

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Политехнический институт
Кафедра «Инженерная экология и безопасность жизнедеятельности»

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
_____ Т.А Кулагина
подпись инициалы, фамилия
« ____ » _____ 2019 г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

по направлению 20.03.01 «Техносферная безопасность»

Экологический анализ транспортных потоков

Руководитель	_____	канд.техн.наук	Ю.В. Гаврилова
	подпись, дата		инициалы, фамилия
Выпускник	_____		П.В. Шиляев
	подпись, дата		инициалы, фамилия
Нормоконтролер		_____	Е.Н. Зайцева
		подпись, дата	инициалы, фамилия

Красноярск 2019

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Политехнический институт
Кафедра «Инженерная экология и безопасность жизнедеятельности»

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
_____ Т.А Кулагина
подпись инициалы, фамилия
« ____ » _____ 2019 г.

**ЗАДАНИЕ
НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ
в форме бакалаврской работы**

Студенту Шиляеву Павлу Валерьевичу

Группа ФЭ15-10Б Направление (специальность) 20.03.01 «Техносферная
безопасность»

Тема выпускной квалификационной работы «Экологический анализ
транспортных потоков»

Утверждена приказом по университету №5604/с от 2019-04-25.

Руководитель ВКР: Гаврилова Ю.В. к.т.н., доцент СФУ ПИ кафедра
ИЭиБЖД.

Исходные данные для ВКР: научно-исследовательские статьи, патенты,
справочная литература и технологические инструкции.

Перечень разделов ВКР: Транспорт, как основной источник городского
шума; методики и методы проведения измерений; геоэкологическая
характеристика города Красноярск; исследование шумового загрязнения улиц
микрорайона ГорДК города Красноярска транспортными потоками; оценка
шумового воздействий от автотранспорта в районе ГорДк города Красноярска.

Перечень графического и иллюстрационного материала с указанием основных чертежей, плакатов:

Лист 1: Общая карта шумовой загрязненности.

Лист 2: Мероприятия на проспекте Свободный.

Лист 3: Мероприятия на улице Высотная.

Лист 4: Мероприятия на улице Копылова

Лист 5: Мероприятия на улице Академика Киренского.

Лист 6: Мероприятия на улице Ладо Кецховели.

Лист 7: Мероприятия на улице Кравченко.

Руководитель _____ к.т.н., доцент Ю.В. Гаврилова
подпись, дата

Задание принял к исполнению _____ П.В. Шиляев
подпись, дата

« _____ » _____ 2019 г.

КАЛЕНДАРНЫЙ ГРАФИК
выполнения ВКР

Наименование и содержание этапа	Срок выполнения
Сбор и анализ исходной литературы и документации	11.05.2019 – 23.05.2019
Постановка основной задачи, освоение расчетных методик	24.05.2019 – 02.06.2019
Выполнение расчетов, оформление результатов, составление выводов	03.06.2019 – 16.06.2019
Оформление расчетно-пояснительной записки	17.06.2019 – 01.07.2019
Графическое оформление чертежей	02.07.2019 – 09.07.2019
Оформление прочей документации	10.07.2019 – 17.07.2019

« _____ » _____ 2019 г.

Руководитель

подпись

Ю.В. Гаврилова

Задание принял к исполнению

подпись

П.В. Шиляев

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа по теме «Экологический анализ транспортных потоков» содержит 63 страниц текстового документа, 21 использованных литературных источников, 7 листов графического материала.

ИНТЕНСИВНОСТЬ ДВИЖЕНИЯ, ТРАНСПОРТНЫЙ ПОТОК, ШУМ, ШУМОВОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ, ЗВУКОПОГЛОЩЕНИЕ.

Объектом исследования является транспорт города и его воздействие на атмосферный воздух, поверхностные и грунтовые воды и почву, а также шумовое воздействие автомобиля на здоровье человека.

Актуальность работы связана со значительным увеличением распространения автомобильного транспорта в городах.

Целью *работы* определить уровень шумового загрязнения в городе, рассмотреть мероприятия по снижению их шумовой нагрузки на население.

Для выполнения поставленной цели решались следующие задачи: определение интенсивности транспортного потока по данным улицам, определение уровня шума по данным улицам и сопоставление полученных результатов с нормами, проведение мероприятий для улучшения ситуации.

В ходе данной работы были рассмотрены некоторые улицы микрорайона ГорДК города Красноярск как источники шумового загрязнения. Проведены исследования по интенсивности движения автотранспорта по данным улицам. Проведены замеры уровня шума от данных улиц непосредственно у дорожного полотна. Рассмотрены возможные методы борьбы с шумовым загрязнением от автотранспорта. Внесены предложения по мероприятиям на исследуемых улицах.

АННОТАЦИЯ

к выпускной квалификационной работе

на тему: «Разработка технологии обработки осадков замасленных сточных вод теплоэнергетической промышленности»

Бакалаврская работа выполнена на 61 страницах, включает 9 таблиц, 25 рисунков, 21 литературных источников и 7 листов графического материала.

Объектом исследования является транспортная инфраструктура города Красноярск.

Цель исследования: определить уровень шумового загрязнения в городе, рассмотреть мероприятия по снижению их шумовой нагрузки на население.

В бакалаврскую работу входит задание, реферат, аннотация, введение, пять глав, итоговое заключение по работе.

Во введении раскрывается актуальность выпускной квалификационной работы по выбранному направлению, ставится цель, задачи и практическая значимость работы.

В первой главе рассматривается транспорт, как основной источник городского шума.

Во второй главе проводится анализ методик и методов проведения измерений.

В третьей главе рассматривается геоэкологическая характеристика города Красноярск.

В четвертой главе проводится исследование шумового загрязнения улиц микрорайона ГорДК города Красноярска транспортными потоками

В пятой главе составляется оценка шумового воздействия от автотранспорта в районе ГорДк города Красноярска

В заключении сформулированы выводы по выпускной квалификационной работе.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	8
1 Транспорт как основной источник городского шума.	10
1.1 Последствия шумового загрязнения.	13
2 Методики и методы проведения измерений	19
2.1 Методики расчета шумового загрязнения	19
2.2 Порядок проведения измерений.....	21
2.3 Контрольно измерительные приборы.....	24
3 Геоэкологическая характеристика города Красноярск.....	28
3.1 Сложившаяся экологическая ситуация.....	31
3.2 Климатические особенности	34
4 Исследование шумового загрязнения улиц микрорайона ГорДК города Красноярска транспортными потоками.....	39
4.1. Общие сведения об организации дорожного движения	39
4.2 Результаты замеров.....	47
5 Оценка шумового воздействия от автотранспорта в районе ГорДк города Красноярска	49
5.1 Методы защиты от шумового воздействия.....	51
5.2 Варианты защиты от шумового воздействия микрорайона ГорДк города Красноярска	54
5.2.1 Проспект Свободный.....	55
5.2.2 Улица Высотная	55
5.2.3 Улица Копылова	55
5.2.4 Улица Киренского.....	57
5.2.5 Улица Ладо Кецховели.....	58
5.2.6 Улица Кравченко	59
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	61
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	62

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время автотранспорт является основным источником загрязнения окружающей среды в системе города. В России на лидирующие места по вкладу выбросов загрязняющих веществ выходят промышленные и энергодобывающие предприятия, но это связано с устаревшими технологиями производства, из-за которых вклад в загрязнение окружающей среду от предприятия становится самым внушительным.

Рассмотрев автомобильный транспорт, как источник загрязнения окружающей среды, можно выделить основные проблемы возникающие в условиях города.

Первое, это пагубное влияние на человека, животный и растительный мир из-за воздействия на воздух, воду и почву. Выбросы отработавших газов в атмосферу приводят к ухудшению качества воздуха в городах. Кроме того, предприятия, которые занимаются производством и ремонтом автомобилей, способствуют негативному воздействию на окружающую природную среду. Кроме того, при обслуживании и эксплуатации автомобиля в воду и почву попадают нефтепродукты, тяжелые металлы и другие вредные вещества из-за чего непосредственно страдает растительный мир и человек, как часть экосистемы.

Второе, автомобиль является одним из самых опасных видов транспорта, влекущим за собой смерть людей в результате дорожно-транспортных происшествий.

При этом вопрос о негативном влиянии автотранспорта на экосистему города остается открытым. Потребность в мобильности и передвижении год от года только возрастает. С развитием и расширением городов, расширяется и охват дорожных систем. В результате дороги, которые проектировались под небольшие транспортные потоки, пропускают транспортный поток сравнимый с магистральными дорогами. Зачастую, такие дорожные системы невозможно модернизировать из-за жилой застройки. В итоге дорожные системы не

справляются, концентрация автотранспорта на дорогах увеличивается, что приводит к увеличению негативного воздействия на экосистему города от автотранспорта.

В связи с совершенно разными условиями на каждом отдельном участке городской дорожной сети, невозможно разработать решение проблемы воздействия автотранспорта на экосистему, которое рационально работало бы на любом участке.

На данный момент на дорожных сетях города Красноярск уровень автомобилизации достиг высоких значений и составляет свыше 500 автомобилей на 1000 жителей. По этому показателю Красноярск занимает одно из лидирующих мест среди городов России. Ежегодный прирост автомобильного парка в свою очередь составляет порядка 7-8% в год. В связи с этим, складывается неблагоприятная транспортная ситуация как на данный момент, так и имеет место неутешительного прогноза на перспективу.

Актуальность работы связана со значительным увеличением распространения автомобильного транспорта в городах. Необходимо разработать мероприятия по снижению влияния автотранспорта на компоненты окружающей среды и человека.

Объектом исследования является транспорт города и его воздействие на атмосферный воздух, поверхностные и грунтовые воды и почву, а также шумовое воздействие автомобиля на здоровье человека.

