



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
(бакалаврская работа)

**На тему Влияние автотранспорта на качество атмосферного воздуха
Санкт-Петербурга**

Исполнитель Конаков Алексей Михайлович

Руководитель кандидат географических наук
Колесникова Евгения Владимировна

«К защите допускаю»

Заведующий кафедрой

кандидат географических наук, доцент

Алексеев Денис Константинович

«19 06 2025 г.

Санкт-Петербург

2025

Содержание

Введение.....	5
Глава 1. Особенности формирования уровня загрязнения атмосферного воздуха г. Санкт-Петербурга.....	8
1.1 Физико-географическая характеристика региона.....	8
1.2 Уровень загрязнения атмосферного воздуха в г. Санкт-Петербурге.....	9
1.3 Экологический мониторинг атмосферного воздуха в РФ и г. Санкт-Петербурге.....	11
1.4 Выводы по главе.....	15
Глава 2. Особенности влияния автотранспорта на уровень загрязнения атмосферного воздуха в г. Санкт-Петербурге.....	16
2.1 Проблема оценки воздействия автотранспорта на атмосферный воздух..	16
2.2 Определение загруженности автомобильным транспортом главных дорог города.....	19
2.3 Анализ динамики количества автотранспорта за многолетний период....	20
2.4 Анализ уровня загрязнения атмосферного воздуха в г. Санкт-Петербурге от выбросов автотранспорта.....	23
2.5 Выводы по главе.....	26
Глава 3. Статистический анализ динамики и тенденций загрязнения атмосферного воздуха автомобильным транспортом в условиях г. Санкт-Петербурга.....	27
3.1 Анализ числовых характеристик рядов концентраций загрязняющих веществ.....	27
3.2 Оценка динамики и трендов качества воздуха в г. Санкт-Петербурге за многолетний период.....	31
3.3 Оценка рядов концентраций загрязняющих веществ на однородность и случайность.....	33
3.4 Вывод по главе.....	37
Глава 4. Оценка неканцерогенного риска здоровью в г. Санкт-Петербурге от загрязнения атмосферного воздуха автомобильным транспортом.....	39

4.1 Расчет неканцерогенного риска здоровью	39
4.2 Выявление приоритетных загрязняющих веществ для районов города....	46
4.3 Вывод по главе	48
Заключение	50
Рекомендации.....	52
Список литературы	55
Приложение А	60

Сокращения

ЗВ	–	загрязняющее вещество;
АТ	–	автомобильный транспорт;
ПДК	–	предельно допустимые концентрации;
ПДК _{с.с.}	–	предельно допустимая среднесуточная концентрация загрязняющего вещества;
ПДК _{с.г.}	–	предельно допустимая среднегодовая концентрация загрязняющего вещества;
ВЗВ	–	взвешенные вещества;
ОС	–	окружающая среда;
УДС	–	улично-дорожная сеть;
ДВС	–	двигатель внутреннего сгорания;
СКО	–	среднеквадратическое отклонение.

Введение

В условиях современного общества автотранспортный сектор играет ключевую роль в обеспечении транспортных потребностей населения и экономики. Однако интенсивное развитие данной отрасли приводит к значительному негативному влиянию на окружающую среду, в большей степени на качество атмосферного воздуха.

Опасность автотранспорта, как источника загрязнения атмосферы усугубляется еще и тем, что вредные вещества поступают в воздух практически в зоне дыхания человека. Поэтому его следует отнести к наиболее опасным источникам загрязнения, для оценки воздействия которого на атмосферный воздух необходим научно обоснованный подход.

В крупных городах качество атмосферного воздуха требует более строгого и тщательного контроля, поскольку они подвержены повышенному риску загрязнения из-за увеличения численности населения и, как следствие, роста числа транспортных средств на дорогах общего пользования.

Таким образом, проблема влияния автомобильного транспорта на качество атмосферного воздуха является актуальной, так как в России и мире большое количество выбросов приходится именно на автотранспорт.

Объектом изучения в данной работе выступает качество атмосферного воздуха в Санкт-Петербурге.

