ВСЕРОССИЙСКИЙ МОЛОДЕЖНЫЙ КОНКУРС ПО ПРОБЛЕМАМ КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ, ЭКОЛОГИИ И БЕЗОПАСНОСТИ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ «ЮНЭКО»

Направление: География

Тема: Оценка воздействия автомобильного транспорта на состояние атмосферного воздуха

Соискатель: Воронцов Артем Олегович, ученик 11 класса

Научный руководитель: Зязя Александр Владимирович, учитель географии

Место выполнения работы: г. Владивосток

2026

Аннотация

Работа посвящена оценке воздействия автомобильного транспорта на состояние атмосферного воздуха и акустическую среду в Ленинском районе города Владивостока.

Цель работы — провести оценку уровня загрязнения атмосферного воздуха автомобильным транспортом на прилегающую территорию Ленинского района г. Владивостока.

Методы исследования: натурное наблюдение (фиксация интенсивности транспортного потока с разделением по типам транспортных средств), расчётно-аналитический метод (определение выбросов загрязняющих веществ по утверждённым методикам), компьютерное моделирование рассеивания с использованием программного комплекса УПРЗА «ЭКО центр», инструментальные замеры уровня шума шумомером МЕГЕОН 92170, сравнительный анализ полученных данных с нормативами СанПиН.

Проведены натурные наблюдения интенсивности движения на 10 участках автодорог Ленинского района. Установлено, что наиболее загруженными являются улицы Луговая (1739 авт/час), Светланская (1466 авт/час) и Котельникова (1079 авт/час). Выполнены расчёты выбросов загрязняющих веществ и рассеивания с использованием УПРЗА «ЭКО центр» (102 источника загрязнения атмосферы). Проведены инструментальные замеры уровня шума на исследуемых участках.

Впервые для Ленинского района г. Владивостока выполнена комплексная локальная оценка загрязнения атмосферного воздуха и шумового воздействия от автотранспорта с привязкой к объектам социальной инфраструктуры (школам, медицинским учреждениям, жилым домам). Выявлены зоны устойчивого превышения нормативов по диоксиду азота и уровням шума.

Расчёты рассеивания показали превышение ПДК по диоксиду азота в 12 из 20 расчётных точек; максимальные значения зафиксированы в районе цирка (Светланская, 103) — 2,86 ПДК, Луговой, 59б — 2,0 ПДК, магазина «Лакомка» — 1,7 ПДК. С учётом защитных мероприятий концентрации снижаются, однако в ряде точек нормативы не соблюдаются. Инструментальные замеры шума показали превышение допустимого уровня (55 дБА) на всех исследуемых участках — от +4,4 дБА (Красного знамени) до +30 дБА (Луговая).

Полученные данные могут быть использованы администрацией Ленинского района и природоохранными органами для обоснования мероприятий по озеленению, установке шумозащитных экранов и корректировке схем организации дорожного движения вблизи школ и жилых домов.

Содержание

Введение 4
1 Степень научной разработанности темы 6
2 Нормативно – правовые в области охраны атмосферного воздуха при эксплуатации автотранспорта 7
3 Мероприятия по борьбе с выбросами загрязняющих веществ от автотранспорта 9
3.1 Оценка автомобилей по токсичности выхлопов 9
3.2 Системы управления городским транспортом 9
3.3 Совершенствование двигателей внутреннего сгорания 9
3.4 Переход от бензина к газовому топливу 10
3.5 Переход на электрические автомобили 10
3.6 Мировой опыт борьбы с загрязнением атмосферного воздуха автотранспортом 10
4 Характеристика выбросов загрязняющих веществ от участков автодороги в Ленинском районе города Владивостока 12
4.1 Характеристика района исследования 12
4.2 Определение интенсивности движения 12
4.3 Расчеты выбросов загрязняющих веществ 14
4.4 Расчеты рассеивания 14
4.5 Оценка шумового воздействия автотранспорта 19
Заключение 21
Список литературы 22

Введение

Современный Владивосток — город с плотной застройкой, сложным рельефом и постоянно растущим числом автомобилей. По данным Федеральной службы государственной статистики, уровень автомобилизации в Приморском крае растёт быстрее, чем в среднем по России, и это напрямую отражается на качестве городской среды. Автотранспорт стал основным источником загрязнения атмосферного воздуха в центральных районах города — на его долю приходится до 80% вредных выбросов [16].

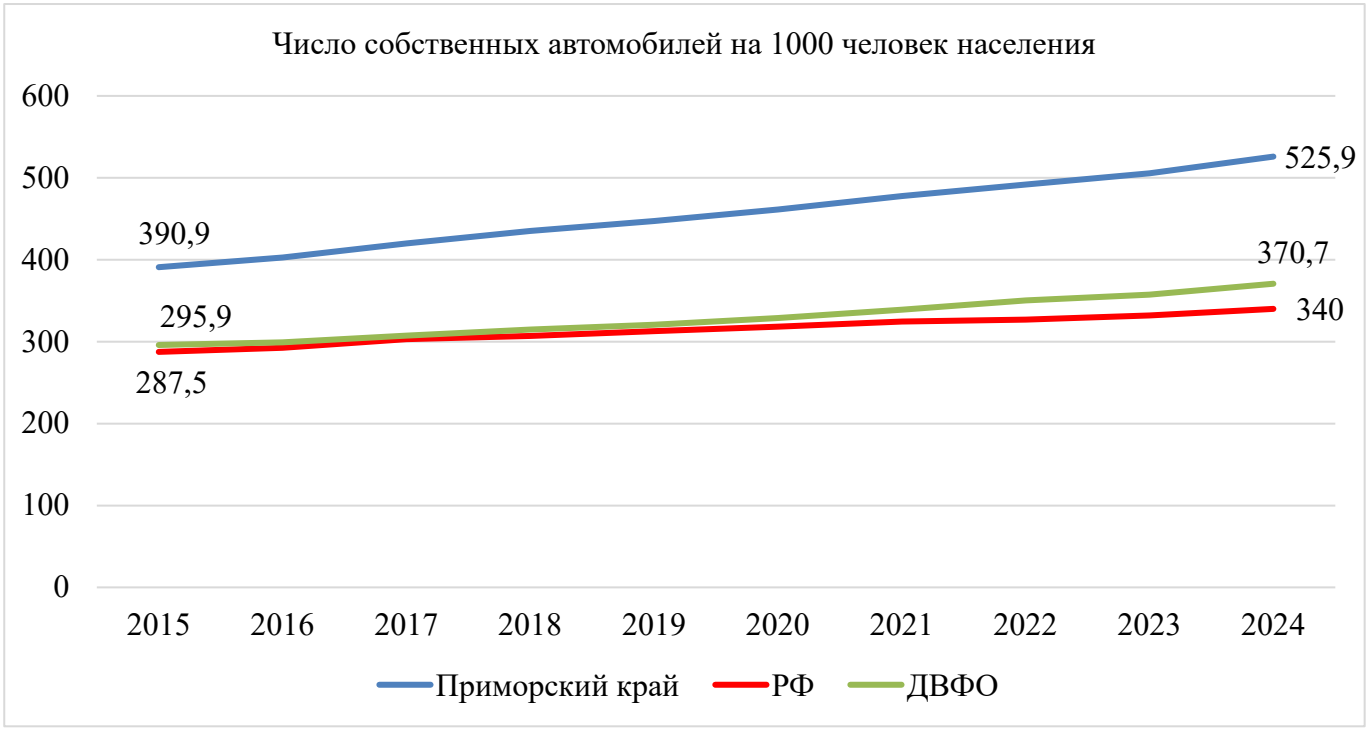


Рисунок 1 – Уровень автомобилизации населения в РФ, ДВФО и ПК (2015-2024) [19]

Как видно из рисунка 1 количество автомобилей на 1000 человек населения в РФ каждый год растет, а в Приморском крае возрастает стремительным ростом [19].

