВ, мг/м <sup>2</sup>	С, мг/дм <sup>3</sup>	С, мг/дм <sup>3</sup>	С, мг/дм <sup>3</sup>	Плотность выпадения ЗВ, мг/м <sup>2</sup>	Плотность выпадения ЗВ, мг/м <sup>2</sup>	Плотность выпадения ЗВ, мг/м <sup>2</sup>							
Железные обвалы, мг/дм <sup>3</sup>	Место отбора пробы																								
	Р-н пр Сенная курья, напротив Лагерного сада	2,17	0,99	0,41	91	102	33	0,042	0,063		1,8	6,5		0,007	0,004	<0,002	0,3	0,43		0,1	0,15	0,036	4,2	15,4	2,9
	ул. Суворова, 1а (газон)	12,3	2,91	8,31	800	427	416	0,143	0,064	0,028	9,3	9,4	1,4	0,03	0,0151	<0,002	2	2,2		0,37	0,97	0,46	24,1	142,3	23
	пр. Кирова-ул. Красноармейская	1,63	3,41	4,25	89	518	271	0,065	0,068	0,16	3,6	10,3	10,2	0,016	0,024	<0,002	0,9	3,6		0,31	1,86	0,32	17	282,7	20,4
	пл. Транспортная (центральный газон)	16,8	2,5	2,63	547	201	178	0,147	0,098	<0,0005	4,8	7,9		0,026	0,012	<0,002	0,8	1		1,28	0,83	0,55	41,7	66,8	37,1
	пл. Кирова	10,7	3,21	1,95	702	525	100	0,007	0,089	0,35	0,5	14,6	17,9	0,015	0,013	<0,002	1	2,1		0,44	1	0,13	28,9	163,6	6,7
	ул. Пушкина-ул. Яковлева	13,4	3,63	5,35	960	579	301	0,02	0,051	0,2	1,4	8,1	11,3	0,03	0,014	<0,002	2,2	2,2		6,1	2,26	0,44	437,2	360,4	24,8
	ул. Алтайская-ул. Красноармейская	13,8	7,5	2,81	473	650	149	0,022	0,049	0,022	0,8	4,2	1,2	0,025	0,009	0,012	0,9	0,78	0,64	1,04	0,64	0,47	35,7	55,5	25
	пр. Комсомольский-ул. Герцена	4,42	1,09	0,69	243	89	41	0,05	0,047	<0,0005	2,8	3,8	-	0,012	0,011	<0,002	0,7	0,89		0,24	0,16	0,068	13,2	13	4,1
	ул. Балтийская (в р-не моста ч/з р. Ушайку)	17,4	2,84	1,57	1571	667	86	0,127	0,094	0,12	11,5	22,1	6,6	0,032	0,0077	<0,002	2,9	1,8		15	0,35	0,11	1354,2	82,2	6,1
ул. Клокова, мкр. Солнечный	6,74	0,42	0,92	365	62	62	0,115	0,03	<0,0005	6,2	4,4	-	0,021	<0,002	0,0021	1,1		0,14	0,35	0,042	0,066	19	6,2	4,4	
пр. Ленина -ул. 5-й Армии	8,56	1,06	1,62	813	162	95	0,008	0,081	<0,0005	0,8	12,3	-	0,033	0,0027	<0,002	3,1	0,41		0,29	0,1	0,18	27,6	15,2	10,6	
Канализация, мг/дм <sup>3</sup>	Место отбора пробы																								
	Р-н пр Сенная курья, напр. Лагерного сада																								
	ул. Суворова, 1а (газон)																								
	пр. Кирова-ул. Красноармейская																								
	пл. Транспортная (центральный газон)																								
	пл. Кирова																								
	ул. Пушкина-ул. Яковлева																								
	ул. Алтайская-ул. Красноармейская																								
	пр. Комсомольский-ул. Герцена																								
	ул. Балтийская (в р-не моста ч/з р. Ушайку)																								

### 4.3 Пылевая нагрузка на снежный покров вблизи перекрестков г. Томска

В Томске движение большого потока автомобильного транспорта происходит не только на центральных улицах города, но и в жилых районах, поэтому загрязнение от автотранспорта в условиях городской застройки непосредственно влияет на здоровье человека и на качество его жизни.

Отбор проб производился на 13 наиболее оживленных перекрестках (субъективное мнение) города. (рис. 20, табл. 13, 16)

На перекрестках города Томска среднесуточная пылевая нагрузка изменяется от 50 до 266 мг/м<sup>2</sup>\*сут, при среднем значении – 94 мг/м<sup>2</sup>, что превышает региональный фон (7 мг/м<sup>2</sup>\*сут) в 13 раз. Наиболее загрязненным перекрестком является пр. Мира – ул. Смирнова (кольцо ул. Смирнова), где превышение фона достигает 38 раз. На транспортном кольце (пл. Южная) и на кольце ул. Суворова- Иркутский тр. было зафиксировано превышение фоновых величин в 21 и 19 раз соответственно. Перекрестками с наименьшими показателями пылевого загрязнения снежного покрова оказались перекрестки ул. Красноармейская – пр. Фрунзе, а также ул. Клюева – ул. Энтузиастов (превышение фона в 7-8 раз) (рис. 30)[64]. Если приводить сравнение со средним значением пылевой нагрузки в городе Томске, который равен 63 мг/м<sup>2</sup>\*сут.[65], то на всех исследуемых перекрестках наблюдается превышение данного показателя, за исключением перекрестков пр. Фрунзе – ул. Красноармейская, Д. Ключевская - пр. Ленина, ул. Клюва – ул. Энтузиастов, а также на пл. Кирова, что может быть связано с частой уборкой придорожного пространства в этих район

В целом все полученные данные соответствуют низкой степени загрязнения территории согласно нормативной градации (менее 250 мг/м<sup>2</sup>\*сут. [62]) (табл. 17)

Таблица 17

Пылевая нагрузка на снежный покров на перекрестках г. Томска.

№	Перекресток	Pn, мг/м <sup>2</sup> *сут
1	Шевченко - Елизаровых	87,05
2	Энергетическая - Мичурина	76,71
3	Сибирская - Комсомольский	74,87
4	кольцо ул. Смирнова	266,42
5	кольцо Суворова	133,03
6	Томск-1	67,75
7	Пушкина - Яковлева	71,66
8	Транспортное кольцо пл. Южная	146,99
9	Фрунзе - Красноармейская	50,16
10	Клюва - Энтузиастов	57,51
11	Пл. Кирова	62,01
12	Суворова - Лазо	71,66
13	Д. Ключевская - Ленина	58,06



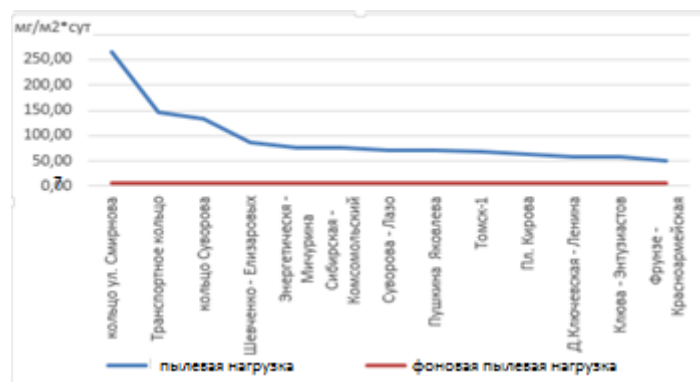


Рисунок 30. Динамика распределения пылевой нагрузки на перекрестках города Томска

#### 4.4 Содержание ртути в твердом осадке снега вблизи перекрестков г. Томска

Среди наиболее загрязняющих атмосферный воздух веществ, влияющий не только на экосистемы, но и на человека, ртуть занимает одну из лидирующих позиций. Обладая высокой токсичностью, подвижностью, способностью накапливаться в трофических цепочках биоценозов, ртуть является наиболее опасным мировым загрязнителем окружающей среды. Она попадает в организм человека при дыхании, а также с водой и продуктами (рыба) [66]

Также ртуть может содержаться в органическом топливе. Так как она принадлежит к первому классу опасности и оказывает негативное влияние на организм был проведен анализ на количественное содержание ртути в пробах.