Предметом исследования являются данные о выбросах и концентрациях загрязняющих веществ, выбрасываемых автомобильным транспортом в атмосферный воздух города.

Целью работы является анализ влияния выбросов автомобильного транспорта на качество атмосферного воздуха города Санкт-Петербург.

Для достижения поставленной цели решались следующие *задачи*:

1. Проанализировать особенности влияния автотранспорта на уровень загрязнения атмосферного воздуха в Санкт-Петербурге.

2. Провести статистический анализ динамики и тенденций загрязнения атмосферного воздуха автомобильным транспортом в условиях г. Санкт-Петербурга.

3. Оценить неканцерогенные риски для здоровья населения и выявить при приоритетные загрязняющие вещества для районов города.

В качестве *исходных данных* были взяты многолетние ряды ежедневных концентраций приоритетных загрязняющих веществ, являющихся компонентами выхлопных газов автомобильного транспорта: взвешенные вещества (PM_{2,5}, PM₁₀), диоксид серы (SO₂), оксид углерода (CO), диоксид азота (NO₂), озон (O₃), полученных на автоматических постах наблюдений в Московском, Центральном и Кронштадтском районах за период с 2022 по 2025 годы.

Актуальность данной работы состоит в том, что непрерывный рост автомобильного транспорта является основной причиной загрязнения атмосферного воздуха в г. Санкт-Петербург.

Новизна данной научной работы заключается в следующем:

- С помощью статистических методов оценки был проведен комплексный анализ загрязнения атмосферного воздуха города Санкт-Петербург.
- Впервые оценена ситуация за период с 2022 по 2025 годы.
- Выявлены и оценены риски здоровью для жителей города Санкт-Петербург за современный период.

Апробация работы была проведена на IV Международной студенческой конференции «ЭКОГИДРОМЕТ – НОВЫЕ ГОРИЗНТЫ» с докладом на тему «Влияние автотранспорта на качество атмосферного воздуха в г. Санкт-Петербурге», а также на XXI Большом географическом фестивале были представлены тезисы на тему «Оценка качества атмосферного воздуха по приоритетным загрязняющим веществам».

Проблема загрязнения атмосферного воздуха автотранспортом является одной из важнейших в сфере охраны окружающей среды. Для наиболее эффективного решения этой проблемы требуется комплексный подход.

Так, немаловажную роль играет мониторинг состояния окружающей среды [6]. Здесь подробно описаны методы проведения и организации мониторинга атмосферного воздуха, правила отбора и анализа проб. Полученные с помощью мониторинга данные необходимы для дальнейшей оценки влияния автотранспорта на атмосферу.

Помимо мониторинга важно учитывать поступление загрязняющих веществ от автотранспорта [15]. Описаны основные выбросы от автотранспорта в атмосферу, а также интенсивность поступления загрязняющих веществ в воздух.

Для анализа экологических данных важны методы статистической обработки [28]. В работе были использованы методы корреляционного и дисперсионного анализа, применимые к обработке гидрометеорологических и экологических данных, включая концентрации загрязняющих веществ.

В руководстве [29] изложены принципы, методы и этапы проведения количественной и качественной оценки риска для здоровья населения, обусловленного действием химических веществ, поступающих в атмосферный воздух от автотранспорта.

Личным вкладом автора является сбор данных по ежедневным концентрациям загрязняющих веществ, статистический анализ многолетних рядов, расчет риска здоровью и выявление приоритетных загрязняющих веществ.

Глава 1. Особенности формирования уровня загрязнения атмосферного воздуха г. Санкт-Петербурга

1.1 Физико-географическая характеристика региона

Санкт-Петербург расположен на северо-западе Российской Федерации в пределах Приневской низменности, занимая побережье Невской губы Финского залива прилегающие к устью реки Невы и многочисленные острова Невской дельты. Высота над уровнем моря колеблется от 1 до 30 м (максимальную высоту имеют Дудергофские высоты в районе Красного Села– 176м) [1]. Город имеет площадь 1439 км² и простирается с северо-востока на юго-запад на 90 км. Население на момент 2024 года составляет 5 597 763 человек [2].

