



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра прикладной и системной экологии

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(магистерская диссертация)

На тему Оценка загрязнения атмосферного воздуха в Санкт-Петербурге от
автомобильного транспорта

Исполнитель Музалевская Анна Алексеевна
(фамилия, имя, отчество)

Руководитель кандидат географических наук
(ученая степень, ученое звание)

Колесникова Евгения Владимировна
(фамилия, имя, отчество)

«К защите допускаю»

Заведующий кафедрой

(подпись)

кандидат географических наук
(ученая степень, ученое звание)

Алексеев Денис Константинович
(фамилия, имя, отчество)

«15» 11 2024г.

Санкт-Петербург
2024

Оглавление

Список сокращений	4
Введение	5
Глава 1. Проблема загрязнения воздушного пространства Санкт-Петербурга выбросами от автотранспорта	Error! Bookmark not defined.
1.1. Физико-географическая характеристика региона исследования	Error! Bookmark not defined.
1.2. Уровень загрязнения атмосферного воздуха в Санкт-Петербурге	Error! Bookmark not defined.
1.3. Экологический мониторинг атмосферного воздуха	Error! Bookmark not defined.
1.4. Мероприятия по защите атмосферного воздуха в Санкт-Петербурге	Error! Bookmark not defined.
Выводы по главе	Error! Bookmark not defined.
Глава 2. Влияние метеорологических условий на распространение загрязняющих веществ в атмосферном воздухе Санкт-Петербурга	Error! Bookmark not defined.
2.1. Атмосферное давление	Error! Bookmark not defined.
2.2. Температура воздуха	Error! Bookmark not defined.
2.3. Ветер	Error! Bookmark not defined.
2.4. Осадки	Error! Bookmark not defined.
2.5. Туманы	Error! Bookmark not defined.
Выводы по главе	Error! Bookmark not defined.
Глава 3. Анализ характерных особенностей и проблематики исследования влияния автотранспорта на уровень загрязнения атмосферного воздуха в Санкт-Петербурге	Error! Bookmark not defined.
3.1. Влияние технических характеристик автотранспорта на состав и объем выбросов	Error! Bookmark not defined.
3.1.1. Грузоподъемность автомобиля	Error! Bookmark not defined.
3.1.2. Тип двигателя	Error! Bookmark not defined.

3.1.3. Мощность двигателя.....	Error! Bookmark not defined.
3.1.4. Скорость движения автотранспорта.....	Error! Bookmark not defined.
3.1.5. Техническое состояние автотранспорта.....	Error! Bookmark not defined.
3.1.6. Качество используемого топлива	Error! Bookmark not defined.
3.2. Влияние температуры окружающей среды на объемы выхлопов от автомобильного транспорта.....	Error! Bookmark not defined.
3.3. Определение местоположения и режима возникновения локаций загруженности автомобильным транспортом дорожной сети Санкт- Петербурга	Error! Bookmark not defined.
3.4. Проблема определения состава выхлопных газов от автотранспорта	Error! Bookmark not defined.
Выводы по главе	Error! Bookmark not defined.
Глава 4. Многомерный статистический анализ динамики и тенденций загрязнения атмосферного воздуха автомобильным транспортом в Санкт- Петербурге.....	Error! Bookmark not defined.
4.1. Анализ главных компонент.....	Error! Bookmark not defined.
4.1.1. Петроградский район.....	Error! Bookmark not defined.
4.1.2. Фрунзенский район.....	Error! Bookmark not defined.
4.1.3. Калининский район.....	Error! Bookmark not defined.
4.1.4. Василеостровский район	Error! Bookmark not defined.
4.1.5. Московский район	Error! Bookmark not defined.
4.1.6. Центральный район	Error! Bookmark not defined.
4.1.7. Красносельский район	Error! Bookmark not defined.
4.2. Кластерный анализ	Error! Bookmark not defined.
Выводы по главе	Error! Bookmark not defined.
Глава 5. Картографический анализ пространственно-временной изменчивости загрязнения атмосферного воздуха Санкт-Петербурга.....	Error! Bookmark not defined.