Таблица 18

Средняя концентрация содержания ртути на перекрестках города

Перекресток	Средняя концентрация Hg, мг/кг
Д. Ключевская - Ленина	0,085
Пл. Кирова	0,082
Сибирская - Комсомольский	0,065
Клюва - Энтузиастов	0,061
Фрунзе - Красноармейская	0,060
Шевченко - Елизаровых	0,055
Энергетическая - Мичурина	0,054
Пушкина - Яковлева	0,053
Транспортное кольцо	0,052
Суворова - Лазо	0,051
Томск-1	0,036
кольцо ул. Смирнова	0,029
кольцо Суворова	0,020

Примечание: фоновая концентрация содержания ртути составляет 0,057 мг/кг[66]

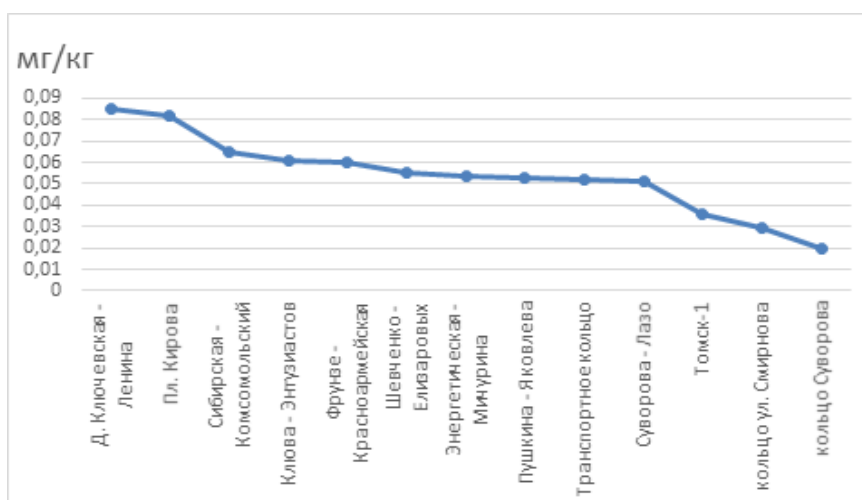


Рисунок 31. Динамика распределения содержания ртути на перекрестках города Томска

На исследуемых перекрестках города Томска среднее превышение фоновой концентрации (пос. Киреевск) составило 12 раз (табл. 18). Наиболее загрязненными являются перекрестки ул. Д. Ключевская – пр. Ленина и пл. Кирова, превышение фоновой концентрации ртути в снеговом покрове более чем в 10 раз. Наименее загрязненными перекрестками являются: Томск-1, кольцо ул. Смирнова и кольцо Суворова. Превышение фона в 4,5; 3,6 и 2,5 число раз.

Автомобильный транспорт оказывает негативное влияние на все компоненты окружающей среды города. Это влияние происходит как химическим способом, так и механическим, и физическим. Наибольшему воздействию загрязняющих веществ подвержен атмосферный воздух. На него идет ежедневное непосредственное влияние автомобильного транспорта. Наибольшему воздействию подвержен атмосферный воздух.

## **5. Социальная ответственность при проведении геоэкологического исследования на перекрестках города Томска**

Геоэкологическое исследование будет проводиться в Томской области в городе Томске. Г. Томск расположен на правом берегу реки Томи в юго-восточной части ЗападноСибирской низменности, на границе её с Томь - Колыванской складчатой зоной. Главная река – Томь. Занимаемая площадь – 0.3 тыс. кв. км.

Географическое положение города обуславливает большую изменчивость температуры воздуха от суток к суткам, а также в течение суток.

Среднегодовая температура наружного воздуха составляет – минус 0,5°С.

Абсолютная минимальная температура – минус 55°С.

Абсолютная максимальная температура – +36°С.

Рельеф местности в пределах исследуемой территории ровный.

В течении года преобладают ветры юго-западного направления.

При проведении геоэкологического исследования на перекрестках города предметом для изучения будет являться атмосферный воздух.

Данная квалификационная работа представлена геоэкологическим исследованиям, этапами которого являются: полевые, камеральные и лабораторные.

*Полевые работы.* Включают в себя опробование атмосферного воздуха атмогеохимическим методом. Важно соблюдать требования по отбору проб, хранению и транспортировке. Необходимо вести точный учет отбираемых проб. Транспортировка должна исключать потерю исследуемого материала, а также контакты с окружающей средой. Не допускается попадание других материалов в пробы.

*Камеральные и лабораторные работы.* По окончании полевых работ производится анализ, интерпретация и оценка полученных результатов, выявление наиболее загрязненных участков. Составление отчета по геоэкологической ситуации города.

### **5.1. Производственная безопасность**

Соблюдение и учет требований безопасности при проведении геоэкологических работ в полевых условиях и в лаборатории является основой производственной безопасности.

Человек каждый день сталкивается с возможным опасным воздействием различных факторов: объектов, явлений и процессов способных нанести ущерб здоровью человека. Это воздействие может быть как прямым (непосредственным) или косвенным.

Производственные факторы подразделяют на вредные и опасные. В соответствии с ГОСТ 12.0.003-74 [5] (с изм. 1999 г.) все опасные и вредные факторы подразделяются на группы.

Таблица 19

Основные элементы производственного процесса, формирующие опасные и вредные факторы при выполнении геоэкологического исследования на территории города Томска.

Этапы	Наименование видов работ	Факторы (ГОСТ 12.0.003-74 [5])		Нормативные документы
		Вредные	Опасные	
	1	2	3	4
Полевой, подготовительный (частично)	опробование атмосферного воздуха	1. Отклонение показателей микроклимата на открытом воздухе 2. Повреждения в результате контакта с животными	1. Механические травмы при пересечении местности 2. Движущиеся машины и механизмы 3. Пожарная и взрывная опасность	ГОСТ 12.0.003-74 (с изм. 1999г.) [5]
Подготовительный (частично) исследование лабораторно-аналитические камеральные работы	Проведение анализов снеговых проб в аналитической лаборатории при помощи приборов. Обработка информации на ЭВМ с жидко-кристаллическим дисплеем. Работа с картографическим материалом и иными видами документов.	1. Отклонение параметров микроклимата в помещении 2. Недостаточная освещенность рабочей зоны 3. Повышенная запыленность и загазованность рабочей зоны 4. Повреждение химическими реактивами, стеклянной посудой	1. Поражение электрическим током 2. Пожароопасность	ГОСТ 12.1.005-88 [7] ГОСТ 12.1.004-91 [8] СанПиН 2.2.4.548-96 [16] СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 [17]

### **5.1.1. Анализ опасных и вредных производственных факторов и мероприятия по их устранению**

Опасными производственными факторами называются факторы, способные при определенных условиях вызывать острое нарушение здоровья и гибели организма [21].

#### *Полевой этап.*

Механические травмы при пересечении автомобильных дорог. В условиях городской застройки вероятность получения механических повреждений увеличивается. При отборе проб снега можно получить обморожение конечностей, различной тяжести требующие первой помощи, либо дальнейшей госпитализации. Для предотвращения таких повреждений необходимо соблюдать технику безопасности и индивидуальную безопасность жизнедеятельности.

#### *Лабораторный и камеральный этапы*

1. Поражение электрическим током. Источником электрического тока при выполнении анализов на оборудовании, а также при работе на ЭВМ могут явиться перепады напряжения, высокое напряжение и вероятность замыкания человеком электрической цепи.

Проходя через тело человека, электрический ток оказывает на него сложное воздействие, являющееся совокупностью термического, электролитического, биологического воздействия. Любое воздействие может привести к электрической травме, т.е. к повреждению организма, вызванному воздействием электрического тока или электрической дуги.

Нормирование - значение напряжения в электрической цепи должно удовлетворять ГОСТу 12.1.038-82 ССБТ [6].

Для создания безопасных условий необходимо проводить инструктаж персонала, аттестацию оборудования, соблюдать правила безопасности и требований при работе с электротехникой.

Помещения где размещаются рабочие места с ПЭВМ, должны быть оборудованы защитным элементом (занулением) в соответствии с техническими требованиями по эксплуатации.

Вредными производственными факторами называются факторы, отрицательно влияющие на работоспособность или вызывающие профессиональные заболевания и другие неблагоприятные последствия [21]

1. Отклонение параметров климата. Климат представляет собой комплекс физических параметров воздуха, влияющих на тепловое состояние организма. К ним относят температуру, влажность, скорость движения воздуха, интенсивность солнечного излучения, величину атмосферного давления и солнечную радиацию. На формирование микроклимата в полевых условиях влияет климат местности, высокая влажность, перепады температур.

Так как полевые работы при атмогеохимических исследованиях охватывают только в весенне-зимний период, рассмотрим к чему могут привести низкие температуры воздуха.

Способы защиты работников от переохлаждения на рабочем месте, регулируются санитарными правилами СанПиН 2.2.3.1384-03 [15], введенные в действие постановлением Главного государственного врача РФ от 11 июня 2003 года, согласно которому в условиях холода, должен предшествовать инструктаж, на тему переохлаждения организма.

Переохлаждение всего тела или отдельных его частей приводит к нарушению тактильных, сенсорных двигательных функций, а при тяжелых обморожениях к ампутации.

Средством индивидуальной защиты от воздействия отрицательных температур является правильно подобранная защитная одежда, к которой предъявляются особые требования. Одежда должна иметь воздушные зазоры (подушки), изолирующие организм от отрицательного воздействия окружающей среды и гарантировать защиту от холода.

Вся одежда должна быть сухой (от внешней влаги, пота) и с этой целью необходимо обеспечить регулярную смену предметов одежды (носки, перчатки, нательное белье и т.д.) в ходе работ.