Постоянный рост автомобилизации населения приводит к крупным заторам в часы «пик», увеличению дорожно-транспортных происшествий, большему потреблению природных ресурсов, а также к увеличению прямого и косвенного загрязнения окружающей среды автотранспортом.

Из всех составных частей биосферы для нормальной жизнедеятельности человека, прежде всего, нужен воздух. В сутки человек в среднем потребляет кислород из двадцати килограммов воздуха. Но потребляемый воздух должен отвечать определённым санитарным требованиям, иначе он вызовет острые или хронические заболевания [18]. Автомобильные выбросы представляют большую опасность по сравнению с промышленными выбросами, так как они выбрасываются и рассеиваются в приземном слое атмосферы, а промышленные выбросы рассеиваются высокими трубами.

Однако воздействие автомобилей не ограничивается химическим загрязнением. Шум, создаваемый транспортным потоком, — не менее серьёзный фактор, влияющий на здоровье жителей: он вызывает хроническую усталость, нарушения сна и снижение концентрации, особенно у детей школьного возраста. В районах, где жилые дома и школы расположены в непосредственной близости от магистралей, шумовая нагрузка становится постоянной и трудноустранимой.

Ленинский район Владивостока — один из самых показательных в этом отношении. Здесь сосредоточены крупные транспортные узлы, социальные объекты и жилая застройка, которые принимают интенсивный поток автомобилей. Именно поэтому оценка воздействия автотранспорта на атмосферный воздух является актуальной задачей.

Цель работы: провести оценку уровня загрязнения атмосферного воздуха автомобильным транспортом.

Задачи:

- Освоение методик, используемых при оценке загрязнения автомобильным транспортом;
- Определение качественных и количественных показателей выбросов ЗВ от исследуемого участка автомобильной дороги;
- Проведение инструментальных замеров уровня шума с помощью шумомера;
- Оценка уровня загрязнения исследуемого участка автомобильной дорогой на прилегающей территории.

Гипотеза: уровень загрязнения атмосферного воздуха выбросами автотранспорта в Ленинском районе г. Владивостока превышает установленные нормативы на участках с интенсивностью движения более 800–1000 авт/час, причём основным загрязнителем, создающим превышения, является диоксид азота. Существующие зелёные насаждения и элементы рельефа способны снижать концентрации, но не всегда обеспечивают соблюдение ПДК вблизи объектов социальной инфраструктуры (школ, жилых домов).

Методы исследования: натурное наблюдение (фиксация интенсивности транспортного потока с разделением по типам ТС), расчётно-аналитический метод (определение выбросов ЗВ по утверждённым методикам), компьютерное моделирование рассеивания загрязняющих веществ с использованием программного комплекса УПРЗА «ЭКО центр», инструментальный замер уровня шумового давления шумомером, сравнительный анализ полученных данных с нормативами СанПиН.

1 Степень научной разработанности темы

Проблема загрязнения атмосферного воздуха выбросами автотранспорта широко освещена в научной литературе. В работах А.В. Левашова, И.В. Хохловой, Е.А. Шуваловой и других исследователей рассматриваются общие закономерности рассеивания загрязняющих веществ от передвижных источников, влияние режимов движения на состав отработавших газов, а также эффективность различных защитных мероприятий.

Непосредственно для города Владивостока наиболее значимой является диссертационная работа И.Ю. Гриванова «Оценка загрязнения атмосферы Владивостока выбросами автотранспорта» (2002 г.), выполненная на соискание учёной степени кандидата географических наук. В ней впервые для Владивостока были разработаны методические подходы к расчёту выбросов от автотранспортных потоков с учётом особенностей рельефа и климата города, проведена оценка загрязнения атмосферного воздуха на примере улицы Светланской и участка автомагистрали от фабрики «Заря» до троллейбусного кольца «Океанская», а также предложены практические рекомендации по снижению негативной нагрузки на воздушный бассейн.

Современные исследования по данной проблематике продолжают А.А. Антушевич, А.В. Зязя, И.Е. Сахно и другие авторы. В работе Антушевича А.А., Зязи А.В., Поддубного А.М. и Литвинец О.И. «Расчёт рассеивания вредных загрязняющих веществ от автомобильного транспорта в районе площади Окатовая города Владивосток» (2021 г.) проведена оценка воздействия автотранспорта на атмосферный воздух Первомайского района, рассчитаны максимальные разовые и валовые выбросы загрязняющих веществ, определены концентрации диоксида азота в расчётных точках, предложены мероприятия по снижению выбросов. В исследовании Зязи А.В. и Сахно И.Е. «Расчёт рассеивания вредных загрязняющих веществ от автомобильного транспорта в районе улицы Луговой города Владивосток» (2022 г.) выполнены аналогичные расчёты для Ленинского района, выявлены превышения ПДК по диоксиду азота в 6 расчётных точках (от 1,24 до 2,81 д.ПДК), предложены меры по снижению интенсивности движения путём развития общественного транспорта. В продолжении этого исследования — работе «Мероприятия по снижению концентраций ЗВ в атмосферном воздухе от выбросов автомобильного транспорта в районе улицы Луговая города Владивостока» (2022 г.) — авторы рассмотрели сценарии замены дизельных автобусов на электрические и показали, что полная замена общественного транспорта на электротягу в сочетании со снижением числа транспортных средств на 85% позволяет достичь нормативов качества атмосферного воздуха.

Однако, несмотря на наличие перечисленных работ, Ленинский район Владивостока остаётся недостаточно изученным в аспекте комплексной локальной оценки загрязнения атмосферного воздуха. Исследования Зязи и Сахно охватывают только улицу Луговую, работа Антушевича — площадь Окатовую в Первомайском районе, а диссертация Гриванова выполнена более двадцати лет назад на примере улицы Светланской. Кроме того, с момента защиты диссертации Гриванова существенно изменились интенсивность и структура транспортных потоков, а также нормативная база. Это определяет необходимость проведения актуального исследования на современном этапе для других участков Ленинского района.

2 Нормативно – правовые в области охраны атмосферного воздуха при эксплуатации автотранспорта

Нормативно-правовые документы, регламентирующие охрану атмосферного воздуха при проектировании дорог и эксплуатации автотранспорта в Российской Федерации, подразделяются на:

– Федеральные законы, Кодексы и Постановления Правительства;
– Санитарные нормы и правила;
– Своды правил;

Федеральный закон № 7 от 10 января 2002 года «Об охране окружающей среды» (ред. От 09.03.2021 г) устанавливает следующие требования:

- Соблюдение нормативов качества окружающей среды с целью обеспечить благоприятные условия жизнедеятельности человека, рациональное использование природных ресурсов, сохранить естественную экологическую систему [1].

- Установление техническими регламентами технических нормативов в отношении двигателей передвижных источников загрязнения окружающей среды [1].

- Соблюдение юридическими и физическими лицами нормативов допустимых выбросов загрязняющих веществ, а также принятие мер по обезвреживанию загрязняющих веществ, в том числе их нейтрализация при осуществлении эксплуатации транспортных средств [1].

ФЗ № 96 от 4 мая 1999 года (ред. От 08.12.2020 г) «Об охране атмосферного воздуха» устанавливает правовые основы охраны атмосферного воздуха и реализует конституционные права граждан на благоприятную окружающую среду и достоверную информацию о ее состоянии.

Согласно закону, транспортное средство, двигатель которого при его работе является источником выброса, является передвижным источником [2].