Выводы по главе	Error! Bookmark not defined.
Заключение	9
Список использованных источников	12

Список сокращений

ЗВ – загрязняющие вещества.

АВ – атмосферный воздух.

ПНЗ – пункт наблюдений за загрязнением атмосферного воздуха.

ИЗА – индекс загрязнения атмосферы.

СИ – стандартный индекс.

НП – наибольшая повторяемость.

ПДК – предельно допустимая концентрация.

УДС – улично-дорожная сеть.

Метод ГК – метод главных компонент.

Введение

Санкт-Петербург, как крупный мегаполис с интенсивным автомобильным движением, сталкивается с проблемой загрязнения атмосферного воздуха выбросами от автотранспорта. Это приводит к ухудшению качества воздуха, угрожает здоровью населения и оказывает негативное влияние на общую экологическую обстановку в городе.

Проблема загрязнения воздуха в Санкт-Петербурге от автомобильного транспорта активно изучается. Предметом исследований становятся концентрации приоритетных загрязняющих веществ от стационарных постов мониторинга, выбросы от различных видов автомобилей и влияние различных факторов, таких как тип двигателя, качество топлива и техническое состояние транспорта.

Однако, несмотря на значительное количество исследований, некоторые аспекты проблемы требуют более глубокого изучения. В частности, необходимо уточнить вклад различных типов транспорта в загрязнение атмосферного воздуха, оценить эффективность существующих мер по снижению загрязнения и разработать новые, более эффективные меры, а также провести глубокий анализ влияния загрязнения воздуха на здоровье населения.

Объектом исследования является атмосферный воздух Санкт-Петербурга.

Предметом исследования являются концентрации ЗВ, метеорологические характеристики региона и параметры выбросов ЗВ от различных автомобильных двигателей.

Целью работы является выявление степени и характера влияния выбросов от автомобильного транспорта на качество атмосферного воздуха в Санкт-Петербурге за современный период.

Для достижения поставленной цели были определены следующие *задачи*:

1. Выявить влияние метеорологических условий на распространение загрязняющих веществ в атмосферном воздухе Санкт-Петербурга.

2. Провести анализ характерных особенностей влияния автотранспорта на уровень загрязнения атмосферного воздуха в городе.

3. Выявить динамику и тенденции загрязнения атмосферного воздуха автомобильным транспортом в Санкт-Петербурге путём проведения многомерного статистического анализа.

4. Провести картирование концентраций приоритетных загрязняющих веществ для территории города за многолетний период и проанализировать пространственно-временную изменчивость загрязнения атмосферного воздуха.

В качестве материала исследования в работе использовались данные о среднемесячных концентрациях, полученных на 7 стационарных постах, расположенных по всей территории Санкт-Петербурга. В работе использованы данные по неканцерогенным загрязняющим веществам: оксид углерода (CO), оксид азота (NO), азота диоксид (NO₂), серы диоксид (SO₂), взвешенных веществ PM 2.5 и PM 10 (B3B) и аммиак (NH₃). Кроме того, были задействованы данные по канцерогенным веществам: бенз(а)пирен и формальдегид.

Указанные сведения были получены из Ежегодников состояния загрязнения атмосферного воздуха городов на территории деятельности ФГБУ «Северо-Западное УГМС» за период с 2019 по 2023 гг. Доступ к указанным Ежегодникам был предоставлен ФГБУ «Северо-Западное УГМС» в порядке научного сотрудничества.

Методы исследований относятся к обобщению, анализу и синтезу информации. В частности, проведены расчеты с использованием статистического многомерного анализа (метод главных компонент и кластерный анализ); с использованием картографического анализа (а именно функции интерполяции по методу обратно взвешенных расстояний) построены 30 карт загрязнения воздуха для территории всего города; проведён анализ литературных источников и современных исследований по данной тематике.

Актуальность темы обусловлена ростом автомобильного парка в Санкт-Петербурге и ухудшением качества воздуха, что негативно влияет на здоровье населения и окружающую среду.

Кроме того, исследования по детальному пространственно-временному анализу полей загрязнения атмосферного воздуха Санкт-Петербурга за современный период отсутствуют.