Существуют нормативы, которые устанавливают определенные правила работы в условиях холода. Прежде всего, необходимо оборудовать места обогрева, позволяющие человеку в короткий срок восстановить тепловое состояние организма. Температура воздуха в них должна составлять от 21 до 25 градусов по Цельсию. Важно соблюдать и рабочий режим: инструкции СанПиН предусматривают перерывы для отдыха и обогрева, первый из которых составит не менее 10 минут, а все остальные - не менее 15.

Особое отношение при работе в условиях низких температур должно быть уделено правилам питания, поскольку расход энергии при работе на холоде возрастает.

## 2. Повреждения в результате контакта с животными.

Так как отбор проб проходит на городской территории, имеются бродячие собаки. Работники должны быть обеспечены соответствующими средствами защиты.

### *Лабораторный и камеральный этап*

1. Отклонение параметров микроклимата в помещении. Состояние микроклимата производственного помещения характеризуется следующими показателями: температурой, относительной влажностью, скоростью движения воздуха, интенсивностью теплового излучения от нагретой поверхности.

Для подачи воздуха в помещение используются системы механической вентиляции и кондиционирования, а также естественная вентиляция (проветривание помещений), регулируется температура воздуха с помощью кондиционеров как тепловых, так и охлаждающих.

Компьютерная техника является источником существенных тепловыделений, что может привести к повышению температуры и снижению относительной влажности в помещении. В помещениях, где установлены компьютеры, должны соблюдаться определенные параметры микроклимата (табл. 20)

Таблица 20

Допустимые нормы микроклимата в рабочей зоне производственных помещений (СанПиН 2.2.4.548-96) [16]

Сезон года	Категория тяжести выполняемых работ	Температура, С°		Относительная влажность, %		Скорость движения воздуха, м/сек	
		Фактическое значение	Допустимое значение	Фактическое значение	Допустимое значение	Фактическое значение	Допустимое значение
Холодный	1б	19-21	19-24	63-70	15-75	0,1	0,1-0,2

Примечание: 1б - работы с интенсивностью энергозатрат 121-150 ккал/ч, производимые сидя, стоя или связанные с ходьбой и сопровождающиеся некоторым физическим напряжением.

Объем помещений, в которых установлены компьютеры, должны быть меньше 19,5 м<sup>3</sup>/человека с учетом максимального числа одновременно работающих в смену. Нормы подачи свежего воздуха в помещении, где установлены компьютеры, приведены в табл. 21.

Таблица 21

Нормы подачи свежего воздуха в помещении, где расположены компьютеры (ГОСТ 12.1.005-88) [7]

Характеристика помещения	Помещение свежего воздуха, м <sup>3</sup> /на одного человека в час
Объем до 20 м <sup>3</sup> на человека	не менее 30
20-40 м <sup>3</sup> на человека	не менее 20
Более 40 м <sup>3</sup> на человека	естественная вентиляция
Помещение без окон	не менее 60

Рациональная вентиляция и отопление являются наиболее распространенными способами нормализации микроклимата в производственных помещениях.

Вентиляция – это организованный и регулируемый воздухообмен, обеспечивающий удаление из помещения воздуха и подачу на его место свежего. По способу перемещения воздуха различают системы естественной и механической вентиляции.

Естественной вентиляцией называют систему вентиляции, перемещение воздушных масс в которой осуществляется благодаря возникающей разности давлений снаружи и внутри здания.

Механической вентиляцией называют вентиляцию, с помощью которой воздух подается в производственные помещения или удаляется из них по системам вентиляционных каналов с помощью вентиляторов [22].

2. Недостаточная освещенность рабочей зоны. В помещениях существует естественное и искусственное освещение, которое выполняет полезную

общефизиологическую функцию, способствующую появлению благоприятного психологического состояния людей. С улучшением освещения улучшается работоспособность, качество работы, снижается утомляемость, вероятность ошибочных действий, травматизма, аварийности.

Освещение должно обеспечиваться коэффициентом естественного освещения (КЕО) не ниже 1,0 %. Естественное и искусственное освещение в помещениях регламентируется нормами СНИП 2.2.1/2.1.1.1278-03 в зависимости от характера зрительной работы, системы и вида освещения, фона, контраста объекта с фоном [16].

Выполнение таких работ, как, например, обработка документов, требует дополнительного местного освещения, концентрирующего световой поток непосредственно на орудие и предметы труда. Освещенность на поверхности пола в зоне размещения рабочего документа должна быть 300-500 лк. Предпочтение должно отдаваться лампам дневного света [16].

3. Повышенная запыленность и загазованность рабочей зоны. Данный фактор имеет место на этапе лабораторно-аналитических исследований. При подготовке проб почв к анализу предусматривается их измельчение, что приводит к пылеобразованию.

Производственная пыль может быть причиной возникновения не только заболеваний дыхательных путей, но и заболеваний глаз (конъюнктивиты) и кожи (шелушение, огрубление, экземы, дерматиты).

ГОСТ 12.1.005-88 [7] с изменениями от 01.01.2008 устанавливает предельное содержание главного компонента пыли – диоксида кремния в воздухе рабочей зоны. Предельно допустимые концентрации следующие: 2 мг/м<sup>3</sup> для кристаллического диоксида кремния при содержании в пыли от 10 до 70 % (гранит, шамот, слюда-сырец, углепородная пыль и др.); 4 мг/м<sup>3</sup> - при содержании в пыли от 2 до 10 % (горючие кукерситные сланцы, медносульфидные руды и др.).

Для предотвращения воздействия пыли на организм человека необходимо предпринимать специальные меры: использование средств индивидуальной защиты (к примеру, респираторы); проведение регулярных влажных уборок. Большое значение имеет вентиляция. Согласно СНИП 2.04.05-91 [73], в помещениях с выделениями пыли приточный воздух следует подавать струями, направленными сверху вниз из воздухораспределителей, расположенных в верхней зоне.

4. Повреждение химическими реактивами, стеклянной посудой. При работе с химическими веществами, стеклянной посудой следует представлять основные факторы опасности. Попадание далеко небезвредных химических веществ (возможно, едких, токсичных или вообще незнакомых) и растворов на кожные покровы, слизистые оболочки, пищеварительный тракт и органы дыхания, а также на одежду, предметы пользования и оборудование может привести к термическим поражениям (ожогам), отравлениям. При использовании поврежденной стеклянной посуды или неумелом обращении с ней могут быть порезы и ранения осколками стекла.

Во время работы необходимо соблюдать следующие общие правила:



- 1) избегать попадания химикатов и растворов на слизистые оболочки (рта, глаз), кожу, одежду;
- 2) не принимать пищу (питьё);
- 3) не курить и не пользоваться открытым огнем;
- 4) обращать внимание на герметичность упаковки химикатов (реактивов), а также наличие хорошо и однозначно читаемых этикеток на склянках;
- 5) избегать вдыхания химикатов, особенно образующих пыль или пары;
- 6) при отборе растворов пипетками пользоваться закрепленным в штативе шприцем с соединительной трубкой (не втягивать растворы в пипетку ртом!);
- 7) добавление к пробам растворов химических веществ и сухих реактивов следует производить в резиновых перчатках и защитных очках;
- 8) при работе со стеклянной посудой соблюдать осторожность во избежание порезов кожи рук [23].

### 5.1.2. Расчет общего равномерного освещения

Расчет общего равномерного искусственного освещения в лаборатории выполняется методом коэффициента светового потока, учитывающим световой поток, отраженный от потолка и стен.

Световой поток лампы определяется по формуле:

$$\Phi = \frac{E_n \cdot S \cdot K_z \cdot Z}{N \cdot \eta}, \quad (6.1.2.1)$$

где  $E_n$  – нормируемая минимальная освещенность по СНиП 23-05-95 [18], лк;

$S$  – площадь освещаемого помещения, м<sup>2</sup>;

$K_z$  – коэффициент запаса, учитывающий загрязнение светильника (источника света, светотехнической арматуры, стен и пр., т. е. отражающих поверхностей), наличие в атмосфере цеха дыма, пыли [3];

$Z$  – коэффициент неравномерности освещения, отношение  $E_{ср}/E_{min}$ . Для люминесцентных ламп при расчетах берется равным 1,1;

$N$  – число ламп в помещении;

$\eta$  – коэффициент использования светового потока.

Коэффициент использования светового потока показывает, какая часть светового потока ламп попадает на рабочую поверхность. Он зависит от индекса помещения  $i$ , типа светильника, высоты светильников над рабочей поверхностью  $h$  и коэффициентов отражения стен  $\rho_c$  и потолка  $\rho_p$ .

Индекс помещения определяется по формуле:

$$i = S / h (A+B) \quad (6.1.2.2)$$

Коэффициенты отражения оцениваются субъективно [3].

Значения коэффициента использования светового потока  $\eta$  светильников для наиболее часто встречающихся сочетаний коэффициентов отражения и индексов помещения приведены в источнике [3].