Для транспортных средств устанавливаются технические нормативы выброса, которые представляют собой норматив выброса загрязняющего вещества в атмосферный воздух, который определяется как объем или масса химического вещества либо смеси химических веществ в расчете на единицу пробега транспортного средства или единицу произведенной работы двигателя передвижного источника [2].

Согласно санитарно-эпидемиологическим правилам и нормативам СанПиН 2.1.3684-21 «Санитарно-эпидемиологические требования к содержанию территорий городских и сельских поселений, к водным объектам, питьевой воде и питьевому водоснабжению, атмосферному воздуху, почвам, жилым помещениям, эксплуатации производственных, жилых помещений, организации и проведению санитарно-противоэпидемиологических (профилактических мероприятий » утвержденным Постановлением главного санитарного врача РФ от 28 января 2021 г. № 3 на территории населенных пунктов должны соблюдаться следующие нормативы качества: не допускается превышение гигиенических нормативов содержания загрязняющих веществ в атмосферном воздухе:

- в жилой зоне - ≤1 ПДК;
- курортные зона - ≤0,8 ПДК [3].

Значения предельно допустимых концентраций и ориентировочно безопасные уровни воздействия установлены СанПиН 1.2.3685–21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и(или) безвредности для человека факторов среды обитания» утвержденным Постановлением главного санитарного врача РФ от 28 января 2021 г. № 2.

Для расчета величин выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух от совокупности передвижных источников, передвигающихся по автомобильным дорогам на территории, проводятся сводные расчеты загрязнения атмосферного воздуха, согласно «Методике определения выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух от передвижных источников для проведения сводных расчетов загрязнения атмосферного воздуха» утвержденная приказом Минприроды России № 804 от 27.11.2019.

Помимо химического загрязнения атмосферного воздуха, автомобильный транспорт является источником физического воздействия на окружающую среду — шума. Шумовое загрязнение относится к числу значимых факторов, влияющих на здоровье населения в крупных городах, особенно в районах с плотной жилой застройкой и близким расположением магистралей к жилым домам и объектам социальной инфраструктуры.

Основным нормативным документом, устанавливающим допустимые уровни шума, является СанПиН 1.2.3685–21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания», утверждённый Постановлением Главного санитарного врача РФ от 28 января 2021 г. № 2. Согласно этому документу, для территорий, непосредственно прилегающих к жилым зданиям, допустимые эквивалентные уровни звука составляют:

- днём (с 7:00 до 23:00) — 55 дБА;
- ночью (с 23:00 до 7:00) — 45 дБА.

Для территорий, прилегающих к зданиям школ, больниц, поликлиник и других социальных объектов, нормативы ещё строже — допустимый уровень шума не должен превышать 50 дБА днём и 40 дБА ночью.

Кроме того, требования к шумовым характеристикам автотранспортных средств установлены ГОСТ Р 52231–2004 «Внешний шум автомобилей в эксплуатации. Допустимые уровни и методы измерения», а также ГОСТ 33997–2016 «Колёсные транспортные средства. Требования к техническому состоянию и методы проверки». Эти стандарты регламентируют допустимые уровни внешнего шума для различных категорий транспортных средств и методики их измерения.

Оценка шумового воздействия автотранспортных потоков на прилегающие территории проводится в соответствии с ГОСТ 20444–2014 «Шум. Транспортные потоки. Методы определения шумовой характеристики», который устанавливает способы определения эквивалентного и максимального уровней звука, создаваемых транспортными потоками на городских улицах.

Снижение шумового воздействия автотранспорта достигается комплексом градостроительных и инженерных мероприятий: рациональным проектированием улично-дорожной сети, устройством шумозащитных экранов, использованием шумозащитных зелёных насаждений (плотные многорядные посадки деревьев с густыми кронами), применением шумозащитных окон в жилых и общественных зданиях, ограничением скорости движения и запретом движения грузового транспорта в ночное время в жилых зонах.

3 Мероприятия по борьбе с выбросами загрязняющих веществ от автотранспорта

3.1 Оценка автомобилей по токсичности выхлопов

Большое значение имеет повседневный контроль над автомашинами. Все автохозяйства обязаны следить за исправностью выпускаемых на линию машин. При хорошо работающем двигателе в выхлопных газах окиси углерода должно содержаться не более допустимой нормы.

Положением о Государственной автомобильной инспекции на нее возложен контроль за выполнением мероприятий по охране окружающей среды от вредного влияния автомототранспорта.

В принятом стандарте на токсичность предусмотрено дальнейшее ужесточение нормы, хотя они и сегодня в России жестче европейских: по окиси углерода на 35%, по углеводородам на 12%, по окислам азота на 21%.

На заводах введены контроль и регулирование автомобилей по токсичности и дымности отработавших газов.

3.2 Системы управления городским транспортом

Разрабатываются новые системы регулирования уличного движения, которые сводят к минимуму возможность образования пробок, потому что, останавливаясь и потом набирая скорость, автомобиль выбрасывает в несколько раз больше вредных веществ, чем при равномерном движении.

Строятся автомагистрали в обход городов, которые приняли весь поток транзитного транспорта, который раньше нескончаемой лентой тянулся по городским улицам. Это помогает снизить интенсивность движения, уменьшить шум, и снизить загрязнение атмосферного воздуха.

В Москве создана автоматизированная система управления дорожным движением «Старт». Благодаря совершенным техническим средствам, математическим методам и вычислительной технике она позволяет оптимально управлять движением транспорта во всем городе и полностью освобождает человека от обязанностей непосредственного регулирования автомобильных потоков. «Старт» на 20–25% сократит задержки транспорта у перекрестков, на 8–10% уменьшит количество дорожно-транспортных происшествий, улучшит санитарное состояние городского воздуха, увеличит скорость сообщения общественного транспорта, снизит уровень шумов.

3.3 Совершенствование двигателей внутреннего сгорания

Создание автомобилей с учетом требований экологии это одна из серьезных задач, которые стоят сегодня перед конструкторами.

Совершенствование процесса сгорания топлива в двигателе внутреннего сгорания, применение электронной системы зажигания приводит к уменьшению в выхлопе вредных веществ.

Большое внимание придается разработке устройства снижения токсичности - нейтрализаторов, которыми можно оснастить современные автомобили.

Способ каталитического преобразования продуктов сгорания заключается в том, что отработавшие газы очищаются, вступая в контакт с катализатором. Одновременно происходит дожигание продуктов неполного сгорания, содержащихся в выхлопе автомобилей.

Нейтрализатор крепят к выхлопной трубе, и газы, прошедшие через него, выбрасываются в атмосферу очищенными. Одновременно устройство может выполнять функции глушителя шума.

Эффект от использования нейтрализаторов достигается внушительный: при оптимальном режиме выброс в атмосферу оксида углерода уменьшается на 70–80%, а углеводородов на 50–70%.

Значительно улучшить состав выхлопных газов можно с помощью различных добавок к топливу. Ученые разработали присадку, которая снижает содержание сажи в выхлопных газах на 60–90% и канцерогенных веществ на 40%.

В последнее время на нефтеперерабатывающих предприятиях страны широко внедряется процесс каталитического риформинга низкооктановых бензинов. В результате можно выпускать неэтилированные, малотоксичные бензины. Использование их снижает загрязненность атмосферного воздуха, увеличивает срок службы автомобильных двигателей, сокращает расход топлива.