Научная новизна работы заключается в комплексном и многомерном анализе загрязнения атмосферного воздуха в Санкт-Петербурге от автомобильного транспорта, с учетом особенностей города и его транспортной инфраструктуры.

Впервые проводится анализ тенденций изменения качества воздуха города с использованием метода главных компонент и кластерного анализа за современный период. В целях обобщения и визуализации исследуемых концентраций ЗВ, при помощи программы QGIS (Open source desktop geographic information system software), а именно функции интерполяции по методу обратного взвешенных расстояний (ОВР), были построены 30 карт, наглядно демонстрирующих наиболее загрязненные районы Санкт-Петербурга.

Практическая значимость работы связана с возможностью определения тенденций изменения качества атмосферного воздуха города, составления прогнозов ситуации. Проведено определение самых опасных для здоровья районов города, сформулированы рекомендации по возможности влияния на ситуацию путем регулирования транспортных потоков.

Личный вклад автора в исследовании заключается в:

- Сборе и обработке данных о концентрациях загрязняющих веществ в атмосферном воздухе Санкт-Петербурга.

- Проведение многомерного статистического анализа собранных данных с целью выявления тенденций и особенностей загрязнения.

- Создание среднегодовых карт загрязнения атмосферного воздуха в Санкт-Петербурге, визуализирующих распределение загрязняющих веществ в разные года.

Апробация работы. Основные положения и выводы, полученные в ходе диссертационного исследования, изложены в следующих научных статьях:

— В изданиях, входящих в список, рекомендованных ВАК:

Колесникова Е.В., Музалевская А.А. Влияние автотранспорта на загрязнение атмосферного воздуха Санкт-Петербурга // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Прикладная экология. Урбанистика. – 2024. – № 1. – С. 69–83. DOI: 10.15593/2409-5125/2024.01.05

— В изданиях, входящих в список РИНЦ:

1. *Музалевская А.А., Колесникова Е.В.* Основные факторы и последствия влияния автотранспорта на качество атмосферного воздуха в крупных городах // Обеспечение безопасности: производственной, пожарной, экологической. Материалы I Всероссийской (национальной) научно-практической конференции. Ростов-на-Дону, 2023. С. 204-206.

2. *Колесникова, Е. В., Музалевская А.А.* Особенности загрязнения атмосферного воздуха автотранспортом в условиях города Санкт-Петербурга // Наука и общество: инструменты и решения глобальных проблем современности: сборник научных трудов по материалам III Международной научно-практической конференции. Санкт-Петербург, 2024. С. 169-173.

Так же результаты исследований были обсуждены на следующих конференциях:

1. I Всероссийской (национальной) научно-практической конференции 12-13 декабря 2023 года «Обеспечение безопасности: производственной, пожарной, экологической»

2. III Международной научно-практической конференции 6 апреля 2024 года «Наука и общество: инструменты и решения глобальных проблем современности»

3. Конференция студенческого научного общества экологического факультета РГГМУ в 2022 году.

Заключение

В Санкт-Петербурге автотранспорт является основным источником загрязнения атмосферного воздуха, превосходя по объему выбросов стационарные источники.

Вопрос загрязнения воздушного пространства Санкт-Петербурга выбросами автотранспорта активно изучается российскими учеными. В работе рассмотрены ключевые исследования последних лет, которые демонстрируют многогранность проблемы загрязнения воздуха автотранспортом в Санкт-Петербурге и подчеркивают необходимость комплексного подхода к ее решению, учитывающего экологические, социальные, экономические и технологические аспекты.

Анализ данных с 2001 г. по настоящее время показывает следующую динамику концентраций основных загрязняющих веществ в атмосфере города.

Отмечается тенденция к увеличению концентраций оксидов азота и взвешенных частиц. В то же время, концентрация диоксида серы имеет тенденцию к снижению, а концентрация оксида углерода сохраняется на уровне прошлых лет.

Мониторинг состояния атмосферного воздуха в Санкт-Петербурге осуществляется ФГБУ «Северо-Западное УГМС» на 10 стационарных постах (ПНЗ), расположенных в различных районах города.