В состав города входит 18 административных районов, список и их расположение представлено на рисунке 1.

Санкт-Петербург относится к зоне умеренного климата, переходного от океанического к континентальному, с умеренно мягкой зимой и умеренно теплым летом.

Климатические условия характеризуются изменчивостью благодаря частой смене воздушных масс, различных по происхождению: континентальные, морские и арктические. Континентальные воздушные массы идут с востока, юга и юго-востока, приводят к сухой, малооблачной погоде. Морские с запада и северо-запада (облачная, ветреная погода с осадками). Арктические с севера и северо-запада (ясная безоблачная погода, резкое понижение температуры).

Среднегодовая температура воздуха в Санкт-Петербурге составляет 6,3°C, в западных районах 4,8-6°C, в восточных районах 3,7-4,8°C. Дата перехода среднесуточной температуры через 0°C в сторону положительных значений весной – 22 марта, в сторону отрицательных значений осенью – 23 ноября [3].

Географическое положение города Санкт-Петербург обуславливает то, что он находится в зоне избыточного увлажнения. На протяжении года осадки

выпадают неравномерно, большая часть приходится на теплый период с мая по сентябрь (51%), на холодный период, с октября по апрель приходится 49% осадков. За год среднее количество осадков составляет 667,7 мм.

Максимальное количество осадков наблюдается в августе – 85,9 мм, минимум в марте – 35,4 мм. Однако, и минимум, и максимум осадков может наблюдаться в разные месяцы.

Наибольшее количество осадков, выпавшее за сутки, наблюдается в летнее время и составляет 76 мм, а в зимнее 28 мм. Весной максимальное количество осадков не превышает 56 мм, осенью – 37 мм [3].

Рельеф Санкт-Петербурга преимущественно равнинный. Наивысшие отметки высот наблюдаются на юго-западе города – 176 м над уровнем моря, в то время как на севере высота составляет 60 м. В черте города значительные перепады высот отсутствуют. Санкт-Петербург расположен на камово-моренных холмах и шести террасах, имеющих слабый уклон в сторону Финского залива [1].

1.2 Экологический мониторинг атмосферного воздуха в РФ и г. Санкт-Петербурге

Экологический мониторинг атмосферного воздуха – систематическое измерение количества загрязняющих веществ в атмосфере с целью оценки его качества и степени воздействия веществ на ОС. Косвенной целью также является определение местоположения и идентификация источника загрязнения воздуха [6].

Мониторинг атмосферного воздуха включает в себя как производство наблюдений, так и анализ, прогнозирование состояния атмосферы [7].

В зависимости от факторов, экологический мониторинг атмосферного воздуха принято разделять на следующие виды:

По степени выраженности мониторинг подразделяется на *импактный* и *фоновый*. Импактный мониторинг оценивает антропогенное воздействие в районах с высокой промышленной и транспортной нагрузкой. Фоновый мониторинг фиксирует естественные экологические процессы в удаленных от источников загрязнения зонах.

В зависимости от масштабов различают *региональный* и *локальный*. При региональном мониторинге оцениваются выбросы, переносящиеся на значительные расстояния. Локальный мониторинг изучает воздействия конкретного источника загрязнения, оказывающего негативное влияние на определенную территорию [8].

Мониторинг воздуха в Санкт-Петербурге осуществляется в соответствии с требованиями законодательства, установленных следующей документацией:

- Законом Санкт-Петербурга «Об экологическом мониторинге на территории Санкт-Петербурга»;
- Постановлением Правительства Санкт-Петербурга «О Комитете по природопользованию, охране окружающей среды и обеспечению экологической безопасности»;
- Постановлением Правительства Санкт-Петербурга «Об экологической политике Санкт-Петербурга на период до 2030 года»;
- Постановлением Правительства Санкт-Петербурга «О специализированной организации, охране окружающей среды и обеспечению экологической безопасности» [9].

Наблюдения за уровнем загрязнения производятся на специально оборудованных постах наблюдения – точках местности, где размещаются павильон или автомобиль, оснащенные соответствующим оборудованием. Всего существует три категории постов: *стационарные, маршрутные, передвижные (подфакельные)*, а так же *автоматические системы мониторинга атмосферного воздуха*.