Предмет исследования – транспортная инфраструктура города Красноярск.

Цель исследования: определить уровень шумового загрязнения в городе, рассмотреть мероприятия по снижению их шумовой нагрузки на население.

Практическая значимость. Результаты работы могут быть использованы в публикациях, описывающих экологическую обстановку города Красноярск.

1 Транспорт как основной источник городского шума

Самыми распространенными и наиболее неблагоприятными из городских шумов являются транспортные шумы. Его доля составляет около 80 % всех шумов городской среды. Наибольшая интенсивность превышающих нормы шумов в крупных городах сосредоточена вблизи автомагистралей в так называемый «час пик» [1].

Различные источники техногенного шума делают весомый вклад в создании шума городов. Так, например, шум от самолетов достигает 100 дБ, от автобусов - до 89, от легковых автомобилей – до 71, от грузовых автомобилей и автобусов до 85 дБ, от трамваев – до 90 [1].

Наиболее высокий уровень шума наблюдается на крупных дорогах городах и автомагистралях, по которым проходит огромный поток грузовых и легковых автомобилей. Особенно это выражено в так называемые часы «пик», где уровень шума может достигать до 90 – 95 дБ, в то время как допустимый уровень шума составляет 45 – 50 соответственно [1].

По статистике, США является страной с наиболее высоким количеством владения автомобилей на 1000 жителей. На 1000 человек приходится 802 автомобиля. Всего автомобилей в стране примерно 248 миллионов. А Китай обладает самым большим количеством автомобилей на страну, примерно 400 миллионов автомобилей. В России на 1000 человек в стране приходится примерно 293 машины, а всего получается порядка 42 миллионов автомобилей [2]

Транспортный шум не постоянный, его уровень зависит в основном от плотности транспортного потока, и может сильно изменяться за короткие промежутки времени. Колебания уровня между шумовым фоном и максимальными значениями в момент прохождения тяжелых грузовых автомобилей и трамваев могут достигать 30 – 50 дБ. Спектр шума широкополосный, с преобладанием энергии в области низких и средних частот [3].

Транспортный шум в городах растет из года в год. Наиболее распространен шум от потока автомобилей, движущихся по улицам и городским дорогам. Этот шум является результатом суммирования шумов ряда транспортных источников. Шум, производимый отдельными транспортными средствами, входящими в состав транспортного потока, зависит от многих факторов: мощности и режима работы двигателя, технического состояния, массы транспортного средства назначения, скорости движения, качества дорожного покрытия и других не менее важных факторов. Легковые автомобили имеют резко выраженный низкочастотный характер, в то время как в спектре шума грузовых автомобилей с мощным двигателем и большой массой на средних и высоких частотах имеют место также высокие уровни. Автобусы и грузовые автомобили с маломощными двигателями имеют шум низкочастотного характера, но уровни на средних частотах близки к уровням низких частот, то есть эти спектры являются как бы средними между легковыми и грузовыми автомобилями большой мощности.

Уровни звука различных транспортных средств также отличаются. Легковые автомобили характеризуются уровнем звука 68 – 75 дБ, грузовые с маломощными двигателями и автобусы 84 – 86, а грузовые с мощными двигателями – 91 [4].

Общий шум транспортного потока зависит от интенсивности и скорости движения автомобилей, составов в потоке тех или иных типов транспорта, профиля проезжей части (подъемы, уклоны), а также наличия отражающих поверхностей застройки вблизи от транспортного потока [5].

При выборе строительно-акустических мероприятий по защите от транспортного шума жилых помещений и общественных зданий используется пособие «Проектирование защиты от транспортного шума и вибраций жилых и общественных зданий». В нем также содержатся методы расчета ожидаемых уровней шума автомобильного транспорта, трамваев и железнодорожных поездов, примеры расчета, а также мероприятия по устранению и защите от акустического загрязнения [6].

При распространении звука над поверхностью земли, биологическая ценность зеленых насаждений заключается в оздоровлении окружающей человека атмосферы и почвы. Но наряду с этим зеленые насаждения являются глушителями шума [7].

Шум окружает нас везде, это и проходящие автомагистральные трассы, самолеты пролетающие над жилой местностью, городские трамваи, троллейбусы и автобусы. Так же внутридворовые территории не защищены от шума, это звуки автомобилей, которые паркуются, шум мусоровозов, грузовиков, которые разгружаются возле магазинов [3].

Негативное воздействие от транспортного средства проявляется в процессе реализации его жизненного цикла, начиная от производства черных и цветных металлов, топлива, масел и заканчивая его разрушением. Положительные и негативные аспекты функционирования транспортных средств формализуются в виде вектора требований к их конструкции, направленность которого меняется во времени под действием различных факторов, что приводит к усложнению технологий изготовления и использования, увеличению финансовых затрат.

Положительные стороны развития транспортной отрасли не перекроют все негативные последствия от воздействия автотранспорта. Кроме шумового воздействия существует еще много отрицательных факторов влияющих на окружающую природную среду. Это, например, выбросы от проезжающих автомобилей, уплотнение верхних слоев грунта, особенно тяжелыми грузовыми машинами и многие другие факторы.

В таблице 1 показаны положительные и отрицательные аспекты автотранспорта в современной городской среде [5].

Таблица 1 - Позитивные и негативные последствия от функционирования автотранспорта

Позитивные аспекты	Негативные аспекты
--------------------	--------------------

Развитие торговли, политических, культурных связей, расширение контактов	Нарушение газового и энергетического равновесия в атмосфере
Стимулирование научно-технического прогресса, предоставление рабочих мест	Истощение ресурсов атмосферы, полезных ископаемых, пресной воды
Включение транспорта в производственные процессы и сокращение инновационных циклов при производстве товаров	Уничтожение живых организмов в дорожно-транспортных происшествиях
Ощущение свободы и независимости индивида	Отравление биологических ресурсов, в том числе растений, животных, человека
Расширение возможностей для проживания в благоприятных условиях	Усиление стрессовых нагрузок на участников движения
Расширение жизненного пространства для отдельного индивида	Уменьшение жизненного пространства за счет отчуждения площадей территорий
Повышение доступности социально-бытовых услуг для потребителей	Сокращение биологической продуктивности ландшафта
Удовлетворение потребности на широкий ассортимент товаров, свежие продукты	Нарушение гармонии городских застроек и сельских ландшафтов
Ощущение радости от быстрой езды, комфорта и удобства в неблагоприятных погодных условиях	Рост налогов и затрат, связанных с автотранспортом.

1.1 Последствия шумового загрязнения

Автомобильно-дорожный транспорт, являясь мощным стимулом экономического развития, представляет собой глобальный экологический фактор. С ростом интенсивности и плотности дорожного движения автомобильные магистрали и улицы городов становятся самым главным источником транспортного шума, загрязнения воздуха, водоемов, грунтовых вод. Кроме того, развитие дорожно-транспортной сети требует отвода новых, нередко ценных земель. Таким образом, автомобильно-дорожный транспорт,

являясь необходимым, для решения важнейших народнохозяйственных задач, является главным источником негативного воздействия на окружающую среду [8]. В современных городах население постоянно подвергается воздействию шума высокого уровня. При этом имеется тенденция к постоянному росту шума. Это объясняется большим увеличением количества источников шума, их мощности. В городах постоянно повышается интенсивность уличного движения, используются средства транспорта все большей мощности, имеющие повышенные шумовые характеристики.

По своему воздействию на живой организм шум может оказаться вреднее химического загрязнения. Через него особую опасность имеют возникновение ранних инфарктов и инсультов у людей пожилого возраста ускорение процессов старения организма, ухудшение внимания и многое другое. Шум может спровоцировать резкое ухудшение состояние окружающей среды, следовательно, и условий существования людей.

Воздействие автомобильного транспорта на человека заключается, в первую очередь, в том, что вызванный дорожным движением транспортный шум нарушает сон, усложняет профессиональную деятельность человека, человек становится раздражительным, то есть влияет на его физиологическое и психологическое состояние [9].

В современных городах уровни шумов из года в год возрастают. Подробные физиолого-гигиенические исследования, проведенные как в России, так и за рубежом, показывают, что чрезмерный шумовой фон оказывает вредное воздействие на центральную нервную систему человека и является причиной многих сердечно – сосудистых заболеваний [10].

Самое опасное влияние шума сказывается на сердечно – сосудистой системе: нарушается сердечный ритм, повышается артериальное давление, ухудшается питание головного мозга. Влияние шума на центральную нервную систему нарушает сон, снижает работоспособность человека, в первую очередь умственную, так как уменьшается концентрация внимания, увеличивается количество ошибок. Существует некая связь между

заболеваемостью центральной нервной системы и сердечно-сосудистой системой, уровнями шумового фона и длительностью проживания в шумной городской среде. Интенсивное и длительное шумовое воздействие на слуховой аппарат может приводить к ухудшению слуха и вообще к полной глухоте, сопровождающей его разрывом барабанной перепонки. И хотя перфорация (разрыв) барабанной перепонки является обратимым заболеванием, она может восстановиться, однако процесс восстановления долгий и так же зависит от тяжести перфорации [11].

После десяти лет жизни при постоянном шумовом воздействии с интенсивностью в 70 дБ и выше наблюдается рост общей заболеваемости. Поэтому городской шум может стать причиной риска возникновения гипертонической болезни, ишемической болезни сердца. Постоянное действие интенсивного шума (более 80 дБ) влияет даже на развитие гастрита или еще хуже, язвенной болезни, так как нарушается секреторная и моторная функция желудка [12].