Санкт-Петербург проводит активную политику по охране атмосферного воздуха, опираясь на правовые нормы, современные технологии и международное сотрудничество.

Санкт-Петербург внедряет новые технологии очистки выбросов, переходит на экологически чистый общественный транспорт и формирует экологическую культуру у молодого поколения.

Проведенный в работе анализ метеорологических данных за последние 5 лет в Санкт-Петербурге выявил ряд особенностей, влияющих на качество воздуха.

Далее в работе был проведён анализ многолетних тенденций направления и скорости ветра, так как в условиях слабого ветра, который не способствует эффективному перемешиванию, концентрации ЗВ в воздухе могут значительно возрастать.

Не менее важным фактором загрязнения воздуха являются туманы, которые характерны для Санкт-Петербурга в периоды высокой влажности и пониженной температурой воздуха.

Анализ характерных особенностей и проблематики исследования влияния автотранспорта на уровень загрязнения атмосферного воздуха в Санкт-Петербурге позволяет сделать выводы о том, что на концентрацию ЗВ, поступающих в атмосферный воздух от автотранспорта, влияет ряд обстоятельств, характеризующих вид автотранспорта, его тоннаж и топливо.

Таким образом, определение состава выхлопных газов от автотранспорта представляет собой сложную задачу, требующую применения специализированных методик и учета всех вышесказанных параметров, влияющих на результаты анализа.

Для определения внутрирядных связей в большом массиве данных в работе были использованы два ключевых метода многомерного анализа — анализ главных компонент и кластерный анализ.

Анализ главных компонент был применён для выявления основных ЗВ, влияющих на экологическую обстановку районов Санкт-Петербурга. МГК позволяет сократить размерность данных, сохраняя при этом максимум информации, что облегчает понимание структуры данных и помогает выделить ключевые переменные, оказывающие наибольшее влияние на уровень загрязнения атмосферного воздуха.

Для пространственного анализа и визуализации исследуемых данных, в программе QGIS, были построены 30 карт, которые описывают распределение концентраций загрязняющих веществ за 2019-2023гг.

Список использованных источников

1. Архипенко И.А., Егорова П.И. Способы оценки уровня автомобилизации районов Санкт-Петербурга // География: развитие науки и образования. - СПб.: Коллективная монография по материалам ежегодной международной научно-практической конференции LXXIII Герценовские чтения , 2020. - С. 14-18.
2. Белешев, Д. А. Анализ характеристик улично-дорожной сети и транспортных потоков города Санкт-Петербурга // Инновационное развитие транспорта: Материалы III Всероссийской научной конференции студентов, магистрантов и аспирантов, Санкт-Петербург, 23 апреля 2018 года. – Санкт-Петербург: Общество с ограниченной ответственностью "Редакционно-издательский центр "КУЛЬТ-ИНФОРМ-ПРЕСС", 2018. – С. 84-87.
3. Вайновский П. А., Малинин В. П. Методы обработки и анализа океанологической информации. Многомерный анализ. Учебное пособие. СПб. изд. РГГМИ, 1992. — 96 с.
4. Волкодаева М.В. Использование геоинформационных технологий для задач оптимизации размещения станций мониторинга качества атмосферного воздуха // Записки Горного института. 2015. №. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-geoinformatsionnyh-tehnologiy-dlya-zadach-optimizatsii-razmescheniya-stantsiy-monitoringa-kachestva-atmosfernogo> (дата обращения: 06.08.2024).
5. Волкодаева М.В. Использование результатов сводных расчетов для совершенствования систем качества мониторинга атмосферного воздуха в городах / М.В.Волкодаева, А.В.Левкин // Ученые записки Российского государственного гидрометеорологического университета. СПб, 2012. № 26. С. 27-31.
6. Волкодаева М.В. Об измерении шумового воздействия автотранспортных потоков (на примере Санкт-Петербурга) / М.В.Волкодаева,

Я.А.Ильина // Технические науки: современный взгляд на изучение актуальных проблем: Сб. научн. трудов по итогам Междунар. научн.-практич. конф., 25 июля 2016. Астрахань, 2016. С. 110-115.