Стационарные посты (рисунок 4) служат для постоянного контроля

уровня загрязняющих веществ или для регулярного отбора проб воздуха для дальнейшего анализа.

Рисунок 4 – Стационарный пост наблюдения за состоянием атмосферного воздуха

Маршрутные посты используются для регулярного отбора проб воздуха в случаях, когда установка стационарного поста невозможна или нецелесообразна. Также служат для расширенного изучения состояния загрязнения в конкретных районах.

Передвижные (подфакельные) посты используются для отбора проб воздуха под дымовым (газовым) факелом для определения зоны воздействия этого источника промышленных выбросов (рисунок 5) [10].

Рисунок 5 – Передвижная лаборатория мониторинга за состоянием атмосферного воздуха Санкт-Петербурга

Автоматизированная система мониторинга атмосферного воздуха Санкт-Петербурга (рисунок 6) включает в себя 25 автоматизированных станций контроля загрязнения атмосферного воздуха, которые находятся в каждом из 18 административных районах города Санкт-Петербурга (рисунок 7). На автоматизированных станциях в соответствии с программой мониторинга каждые 20 минут производится фиксация основных загрязняющих веществ [9].

Рисунок 6 – Автоматическая система мониторинга атмосферного воздуха в г. Санкт-Петербурге

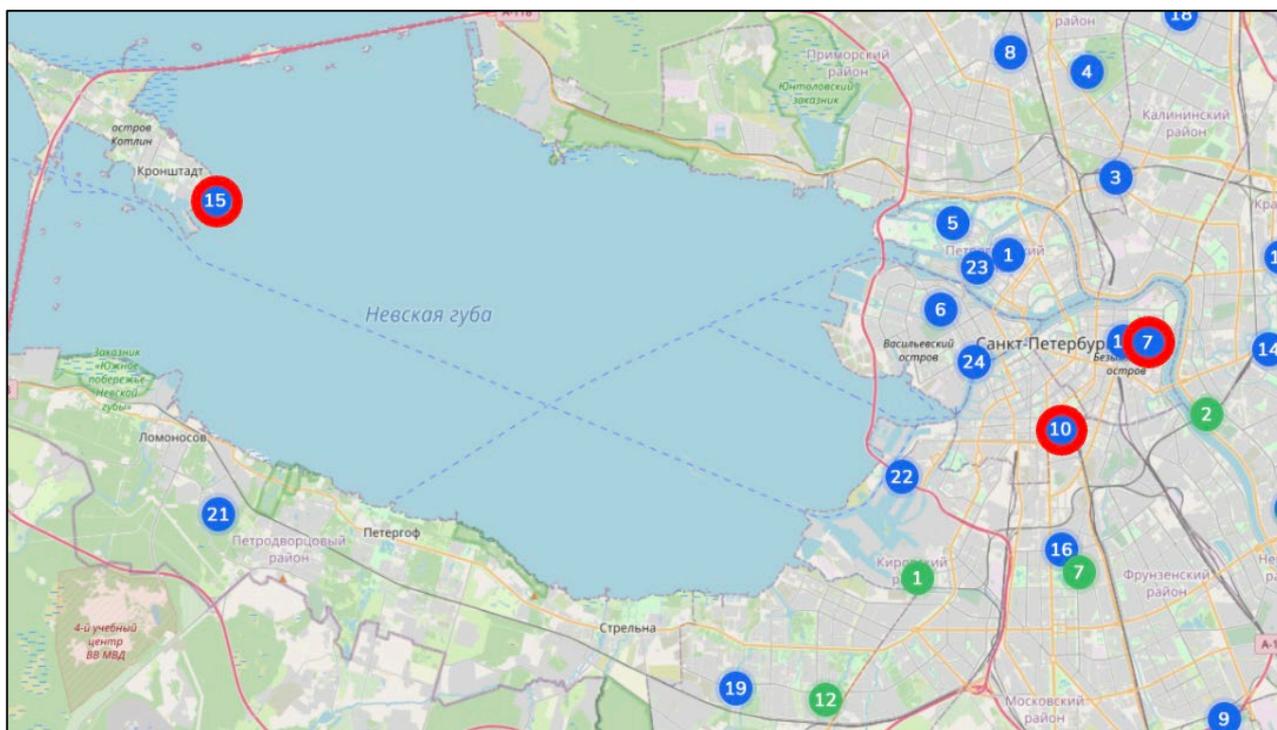


Рисунок 7 – размещение автоматических станций мониторинга атмосферного воздуха в г. Санкт-Петербурге [11]