Шум в больших городах так же ведет к сокращению продолжительности жизни человека. Всех чувствительнее к действию шума лица пожилых возрастов. Например, в возрасте до 25 лет на шум реагируют около 40 % людей, в возрасте 25 – 35 лет – около 52 %, в возрасте 35 – 55 лет – 65 %, а в возрасте старше 55 лет – более 70 %. Огромное число жалоб на шум у людей старших возрастов, это связано с возрастными особенностями и состоянием центральной нервной системы [12].

Шум становится причиной преждевременного старения. В тридцати случаях из ста шум сокращает продолжительность жизни людей в крупных городах на 8-12 лет.

Так же можно наблюдать зависимость между числом жалоб и характером выполняемой работы. Данные исследований показывали, что действие громкого шума отражается больше на людях, занятых умственной работой, по сравнению с теми, кто выполняет физическую работу. Более

частые жалобы лиц умственного труда, по-видимому, это связано с большим напряжением нервной системы.

Физиолого-гигиенические обследования городских людей, подвергающихся воздействию транспортного шума в условиях проживания и трудовой деятельности, показали некоторые изменения в состоянии здоровья людей. Наиболее сильные изменения выявлены у лиц, испытывающих громкие шумы в условиях, как труда, так и быта, по сравнению с лицами, проживающими и работающими в условиях отсутствия или тихого шума [13].

При воздействии громких шумов у человека нарушается естественная координация в движениях, начинаются частые головные боли и учащается сердцебиение. Люди, обладающие низким давлением, тяжелее переносят громкий шум, так как увеличивается риск возникновения головокружений и появления мучительных головных болей. Люди, работающие в местах, плохо защищенных от шума, находятся постоянно в напряженном состоянии, зачастую это мешает сконцентрировать внимание на работе. Из-за этих причин, возникает много проблем и ошибок в рабочем процессе.

Все это означает, что от чрезмерного шума (свыше 80 дБ) страдают не только органы слуха, но и другие органы и системы (кровеносная, пищеварительная, нервная т.д.), нарушаются процессы жизнедеятельности, энергетический обмен начинает преобладать над пластическим, что приводит к преждевременному старению организма.

Для защиты людей от неблагоприятного воздействия городского шума необходимо регламентировать его интенсивность, спектральный состав, время действия и другие вредные характеристики. Эту цель преследует санитарно-гигиеническое нормирование. Выработаны международные нормы, определяющие уровни шума, производимые транспортными средствами [7].

При гигиеническом нормировании в качестве допустимого устанавливают такой уровень шума, влияние которого в течение длительного времени не вызывает изменений во всём комплексе физиологических

показателей, отражающих реакции наиболее чувствительных к шуму систем организма [7].

В основу гигиенически допустимых уровней шума для населения положены фундаментальные физиологические исследования по определению действующих и пороговых уровней шума. В настоящее время шумы для условий городской застройки нормируют в соответствии с СНиП 23-03-2003 «Защита от шума».

Максимально допустимые уровни шума составляют: для легковых автомобилей – 80 дБ, автобусов и грузовых автомобилей в зависимости от массы и вместимости соответственно от 81 до 85 и от 81 до 88 дБ. Согласно ГОСТ 12.1.003-14 «Шум. Общие требования безопасности» уровень шума около зданий в дневное время не должен превышать 55 дБ, а ночью (с 23:00 до 7:00) - 45, в квартирах - соответственно 40 и 30 [5, 13].

Наличие санитарных норм допустимых уровней шума в значительной мере дает возможность разработать технические, архитектурно-планировочные и административные мероприятия, направленные на создание отвечающего гигиеническим требованиям шумового режима, как в городской застройке, так и в зданиях различного назначения, позволяет сохранить здоровье и работоспособность населения.

Следует отметить малочисленность сведений о картах шумового загрязнения и достаточно многочисленные сведения о влиянии шума на организм человека. Одним из отрицательных последствий автомобилизации стал транспортный шум, который не менее опасен, чем отравление воздуха и воды, однако бороться с которым во многих случаях труднее. Эта проблема возникает в первую очередь на дорогах, пересекающих жилую застройку на участках у больниц, санаториев, домов отдыха, парковых и скоростных дорогах крупных дорогах. Шумовое загрязнение городов остается важной проблемой и требует необходимых мер по контролю снижению уровня шума.

2 Методики и методы проведения измерений

2.1 Методики расчета шумого загрязнения

Транспортные потоки на автомобильных дорогах – это источники непостоянного шума, уровни звука которых изменяются от максимальных при проезде колонны тяжелых грузовых автомобилей до минимальных при редких, одиночных легковых автомобилях [13].

Предметом изучения является шумовое воздействие автотранспорта на окружающую среду. Шумом называют всякий неприятный, нежелательный звук или совокупность звуков, мешающих восприятию полезных сигналов, нарушающих тишину, оказывающих вредное или раздражающее воздействие на организм человека, снижающих его работоспособность [14].

Шум имеет определенную частоту, или спектр, выражаемый в герцах, и интенсивность – уровень звукового давления, измеряемый в децибелах. Измерение, анализ и регистрация спектра шума производятся специальными приборами – шумомерами. Шумовой характеристикой потоков автомобильного транспорта в соответствии с ГОСТ 31296.1-2005 является эквивалентный уровень шума, определенный в 7,5 метрах от оси первой полосы движения автомобильного транспорта на высоте 1,5 метра от поверхности земли [15].

Шум, создаваемый движущимися автомобилями, является частью шума транспортного потока. В общем случае наибольший шум генерируется большегрузными автомобилями. При малых скоростях движения по автодорогам и больших частотах вращения вала двигателя основным источником шума является силовая установка, в то время как при больших скоростях, пониженных частотах вращения и меньшей мощности доминирующим может стать шум, обусловленный взаимодействием шин с поверхностью дороги [13].

Измерение эквивалентного и максимального уровня звука следует

проводить интегрирующими-усредняющими шумомерами, а измерение уровня звукового воздействия - интегрирующими шумомерами I или II класса по ГОСТ 17187-2010. Допускается применение комбинированных измерительных систем, в том числе автоматических, соответствующих техническим требованиям к шумомерам I или II класса по ГОСТ 17187-2010. Для измерения эквивалентных уровней звукового давления в октавных полосах частот интегрирующие-усредняющие шумомеры, комбинированные измерительные системы, в том числе автоматические, должны иметь дополнительно фильтры I или II класса [9].

Места для проведения измерительных работ шумовых характеристик автотранспортных потоков следует выбирать на прямолинейных участках улиц и автомобильных дорог с установившейся скоростью движения транспортных средств и на расстоянии не менее 50 м от перекрестков, транспортных площадей и остановочных пунктов пассажирского общественного транспорта. Время проведения измерений необходимо выбирать в периоды максимальной интенсивности движения транспортных потоков, как в дневной, так и в ночной периоды суток [16].

При проведении измерений шумовых характеристик автотранспортного потока, в состав которого могут входить легковые и грузовые автомобили, автопоезда, автобусы, троллейбусы, трамваи, мотосредства (мотоциклы, мотороллеры, мопеды, мотовелосипеды), а также другие виды транспортных средств, измерительный микрофон должен располагаться на расстоянии $(7,5 \pm 0,2)$ м от оси ближней к точке измерения полосы или пути движения транспортных средств и на высоте $(1,5 \pm 0,1)$ м от уровня покрытия проезжей части или головки рельса трамвайного пути.

В данной работе будет использован метод натуральных измерений.

2.2 Порядок проведения измерений

Согласно ГОСТ 20444-2014 “Транспортные потоки. Методы определения шумовой характеристики” [17].

Места для проведения измерений шумовых характеристик автотранспортных потоков следует выбирать на прямолинейных участках улиц и автомобильных дорог с установившейся скоростью движения автотранспортных средств и на расстоянии не менее 50 м от перекрестков, транспортных площадей и остановочных пунктов пассажирского общественного транспорта.

Измерения следует проводить на участках улиц и автомобильных дорог с чистой и сухой поверхностью проезжей части. Примечание - В особых случаях (например, по требованию заказчика работы или при проведении специальных научных исследований) измерения могут быть проведены на участках улиц и автомобильных дорог при другом состоянии поверхности проезжей части.

Места проведения измерений шумовых характеристик потоков поездов, или метропоездов, или трамваев должны выбираться на прямых и горизонтальных участках рельсового пути без волнообразного износа рельсов. Допускается проводить измерения также на искривленных участках пути с радиусом кривизны не менее 1000 м и на участках, имеющих уклон или подъем, но не более 5 %.

Балластный слой трамвайных, или железнодорожных путей, или путей на открытых линиях метрополитена не должен быть мокрым или промерзшим.

Если не используется всепогодный микрофон, то измерения не следует проводить во время выпадения атмосферных осадков, при тумане и при скорости ветра более 5 м/с. При скорости ветра в пределах от 1 до 5 м/с необходимо применять ветрозащитное устройство, рекомендованное изготовителем прибора, надеваемое на измерительный микрофон для защиты его мембраны от ветра и предотвращения искажения измеряемых уровней

звука (уровней звукового давления). Значения других метеорологических параметров (температура воздуха, влажность, атмосферное давление) во время измерений не должны выходить за рамки предельных значений, приведенных в технической документации на соответствующую измерительную аппаратуру.

При проведении измерений шумовых характеристик транспортных потоков измерительная аппаратура не должна подвергаться воздействию вибрации, электрических и магнитных полей, радиоактивного излучения, превышающих пределы, установленные технической документацией на эту аппаратуру.