3.4 Переход от бензина к газовому топливу

Высокооктановое, стабильное по составу газовое топливо хорошо смешивается с воздухом и равномерно распределяется по цилиндрам двигателя, способствуя более полному сгоранию рабочей смеси. Суммарный выброс токсичных веществ у автомобилей, работающих на сжиженном газе, значительно меньше, чем у машин с бензиновыми двигателями. Так, грузовик «ЗИЛ-130», переведенный на газ, имеет показатель по токсичности почти в 4 раза меньше, чем его бензиновый собрат.

При работе двигателя на газе происходит более полное сгорание смеси. А это ведет к снижению токсичности отработавших газов, уменьшению нагарообразования и расхода масла, увеличению моторесурса. Кроме того, сжиженный газ дешевле бензина.

3.5 Переход на электрические автомобили

В настоящее время, когда автомобиль с бензиновым двигателем стал одним из существенных факторов, приводящих к загрязнению окружающей среды, специалисты все чаще обращаются к идее создания «чистого» автомобиля. Речь, как правило, идет об электроавтомобиле.

В настоящее время в нашей стране производятся электромобили пяти марок. Электромобиль Ульяновского автозавода («УАЗ»-451-МИ) отличается от остальных моделей системой электродвижения на переменном токе и встроенным зарядным устройством. В интересах защиты окружающей среды считается целесообразным перевод автотранспорта на электротягу, особенно в крупных городах.

3.6 Мировой опыт борьбы с загрязнением атмосферного воздуха автотранспортом

В мировой практике для снижения уровня загрязнения атмосферного воздуха используются различные меры, как прямые запреты на въезд транспортных средств в определенные городские зоны, так и стимулирование развития “зеленого” транспорта.

Так в Лондоне начиная с 2003 года, транспортные средства, загрязняющие окружающую среду, могут заехать в центр британской столицы, только если их владельцы заплатят пошлину в размере 11.50 фунтов в день (12.90 евро). Плату за въезд в центр города оплачивают все автомобилисты с 7.00 до 18.00 с понедельника по пятницу, кроме водителей мотоциклов, такси и транспортных средств, которые используют альтернативные виды топлива. В городе установлены

камеры наблюдения, которые автоматически считывают номерные знаки, а за просрочку оплаты насчитывается пеня. [17]

Даже несмотря на такие меры, жители Лондона продолжают дышать воздухом с токсическим уровнем содержания частиц PM2.5. Главным источником выброса этих частиц является стирание тормозных колодок и шин, поэтому переход на электрокары только частично решит проблему. Сейчас городские власти реализовывают всеобъемлющую стратегию в отношении "зеленого" транспорта, включая ввод в эксплуатацию электробусов и крупные инвестиции в развитие велосипедной инфраструктуры. [17]

В Берлине в центральных районах выделили экологическую зону Umweltzone площадью 88 км², что оказывает влияние на треть всех жителей города. Въезд всех транспортных средств, работающих на бензине или дизельном топливе, которые не соответствуют установленным стандартам, воспрещен. Если такие меры и не снизят интенсивность дорожного движения, то они подстегивают автомобилистов переходить на более экологически чистые транспортные средства. [17]

В Париж уже воспрещен въезд машинам, выпущенным более двадцати лет. Также разработан план, согласно которому въезд автомобилей с номерными знаками, заканчивающимися на четное или нечетное число, разрешен только в соответствующие дни.

4 Характеристика выбросов загрязняющих веществ от участков автодороги в Ленинском районе города Владивостока

4.1 Характеристика района исследования

Объектом исследования является 10 участков автодороги по улицам Жигура, Котельникова, пр-кт Красного знамени, Луговая, пр-кт Народный, Светланская, Шилкинская.

Данные улицы находится в центральной части города Владивосток, входят в Ленинский район.

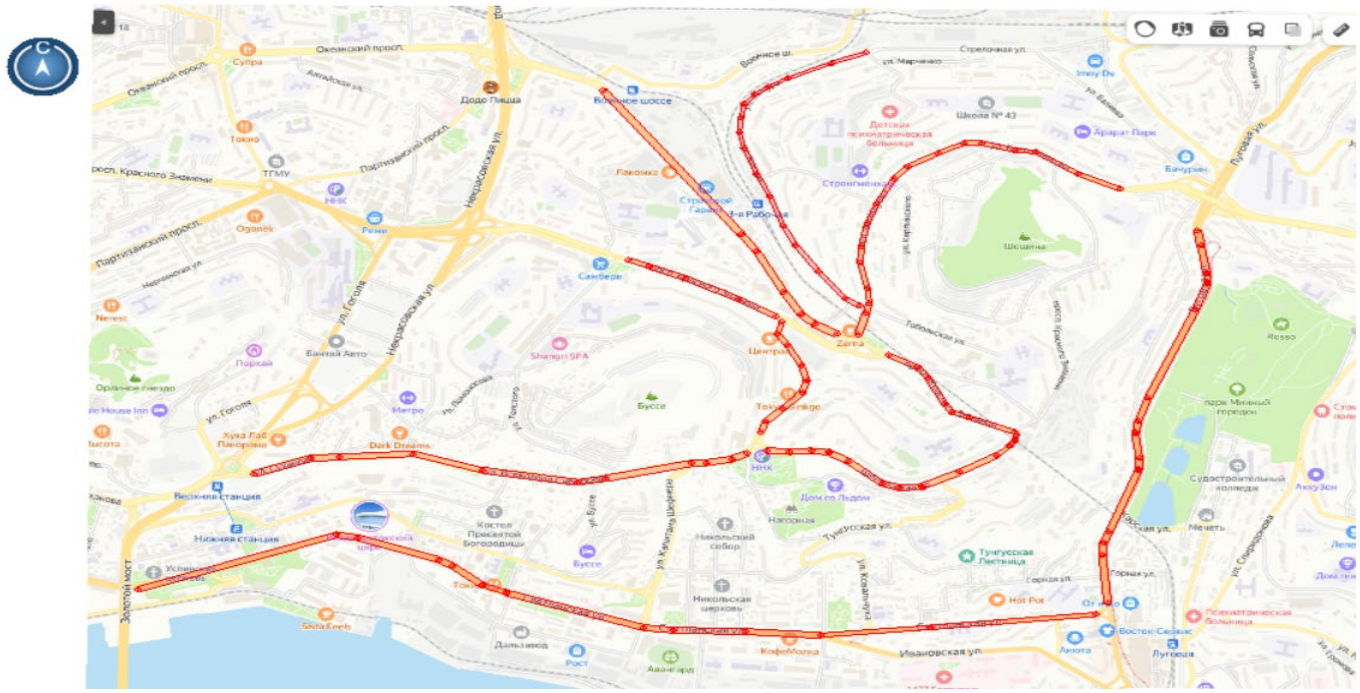


Рисунок 2 – Карта района исследования

В районе улиц сосредоточены объекты социальной сферы, такие как магазины, ТЦ, школы и другие.

Основным назначением данных дорог является транспортная связь между жилыми, промышленными районами и общественными центрами.

4.2 Определение интенсивности движения

Определение интенсивности и структуры автотранспортного потока проводилось согласно методике определения выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух от передвижных источников для проведения сводных расчетов загрязнения атмосферного воздуха утвержденной приказом Минприроды России № 804, при этом учитывалось:

- схема организации улично-дорожной сети, а также наличие объектов социальной инфраструктуры;
- площади и размеры территории,

Фиксация автотранспортных средств, проезжающих по автодороге, осуществлялась с разделением на следующие типы:

1. Легковые автомобили;
2. Автофургоны и микроавтобусы менее 3,5 тонн;
3. Грузовые автомобили от 3,5 до 12 тонн;
4. Грузовые автомобили свыше 12 тонн;
5. Автобусы свыше 3,5 тонн. [5]

Перед началом фиксации проезжающих автотранспортных по обследуемым участкам автодорог были произведены предварительные исследования территории и было выявлено:

- участки автомобильных дорог имеют интенсивность движения более 300 автомобилей в час;

- часы «пик» для обследуемы автодорог характерны в период времени 8:00 – 10 часов и 17–19 часов;

Фиксация проезжающих автотранспортных средств по обследуемым участкам автодорог проводилась натурным методом в течение 20 минут каждого часа периода наблюдения по 4 раза в течение 5 рабочих дней [5].