7. Волкодаева М.В., Киселев А.В. О развитии системы экологического мониторинга качества атмосферного воздуха // Записки Горного института. 2017. №. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/o-razvitii-sistemy-ekologicheskogo-monitoringa-kachestva-atmosfernogo-vozduha> (дата обращения: 06.10.2024).

8. Выборнова, Ю. Д. Исследование методов пространственной интерполяции в задаче восстановления частично определенных изображений / Ю. Д. Выборнова. — Текст: непосредственный // Сборник трудов IV международной конференции и молодежной школы «Информационные технологии и нанотехнологии» (ИТНТ-2018). — Самара: Новая техника, 2018. — С. 683-690.

9. Выбросы загрязняющих атмосферу веществ стационарными и передвижными источниками. — Текст: электронный // Федеральная служба государственной статистики: [сайт]. — URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/11194> (дата обращения: 25.06.2024).

10. Высоцкий, С. П. Влияние автомобильного транспорта на состояние окружающей среды / С. П. Высоцкий // Научно-технические аспекты развития автотранспортного комплекса: Материалы V международной научно-практической конференции, Горловка, 22 мая 2019 года. — Горловка: АДИ ДОННТУ, 2019. — С. 148-155.

11. Гидрометеорология и физика атмосферы: современные достижения и тенденции развития: Материалы Всероссийской научно-практической конференции, Санкт-Петербург, 21–23 марта 2023 года. — Санкт-Петербург: Издательско-полиграфическая ассоциация высших учебных заведений, 2023. — 534 с.

12. Горшкова И.А., Макарова О.Ю., Анализ загрязнения атмосферного воздуха выбросами автотранспортных средств в условиях сложившейся градостроительной ситуации в центральной части Санкт-Петербурга // Вестник

евразийской науки. 2014. №4 (23). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-zagryazneniya-atmosfernogo-vozduha-vybrosami-avtotransportnyh-sredstv-v-usloviyah-slozhivsheysya-gradostroitelnoy-situatsii-v> (дата обращения: 06.10.2024).

13. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2018 году» [Текст] / Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по городу Санкт – Петербургу. – СПб., 2021. – 211 с.

14. Государственный доклад о состоянии окружающей среды в Санкт-Петербурге за 2022 год // Комитет по природопользованию, охране окружающей среды и обеспечению экологической безопасности Санкт-Петербурга. – СПб., 2023.

15. Денисов В. Н., Рогалев В. А. Проблемы экологизации автомобильного транспорта. - СПб. Издательство МАНЭБ, 2005. - 312 с.

16. Доклад об экологической ситуации в Санкт-Петербурге в 2023 году [Электронный ресурс] // Под редакцией А.В. Германа, И.А. Серебрицкого – СПб.: 2024. - 221.с. URL: <https://tinyurl.com/2272nf5u> (дата обращения: 10.11.2021).

17. Домбалян, А. В. Влияние скоростного режима на количество выбросов загрязняющих веществ от автотранспорта / А. В. Домбалян, Е. Е. Шаталова. — Текст: непосредственный // Международная конференция "Технологии транспортных процессов на Дону 2016". — Новочеркасск: ООО «Лик», 2016. — С. 86-89.

18. Закон Санкт Петербурга от 19 декабря 2018 года № 771–164 «О Стратегии социально-экономического развития Санкт-Петербурга на период до 2035 года».

19. Закон Санкт-Петербурга от 17 июня 2015 года № 396–75 «О стратегическом планировании в Санкт-Петербурге».

20. Зезюлинская А.В. Преимущества и перспективы электромобиля // Форум молодых ученых. 2019. №6 (34). URL:

<https://cyberleninka.ru/article/n/preimuschestva-i-perspektivy-elektromobilya> (дата обращения: 20.07.2024).

21. Каледа, В. Н. Влияние технического состояния автомобиля на снижение выбросов токсических компонентов отработавших газов / В. Н. Каледа, А. И. Звижинский, И. А. Каледа. — Текст: непосредственный // Перспективные направления развития автотранспортного комплекса. Сборник статей XII Международной научно-практической конференции. — Пенза: Пензенский государственный аграрный университет, 2018. — С. 60-65.