Время проведения измерений необходимо выбирать в периоды максимальной интенсивности движения транспортных потоков, как в дневной, так и в ночной периоды суток. 4 ГОСТ 20444—2014 Целесообразно измерять шумовые характеристики транспортных потоков в дневной период суток не менее трех раз: утром в интервале от 7.00 до 9.00 ч, днем в интервале от 9.00 до 19.00 ч и вечером в интервале от 19.00 до 23.00 ч. В ночной период суток целесообразно проводить измерения шумовых характеристик транспортных потоков два раза: в интервале от 23.00 до 1.00 ч и в интервале от 1.00 до 7.00 ч. В общем случае, исходя из поставленных задач, для измерений шумовых характеристик транспортных потоков могут быть выбраны и другие временные интервалы.

При проведении измерений шумовых характеристик главная ось измерительного микрофона должна быть направлена в сторону транспортного потока и перпендикулярно к направлению дороги. Оператор, проводящий измерения, должен находиться на расстоянии не менее 0,5 м от измерительного микрофона для предупреждения нежелательных отражений звука. Не допускается нахождение между измерительным микрофоном и транспортным потоком людей и посторонних предметов.

В современных измерительных приборах реализовано одновременное измерение уровней звука и звукового давления с различными частотными и временными характеристиками, включая октавный и третьоктавный анализ.

Уровни фонового шума, т. е. уровни звука помех, создаваемых посторонними источниками шума в период измерения шумовых характеристик транспортных потоков, должны быть не менее чем на 10 дБ (дБА) ниже уровней звука при прохождении перед измерительным микрофоном транспортных средств. Уровни фона должны измеряться в паузах между проездами отдельных транспортных средств при наличии возможности.

2.3 Контрольно измерительные приборы

2.3.1 Измеритель акустический многофункциональный экофизика

«ЭКОФИЗИКА» (ЭКОФИЗИКА-110А комплектация “HF”) - это портативный многоканальный прибор, который может измерять звуковое давление, вибрацию и иные динамические физические процессы. «ЭКОФИЗИКА» обеспечивает прямое подключение измерительных микрофонов (до 4 каналов одновременно), датчиков вибрации и пульсаций давления (до 4 каналов одновременно), электрических и магнитных антенн (диапазон частот до 500 кГц) и иных измерительных зондов и первичных преобразователей. При соответствующей комплектации прибор выполняет функции шумомера 1 класса (ГОСТ 17187-81, ГОСТ 17187-2010, МЭК 61672-1), виброметра (ГОСТ ИСО 8041), анализатора спектров (ГОСТ Р 8.714-2010 (МЭК 61260)), узкополосного анализатора (БПФ), селективного микровольтметра, анализатора и регистратора сигналов напряжения, поступающих от различных первичных преобразователей, частотомера (ТТЛ).

Области применения прибора Экофизика-110А (Белая):

- Измерение вредных физических факторов (шум, вибрация, инфразвук, ультразвук, электромагнитное излучение и др.) на рабочих местах, в помещениях жилых и общественных зданий.
- Контроль шума на территории предприятий и жилой застройки, в санитарно-защитных зонах; калибровка шумовых карт.
- Измерение шумовых и вибрационных характеристик оборудования и строительных конструкций.
- Измерение звукоизоляции.
- Оценка воздействия вибрации на здания и сооружения.
- Аттестация помещений.
- Научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы [35, 36].



Рисунок 1 - Измеритель акустический многофункциональный

ЭКОФИЗИКА-110А

Таблица 2 - Технические характеристики измерителя «ЭКОФИЗИКА-110А»

Количество аналоговых входов	1
Разъем	Switchcraft-5pin (ТВ-5М)
Напряжение поляризации микрофонов	0 В, 200 В
Совместимые первичные преобразователи	Микрофоны с предусилителями Р200, Р110 IEPE (ICP-совместимые) датчики с адаптером 110А-IEPE Антенны П6-70, П6-71
Питание первичных преобразователей	+/-18 В (биполярное), ток до 10 мА
Частотный диапазон	0,5 Гц - 50 кГц
Диапазон входных напряжений	+/-18 В (пик)
Совместимые наборы измерительных программ	Инженерная виброакустика ЭФБ-110А, Санитарная виброакустика ЭФБ-110А, Цифровые измерители-DIN
Питание	автономное от комплекта аккумуляторов (4 х АА), внешнее через разъем USB; максимальное энергопотребление 500 мА
Память	энергонезависимая, более 4 гигабайт
Клавиатура	пленочная
Индикатор	TFT (320x240), цветной, диапазон рабочих температур от минус 20 С до +50 С
Интерфейс	USB (Master&Slave); DOUT (гальванически развязанный UART), DIN (порт для подключения цифровых датчиков)
Диапазон рабочих температур	от минус 10 С до +40 С
Рабочая относительная влажность	до 90% при +40 С (без конденсата)
Атмосферное давление	от 86 кПа до 108 кПа (645-810 мм рт.ст.)
Габаритные размеры (без первичных преобразователей)	238 мм х 86 мм х 35 мм
Масса	не более 600 г

Приборы ЭКОФИЗИКА-110А (Белая) реализуют прямые методы измерения звукового давления с использованием измерительных микрофонов. Звуковое давление преобразуется с помощью микрофона в сигнал

электрического напряжения и передается через блок согласования измерительного модуля 110А на аналого-цифровой преобразователь и сигнальный процессор, который осуществляет измерение данного сигнала и определение требуемых уровней звукового давления согласно параметров калибровки измерительного канала.

Для измерений звукового давления подсоедините измерительный микрофон к индикаторному блоку в соответствии со схемами подключения 1, 2. При оперативных измерениях микрофонный предусилитель можно подключать непосредственно к входному разъему индикаторного блока. В тех случаях, когда присутствие оператора в измерительной точке может привести к искажению результатов или затруднено по иным причинам, микрофонный предусилитель устанавливается в нужном месте с помощью штатива TRP001 и подсоединяется к индикаторному блоку с помощью удлинительного кабеля. При измерениях на открытом воздухе целесообразно использовать ветрозащиту W2 или W3. Однако если скорость ветра превышает 3÷4 м/с, результаты измерения будут искажены [19].

Перед выполнением измерений, необходимо произвести калибровку шумомера с помощью калибратора акустического АК-1000.

2.3.2 Калибраторы акустические АК-1000

Калибраторы акустические АК-1000 (далее – калибраторы) предназначены для создания звукового поля с уровнями 94 дБ и 114 дБ (отн. 20 мкПа) на частоте 1000 Гц, воздействующего на диафрагму микрофонов диаметром 1/2", оснащенных защитной сеткой и применяемых в составе шумомеров 1 или 2 класса по ГОСТ 17187-2010.

Калибратор представляет из себя портативное устройство, выполненное в форме цилиндра. На верхнем торце калибратора имеется приемное гнездо для установки стандартных микрофонов диаметром 1/2", на нижнем торце расположены кнопка включения (выключения), кнопка выбора уровня

звукового сигнала, индикатор состояния прибора и технологический разъем.

Калибратор состоит из акустической полости, предназначенной для установки внешнего микрофона, и системы генерации звукового давления. Все составные части калибратора выполнены в едином корпусе.

Элементы калибратора, не предназначенные для доступа пользователя, должны быть конструктивно защищены от внешнего вмешательства. Принцип действия калибратора основан на создании звукового давления с заданным уровнем с помощью установленного в камере излучателя. Синусоидальный электрический сигнал на вход излучателя подается от встроенного генератора [37].

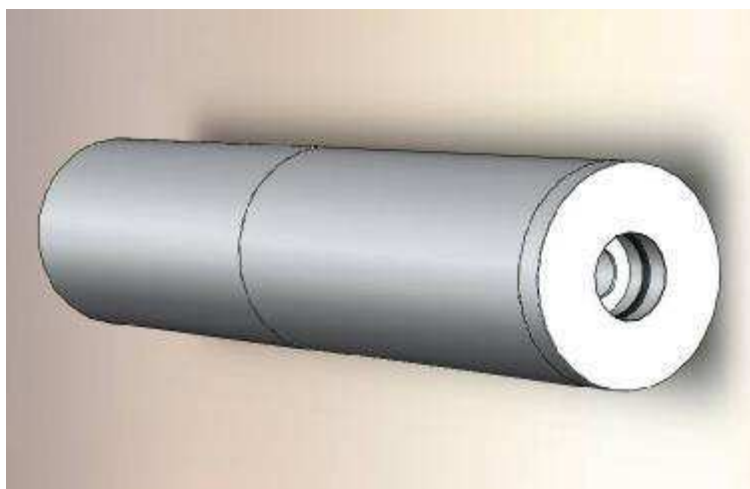


Рисунок 2 - Калибратор акустический АК-1000

Уровень звукового давления (УЗД) задается в зависимости от положения переключателя уровня. Стабилизация уровня осуществляется за счет обратной связи с использованием контрольного микрофона, размещенного в камере калибратора. Это позволяет минимизировать изменения УЗД от внешних условий и эффективного объема присоединяемого микрофона.

По техническим характеристикам калибраторы соответствуют требованиям ГОСТ Р МЭК 60942-2009, класс 1.

Таблица 3 - Метрологические и технические характеристики

Наименование характеристики		Значение характеристики
Воспроизводимый УЗД, дБ (отн. 20 мкПа)		94, 114
Пределы допускаемой основной погрешности воспроизводимого УЗД, дБ		$\pm 0,25$
Пределы допускаемой дополнительной погрешности УЗД, вызванной изменением температуры окружающего воздуха в диапазоне рабочих температур, дБ		$\pm 0,08$
Частота воспроизводимого звукового давления, Гц		1000
Пределы допускаемой основной относительной погрешности воспроизведения частоты звукового давления, %		$\pm 0,7$
Коэффициент нелинейных искажений, %, не более		2,5
Масса (с элементами питания), кг, не более		0,250
Габаритные размеры (длина×диаметр), мм, не более		158×35
Нормальные внешние условия	температура окружающего воздуха, °С	от 22 до 24
	относительная влажность воздуха, %, не более	от 45 до 55
	атмосферное давление, кПа	от 99 до 102
Рабочие условия эксплуатации	температура окружающего воздуха, °С	от минус 10 до 50
	относительная влажность воздуха (при температуре 40 °С), %, не более	90
	атмосферное давление, кПа	от 65 до 108

3 Геоэкологическая характеристика города Красноярск

Город Красноярск является административным центром Красноярского края и городского округа, а также самым восточным городом-миллионником и центром Восточно-Сибирского экономического района.