Заключение

Подводя итог всему вышесказанному, можно сделать сказать, что Санкт-Петербург – крупнейший северный мегаполис мира с населением более 5 миллионов человек, который столкнулся с проблемой загрязнения атмосферного воздуха автотранспортом. Загрязненный воздух оказывает непосредственное негативное влияние на здоровье граждан.

Город, площадью 1439 км², располагается в низменности на побережье Финского залива. Особенности рельефа и воздушные массы обеспечивают хорошую продуваемость местности западными ветрами. Санкт-Петербург находится в зоне избыточного увлажнения, среднее количество осадков в год составляет 667 мм, а количество дней с осадками в году составляет порядка 200, что также способствует очищению воздуха и улучшению качества.

Далее был проведен анализ динамики и тенденций ЗВ по многолетним данным. Был сделан вывод о том, что концентрации оксида углерода и диоксида серы характеризуется незначительным спадом, а концентрации оксидов азота и взвешенных частиц за последние годы имеют незначительный рост. Наибольший вклад в загрязнение атмосферы вносят передвижные источники.

Вклад каждого из источников загрязнения фиксируется с помощью стационарных, маршрутных и передвижных постов, а также с помощью автоматизированных систем, расположенных в каждом районе города.

Проведенные исследования показали, что выбросы от автотранспорта составляют 67% от общего числа вбросов и существует различные факторы, влияющие на интенсивность этих выбросов. Повышенные (более +20°C) и пониженные (менее +5°C) температуры воздуха являются причиной перерасхода топлива, а также было выявлено, что оптимальной температурой является

промежуток от +5°C до +20°C. Некачественный бензин с температурой конца кипения выше 205°C ввиду неполного сгорания приводит к износу цилиндропоршневой группы и выводу из строя топливных систем. Некачественное дизельное топливо обладает повышенным содержанием диоксида серы, которое потом в большем количестве поступает в атмосферу. Помимо топлива на уровень загрязнения влияет скоростной режим. Было установлено, что оптимальным является диапазон от 60 до 70 км/ч. В работе установлены часы наиболее интенсивного движения АТ в будние дни: утром в период с 07:00 до 10:00 и вечером в период с 17:00 до 20:30. В выходные и праздничные дни заторы случаются утром в период с 11:00 до 13:00, днем с 15:00 до 18:00 и вечером с 20:00 до 22:00.

Анализируя основные числовые характеристики, было выявлено что средние значения концентраций в Московском районе выше, чем в Кронштадтском и Центральном. Наиболее стабильны во времени концентрации в Кронштадтском районе, а в Московском и Центральном районах значительные колебания присутствуют у оксида углерода. Все остальные вещества в этих районах также имеют низкий диапазон колебаний. Положительный коэффициент асимметрии для большинства веществ в трех районах свидетельствует о концентрациях ниже математического значения и о редких, но высоких концентрациях.

Коэффициент корреляции показал, что у взвешенных веществ наблюдается снижение концентраций за период с 2022 по 2025 год для Кронштадтского, Московского и Центрального районов. По диоксиду серы за исследуемый период выявлено снижение тренда, в Московском и Центральном районах изменений тренда не наблюдалось. Для оксида углерода выявлено снижение концентраций в период с 2022 по 2025 год в Кронштадтском и Центральном районах, в Московском районе концентрации повышаются. В Московском районе тренд по диоксиду азота идет на снижение, в двух других районах концентрации остаются неизменными. Тренд на снижение по озону

наблюдается в Центральном районе, в остальных изменениях концентраций не наблюдалось.