Для определения интенсивности движения автотранспортных средств из полученного ряда средних значений натурных обследований были выбраны наибольшие значения интенсивности движения для каждого типа транспортных средств, на основе которых были проведены расчеты.

В транспортном потоке преобладают легковые автомобили. Интенсивность транспортного потока для исследуемых участков представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Интенсивность движения по исследуемым участкам

Участок автодороги	Количество авто по типу транспорта					Общее
	Л	АМ	$Г_{\leq 12т}$	$Г_{\geq 12т}$	$А_{\geq 3,5т}$	
Всеволода Сибирцева	534	37	17	0	4	592
Жигура	317	19	18	4	8	366
Котельникова	1023	25	19	0	12	1079
Красного знамени	280	14	11	0	0	305
Красного знамени - Некрасовская	531	17	17	0	2	567
Красного знамени - Шилкинская	421	29	13	1	0	464
Луговая	1611	46	33	14	35	1739
Народный	893	33	30	2	16	974
Светланская	1384	42	33	17	31	1466
Шилкинская	350	25	2	0	0	377

Для точной обрисовки источников на карте участи автодороги были разбиты на 102 источника загрязнения атмосферы (ИЗАВ), для каждого из которых выполнены расчеты максимальных разовых и валовых выбросов.

4.3 Расчеты выбросов загрязняющих веществ

Для расчета величин выбросов автотранспортных потоков используются усредненные значения выбросов на километр автодороги (г/км), соотнесенные с каждым учитываемым типом автотранспортных средств при их движении на участках автодорог. [5]

Значения выбросов i-го загрязняющего вещества (г/с) от движущегося автотранспортного потока на автодороге с фиксированной протяженностью определяется по формуле (1):

$$M_{Li} = \frac{L}{1200}\sum_{1}^{k} M_{k,i}^{L} \times G_k(G_{kn}) \times r_{V\,k,i} \quad (1)$$

Где: L - протяженность автодороги, км;

$M^{L}_{k,I}$ - удельный пробеговый выброс i-го загрязняющего вещества k-й типы транспортного (табличное значение), г/км;

k - число групп автотранспорта;

G_k - фактическая наибольшая интенсивность движения;

G_{kn} - количество транспортных средств каждого из k типов, находящихся на всей протяженности;

$rV_{k,i}$ — поправочный коэффициент, учитывающий среднюю скорость движения потока (табличное значение).

Для определения валового выброса i-го загрязняющего вещества для конкретной автодороги в теплый период года применяется формула (2):

$$M_{\Gamma,i} = M_{M,i} \times K_n \quad (2)$$

где: MMi – максимальный разовый выброс i-го загрязняющего вещества (г/с), определенный по формуле (1);

K_n – коэффициент пересчета максимального разового выброса в суммарный годовой выброс в зависимости от категории дороги (табличное значение).

Расчеты разового и валового выбросов загрязняющих веществ проводились с помощью программы Microsoft Excel, где забиты все формулы и коэффициенты. Оставалось только внести протяженность участков, скорость автопотока и длину участка.

4.4 Расчеты рассеивания

Расчеты рассеивания загрязняющих веществ в атмосфере проводились на основании Методов расчетов рассеивания выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферном воздухе вредных веществ, утвержденных приказом Минприроды России № 273 от 06.06.2017 с использованием программного комплекса УПРЗА «ЭКО центр».

Расчеты проводились в расчетном прямоугольнике, охватывающем зону влияния выбросов и прилегающую застройку, шаг сетки - 100 м.

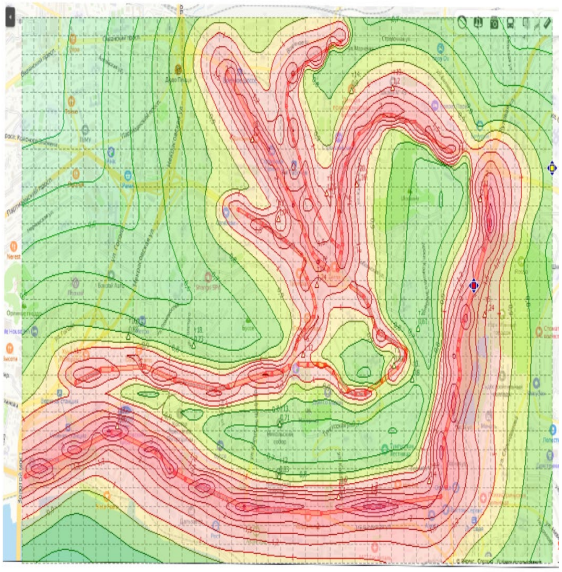
Проведенными расчетами учтены:

- технические характеристики источников, высота, объем выбрасываемых вредных веществ;
- рельеф района, путем введения поправки на рельеф;
- неблагоприятные метеорологические условия путем автоматического выбора опасного направления и скорости ветра, при которых концентрация примесей будет наибольшей.

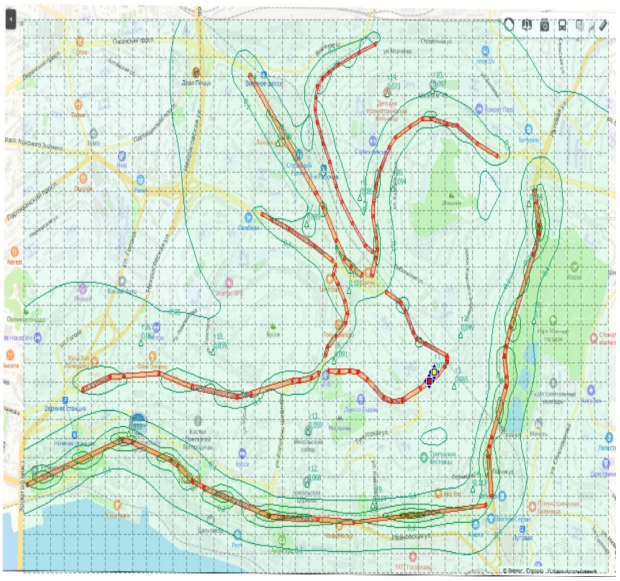
Расчеты рассеивания проведены по 10 загрязняющим веществам для теплого периода года.

Результаты рассеивания загрязняющих веществ в атмосферном воздухе представлены на рисунке 3.