Климат Красноярска характеризуется резко континентальной направленностью, которая незначительно смягчается за счёт больших водных масс Красноярского водохранилища, не замерзающего зимой Енисея и окружающих горных массивов. На территории Красноярска периодически возникают незначительные землетрясения.

Население города по данным 2018 года составляет 1 052 218 человек.

В состав Красноярска входят семь административных районов: Железнодорожный, Ленинский, Кировский, Октябрьский, Советский, Свердловский, Центральный.



Рисунок 3 - Административная карта города Красноярск

В соответствии с тем, что Красноярск относится к крупным промышленным и транспортным городам, экологическая ситуация города находится в крайне напряжённом состоянии. Кроме того, высокие показатели загрязнения окружающей природы осложняются совокупностью природно-климатических факторов, масштабом и структурой техногенных воздействий на городскую среду, спецификой внутриквартального расположения основных индустриальных объектов

Лесной фонд по санитарно-гигиеническим показателям характеризуется второй стадией дигрессии и нуждается не только в культивировании, но и целенаправленном формировании и обустройстве зелёных насаждений.

Зелёные зоны Красноярска не полностью соответствуют требованиям, которые предъявляются к зонам для отдыха. К положительным моментам относится достаточная устойчивость к интенсивным рекреационным нагрузкам, разнообразие породного состава, а также высокие показатели ландшафтной и эстетической характеристик.

Основными зелёными зонами Красноярска являются: Центральный парк на базе соснового бора; парк «Роев ручей», крупнейший рекреационный комплекс — фанпарк «Бобровый лог».

В Красноярске источники загрязнения атмосферы многообразны, а состав выбросов отличается многокомпонентностью. Красноярск относится к городам, характеризующимся сверхвысоким уровнем загрязнения атмосферных слоёв поллютантами I и II класса опасности.

Этот город — крупнейший транспортный узел Восточной Сибири. Наличие Транссибирской железнодорожной магистрали, грузового маршрута на реке Енисей, крупного аэропорта, а также автодорог общегосударственного, республиканского и краевого значения оказывает сильное негативное влияние на общую экологическую обстановку Красноярска.

3.1 Сложившаяся экологическая ситуация

Кроме того, в городе расположены очень крупные предприятия металлургической, машиностроительной и химической промышленности, оказывающие активное влияние на процессы биогеоценоза и состояние воздушных масс.

Показатели суммарного индекса загрязнения атмосферных слоёв на основании исследования пяти приоритетных для города загрязняющих веществ находятся на максимально предельном уровне значения. Основные вещества, создающие очень высокие или просто высокие уровни атмосферного загрязнения, представлены: бенз(а)пиреном, формальдегидом, взвешенными веществами, диоксидом и оксидом азота.

В прошлом году в основу исследований качества почв в Красноярске были положены санитарно-химические, микробиологические, паразитологические, радиологические и энтомологические показатели безопасности. Результаты исследований зафиксировали уменьшение доли почв, не соответствующих нормативам по санитарно-химическим показателям почти на 10%.

Этот уровень на жилых территориях составил более 12%, вблизи детских учреждений и на детских площадках – почти 13%, в зоне санитарной охраны по источникам водоснабжения уровень загрязнённых почв снизился с 41 до 4%. Однако показатель в зоне влияния промышленных объектов и автомагистралей ежегодно возрастает и увеличился с 29 до 39%.

Зафиксировано снижение нестандартных почвенных проб по микробиологическим показателям. В целом эпидемиологическая ситуация по почвенному загрязнению оценивается как удовлетворительная.

В качестве питьевой население отдельных районов использует воду, обладающую высоким уровнем санитарно-химического, а также микробного загрязнения. Ежегодно растёт количество объектов, относящихся к

хозяйственно-питьевому водоснабжению города, которые по устройству и режиму эксплуатации не обладают соответствием установленным санитарным требованиям. Кроме того, вызывает серьёзное опасение состояние сильно обветшалых гидротехнических сооружений, возведённых более тридцати лет назад. Весеннее половодье, а также летние и осенние паводки ежегодно провоцируют рост численности аварийных сооружений. Учащение паводков — результат климатических изменений и антропогенных воздействий, среди которых незаконная вырубка леса по берегам, застройка речных пойм, распашка склонов.

Последние несколько лет стабильным ростом отличалась автомобилизация экономики и населения Красноярска. Город находится на втором месте в России по уровню относительной автомобилизации, где на тысячу жителей приходится 380 автомашин. Результатом этого показателя стал высокий уровень загрязнения городского воздуха. Наибольшее скопление автомобильного транспорта характерно для центральной части города.

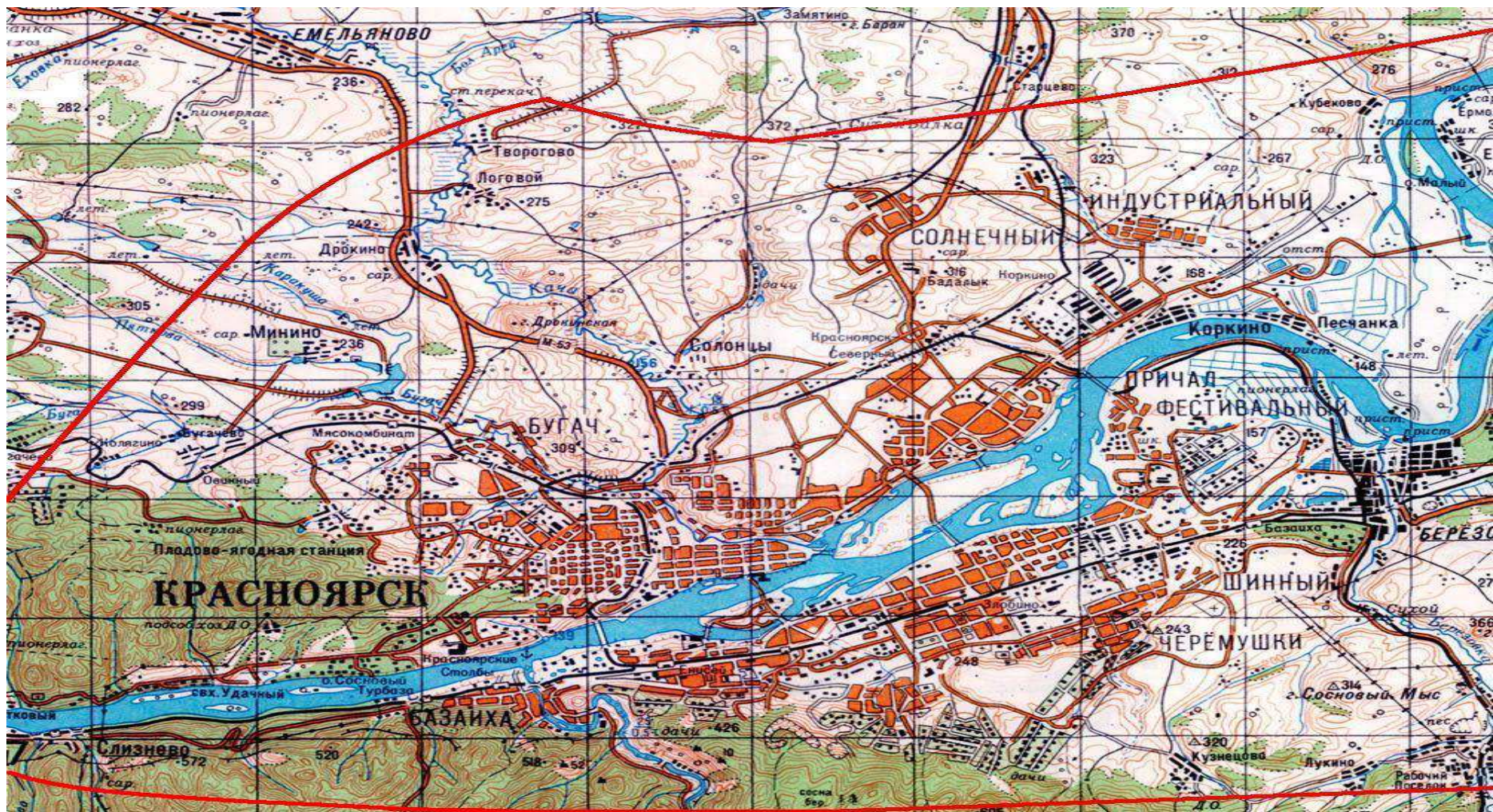


Рисунок 4 - Топографическая карта города Красноярск

3.2 Климатические особенности

Климат Красноярска континентальный с относительно морозной зимой и жарким летом с малым количеством осадков. Среднегодовая температура — $+1,6$ °C; среднегодовое количество осадков — 465 мм

Красноярск находится в зоне умеренного резко континентального климата в южной части Красноярского края. Континентальность климата в черте города несколько смягчается под влиянием незамерзающего зимой Енисея и Красноярского водохранилища.

Благодаря континентальности климата часты значительные перепады суточных температур воздуха даже летом — 15-20 градусов между ночными и дневными температурами.