Рассчитав световой поток  $\Phi$ , зная тип лампы, по таблице источника [3] выбирается ближайшая стандартная лампа и определяется электрическая мощность всей осветительной системы. Если необходимый поток лампы выходит за пределы диапазона ( $-10 \div +20 \%$ ), то корректируется число светильников либо высота подвеса светильников.

Помещение лаборатории с размерами: длина  $A = 20$  м, ширина  $B = 11$  м, высота  $H = 4,3$  м. Высота рабочей поверхности  $h_{рп} = 0,8$  м.

Коэффициент отражения стен  $R_c = 30 \%$ , потолка  $R_n = 50 \%$  [3]. Коэффициент запаса  $k = 1,5$  [3], коэффициент неравномерности  $Z = 1,1$ .

Рассчитываем систему общего люминесцентного освещения.

Выбираем светильники типа ОД,  $\lambda = 1,4$ .

Приняв  $h_c = 0,5$  м, получаем  $h = 4,3 - 0,5 - 0,8 = 3$  м;

$L = 1,4 * 3 = 4,2$  м;  $L/3 = 1,4$  м

Размещаем светильники в три ряда. В каждом ряду можно установить 10 светильников типа ОД мощностью 80 Вт (с длиной 1,23 м), при этом разрывы между светильниками в ряду составят 40 см. Изображаем в масштабе план помещения и размещения на нем светильников (рис. 32). Учитывая, что в каждом светильнике установлено две лампы, общее число ламп в помещении  $N = 60$ .

Находим индекс помещения

$$i = 220 / 3 (20 + 11) = 2,4$$

По таблице источника [3] определяем коэффициент использования светового потока:

$$\eta = 0,59$$

$$\Phi = (500 * 220 * 1,5 * 1,1) / (60 * 0,59) = 5127 \text{ Лм}$$

Определяем потребный световой поток ламп в каждом из рядов:

По таблице источника [3] выбираем ближайшую стандартную лампу – ЛХБ 80 Вт с потоком 5000 лм. Делаем проверку выполнения условия:

$$-10\% \leq \frac{\Phi_{л.станд} - \Phi_{л.расч}}{\Phi_{л.станд}} 100\% \leq +20\% \quad (6.1.2.3)$$

$$\text{Получаем } -10\% \leq -2,54\% \leq +20\%$$

Определяем электрическую мощность осветительной установки

$$P = 60 * 80 = 4800 \text{ Вт}$$

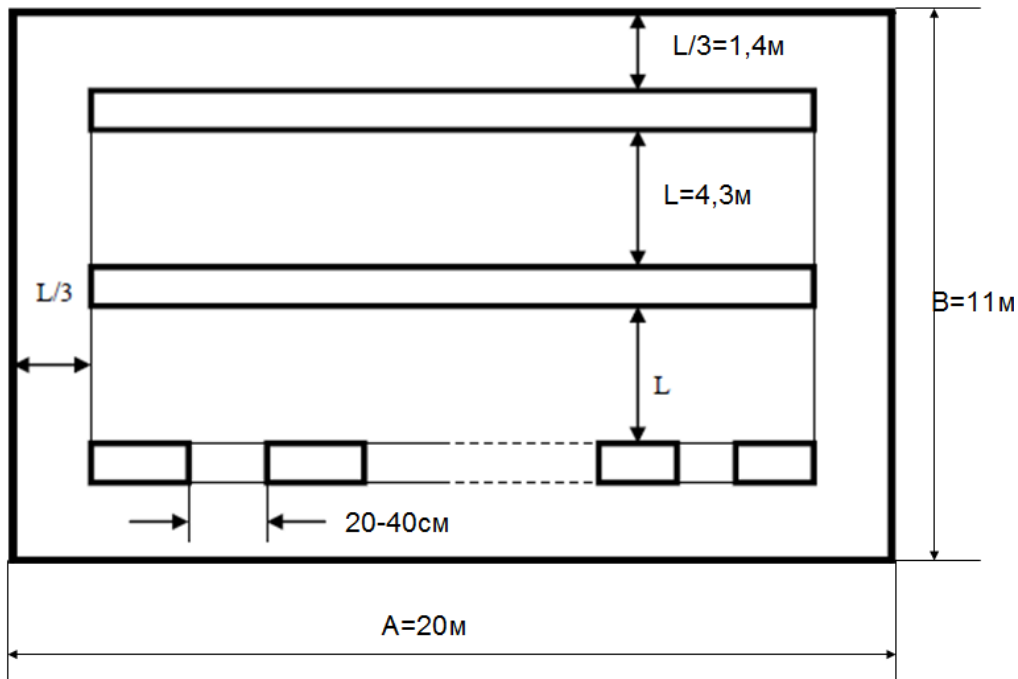


Рисунок 32. План лаборатории и размещения светильников с люминесцентными лампами

### 5.1.3. Расчет требуемого воздухообмена

Требуемый воздухообмен определяется по формуле:

$$L = (G * 1000) / (Xв - 0,3 * Xв) \text{ м}^3/\text{ч}, \quad (6.1.3.1)$$

где  $L$ ,  $\text{м}^3/\text{ч}$  – требуемый воздухообмен;

$G$ ,  $\text{г}/\text{ч}$  – количество вредных веществ, выделяющихся в воздух помещения;

$xв$ ,  $\text{мг}/\text{м}^3$  – предельно допустимая концентрация вредности в воздухе рабочей зоны помещения, согласно ГОСТ 12.1.005-88 [7].

Применяется также понятие кратности воздухообмена ( $n$ ), которая показывает сколько раз в течение одного часа воздух полностью сменяется в помещении. Значение  $n < \lambda$  может быть достигнуто естественным воздухообменом без устройства механической вентиляции.

Кратность воздухообмена определяется по формуле:

$$n = \frac{L}{V_n}, \text{ ч}^{-1}, \quad (6.1.3.2)$$

где  $V_n$  – внутренний объем помещения,  $\text{м}^3$ .

Определим требуемую кратность воздухообмена в помещении, где работают 3 человека.

По методике [3] определяем количество  $\text{CO}_2$ , выделяемой одним человеком  $g = 23 \text{ л}/\text{ч}$ . По таблицам методики [3] определяем допустимую

концентрацию CO<sub>2</sub>. Тогда  $X_{в} = 1$  л/м<sup>3</sup> и содержание CO<sub>2</sub> в наружном воздухе для малых городов  $X_{н} = 0,4$  л/м<sup>3</sup>. Определяем потребный воздухообмен по формуле (7.1.3.1):

$$L(\text{CO}_2) = (23 \cdot 3) / (1 - 0,4) = 69 / 0,6 = 115 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

$$L(\text{пыли}) = (0,007 \cdot 1000) / (4 - 0,3 \cdot 4,0) = 2,5 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Зная потребный воздухообмен, определим кратность воздухообмена по формуле (6.1.3.2):

$$n(\text{CO}_2) = 115 / 946 = 0,12 \text{ ч}^{-1}$$

$$n(\text{пыли}) = 2,5 / 946 = 2,6 \cdot 10^{-3} \text{ ч}^{-1}$$

Согласно СП 2.2.1.1312-03, кратность воздухообмена  $n > 10$  недопустима. В данном случае кратность воздухообмена в норме.

## 5.2. Экологическая безопасность

Под понятием «экологическая безопасность» понимается состояние защищенности природной среды и жизненно важных интересов человека от возможного негативного воздействия хозяйственной и иной деятельности, чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, их последствий [19]

### 5.2.1. Вредные воздействия на окружающую среду и мероприятия по их снижению

Рассмотрим негативное воздействие автомобильного транспорта на изучаемой территории.

При использовании автомобильных средств будут выделяться ЗВ. Загрязняющими веществами, выбрасываемыми в атмосферу от источников загрязнения атмосферы, являются: оксиды углерода, азота, взвешенные вещества, бенз(а)пирены, цинк, углеводороды, альдегиды и сажа. Использование транспортных средств происходит в условиях жилой застройки, поэтому наносится непосредственное загрязнение жилой территории. При новом строительстве дорог и реконструкции старой дорожной сети негативное воздействие на атмосферный воздух можно снизить. Так, например, уменьшение концентрации взвешенных частиц в воздухе можно уменьшить за счет равномерного смачивания водой дорожного полотна в теплый период года. Для снижения выбросов оксидов углерода и азота, а также бенз(а)пирена необходимо принимать меры по своевременному техническому обслуживанию автомобилей, а также отслеживать качество автомобильного топлива. Также можно снизить шумовую нагрузку на организм.

При нормальном строительстве и режиме эксплуатации дорог негативное воздействие на почвенный покров и окружающую природную среду будет выражаться в серьезном техногенном воздействии на территории объекта и на прилегающих к нему территориях.

Основным воздействием на растительность будет уничтожение растительного покрова на участках отведенных под строительство дорожного полотна, а также оседание вредных частиц от выбросов автомобильного транспорта на деревьях и траве, что сказывается на процессах фотосинтеза растений.