22. Каримходжаев Н., Алматаев Т.О., Одилов Х.А. Основные причины, вызывающие износ деталей автотранспортных средств, эксплуатирующихся в различных природно-климатических условиях // Universum: Технические науки. – 2020. – № 5 (74). – С. 68–73

23. Каримходжаев Н., Нумонов М.З. Сравнительный анализ токсичности выхлопных газов автомобилей и пути ее снижения // Universum: технические науки: электрон. научн. журн. 2020. 11(80). URL: <https://7universum.com/ru/tech/archive/item/10963> (дата обращения: 04.06.2024).

24. Конгар-Оол В.В., Социальные и экологические последствия гибридных машин на окружающую среду // Вестник Тувинского государственного университета. Технические и физико-математические науки. 2022. №4 (102). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sotsialnye-i-ekologicheskie-posledstviya-gibridnyh-mashin-na-okruzhayuschuyu-sredu> (дата обращения: 20.07.2024).

25. Кораблев, Р. А. Эффективность снижения выбросов загрязняющих веществ системами доочистки выхлопных газов дизельных двигателей / Р. А. Кораблев, В. П. Белокуров, Э. Н. Бусарин // Технология транспортных процессов - настоящее и будущее: Материалы Всероссийской научно-практической конференции – Воронеж: Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова, 2021. – С. 56-67.

26. Крюкова С.В., Симакина Т.Е. Сезонная динамика влияния инверсий на уровень загрязнения атмосферы в г. Санкт-Петербурге // Естественные и технические науки, №2. - 2015 (дата обращения: 02.06.2024).

27. Куданова А.И., Яковлева Е.Ю. // Экологизация автомобильного транспорта: преимущества и сложности перехода на альтернативные автомобили // Вестник Московского университета. Серия 6. Экономика. 2021. №2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ekologizatsiya-avtomobilnogo-transporta-preimuschestva-i-slozhnosti-perehoda-na-alternativnye-avtomobili> (дата обращения: 06.07.2024).

28. Лазарева Е.О. Загрязнение атмосферного воздуха г. Санкт-Петербург при разных синоптических ситуациях: дис. канд. экологических наук: Санкт-Петербург, 2016. - 147 с.

29. Ложкина О.В., Комашинский В.И., К вопросу о совершенствовании информационного процесса мониторинга и прогнозирования опасного воздействия транспортных выбросов на среду обитания и население // Научно-аналитический журнал «Вестник Санкт-Петербургского университета Государственной противопожарной службы МЧС России». 2021. №2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/k-voprosu-o-sovershenstvovanii-informatsionnogo-protssessa-monitoringa-i-prognozirovaniya-opasnogo-vozddeystviya-transportnyh> (дата обращения: 06.07.2024).

30. Ложкина О.В., Марцынковский О.А., Буренин Н.С., Ложкин В.Н. // Воздействие автомобильного транспорта на качество воздушной среды Санкт-Петербурга: проблемы и решения // Окружающая среда Санкт-Петербурга URL: <https://ecopeterburg.ru/2020/03/19/воздействие-автомобильного-транспор/> (дата обращения: 04.07.2024).

31. Минина, Н. Н. Основные направления развития улично-дорожной сети Санкт-Петербурга / Н. Н. Минина // Вестник. Зодчий. 21 век. – 2013. – № 1(46). – С. 91-93.

32. Многомерный статистический анализ в экономике: учеб. пособ. для вузов / Л.А. Сошникова, В.Н. Тамашевич, Г. Уебе, М. Шефер; под ред. проф. В.Н. Тамашевича /. - М.: ЮНИТИ-ДАНА, 1999. - 598 с.

33. Население, Демография. — Текст: электронный // Федеральная служба государственной статистики — URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/12781> (дата обращения: 25.06.2024).

34. Немчинов, М. В. Охрана окружающей природной среды при проектировании и строительстве автомобильных дорог: учебное пособие // Немчинов М. В., Систер В. Г., Силкин В. В., Рудакова В. В. - Москва: Издательство АСВ, 2009. - 280 с.