Средняя температура воздуха в Красноярске по данным многолетних наблюдений составляет $+1,2$ °C. Наиболее тёплый месяц — июль, его средняя температура $+18,7$ °C. Наиболее холодный месяц — январь, его средняя температура $-16,0$ °C. Самая высокая температура, отмеченная в Красноярске за весь период наблюдений — $+36,4$ °C (21 июля 2002 года), а самая низкая $-52,8$ °C (8 января 1931 года). По неофициальным сведениям в 1901 году в окрестностях города отмечалась температура $+40,1$ °C.

Стоит отметить, что в последние годы климат Красноярска стал мягче, и последний раз в текущем десятилетии столь низкие экстремальные температуры были зарегистрированы только в 2001 году $-43,4$ °C (8 января 2001 года). В этом же году в Красноярске был отмечен абсолютный минимум февраля ($-41,6$ градусов) и мая ($-11,2$ градусов).

Вследствие резкой континентальности климата абсолютный месячный минимум температуры в Красноярске в ноябре на $0,7$ градусов ниже, чем в феврале ($-42,3$ и $-41,6$ градусов соответственно), а абсолютный максимум температуры в апреле на $0,1$ градусов выше, чем в сентябре ($+31,4$ и $+31,3$ градусов соответственно).

Устойчиво положительная среднесуточная температура воздуха устанавливается в среднем 22 апреля, а устойчивая отрицательная температура — 2 октября.

Зима в Красноярске характеризуется достаточно морозной погодой, часты оттепели. Осадки выпадают, как правило, в виде снега. Зима в городе начинается в среднем в начале ноября с момента становления устойчивого снежного покрова и длится до последней декады марта, когда дневные температуры устойчиво становятся положительными, что вкуче с высокой солнечной радиацией, приводит к разрушению снежного покрова. Среднесуточная температура ниже $-6\text{ }^{\circ}\text{C}$ длится с 18 октября по 8 апреля ниже $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ — с 26 октября по 27 марта. А ниже $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ 9 ноября по 15 марта. 17 и 18 января оттепели исключены, а 7 и 8 января температура может опуститься ниже -50 градусов (-52.1 и -52.8 градусов в 1931 году). Первый мороз ниже -20 градусов отмечен 16 октября, первый мороз ниже -30 градусов отмечен 5 ноября, первый мороз ниже -40 градусов отмечен 25 ноября. Последний мороз ниже -40 градусов отмечен 10 февраля, последний мороз ниже -30 градусов отмечен 12 марта, последний мороз ниже -20 градусов отмечен 8 апреля. Самым холодным днём года является 8 января. Максимум возможной высоты снежного покрова составляет в октябре 27 см, в ноябре 54 см, в декабре 55 см, в январе 58 см, в феврале 56 см, в марте 62 см, в апреле 61 см. Самый холодный декадный и суточный максимум температуры отмечается во второй декаде января. В Красноярске различают следующие подсезоны зимы:

Первозимье — с 4 по 28 ноября;

Коренная зима — с 29 ноября по 7 марта;

Перелом зимы — с 8 марта по 22 марта.

Таблица 4 - Максимальная и минимальная среднемесячная температура (1914-2018 гг.)

Месяц	Янв	Фев	Мар	Апр	Май	Июн	Июл	Авг	Сен	Окт	Ноя	Дек
Самый тёплый, °С	-5,2	-5,6	0,2	8,6	14,6	19,9	23,2	18,3	12,8	6,3	-1,2	-5,8
Самый холодный, °С	-28,6	-25,6	-14,3	-3,5	5,3	12,3	15,9	12,5	4,9	-4,0	-18,2	-27,0

Таблица 5 - Число дней с различными явлениями

Месяц	Янв	Фев	Мар	Апр	Май	Июн	Июл	Авг	Сен	Окт	Ноя	Дек	Год
Дождь	0,4	0,5	3	12	18	16	15	17	17	15	5	0,9	120
Снег	20	16	16	13	5	0,2	0	0	2	14	22	22	130
Туман	1	0,7	0,4	0,1	0,4	0,3	1	2	2	1	0,7	0,8	10
Гроза	0	0	0	0,2	2	5	7	5	0,9	0,03	0	0	20
Роса	0	0	0,03	0,09	2	12	15	16	9	0,6	0	0	55
Иней	10	11	12	8	4	0,4	0	0,2	5	9	8	9	77
Метель	7	6	4	0,8	0,1	0	0	0	0	0,5	6	8	32
Позёмок	3	3	2	0,3	0,03	0	0	0	0	0,3	4	4	17
Изморозь	6	4	2	0,06	0	0	0	0	0	0,3	2	5	19

Весна наступает в третьей декаде апреля, когда дневные температуры устойчиво положительные и начинается быстрое разрушение снежного покрова. Среднесуточная температура переходит отметку в 0 °С, в среднем, 9 апреля, отметку в 5 °С — 27 апреля, а отметку в 10 °С — 14 мая. Осадков выпадает больше, чем зимой, но относительная влажность воздуха ниже (58 % в апреле и 55 % в мае).

Последний мороз ниже –30 градусов отмечен 12 марта. Последний мороз ниже –20 градусов отмечен 8 апреля. Последний мороз ниже –10 градусов отмечен 2 мая. Весной погода весьма изменчива: в отдельные годы уже в конце апреля возможны температуры до +30 градусов, несмотря на то, что заморозки возможны в любой день мая. Высота снежного покрова в мае в начале месяца может достигать 24 см. Подсезоны весны:

- Снеготаяние: 24 марта — 24 апреля
- Оживление весны: 25 апреля — 9 мая
- Разгар весны: 10 мая — 23 мая;
- Предлетье: 24 мая — 8 июня

Летняя погода устанавливается, в среднем, 9 июня, когда среднесуточная температура воздуха приближается к 15 °С. Лето характеризуется тёплой погодой и наибольшим количеством осадков. Лето в Красноярске характеризуется большими перепадами суточной температуры, а также периодическими наплывами охлаждённого северного воздуха. В начале июня 2015 года было замечено выпадение снежных осадков, а самая поздняя дата последнего заморозка-10 июня 1921 года (-1.1 градусов). 11 июня-первый день, когда в Красноярске ни разу не отмечались заморозки. Самый тёплый день в году в среднем-15 июля, в этот же день отмечается самый тёплый суточный минимум температуры за год. Подсезоны лета: Начало лета — с 9 июня по 7 июля Полное лето — с 8 июля по 31 июля; Спад лета — с 1 августа по 20 августа.

Осень наступает в среднем 20 августа, когда температура опускается ниже 15 °С. Первого сентября температура опускается ниже 10 °С, а 18

сентября — ниже 5 °С. 4 сентября-последний день, когда в Красноярске никогда не отмечались заморозки.

Первые заморозки в воздухе случаются, как правило, после первых чисел сентября, самый ранний заморозок (−0,5 °С) был отмечен 21 августа 2006 года, 30 августа 1981 года (-0.3 градуса), и 30 августа 2014 года (-1,1 градуса). Первый мороз ниже −10 градусов отмечен 2 октября. Высота снежного покрова в конце сентября может достигать 17 см. Самая первая дата первого заморозка в сентябре- 2 число. 2 сентября - последний день, когда в Красноярске ни разу не отмечалось заморозков, с 2 сентября (кроме 4 числа) заморозки возможны в любой день.

В Красноярске наблюдается тенденция к росту средней температуры воздуха и количества осадков. В 1981—2010 годах относительно 1971—2000 годов средняя температура декабря понизилась на 0.6 градуса, а летних месяцев повысилась на 0.2 градуса. На текущий 21 век приходится 3 месячных максимума температуры по месяцам: марта в 2017 году, мая в 2004 году и июля в 2002 году, а также абсолютный годовой максимум температуры, и 4 месячных минимума температуры; февраля и мая в 2001 году, августа в 2014 году и июля в 2018 году.

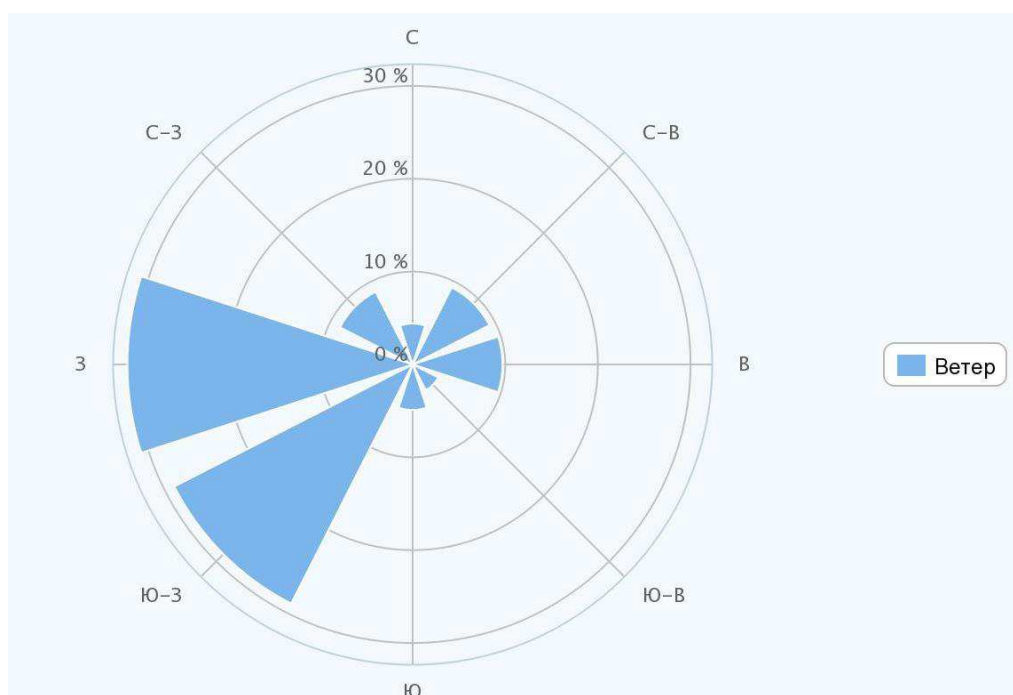


Рисунок 5 - Роза ветров города Красноярск за 2018 год.