Статья 17 Модельного закона «Об экологической безопасности» гласит, что юридические лица, осуществляющие хозяйственную и иную деятельность, оказывающую негативное воздействие на окружающую среду и здоровье населения, которая может создать угрозу экологической безопасности, обязаны планировать, разрабатывать и осуществлять мероприятия по обеспечению гарантий экологической безопасности своей деятельности в порядке, установленном национальным законодательством [20].

С целью уменьшения выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух, в результате деятельности изучаемого объекта, рекомендуется проводить ряд природоохранных мероприятий:

- равномерное смачивание водой придорожной территории, в теплый период года;
- установка соответствующего оборудования на выхлопные трубы автомобиля;
- контроль качества топлива;
- своевременное техническое обслуживание автомобильных средств.

Для предотвращения и снижения негативного воздействия на почвенно-растительный покров в результате строительства и эксплуатации дорог необходимо:

- максимально качественно подходить к логистике автотранспорта;
- своевременное обслуживание дорожного полотна;
- проведение почвенного мониторинга и ранняя диагностика неблагоприятных изменений свойств почвы.

Для предотвращения загрязнения поверхностных и грунтовых вод необходимо:

- установить очистные сооружения: фильтры или барьеры на границе попадания сточных и ливневых вод в реки;
- проводить своевременный ремонт и очистку ливневых ходов.

### **5.3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях**

С целью уменьшения выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух, в результате деятельности проектируемого объекта, рекомендуется проводить ряд природоохранных мероприятий.

Одним из наиболее вероятных и разрушительных видов ЧС является пожар ил взрыв на рабочем месте.

Пожар - это горение, в результате которого уничтожаются или повреждаются материальные ценности, создается опасность для жизни и здоровья людей.

Горение – это сложное, быстро протекающее химическое превращение, сопровождающееся выделением значительного количества тепла и ярким свечением.

Различают собственное горение, взрыв и детонацию. При собственном горении скорость распространения пламени не превышает десятков метров в секунду; при взрыве - сотни метров в секунду.

В условиях проведения геоэкологических работ требованиям противопожарной безопасности должно уделяться особое внимание. Возникновение пожара может привести к чрезвычайным ситуациям.

Предотвращение пожаров и взрывов объединяется общим понятием - пожарная профилактика. Ее можно обеспечить перевоза в машине огнетушитель, что соответствует правилам ПДД. Очень частая причина возникновения пожаров заключается в неполадках электрической сети автомобиля.

Пожары делятся на 4 класса: А, В, С, D. Классификация пожаров осуществляется в зависимости от вида горящих веществ и материалов. В здании камеральной работы и лаборатории возможен пожар класса А (горение твердых веществ, сопровождаемое тлением, например древесина, бумага, пластмасса).

К основным огнегасительным веществам относятся вода, химическая и воздушно-механическая пыль, водяной пар, сухие порошки, инертные газы, галогенированные составы. Для первичных средств пожаротушения применяется песок, войлочные покрывала.

Огнетушители различают по способу срабатывания автоматические, ручные, универсальные. По принципу воздействия на очаг огня: газовые, пенные, порошковые и водные. Они маркируются буквами, характеризующими тип и класс огнетушителя, и цифрами, обозначающими массу, находящегося в нем, огнетушащего вещества [12].

Для тушения пожара в помещениях камеральной работы и лаборатории должны быть использованы следующие средства (таблица 22)

Таблица 22

Рекомендуемые огнетушащие средства в зависимости от класса пожара [12]

<b>Класс пожара</b>	<b>Характер горючей струи или объекта</b>	<b>Огнетушащее средство</b>
<b>А</b>	Горение твердых веществ, сопровождаемое тлением	Вода со смачивателями, пена, хладоны, все виды огнетушителей

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

### **6.1. Организационная структура управления и основные направления деятельности Областное государственное бюджетное учреждение «Областной комитет охраны окружающей среды и природопользования»**

Областное государственное бюджетное учреждение «Областной комитет охраны окружающей среды и природопользования» является некоммерческой организацией, созданной на основании постановления Главы Администрации (Губернатора) Томской области от 29 сентября 2000 г. № 365 «О создании государственного учреждения «Областной комитет охраны окружающей среды и природопользования», для осуществления функций в сфере охраны окружающей среды и обеспечения экологической безопасности, переименованной из государственного учреждения «Областной комитет охраны окружающей среды и природопользования» на основании постановления Главы Администрации (Губернатора) Томской области от 15.11.2000 № 419.

Место нахождения Учреждения: 634041, Россия, г. Томск, проспект Кирова, 14.

ОГБУ «Областной комитет охраны окружающей среды и природопользования» создано в целях обеспечения исполнения отдельных полномочий исполнительных органов государственной власти Томской области в области охраны окружающей среды. Целями деятельности Учреждения являются обеспечение улучшения экологической обстановки на территории Томской области, формирования экологической культуры населения Томской области, обеспечение экологической безопасности Томской области, обеспечение прав граждан на безопасную окружающую среду.

ОГБУ «Областной комитет охраны окружающей среды и природопользования» осуществляет следующие виды деятельности:

**1) организация и обеспечение выполнения областных мероприятий (проектов) в области охраны окружающей среды, в том числе:**

– разработка разрешительных документов в сфере охраны окружающей среды для организаций бюджетной сферы Томской области;

– участие в составлении экологических паспортов территорий; в) осуществление функций заказчика при реализации природоохранных мероприятий.

**2) ведение учета объектов и источников негативного воздействия на окружающую среду, в том числе:**

– участие в ведении баз данных по объектам хозяйственной и иной деятельности, за исключением объектов, подлежащих федеральному государственному экологическому надзору;

– участие в работе по ведению кадастра отходов производства и потребления на территории Томской области, в части создания и ведения электронных баз данных.

**3) сбор и анализ информации, создание и ведение электронных банков данных, ГИС- приложений о состоянии природных ресурсов и окружающей среды, в том числе:**

– участие в сборе, обработке и анализе информации в сфере охраны окружающей среды и природопользования, подготовка аналитических записок, прогнозов, докладов в сфере охраны окружающей среды и природопользования для населения и органов государственной власти Томской области;

– создание и ведение электронных баз данных, необходимых для осуществления государственного экологического, водного, геологического надзора, охраны животного мира, государственной экологической экспертизы;

– разработка программного обеспечения для автоматизации работы природоохранных служб в Томской области; 4 г) ведение раздела «Природные ресурсы и экология» официального интернет- портала Администрации Томской области;

– ведение базы данных поступлений платежей за пользование водными объектами, штрафов и исков за нарушение природоохранного законодательства;

– создание и ведение электронных карт, атласов и геоинформационных систем- приложений о состоянии природных ресурсов и охране окружающей среды, природоохранных и ресурсосберегающих технологиях, для обеспечения доступа к информационным ресурсам средств массовой информации и населения, органов государственной власти, местного самоуправления, организаций, научных и образовательных учреждений.

**4) химико-аналитическое обеспечение государственного надзора в области охраны окружающей среды (государственного экологического надзора), в том числе:**

– выполнение работ по отбору проб и проведению инструментальных измерений при осуществлении государственного надзора в области охраны окружающей среды (государственного экологического надзора), государственного регионального контроля и надзора за использованием и охраной водных объектов, расследования причин аварий и последствий экстремально-высокого уровня загрязнения окружающей среды и чрезвычайных ситуаций.

**5) обеспечение функционирования особо охраняемых природных территорий областного значения, в том числе:**

– осуществление функции администрации особо охраняемых природных территорий областного значения и обеспечение их охраны и функционирования;

– подготовка материалов для приведения документов особо охраняемых природных территорий областного значения в соответствие с действующим законодательством;

– подготовка материалов для создания или ликвидации особо охраняемых природных территорий областного значения;

– ведение кадастра особо охраняемых природных территорий областного значения.



**б) ведение Красной книги Томской области**, в том числе:

– сбор и обобщение информации для ведения Красной книги Томской области.

**7) аналитическое сопровождение контроля радиационной обстановки Томской области**, в том числе:

– организация и выполнение работ по развитию, эксплуатации и модернизации автоматизированной системы контроля радиационной обстановки на территории Томской области (АСКРО ТО);

– ведение баз данных о состоянии радиационной обстановки на территории Томской области для Единой государственной автоматизированной системы контроля радиационной обстановки на территории Российской Федерации (ЕГАСКРО);

– обеспечение осуществления учета и контроля радиоактивных веществ и радиоактивных отходов в организациях, расположенных на территории Томской области в соответствии законодательством Российской Федерации и Томской области, ведение радиационно-гигиенического паспорта территории Томской области;

– выполнение задач оперативной группы радиационной разведки в случае возникновения чрезвычайных ситуаций на территории Томской области, выявление и обследование источника радиоактивного загрязнения, контроль за выполнением мероприятий по ликвидации аварийных загрязнений;

– обеспечение осуществления контроля за загрязнением окружающей среды естественными (природными) радионуклидами на территории Томской области.