Азота диоксид



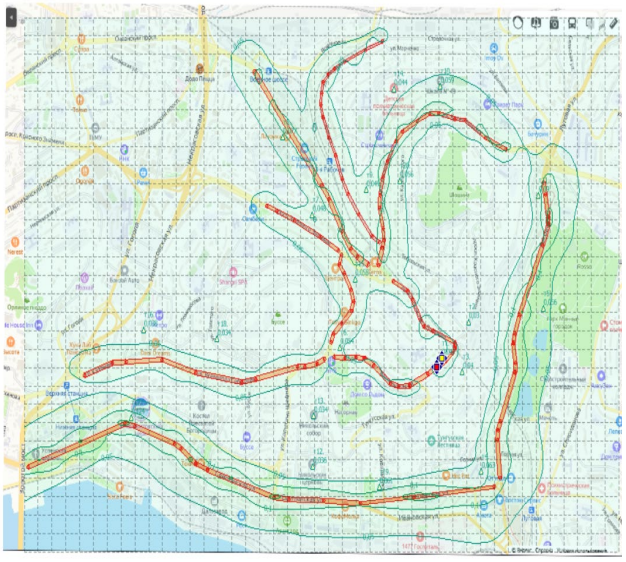
Азота оксид



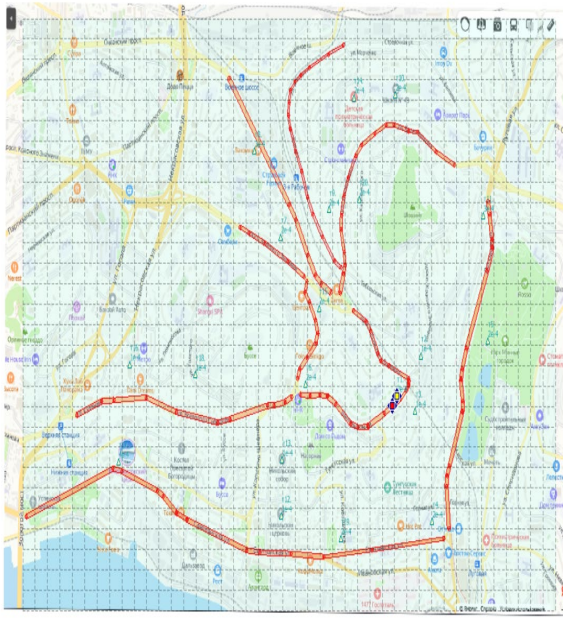
Сера диоксид



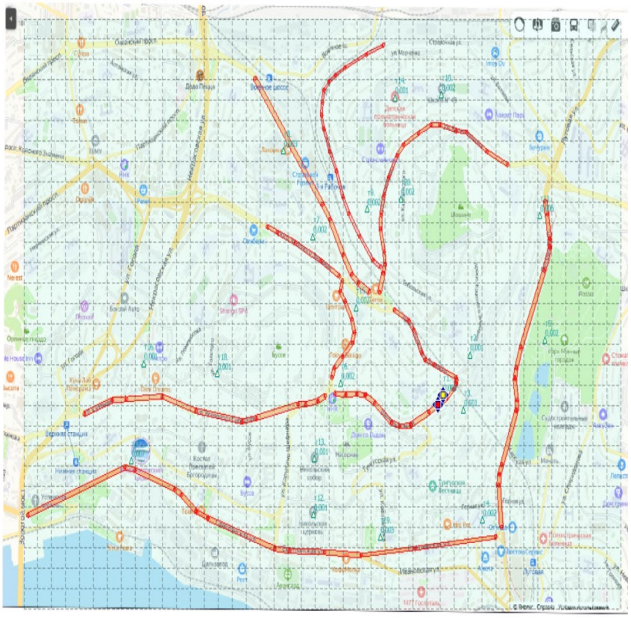
Углерод оксид



Метан



Бенз/а/пирен



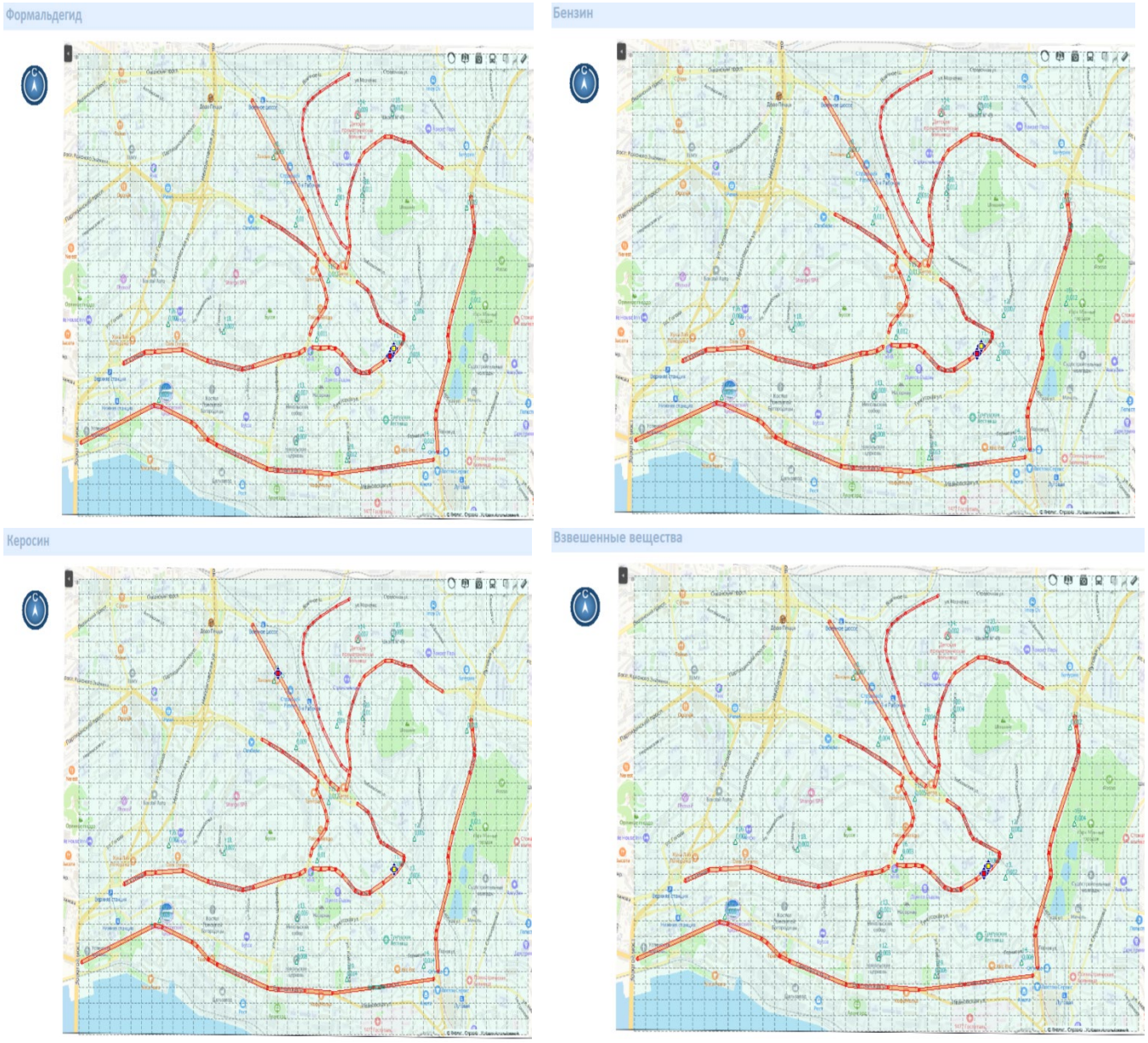


Рисунок 3 – Картограмма значений концентраций по загрязняющих веществ

Также для более детального расчета были выбраны 20 расчетных точек. Как видно из картограмм значений концентраций превышение выявлено только по диоксиду азота. Результаты рассеивания по диоксиду азота в расчетных точках представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты рассеивания в расчетных точках

№ п/п	Расчетная точка	Концентрация диоксида азота, д.ПДК
1	Шилкинская 21 (жилой дом)	0,87
2	Красного знамени 125 (жилой дом)	0,61
3	Тунгусская 48 (жилой дом)	0,8
4	Школа № 22 (Светланская 207)	1,4
5	Парк Минный городок (место рекреации)	1,24
6	Шилкинская 6 (жилой дом)	1,12
7	Красного знамени 119 (жилой дом)	1,04
8	Лакомка (Народный пр-кт 29) магазин	1,7