При проверке рядов на однородность по критериям Спирмена и Стьюдента, однородными считаются взвешенные вещества и озон для всех районов, диоксид серы для Кронштадтского района, оксид углерода для Центрального района, а также диоксид азота для Московского и Центрального районов. Для остальных рядов критерии расходятся, следовательно тренд по этим ЗВ нельзя считать достоверно установленным.

Исходя из значений критерия Фишера можно сделать вывод о том, что озон в Московском районе является неоднородным, а ряды остальных загрязняющих веществ во всех районах однородны. Следовательно, за период с 2022 по 2025 год дисперсия почти всех рядов не менялась.

При проверке на случайность, выяснено, что большая часть рядов не случайна и наблюдается закономерность снижения концентраций.

Далее был оценен неканцерогенный риск здоровью населения трех районов за 2022 год, и было выяснено, что в марте возрастает риск заболеваемости от диоксида азота (Кронштадтский, Московский, Центральный районы), озона (Кронштадтский район), взвешенных веществ (Кронштадтский, Московский район), оксида углерода (Центральный район).

По суммарному неканцерогенному риску за каждый месяц 2022 года можно сказать, что наибольшими значениями риска здоровью населения среди трех районов обладает Московский район, достигались они в январе и марте. В эти же месяцы в Кронштадтском районе значения риска характеризовались как опасные, превышающие допустимое значение. В Центральном районе риск характеризуется как допустимый и не вызывающих значимого негативного воздействия.

В ходе выявления приоритетных загрязняющих веществ для каждого района было выяснено, что в Кронштадтском районе наибольший вред здоровью горожан оказывает озон, в Московском и Центральном районах – диоксид азота.

Рекомендации

Проанализировав полученные результаты по рядам концентраций загрязняющих веществ, являющихся продуктами деятельности автотранспорта, можно предложить следующие способы снижения их выбросов в атмосферу:

1. Введение ограничений на въезд в центральные районы автомобилей с объемными двигателями (более 3 л.), продуцирующими большее количество выбросов, чем малолитражные автомобили. Такая практика проводится в европейских странах. Автомобили, не имеющие соответствующей экологической маркировки, не допускаются к проезду в отдельные районы городов;

2. Проведение технических осмотров транспортных средств с целью выявления неисправностей с регулярностью один раз в год для каждого транспортного средства. Сейчас, согласно Федеральному закону от 01.04.2020 №98-ФЗ срок прохождения первого техосмотра для новых автомобилей составляет 4 года, второго – через 2 года, третьего – через 2 года и так далее, но начиная с пятого года технический осмотр проводится ежегодно;

3. Увеличение штрафов за непрохождение технического контроля и/или несоответствие регламентам с 35 тыс. руб. для физических лиц и 50 тыс. руб. для юридических лиц до 70 тыс. руб. и 100 тыс. руб. соответственно;

4. Увеличение транспортного налога с 24 руб. за 1 л.с. для двигателей, мощностью до 100 л.с.; 35 руб. для двигателей мощностью от 100 до 150 л.с.; 50 руб. для двигателей мощностью от 150 до 200 л.с.; 75 руб. для двигателей мощностью от 200 до 250 л.с.; 150 руб. для двигателей мощностью более 250 л.с. до 48 руб. за 1 л.с. для двигателей, мощностью до 100 л.с.; 70 руб. для двигателей мощностью от 100 до 150 л.с.; 100 руб. для двигателей мощностью от 150 до 200 л.с.; 150 руб. для двигателей мощностью от 200 до 250 л.с.; 300 руб. для двигателей мощностью более 250 л.с. с целью мотивирования людей пользоваться общественным транспортом;

5. Развитие сетей общественного транспорта. Так, например, в спальных районах города, с высокой плотностью населения, следует продлить

красную ветку метро на юг, в Красносельский район, так как этот район имеет плохую транспортную связанность с остальным городом, а также на север, в Мурино. Помимо продления веток метро следует увеличить количество транспортных маршрутов в спальных районах города.