**8) организация развития системы экологического образования и формирования экологической культуры на территории Томской области**, в том числе:

– организация и проведение мероприятий по развитию системы экологического образования и формированию экологической культуры;

– образовательная и консалтинговая деятельность в сфере охраны окружающей среды и природопользования;

– участие в обеспечении деятельности библиотек, информационно-методических кабинетов в целях информирования, консультирования организаций, школьных и дошкольных образовательных учреждений, общественных организаций, граждан по вопросам экологического образования и воспитания, формирования экологической культуры.

**9) обеспечение населения достоверной информацией о состоянии окружающей среды на территории Томской области**, в том числе:

– информирование общественных организаций и средств массовой информации по результатам работы АСКРО ТО;

– сбор, подготовка и представление в установленном порядке систематизированной информации о радиационной обстановке на подконтрольной территории в органы государственной власти Томской области;

– участие в подготовке ежегодного доклада (экологический мониторинг) о состоянии окружающей среды Томской области;

– подготовка радио- и тележурналов, статей и других информационных материалов в сфере охраны окружающей среды для размещения в средствах массовой информации, информационно-телекоммуникационной сети общего пользования.

**10) Департамент природных ресурсов и охраны окружающей среды Томской области формирует и утверждает государственные задания для Учреждения в соответствии с основными видами деятельности;**

**11) Учреждение вправе осуществлять следующие иные виды деятельности, не относящиеся к его основным видам деятельности за плату:**

– проведение мероприятий по охране животного мира и водных биологических ресурсов на территории Томской области;

– проведение сводных расчетов загрязнения атмосферного воздуха и водных объектов для нормирования выбросов и сбросов загрязняющих веществ в окружающую среду;

– проведение расчетов нормативов образования и лимитов размещения отходов;

– разработка материалов обоснования деятельности по обращению с отходами для получения лицензий по обращению с отходами;

– определение класса опасности отходов;

– разработка паспортов на отходы;

– разработка проектов санитарно-защитных зон;

– проведение инвентаризации выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух;

– подготовка проектов разрешительной документации на выбросы, сбросы загрязняющих веществ в окружающую среду, размещение отходов;

– подготовка проектов договоров водопользования и проектов решений органов исполнительной власти Томской области о предоставлении водного объекта в пользование;

– отбор проб, выполнение анализов проб воды, атмосферного воздуха, промышленных выбросов в атмосферу, почв, грунтов, отходов, иных отложений, строительных материалов;

– осуществление радиационного контроля строительных площадок, жилых и общественных помещений, качества строительных материалов;

– разработка экологических обоснований проектов;

– разработка проектов определения воздействия на окружающую среду при планировании, реализации и эксплуатации объектов хозяйственной и иной деятельности;

– разработка проектов зон санитарной охраны водозаборных скважин;

– оценка воздействия на окружающую природную и социальную среду планируемых к проектированию, строительству и эксплуатации объектов хозяйственной и иной деятельности

- подготовка предпроектной и проектной документации: работы по разработке мероприятий по охране окружающей среды;
- инженерно-экологические изыскания;
- инженерно-гидрометеорологические изыскания;
- разработка и выполнение программ экологического мониторинга, программ мониторинга окружающей среды и состояния недр;
- обследование и экологическая оценка состояния территорий и объектов, оценка нанесенного ущерба окружающей среде;
- определение метеорологических, гидрологических характеристик окружающей среды;
- определения уровня загрязнения (включая радиоактивное) атмосферного воздуха, почв, водных и иных объектов;
- подготовку и предоставление потребителям аналитической и расчетной информации о состоянии окружающей среды, ее загрязнении (включая радиоактивное);
- формирование и ведение банков данных в области гидрометеорологии и смежных с ней областях;
- научно-исследовательские и проектные работы в сфере охраны окружающей среды и природопользования;
- создание и ведение электронных баз данных о состоянии природных ресурсов и окружающей среды;
- издательская деятельность в сфере охраны окружающей среды и природопользования;
- организация и проведение курсов повышения квалификации, профессионального образования в сфере охраны окружающей среды и природопользования;
- мониторинг индикаторов устойчивого развития Томской области;
- оказание туристических и рекреационных услуг;
- организация и проведение лекций, семинаров, конференций, выставок;
- мониторинг состояния окружающей среды и ее отдельных компонентов.

Организационная структура ОГБУ «Областной комитет охраны окружающей среды и природопользования» представлена на рисунке 33.

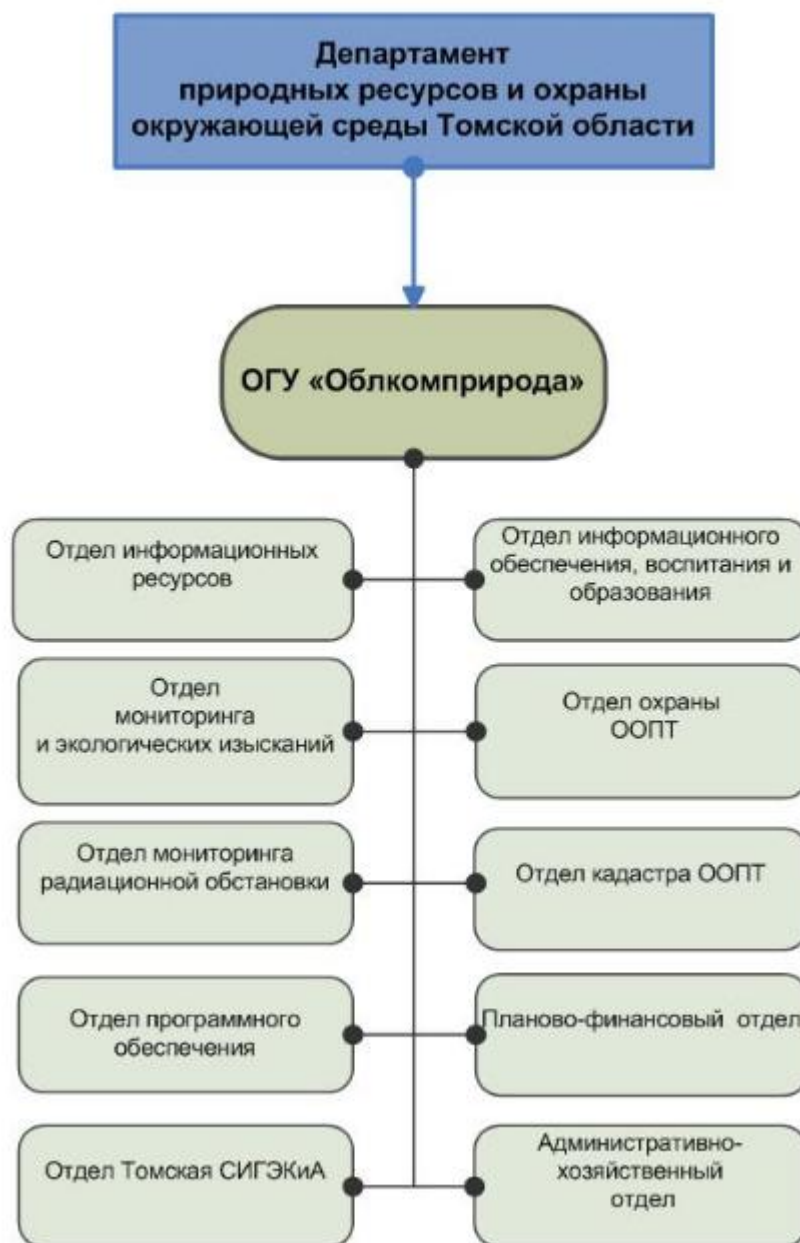


Рисунок 33. Организационная структура ОГБУ «Областной комитет охраны окружающей среды и природопользования»

## **6.2 Техническое задание на выполнение полевых работ и лабораторных исследований**

Цель дипломной работы заключается в анализе геоэкологической обстановки в окрестностях оживленных перекрестках города Томска посредством проведения атмогеохимических работ, а также обзоре экологических проблем, связанных с загрязнением компонентов окружающей среды выбросами от автотранспорта на урбанизированных территориях в целом.

Перечень работ:

*Первый этап*

- изучение геоэкологической ситуации города по средствам материалов департамента природных ресурсов и охраны окружающей среды Томской области;
- анализ полученных данных;
- рекогносцировка данных;
- изучение влияния загрязняющих веществ от автотранспорта на организм человека.

*Второй этап*

- отбор проб;
- атмогеохимический анализ,

*Третий этап.*

- составление отчета по материалам исследования;
- составление рекомендаций по уменьшению воздействия на урбанизированной территории.

## **6.3 Расчет трудоемкости работ и сметной стоимости проведения оценки влияния автотранспорта на качество окружающей среды города**

Лабораторные исследования имеют цель определить количество пылевой нагрузки на территорию, ее концентрацию и определение содержания ртути в образцах. Определение пылевой нагрузки проводится атмогеохимическим методом. Все работы выполняются с учетом методических рекомендаций приводимых в работах Василенко В.Н. и др. (Василенко и др., 1995), Назарова И.М. и др. (Назаров и др., 1978), методических рекомендациях ИМГРЭ (Методические..., 1982) и руководстве по контролю загрязнения атмосферы (РД 52.04.186-89).