Окончание таблицы 2

№ п/п	Расчетная точка	Концентрация диоксида азота, д.ПДК
9	Жигура 8 (жилой дом)	1,05
10	Школа 43(Баляева 38)	1,2
11	Луговая 59б (жилой дом)	2
12	Никольская церковь (Махалина 14/1)	0,83
13	Никольский собор (Махалина 30)	0,71
14	Детская психиатрическая больница (Жигура 46)	0,9
15	ТЦ Мира (Красного знамени пр-кт 110)	1,24
16	Фонвизина 2 (жилой дом)	0,83
17	Цирк (Светланская 103)	2,86
18	Толстого 30 (жилой дом)	0,73
19	Ковальчука 3 (жилой дом)	1,4
20	Аллилуева 14 (жилой дом)	1,16

Как видно из таблицы 2, в некоторых точках выявлено превышение предельно допустимой концентрации, но так как программа не позволяет учесть существующие защитные мероприятия, такие как зеленые насаждения, земляные насыпи, то согласно рекомендаций по учету требований по охране окружающей среды при проектировании автомобильных дорог и мостовых переходов, утвержденными распоряжением от 31 марта 2003 года № ИС – 216 – р можно сказать, что в большинстве расчетных точек соблюдается нормативы качества атмосферного воздуха. Так, например в районе Луговой 59б существуют земляная насыпь и зеленые насаждения, которые снижают концентрацию загрязняющих веществ более чем на 60%.

Зависимость снижения концентрации загрязняющих веществ от защитных мероприятий представлена в таблице 3.

Таблица 3 - Снижение концентрации загрязнений различными типами защитных сооружений и зеленых насаждений [9]

Мероприятие	Снижение концентрации, %
Один ряд деревьев с кустарником высотой до 1,5м на полосе газона 3–4 м	10
Два ряда деревьев без кустарника на газоне 8–10 м	15
Два ряда деревьев с кустарником на газоне 10–12 м	30
Три ряда деревьев с двумя рядами кустарника на полосе газона 15–20 м.	40
Четыре ряда деревьев с кустарником высотой 1,5 м на полосе газона 25–30 м	50
Сплошные экраны, стены зданий высотой более 5 м от уровня проезжей части	70

Окончание таблицы 3

Мероприятие	Снижение концентрации, %
Земляные насыпи, откосы при проложении дороги в выемке при разности отметок от 2 до 3 м	50
То же, 3–5 м	60
То же, более 5 м	70

Таблица 4 – Результаты рассеивания в расчетных точках с учетом защитных мероприятий

№ п/п	Расчетная точка	Концентрация диоксида азота, д.ПДК
1	Шилкинская 21 (жилой дом)	0,73
2	Красного знамени 125 (жилой дом)	0,51
3	Тунгусская 48 (жилой дом)	0,56
4	Школа № 22 (Светланская 207)	0,7
5	Парк Минный городок (место рекреации)	0,62
6	Шилкинская 6 (жилой дом)	0.95
7	Красного знамени 119 (жилой дом)	0,884
8	Лакомка (Народный пр-кт 29) магазин	**1,02**
9	Жигура 8 (жилой дом)	0,315
10	Школа 43(Баляева 38)	0,36
11	Луговая 59б (жилой дом)	0,8
12	Никольская церковь (Махалина 14/1)	0,498
13	Никольский собор (Махалина 30)	0,426
14	Детская психиатрическая больница (Жигура 46)	0,27
15	ТЦ Мира (Красного знамени пр-кт 110)	**1,116**
16	Фонвизина 2 (жилой дом)	0,249
17	Цирк (Светланская 103)	**2,431**
18	Толстого 30 (жилой дом)	0,62
19	Ковальчука 3 (жилой дом)	0,98
20	Аллилуева 14 (жилой дом)	0,58

Примечание: жирным курсивом выделены значения превышающие нормы СанПиН

Исходя из полученных значений в таблице 4 можно сказать, что в некоторых точках атмосферный воздух не соответствует санитарным нормам. Наибольшее расхождение с нормами выявлено в районе Владивостокского государственного цирка. Данное превышение обусловлено большой интенсивностью автотранспортного потока в данном районе и близким расположением здания к дороге, поэтому снизить концентрацию диоксида азота в этой точке поможет снижение интенсивности автотранспортного потока в этом районе. В точках Лакомка и ТЦ Мира превышения незначительны, однако возле ТЦ Миры практически отсутствуют защитные мероприятия, так что

там следует принять всевозможные меры, например, посадить еще 1 ряд деревьев. То же самое можно сказать и про точку в районе магазина Лакомка.

4.5 Оценка шумового воздействия автотранспорта

Помимо загрязнения атмосферного воздуха, автомобильный транспорт является основным источником физического воздействия на окружающую среду — городского шума. Шум негативно влияет на здоровье человека, особенно в условиях плотной жилой застройки Ленинского района, где школы, жилые дома и социальные объекты расположены в непосредственной близости от проезжей части (рисунок 2).

Шумовое воздействие оценивалось инструментальных замеров. Для измерения использовался шумомер МЕГЕОН 92170, соответствующий требованиям ГОСТ 17187–2010 «Шумомеры. Общие технические требования и методы испытаний».

Замеры проводились в дневное время (с 8:00 до 20:00) в часы «пик» (8:00–10:00 и 17:00–19:00), когда интенсивность транспортного потока максимальна. В каждой точке выполнялось не менее трёх измерений с интервалом 5–10 минут, после чего рассчитывалось среднее значение эквивалентного уровня звука.

Точки замеров выбирались с учётом расположения объектов, наиболее чувствительных к шумовому воздействию:

- вблизи школ и детских учреждений;
- у жилых домов, фасады которых обращены к проезжей части;
- на перекрёстках и участках с интенсивным торможением и разгоном транспорта.

Микрофон шумомера располагался на высоте 1,5 м от уровня земли и на расстоянии 7,5 м от оси первой полосы движения в соответствии с ГОСТ 20444–2014 «Шум. Транспортные потоки. Методы определения шумовой характеристики».

Результаты измерений эквивалентного уровня шума на исследуемых участках представлены в таблице 5.

Таблица 5 — Результаты инструментальных замеров уровня шума на исследуемых участках

№	Участок автодороги	Интенсивность, авт/час	Измеренный уровень шума, дБА	Норматив (день), дБА	Превышение, дБА
1	Всеволода Сибирцева	592	66,1	55	+11,1
2	Жигура	366	62,4		+7,4
3	Котельникова	1079	74,2		+19,2
4	Красного знамени	305	59,4		+4,4
5	Красного знамени - Некрасовская	567	65,7		+10,7
6	Красного знамени - Шилкинская	464	63,5		+8,5
7	Луговая	1739	85		+30,0
8	Народный	974	72,5		+17,5
9	Светланская	1466	76		+21
10	Шилкинская	377	60,8		+5,8

Как видно из таблицы 5, на всех исследуемых участках зафиксировано превышение допустимого уровня шума для жилой застройки (55 дБА). Наиболее высокие значения отмечены на улицах:

- Луговая — 85,0 дБА (превышение на 30 дБА);
- Светланская — 76,0 дБА (превышение на 21 дБА);
- Котельникова — 74,2 дБА (превышение на 19,2 дБА).

Это объясняется тем, что при высокой интенсивности движения увеличивается количество одновременно работающих двигателей, возрастает доля торможений и разгонов, особенно вблизи перекрёстков и остановок общественного транспорта.

Наименьший уровень шума зафиксирован на улице Красного знамени (59,4 дБА), что обусловлено меньшей интенсивностью движения (305 авт/час) и наличием зелёных насаждений вдоль проезжей части.