6. Введение скоростного ограничения на магистралях 80 км/ч. Известно, что при такой скорости в атмосферу будет поступать минимальное количество загрязняющих веществ даже с учетом допустимого превышения установленного скоростного лимита на 19 км/ч.

Все эти меры помогут существенно сократить выбросы в атмосферу, улучшить качество воздуха и жизни населения города Санкт-Петербург.

Список литературы

1. Исаченко, Резников, Ландшафты Санкт-Петербурга: эволюция, динамика, разнообразие. -2014.-52с.
2. Федеральная служба государственной статистики. Численность постоянного населения по муниципальным образованиям Санкт-Петербурга на 1 января 2024 года [Электронный ресурс] // Петростат. – 2024. – URL: <https://78.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/СПб%20числ> (дата обращения: 04.03.2025).
3. Северо-Западное управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды. Климат Санкт-Петербурга и Ленинградской области [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.meteo.nw.ru/articles/index.php?id=2> (дата обращения: 04.03.2025).
4. 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://www.gov.spb.ru/static/writable/ckeditor/uploads/2024/06/27/16/Доклад_за_2023_г.pdf (дата обращения: 04.03.2025).
5. СанПиН 1.2.3685-21. Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания [Электронный документ] / Росздравнадзор. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/573500115> (дата обращения: 11.04.2025).
6. Алексеев, Д. К. Экологический мониторинг: современное состояние, подходы и методы / Д. К. Алексеев, В. В. Гальцова, В. В. Дмитриев ; Российский государственный гидрометеорологический университет. Том Часть 1. – Санкт-Петербург : Российский государственный гидрометеорологический университет, 2011. – 302 с.

7. Мазулина О. В., Полонский Я. А. Экологический мониторинг атмосферного воздуха / О. В. Мазулина, Я. А. Полонский. – Волгоград: ВолгГАСУ, 2015. – 7с.

8. Хамзина Ш. Ш., Жумабекова Б. К. Экология и устойчивое развитие [Электронный ресурс]. — Алматы: Академия Естествознания, 2015. – ISBN 978-5-91327-366-6. – URL: <https://monographies.ru/en/book/view?id=552> (дата обращения: 10.03.2025).

9. Система мониторинга атмосферного воздуха Санкт-Петербурга [Электронный ресурс] // Окружающая среда СПб. – 2017. – URL: <http://ecopeterburg.ru/2017/03/02/система-мониторинга-атмосферного-во/> (дата обращения: 10.03.2025).

10. Игнатьева Л. П., Чирцова М. В., Потапова М. О. Гигиена атмосферного воздуха: учебное пособие / Л. П. Игнатьева, М. В. Чирцова, М. О. Потапова. – Иркутск: ИГМУ, 2015. – 77с.

11. Комитет по природопользованию, охране окружающей среды и обеспечению экологической безопасности Санкт-Петербурга. Карта мониторинга атмосферного воздуха [Электронный ресурс]. — URL: <https://public.mon.ecopass.adc.spb.ru/air/map> (дата обращения: 10.05.2025).

12. Агеев Е. В., Щербаков А. В., Пикалов С. В. Особые условия технической эксплуатации и экологическая безопасность автомобилей: учебное пособие / Е. В. Агеев, А. В. Щербаков, С. В. Пикалов. – Курск: Юго-Запад. гос. ун-т, 2015. – 212 с. стр 96

13. Дементьев А.А., Ляпкало А.А., Коновалов О.Е., Цурган А.М. Влияние автомобильного транспорта на качество жизни горожан, проживающих на разной удаленности от автомобильных дорог // Российский медико-биологический вестник им. Академика И.П. Павлова. 2016. №3. С. 67-73

14. 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.

15. Высоцкий, С. П. Влияние автомобильного транспорта на состояние окружающей среды / С. П. Высоцкий. – Текст: непосредственный // Научно-технические аспекты развития автотранспортного комплекса: материалы V международной научно-практической конференции. — Горловка: Автомобильно-дорожный институт «Донецкого национального технического университета», 2019. – С. 148-155 .