РА-915<sup>+</sup>анализатор ртути. Lumex. Ru Предназначен для определения количества ртути в твердом материале.

Таблица 23.

Затраты на выполнение анализа количества пылевой нагрузки и ртути.

№ этапа	№ этапа	% от общего объема работ
1	Выявление оснащенности лаборатории, проверка правильности отбора проб и производства анализов. Уточнение графика лабораторно-производственного контроля.  Итого по 1-му периоду	20  20
2	Подготовка к работе лабораторного оборудования, приборов.	5
2	Обучение персонала производству анализов	5
2	Расчет пылевой нагрузки	10
2	Расчет концентрации пылевой нагрузки	10
2	Проведение анализов образцов на содержание ртути.  Итого по 2-му периоду	10  40
3	Составление отчета о выполненной работе с обобщением результатов, выводами и рекомендациями.  Итого по 3-му периоду	40  40
	Всего по периодам	100

Для выполнения данной работы привлекаются следующие сотрудники: заведующий лабораторией, дипломный руководитель, студент 6-го курса.

Таблица 24

Календарный план затрат времени по сотрудникам для проводимых работ

.п	Наименование работ и основных этапов его исполнения	Продолжительность этапа, сут.
.	1-й этап. - подготовительные работы; - отбор проб	40 1
	2-й этап - лабораторные работы	1
	3-й этап - составление отчета о выполненной работе с обобщением результатов, выводами и рекомендациями.	20
	ИТОГО	62

Техническая часть расчета трудоемкости работ:

1. Настоящие федеральные единичные расценки (в дальнейшем изложении - расценки) предназначены для определения прямых затрат в сметной стоимости работ по геоэкологическим исследованиям загрязнения придорожной территории от автомобильного транспорта.

2. Расценки отражают среднеотраслевой уровень технологии и организации лабораторных методов анализа.

Таблица 25

Расчет сметной стоимости проведенных работ для геоэкологических исследований города Томска.

№ п.п.	Содержание этапов работ	Количество, шт	Стоимость, руб
	1-й этап Подготовительные работы: - труба - совок - мешки полиэтиленовые - бензин - фильтры - банка 3л - трубка - таз пластмассовый - маркер	1 1 1 15 л. 15 15 15 13 1	357 43 117 494,25 345 750 2055 4485 20
2	2-й этап - отбор точечных проб для анализа на загрязненность по химическим показателям - определение пылевой нагрузки в пробах - определение ртути в пробах	13  13 13	2402,27  2405 5297,37
3	3-й этап Оформление технической документации		7031,772
Всего:			25802,6
4	K=1,3		33543,38
5	С коэффициентом к 1995 г. K=21,83	Письмо о минрегион развития №3652 СК/08 от 12.02.2009	732251,9
6	Коэффициент договорной K=0,18		131805,3
			6

7	НДС (18%)		65643,06
8	Всего по смете		1014855

Согласно сметному расчету стоимость анализа геоэкологической обстановки в окрестностях оживленных перекрестках города Томска посредством проведения атмогеохимических работ, составил 1014855 (один миллион четырнадцать тысяч восемьсот пятьдесят пять рублей).



## Вывод

В ходе выпускной квалификационной работы была рассмотрена геоэкологическая ситуация города Томска и произведена оценка влияния автомобильного транспорта на качество окружающей среды города. А также были охарактеризованы виды негативного воздействия от автомобильного транспорта на компоненты окружающей среды. Выявлено, что наиболее подверженный загрязнению элемент природной среды является атмосферный воздух.

Автором данной выпускной квалификационной работы был произведен анализ степени загрязнения атмосферного воздуха в городе Томске выбросами от автомобильного транспорта.

Произведено ранжирование автодорожных перекрестков г. Томска по величине содержания в атмосферном воздухе загрязняющих веществ на основе данных Департамента природных ресурсов и охраны окружающей среды Томской области, которое показало, что наиболее загрязненными участками являются перекрестки соединяющие главные районы города, например, развязка ул. Пушкина – Комсомольский тр-т, ул. Фрунзе – пр-т Комсомольский, пл. Ленина, ул. Елизаровых – пр-т Кирова, ул. Ленина – ул. Учебная и др.

Автором была произведена оценка уровня уровня загрязнения атмосферного воздуха и снежного покрова вблизи автодорожных перекрестков по данным Департамента природных ресурсов и охраны окружающей среды Томской области в динамике за 2012-2015 гг. Что показало, что пик выпадения загрязняющих веществ приходится на 2012-2013 года.

Был произведен отбор проб снега вблизи наиболее загруженных автодорожных развязок г. Томска и произведена оценка степени пылевой нагрузки на данные территории.

Анализ мониторинга атмосферного воздуха и снегового покрова на перекрестках города Томска показал, что на перекрестках города Томска наиболее загрязненными являются автомобильные дороги с кольцевым движением, так как расположены они в самых загруженных частях города. Такими перекрестками являются: ул. Смирнова- пр-т Мира, ул. Суворова – Иркутский тр-т., ул. Елизаровых – ул. Красноармейская.

Автором также была произведена оценка содержание ртути в пробах нерастворимой фазы снега вблизи наиболее загруженных автодорожных развязок г. Томска, которая показала, что наиболее подвержены ртутному загрязнению являются перекрестки Д. Ключевская – ул. Ленина, пл. Кирова, а также ул. Сибирская – пр. Комсомольский.

В ходе данной работы выявлено, что нагрузка на атмосферный воздух

выбросами от автомобильного транспорта с каждым годом увеличивается.

Также влиянию подвергаются новые территории города, в связи с расширением жилой застройки и строительству новых районов. Все это неотемлимо влияет на качество атмосферного воздуха и здоровье человека.

## Список литературы.

- 1 Онищенко, Г. Г. Влияние факторов внешней среды на здоровье человека / Г. Г. Онищенко // Иммунология. – 2006. – Т. 27. – № 6. – С. 352–356;
- 2 Боев В.М., Куксанов В.Ф., Быстрых В. В. Химические канцерогены среды обитания и злокачественные образования. – М.,2002;
- 3 Коллектив авторов. Экология города. – М.: Научный мир, 2004. – 624 с;
- 4 Экологический мониторинг: Доклад о состоянии и охране окружающей среды Томской области / Глав. ред. А. М. Адам, редкол.: В. А. Коняшкин, О. И. Кобзарь; Департамент природных ресурсов и охраны окружающей среды Томской области, ОГБУ «Облкомприрода». – Томск: Дельтаплан, 2013. – 172 с.;
- 5 Могилевкин ИМ. Морское судоходство в мировой экономике и международных отношениях. М., 1992;
- 6 Экономика и организация внешнеторговых перевозок/Под ред. К.В. Холопова. М., 2000;
- 7 Большой Энциклопедический словарь, 2-е изд., – М.: Большая Российская энциклопедия, 1997. – 1456 с.;
- 8 Большой Энциклопедический словарь, 1-е изд., – М.: Большая Российская энциклопедия, 1997. – 1456 с.;
- 9 Гухман Г... Воздействие транспортного комплекса на окружающую среду / Энергия: экономика, техника, экология 11'99, с. 42 – 45. – М.: Наука.;
- 10 Российские железные дороги [Электронный ресурс] <http://rzd.ru/>;
- 11 Транспорт нефти информационно-аналитический портал [Электронный ресурс] <http://www.transport-nefti.com/>;
- 12 Большая советская энциклопедия. — М.: Советская энциклопедия 1969—1978 г.;
- 13 *Шугуров Л. М.* Автомобили России и СССР. — М.: 1993-1994 Т. 1-2
- 14 Wardsauto - электронный журнал [Электронный ресурс] <http://wardsauto.com/>;
- 15 Автостат – аналитическое агенство [Электронный ресурс] [www.autostat.ru](http://www.autostat.ru);
- 16 Международная организация предприятий автомобильной промышленности [Электронный ресурс] <http://www.oica.net/>
- 17 Министерство транспорта Российской Федерации. Минтранс России. [Электронный ресурс] <http://www.mintrans.ru>;
- 18 Федеральная служба государственной статистики. [Электронный ресурс] <http://www.gks.ru>
- 19 Федеральный закон РФ от 08.11.2007 № 257-ФЗ. «Об автомобильных дорогах и о дорожной деятельности в Российской Федерации и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации».
- 20 Приложение к ежегоднику «Социально-экономические показатели Российской Федерации в 1991 – 1012гг. [Электронный ресурс] <http://www.gks.ru>;
- 21 Научный вестник...2014 г.;