Сопоставление данных об интенсивности движения (таблица 1) и результатов замеров шума (таблица 5) показывает прямую корреляционную зависимость: чем выше интенсивность транспортного потока, тем выше уровень шума.

Особую тревогу вызывает тот факт, что вблизи школы № 22 (ул. Светланская, 207) уровень шума достигает 76 дБА, что превышает не только норматив для жилой застройки (55 дБА), но и допустимый уровень для территорий, прилегающих к образовательным учреждениям (50 дБА). Аналогичная ситуация наблюдается в районе школы № 43 (ул. Баляева, 38) и вблизи медицинских учреждений.

Следует отметить, что превышения зафиксированы даже с учётом существующих зелёных насаждений. Это означает, что существующие защитные мероприятия недостаточны для обеспечения нормативного уровня шума, и требуется применение дополнительных шумозащитных мер.

Снижение шумового воздействия возможно теми же средствами, что и снижение загрязнения воздуха: экранирование (стены зданий, насыпи) и шумозащитные зеленые насаждения из плотных крон деревьев (ель, липа, тополь) в 3–4 ряда, что даёт снижение шума на 5–10 дБА [6].

Заключение

В ходе выполнения работы была проведена комплексная оценка воздействия автомобильного транспорта на состояние атмосферного воздуха и акустическую среду в Ленинском районе города Владивостока.

1.Проведён подсчёт интенсивности автотранспортного потока на 10 участках автодорог натурным методом. Установлено, что наиболее загруженными являются улицы Луговая (1739 авт/час), Светланская (1466 авт/час) и Котельникова (1079 авт/час). В транспортном потоке преобладают легковые автомобили (до 90%).

2. Выполнены расчёты выбросов загрязняющих веществ (диоксид азота, оксид углерода, бензапирен, взвешенные вещества и др.) с использованием утверждённых методик (приказы Минприроды № 804 и № 273) и программного комплекса УПРЗА «ЭКО центр». Учтены рельеф, метеоусловия.

3. Расчёты рассеивания показали превышение ПДК по диоксиду азота в 12 из 20 расчётных точек. Максимальные значения зафиксированы в районе цирка (Светланская, 103) — 2,86 ПДК, Луговой, 59б — 2,0 ПДК, магазина «Лакомка» — 1,7 ПДК. С учётом существующих защитных мероприятий (зелёные насаждения, земляные насыпи, экраны) концентрации снижаются, однако в ряде точек (цирк, Лакомка, ТЦ «Мира») нормативы всё равно не соблюдаются.

4. Инструментальные замеры шума (шумомер МЕГЕОН 92170) показали превышение допустимого уровня для жилой застройки (55 дБА) на всех исследуемых участках — от +4,4 дБА (Красного знамени) до +30 дБА (Луговая). Наиболее критичная ситуация — на улицах Луговая (85 дБА), Светланская (76 дБА) и Котельникова (74,2 дБА). Вблизи школы № 22 уровень шума достигает 76 дБА, что превышает даже норматив для образовательных учреждений (50 дБА).

Гипотеза подтвердилась частично. Превышения ПДК по диоксиду азота и уровней шума действительно наблюдаются на участках с интенсивностью более 1000 авт/час (Луговая, Светланская, Котельникова). Однако на ряде участков с меньшей интенсивностью (Красного знамени — Некрасовская, Шилкинская) также зафиксированы превышения шума, что говорит о влиянии дополнительных факторов (рельеф, плотность застройки, торможение/разгон). Эффективность существующих защитных мероприятий варьируется и не всегда достаточна для соблюдения нормативов.

Практические рекомендации:

- на участках с устойчивым превышением ПДК (Луговая, Светланская, Котельникова) предусмотреть дополнительные ряды зелёных насаждений (не менее 4 рядов деревьев с кустарником);
- установить шумозащитные экраны высотой 3–5 м вблизи школ № 22 и № 43, а также у медицинских учреждений;
- ограничить скорость движения грузового транспорта в ночное время в жилых зонах;
- организовать регулярный мониторинг концентраций диоксида азота и уровней шума не реже 2 раз в год.

Список литературы

Нормативные документы

1. Федеральный закон № 7 от 10 января 2002 года «Об охране окружающей среды»;
2. Федеральный закон № 96 от 4 мая 1999 года «Об охране атмосферного воздуха»;
3. СанПиН 2.1.3684–21 «Санитарно-эпидемиологические требования к содержанию территорий городских и сельских поселений, к водным объектам, питьевой воде и питьевому водоснабжению, атмосферному воздуху, почвам, жилым помещениям, эксплуатации производственных, жилых помещений, организации и проведению санитарно-противоэпидемиологических (профилактических мероприятий»
4. СанПиН 1.2.3685–21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания»
5. Приказ Минприроды России от 06.06.2017 № 273 «Об утверждении методов расчетов рассеивания выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферном воздухе»
6. Приказ Минприроды России от 27.11.2019 № 804 «Об утверждении Методики определения выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух от передвижных источников для проведения сводных расчетов загрязнения атмосферного воздуха» Методы расчетов рассеивания выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферном воздухе вредных веществ
7. ГОСТ 17187–2010 «Шумомеры. Общие технические требования и методы испытаний»
8. ГОСТ 20444–2014 «Шум. Транспортные потоки. Методы определения шумовой характеристики»
9. Рекомендации по учету требований по охране окружающей среды при проектировании автомобильных дорог и мостовых переходов: утв. распоряжением Минтранса РФ от 31.03.2003 № ИС-216-р.

Научная и учебная литература

10. Гриванов, И. Ю. Оценка загрязнения атмосферы Владивостока выбросами автотранспорта : дис. … канд. геогр. наук : 25.00.30 / Гриванов Игорь Юрьевич. — Владивосток, 2002. — 160 с.
11. Расчёт рассеивания вредных загрязняющих веществ от автомобильного транспорта в районе площади Окатовая города Владивосток / А. А. Антушевич, А. В. Зязя, А. М. Поддубный, О. И. Литвинец.
12. Расчёт рассеивания вредных загрязняющих веществ от автомобильного транспорта в районе улицы Луговой города Владивосток / А. В. Зязя, И. Е. Сахно, О. И. Литвинец. // Bulletin Almanach Science Association France-Kazakhstan. — 2022. — № 2.
13. Мероприятия по снижению концентраций ЗВ в атмосферном воздухе от выбросов автомобильного транспорта в районе улицы Луговая города Владивостока / А. В. Зязя, И. Е. Сахно, О. И. Литвинец. // Bulletin Almanach Science Association France-Kazakhstan. — 2022. — № 2

Электронные источники

14. Влияние режима работы автомобиля на токсичность отработавших газов. [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://www.rusnauka.com/19_DSN_2010/Tecnic/69849.doc.htm

15. Влияние режимов работы автомобилей на количество токсичных выбросов. [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://studme.org/270746/ekologiya/vliyanie_rezhimov_raboty_avtomobiley_kolichestvo_toksichnyh_vybrosov

16. Загрязнение автотранспортом окружающей среды. [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://ustroistvo-avtomobilya.ru/sistemy-snizheniya-toksichnosti/zagryaznenie-avtotransportom-okruzhayushhej-sredy/

17. Как борются с загрязнением воздуха (и автомобилями) в европейских городах. [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://elektrovesti.net/62790_kak-boryutsya-s-zagryazneniem-vozdukha-i-avtomobilyami-v-evropeyskikh-gorodakh

18. Статья «Значение чистого воздуха для человека». [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://infourok.ru/material.html?mid=70630

19. Федеральная служба государственной статистики. [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Obesp_legk_avto_2024.xlsx