16. Влияние показателей качества автомобильного бензина и дизельного топлива на состояние окружающей среды [Текст] // Молодой ученый. – 2016. – № 8 (112). – С. 194–199. – URL: <https://moluch.ru/archive/112/28244/> (дата обращения: 10.03.2025).

17. Киришнефтепродукт. Экологические аспекты использования дизельного топлива [Электронный ресурс]. – URL: <https://knp-oil.ru/ekologicheskie-aspekty-ispolzovaniya-dizelnogo-topliva> (дата обращения: 10.03.2025).

18. Скорость автомобиля и окружающая среда. Часть 2 [Электронный ресурс] // ТрансСпот. – 2013. – URL: <https://transspot.ru/2013/03/05/skorost-avtomobilya-i-okruzhayushhaya-sreda-chast-2/> (дата обращения: 10.03.2025).

19. Система обмена туристской информацией. Транспортная инфраструктура. Автомобильный транспорт. Санкт-Петербург [Электронный ресурс]. – URL: <https://nbcrs.org/regions/sankt-peterburg/avtomobilnyy-transport> (дата обращения: 10.03.2025).

20. Динамика пробок непрерывным графиком за год [Электронный ресурс]. – URL: <https://upd.su/probki/spb/zoom-year?ysclid=m7uwmvt4h9978288054> (дата обращения: 10.05.2025).

21. Города-лидеры России по количеству автомобилей [Электронный ресурс] // За рулем. – 2019. – 27 июня. – URL: <https://www.zr.ru/content/news/918282-nazvany-samye-gustonaseennye/> (дата обращения: 10.05.2025).

22. Федеральная служба государственной статистики. Основные показатели работы организаций транспорта. Санкт-Петербург в 2017 году: статистический сборник [Электронный ресурс]. – Санкт-Петербург: Петростат, 2018. – URL: https://78.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/GOR_2018.pdf (дата обращения: 10.03.2025).

23. Яковлева Е. А. Об особенностях расчета осредненных за длительный период концентраций загрязняющих веществ от наземных источников // Труды ГГО им. А. И. Воейкова. – 2008. – Вып. 558. – С. 197–210.

24. Семенюк Е. Н., Оглоблин А. В., Прокофьев М. Ю., Шарикова О. П. Вклад автотранспорта с дизельными двигателями в загрязнение атмосферы соединениями серы // Гигиена атмосферного воздуха. – 1991. – ВНИИ охраны природы и заповедного дела. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vklad-avtotransporta-s-dizelnymi-dvigatelyami-v-zagryaznenie-atmosfery-soedineniyami-sery/viewer> (дата обращения: 10.03.2025).

25. Плотников С. И., Казанцева О. А. Исследование процесса рассеяния в атмосфере окиси углерода от автомобильного транспорта [Электронный ресурс] // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. – 2015. – Т. 77, № 4. – С. 276–280. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/issledovanie-protssessa-rasseyaniya-v-atmosfere-okisi-ugleroda-ot-avtomobilnogo-transporta/viewer> (дата обращения: 10.04.2025).

26. Гуцин Г. К., Виноградов Н. А. Суммарный озон в атмосфере. – Санкт-Петербург: Российский государственный гидрометеорологический университет, 2008. – 116 с.

27. Котельников С.Н., Степанов Е.В., Челибанов В.П. Пространственно-временная изменчивость приземного озона в Санкт-Петербурге, Кировской области и Крыму в 2011 – 2012 гг. // Оптика атмосферы и океана. 2016. Т. 29, No 12. С.1086 – 1089.

28. Сикан А.В. Методы статистической обработки гидрометеорологической информации. Учебник. Специальность «Гидрология» направления подготовки «Гидрометеорология». - СПб: изд. РГГМУ. 2007. - 279

с.

29. Р 2.1.10.1920-04 «Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду». (Дата обращения 18.04.2025).

30. Практикум по оценке риска для здоровья населения, связанного с химическим загрязнением окружающей среды: учебное пособие для вузов / Куролап С.А., Клепиков О.В., Каверина Н.В., Хорпякова Т.В. – Воронеж: Издательство «Научная книга», 2018. – 98 с.