4 Исследование шумового загрязнения улиц микрорайона ГорДК города Красноярска транспортными потоками

4.1. Общие сведения об организации дорожного движения

Для проведения исследования выбраны следующие улицы микрорайона ГорДК г. Красноярска: улица Высотная, улица Кравченко, Свободный проспект, улица Копылова, улица Ладо Кецховели, улица Киренского.

Исследование интенсивности производилось движения по методике, включающей замеры транспортных потоков по направлениям движения в «часы пик»: утренние, вечерние и в обеденное время. Производилась видеосъемка по 15 минут, подсчитывалось количество и состав транспортных потоков по направлениям, полученные результаты умножались на 4 для получения часовой интенсивности движения на рассматриваемых пересечениях. После чего полученные значения преобразовывались часовую интенсивность движения транспортных потоков в приведенных единицах (к легковому автомобилю) с учетом соответствующих коэффициентов приведения интенсивности: 0,5 – мотоциклы; 1 – легковые ТС; 2,5 – автобусы; 3 – грузовые ТС.

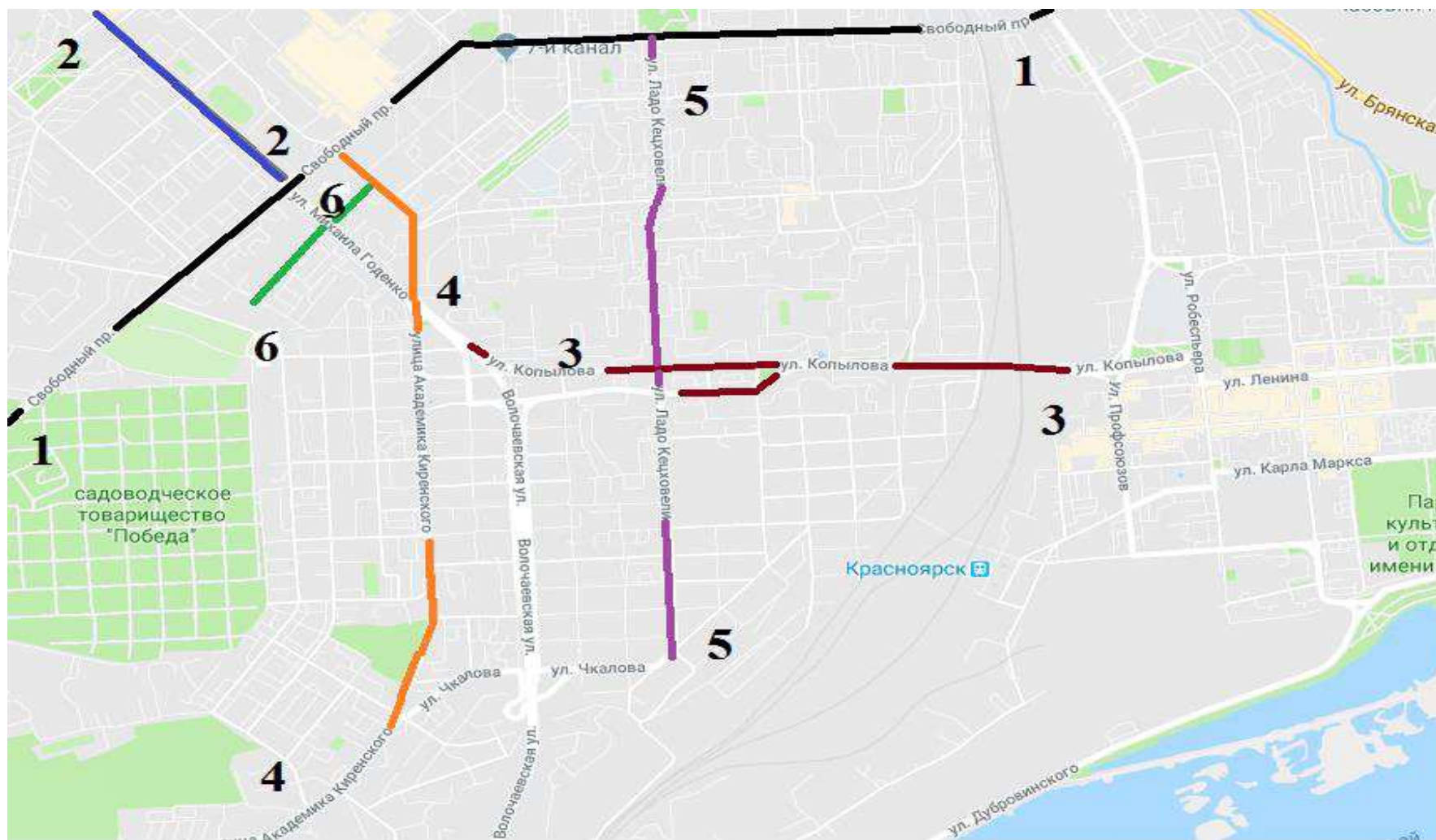


Рисунок 6 – 1- Проспект Свободный, 2 - ул. Высотная, 3- ул. Копылова, 4- ул. Киренского, 5 – Ладó Кецо̀вели
6 - ул. Кравченко

После чего полученные значения преобразовывались часовую интенсивность движения транспортных потоков в приведенных единицах (к легковому автомобилю) с учетом соответствующих коэффициентов приведения интенсивности: 0,5 – мотоциклы; 1 – легковые ТС; 2,5 – автобусы; 3 – грузовые ТС [34]. Итоговая информация заносилась в протоколы измерений.

Характерным является закономерность, что в утренние часы «пик» значительный транспортный поток движется в направлении из Северо-западного микрорайона в Центральный район, а в вечерние часы «пик» в обратном направлении. Анализируя состав транспортных потоков можно сделать вывод, что доля грузового и общественного транспорта не велика.



Рисунок 7 - Проспект Свободный.