- 22 Транспорт и окружающая среда / М.М. Болбас, Е.Л. Савич, Г.М. Кухаренок [и др.]. – М.: Технопринт, 2003. – 262 с.;
- 23 Марков Ю.В. Социальная экология. Взаимодействие общества и природы: учеб. пособие. – Новосибирск, 2002. – 544 с; Денисов В.И., Рогалев В.А. Проблемы экологизации автомобильного транспорта. СПб.: МАПЭБ, 2005, с 312;
- 24 Риск возникновения экологически обусловленных патологий у сотрудников дорожно-патрульной службы при загрязнении атмосферы автотранспортом, Михайличенко К.Ю. диссертация на соискание ученой степени кандидата биологических наук / Российский университет дружбы народов (РУДН). Москва, 2007 г.;
- 25 ГОСТ 27435-87 «Внутренний шум автотранспортных средств. Допустимые уровни и методы измерений»;
- 26 ГОСТ 27436-87 «Внешний шум автотранспортных средств»;
- 27 Денисов В.И., Рогалев В.А. Проблемы экологизации автомобильного транспорта. СПб.: МАПЭБ, 2005, с 312;
- 28 Май, И.В. Анализ риска здоровью населения от воздействия выбросов автотранспорта и пути его снижения / И.В. Май, С.В. Клейн // Известия Самарского научного центра РАН. 2011. Т. 13. № 1(8). С. 1895-1901;
- 29 Фокин, С.Г. Оценка риска здоровью населения при проектировании транспортных потоков Москвы // Гигиена и санитария. 2009. № 6. С. 36-38.;
- 30 Любимов В.Б., Золотухин А.И., Назаров Ю.В. Мониторинг содержания тяжелых металлов в почве антропогенных экосистем Прихоперья // Естествознание и гуманизм. – Томск: Сиб. ГМУ, 2005. – Т. 2. –№ 1 – С. 104–105.;
- 31 Семиехина М.Е. Роль автотранспорта в загрязнении окружающей среды города Брянска, Вестник Красноярского государственного аграрного университета. 2010. № 10. С. 81-87.;
- 32 Сазонова О.В., Сухачёва И.Ф., Дроздова Н.И., Якунова Е.М., Галицкая А.В. РОЛЬ АВТОТРАНСПОРТА В ЗАГРЯЗНЕНИИ СРЕДЫ ОБИТАНИЯ И ВЛИЯНИИ НА ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ САМАРСКОЙ ОБЛАСТИ Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2013. Т. 15. № 3-6. С. 1944-1948.
- 33 Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2015 году
- 34 ПОСТАНОВЛЕНИЕ ГД ФС РФ ОТ 15.11.2002 N 3302-III ГД О ПРОЕКТЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ЗАКОНА N 209067-3 "ОБ ОГРАНИЧЕНИИ ОБОРОТА ЭТИЛИРОВАННОГО БЕНЗИНА В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ"
- 35 Adachi K., Tainosho Y. Characterization of heavy metal particles embedded in tire dust, Environ. Int. 2004, V. 30, pp. 1009–1017.; Gietl J.K., Lawrence R., Thorpe A.J., Harrison R.M. Identification of brake wear particles and derivation of a quantitative tracer for brake dust at a major road, Atmos. Environ, 2010, V. 44, pp. 141–146.

- 36 Iijima A., Sato K., Yano K. et al. Particle size and composition distribution analysis of automotive brake abrasion dusts for the evaluation of antimony sources of airborne particulate matter, *Atmos. Environ.*, 2007, V. 41, pp. 4908–4919;
- 37 Limbeck A., Puls C. Particulate emissions from on-road vehicles // *Urban airborne particulate matter: origin, chemistry, fate and health impacts*, ed. by F. Zereini, C.L.S. Wiseman. Heidelberg: Springer-Verlag Berlin, 2011, pp. 63–79.;
- 38 Quiroz W., Cortes M., Astudillo F. et al. Antimony speciation in road dust and urban particulate matter in Valparaiso, Chile: analytical and environmental considerations, *Microchem. J.*, 2013, V. 110, pp. 266–272.
- 39 ГОСТ 1320-74 (ИСО 4383-91). Баббиты оловянные и свинцовые. Технические условия. М.: ИПК Изд-во стандартов, 2001. 9 с.
- 40 Власов Д.В., Касимов Н.С., Кошелева Н.Е. ГЕОХИМИЯ ДОРОЖНОЙ ПЫЛИ (ВОСТОЧНЫЙ ОКРУГ МОСКВЫ) Вестник Московского университета. Серия 5: География. 2015. № 1. С. 23-33.
- 41 Zhao H., Yin C., Chen M., Wang W. Risk assessment of heavy metals in street dust particles to a stream network, *Soil Sedim. Contam.*, 2009, V. 18, pp. 173–183.
- 42 Nazzal Y., Rosen M.A., Al-Rawabden A.M. Assessment of metal pollution in urban road dusts from selected highways of the Greater Toronto Area in Canada, *Environ. Monit. Assess.*, 2013, V. 185, pp. 1847–1858.
- 43 Pal S.K., Wallis S.G., Arthur S. Assessment of heavy metals emission from traffic on road surfaces, *Cent. Eur. J. Chem.*, 2011, V. 9, iss. 2, pp. 314–319.
- 44 Даутов Ф. Ф. Изучение здоровья населения всвязи с факторами среды/ Ф. Ф. Даутов, - Казань, 2010. – 117 с.
- 45 Засорин Б. В. // Актуальные проблемы аллергологии и иммунологии. – Алматы, 2005. – С. 208-210.
- 46 Департамент природных ресурсов и охраны окружающей среды Томской области ОГБУ «Облкомприрода». Экологический мониторинг Доклад о состоянии и охране окружающей среды Томской области в 2012 году. Томск, 2013. -174 с
- 47 Департамент природных ресурсов и охраны окружающей среды Томской области ОГБУ «Облкомприрода». Экологический мониторинг Доклад о состоянии и охране окружающей среды Томской области в 2010 году. Томск, 2011. -148 с
- 48 Язиков Е.Г., Таловская А.В., Жорняк Л.В. Оценка эколого-геохимического состояния территории г. Томска по данным изучения пылеаэрозолей и почв: монография. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2010.-264с.
- 49 Геологическое строение области сопряжения Кузнецкого Алатау и Колывань-Томской складчатой зоны / В.А. Врубленский, М.П. Нагорский, А.Ф. Рубцов. - Томск: Издательство Томского университет, 1987.-96 с.
- 50 Департамент природных ресурсов и охраны окружающей среды Томской области ОГБУ «Облкомприрода». Экологический мониторинг Доклад о

- состоянии и охране окружающей среды Томской области в 2014 году. Томск, 2014. -148 с
- 51 Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации [Электронный ресурс] <http://docs.cntd.ru/document/951851823>.
- 52 Шмакова Н.В./\_\_Оценка загрязнения территории Томска тяжелыми металлами и твердыми взвешенными частицами на основе химического анализа снегового покрова.
- 53 Госавтоинспекция Томской Области. [Электронный ресурс] <http://www.gibdd.ru/r/70/stat>
- 54 Администрация Томской Области. [Электронный ресурс] <http://www.admin.tomsk.ru/pgs/251>
- 55 Департамента природных ресурсов и охраны окружающей среды Томской области [Электронный ресурс] <http://www.green.tsu.ru/>
- 56 ЗАГРЯЗНЕНИЕ ВОЗДУХА В РОССИИ: 1992–2006 А.А. Шеховцов
- 57 Шакирова А.Р. Геоэкологический анализ урбанизированных территорий (на примере г. Томска): Автореф. дис... канд. геогр. наук. Томск: Изд-во ТГУ, 2007. – 21
- 58 Методические..., 1982
- 59 РД 52.04.186-89 Охрана природы. Атмосфера. Общие требования к методам определения загрязняющих веществ/
- 60 Методические рекомендации по геохимической оценке загрязнения территории городов химическими элементами. – М.: ИМГРЭ, 1982. –112 с; Геохимия окружающей среды/ под ред. Ю.Е. Саета, Б.А. Ревича, Е.П. Янина [и др.]. – М.: Недра, 1990. - 335 с.
- 61 Геохимия окружающей среды / Ю. Е. Сает, Б. А. Ревич, Е. П. Янин и др. – М.: Недра, 1990. – 335 с.
- 62 Ляпина Е.Е., Головацкая Е.А., Ипполитов И.И. Исследование содержания ртути в природных объектах Западной Сибири // Сибирский экологический журнал. — 2009. — Т. XVI. — № 1. — С. 3–8 Язиков Е.Г., Шатилов А.Ю. Геоэкологический мониторинг. Учебное пособие для вузов.- Томск: Изд-во 2003.-336 с.
- 63 Таловская А.В. Оценка эколого-геохимического состояния районов г.Томска по данным изучения пылеаэрозолей: авторефер. дис. ... к.г.-м.н. / Таловская Анна Валерьевна – Томск: Б.и., 2008. – 23 с
- 64 Е. П. Янин // Производство, потребление и рециклинг ртути в России. Научные и технические аспекты охраны окружающей среды. - 2006. - N 1.
- 65 А.В. Таловская, Е.А. Филимоненко, Н.А. Осипова, Е.Г. Язиков. Ртуть в пылеаэрозолях на территории г. Томска