35. О технических требованиях к качеству моторных топлив для автомобильной техники / В. В. Соколов, Д. В. Извеков, Б. М. Бунаков, Ю. В. Шюте. — Текст: непосредственный // Труды НАМИ. — 2018. — № 244. — С. 123-135

36. Обухов, Н. М. Воздействие автотранспорта на окружающую среду города Санкт-Петербург / Н. М. Обухов // Наука и практика в условиях санкционного миропорядка: Сборник научных статей по итогам Международной научно-практической конференции, Санкт-Петербург, 30–31 мая 2018 года. – Санкт-Петербург: Общество с ограниченной ответственностью "Редакционно-издательский центр "КУЛЬТ-ИНФОРМ-ПРЕСС", 2018. – С. 78-81.

37. Пепина, Л. А. Загрязнение атмосферного воздуха автомобильно-дорожным комплексом / Л. А. Пепина, А. Н. Созонтова. — Текст: непосредственный // Alfabuild. — 2017. — № 1 (1). — С. 99-110.

38. Система мониторинга атмосферного воздуха Санкт-Петербурга [Электронный ресурс]. – URL: http://www.infoeco.ru/assets/files/News/2017%2002%2027_02.pdf (дата обращения: 22.07.2024).

39. Справка о состоянии загрязнения атмосферного воздуха в Санкт-Петербурге в 2023 году // Официальный портал Северо-Западного УГМС URL: <http://www.meteo.nw.ru/articles/index.php?id=1632> (дата обращения: 03.06.2024).

40. Туленов А., Шингисбаева Ж. А., Бекболатов Г. Ж., Джунусбеков А. С. Исследование влияния условий движения автомобильного транспорта на состояние окружающей среды // Наука и техника Казахстана. 2022. №4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/issledovanie-vliyaniya-usloviy-dvizheniya-avtomobilnogo-transporta-na-sostoyanie-okruzhayushey-sredy> (дата обращения: 20.08.2024).

41. Характеристика уровня загрязнения атмосферного воздуха по данным государственной сети наблюдений и автоматизированной системы мониторинга атмосферного воздуха Санкт-Петербурга // Экологический портал Санкт-Петербурга URL: <http://www.infoeco.ru/index.php?id=53> (дата обращения: 15.06.2024).

42. Храмцов В. Н. Атлас особо охраняемых природных территорий Санкт-Петербурга / В. Н. Храмцов, Т. В. Ковалева, Н. Ю. Нацваладзе. — 2-е изд. — Санкт-Петербург: Марафон, 2016. — 175 с.

43. Цыплакова Е.Г., Оценка воздействия безгаражного хранения автотранспорта на состояние селитебных территорий северных городов на примере Санкт-Петербурга // Вестник ЛГУ им. А.С. Пушкина. 2011. №4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-vozdeystviya-bezgarazhnogo-hraneniya-avtotransporta-na-sostoyanie-selitebnyh-territoriy-severnyh-gorodov-na-primere-sankt> (дата обращения: 06.06.2024).

44. Шарипов А.З., Гусаков С.В., Каменев В.Ф., Снижение вредных выбросов городского автомобиля с бензиновым двигателем // Транспорт на альтернативном топливе. 2012. №2 (26). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/snizhenie-vrednyh-vybrosov-gorodskogo-avtomobilya-s-benzinovym-dvigatelem> (дата обращения: 20.08.2024).

45. Шленкин К.В., Шленкин А.К., Состав отработавших газов автомобильного транспорта // Теория и практика современной науки. 2017. №6 (24). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sostav-otrabotavshih-gazov-avtomobilnogo-transporta> (дата обращения: 04.06.2024).

46. Экологические итоги ПМЭФ-2024 // Scraptraffic URL: <https://scraptraffic.com/blog/blog-article-594/> (дата обращения: 04.07.2024).

47. Экологический мониторинг: учебное пособие / Е.П. Лысова, О.Н. Парамонова, Н.С. Самарская, Н.В. Юдина. — Москва: ИНФРА-М, 2022. — 151 с.