Рисунок 8 - ул. Высотная

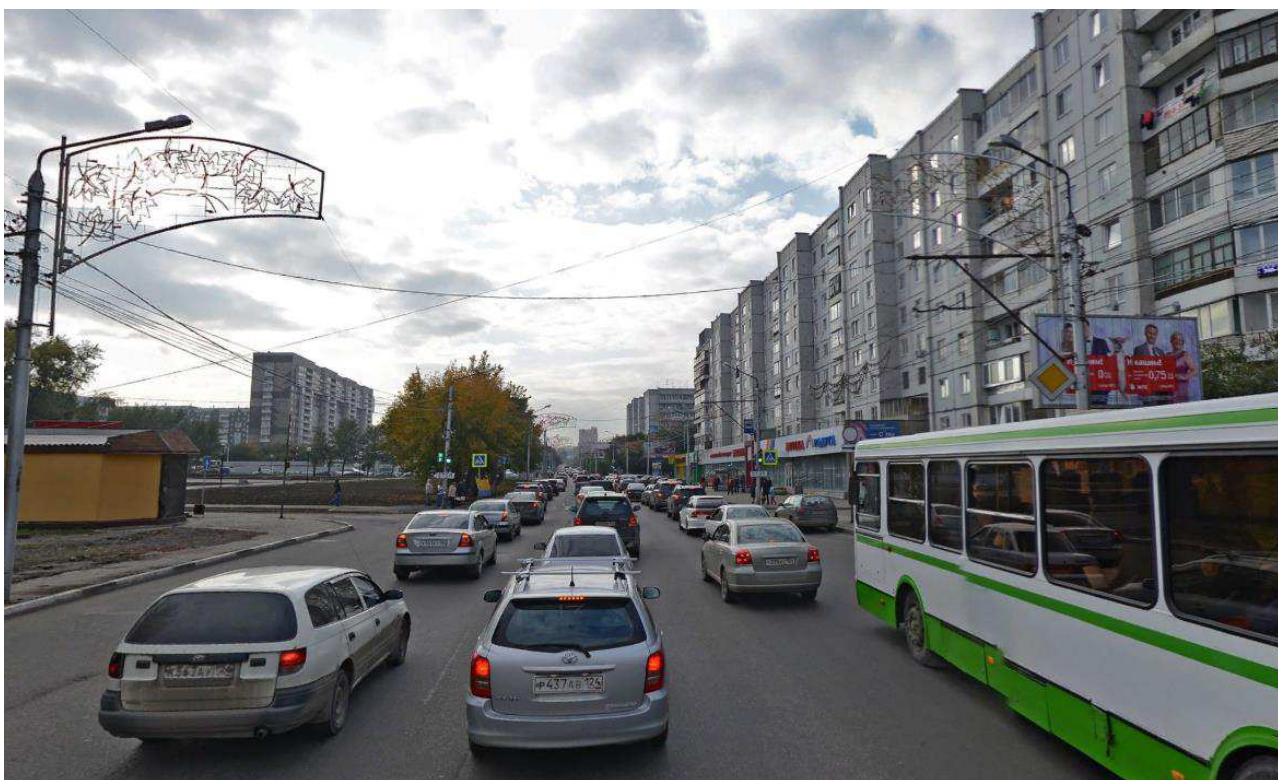


Рисунок 9 - ул. Копылова

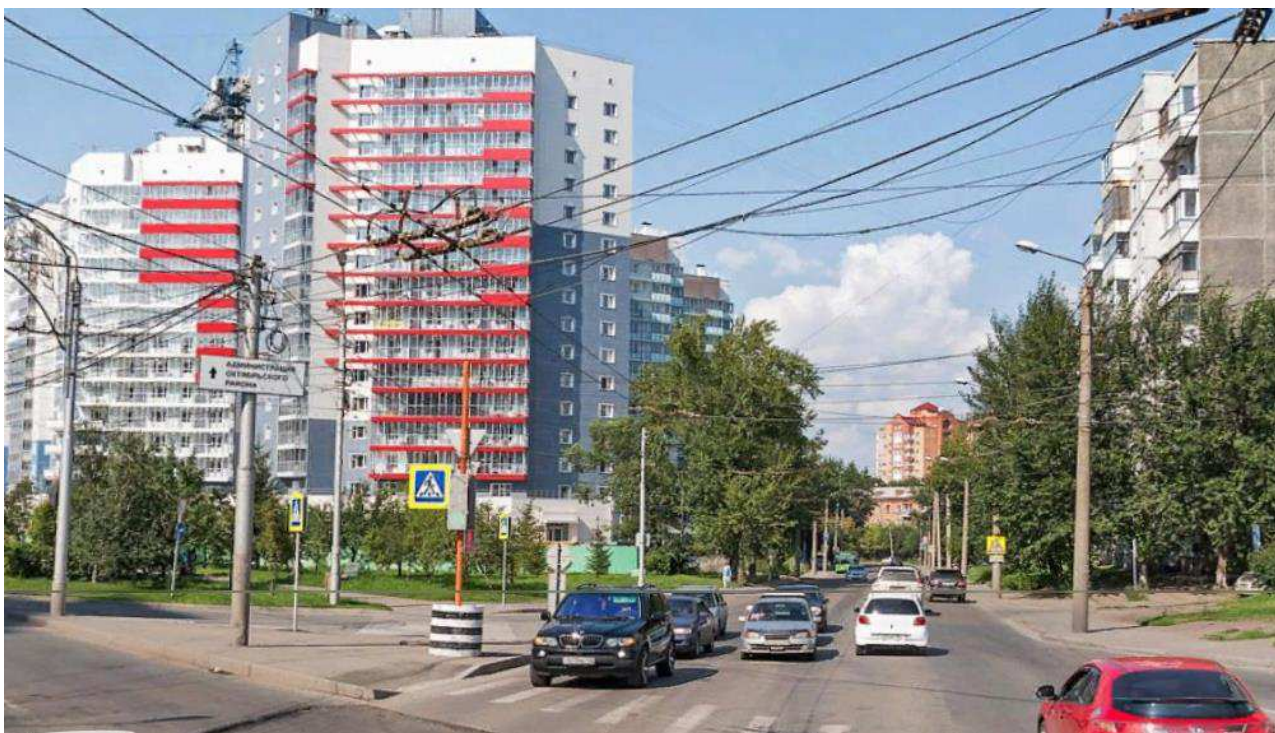


Рисунок 10 - ул. Киренского

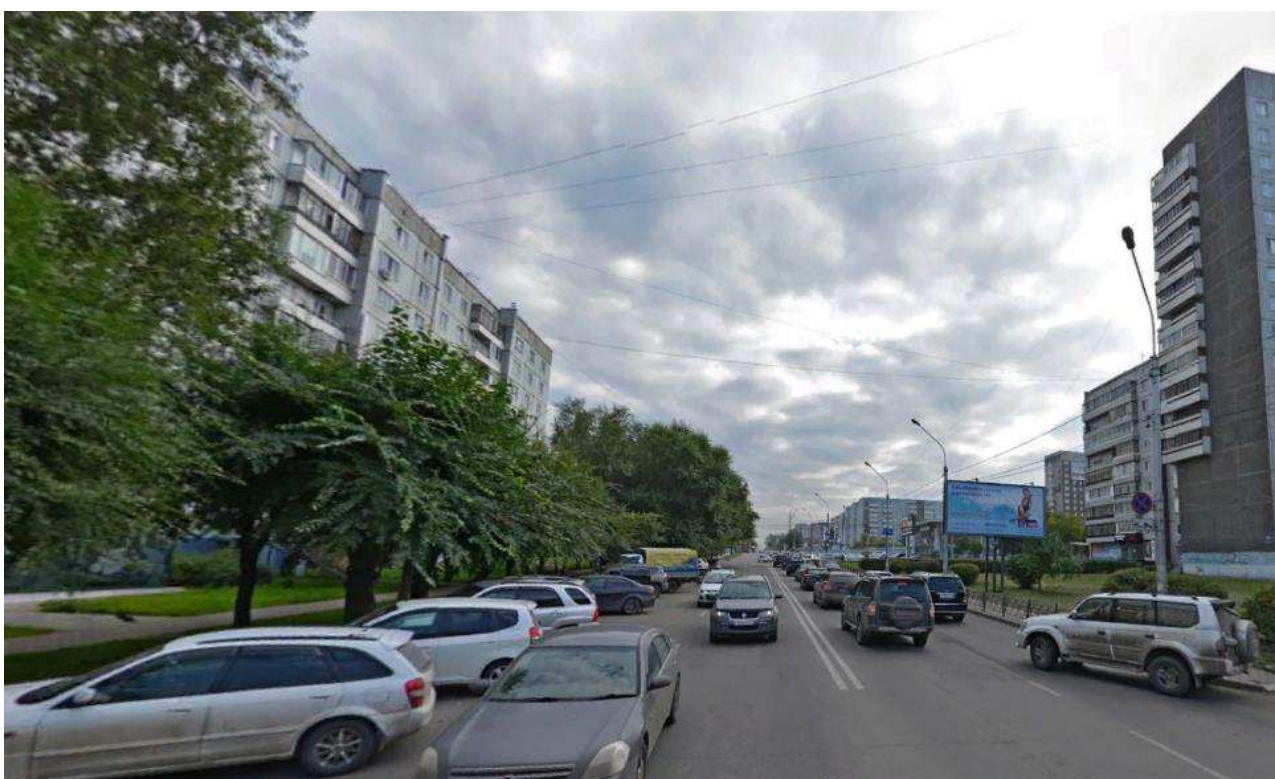


Рисунок 11 - ул. Ладо Кецховели

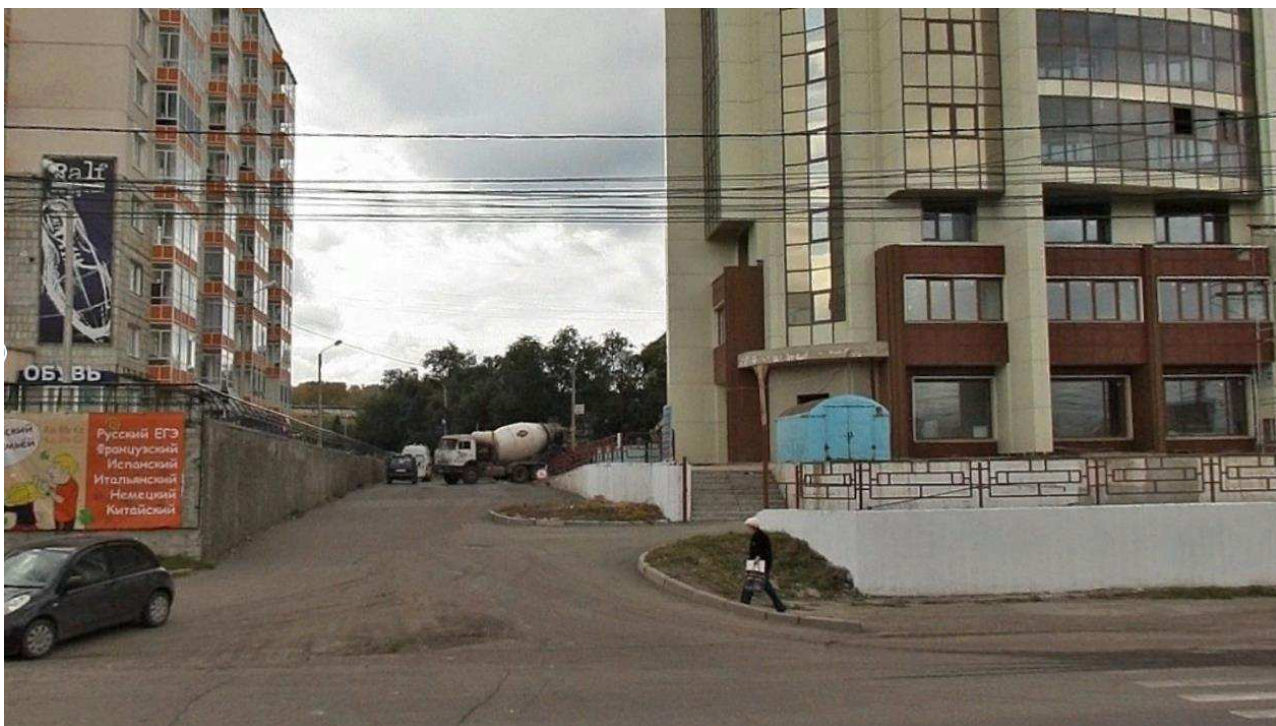


Рисунок 12 - ул. Кравченко

Таблица 6 - Протокол интенсивности движения

Улица	Интенсивность движения, авт/ч				Интенсивность движения ед/ч	Доля общественного и грузового транспорта, %
	легковые	автобусы	троллейбусы	грузовые		
Свободный проспект	3363	51	11	52	3477	3
Высотная	4008	123	27	125	4283	6
Копылова	3360	66	15	68	3509	4
Киренского	1199	41	7	36	1283	6
Ладо Кецховели	381	10	0	24	415	8
Кравченко	645	64	8	16	733	12

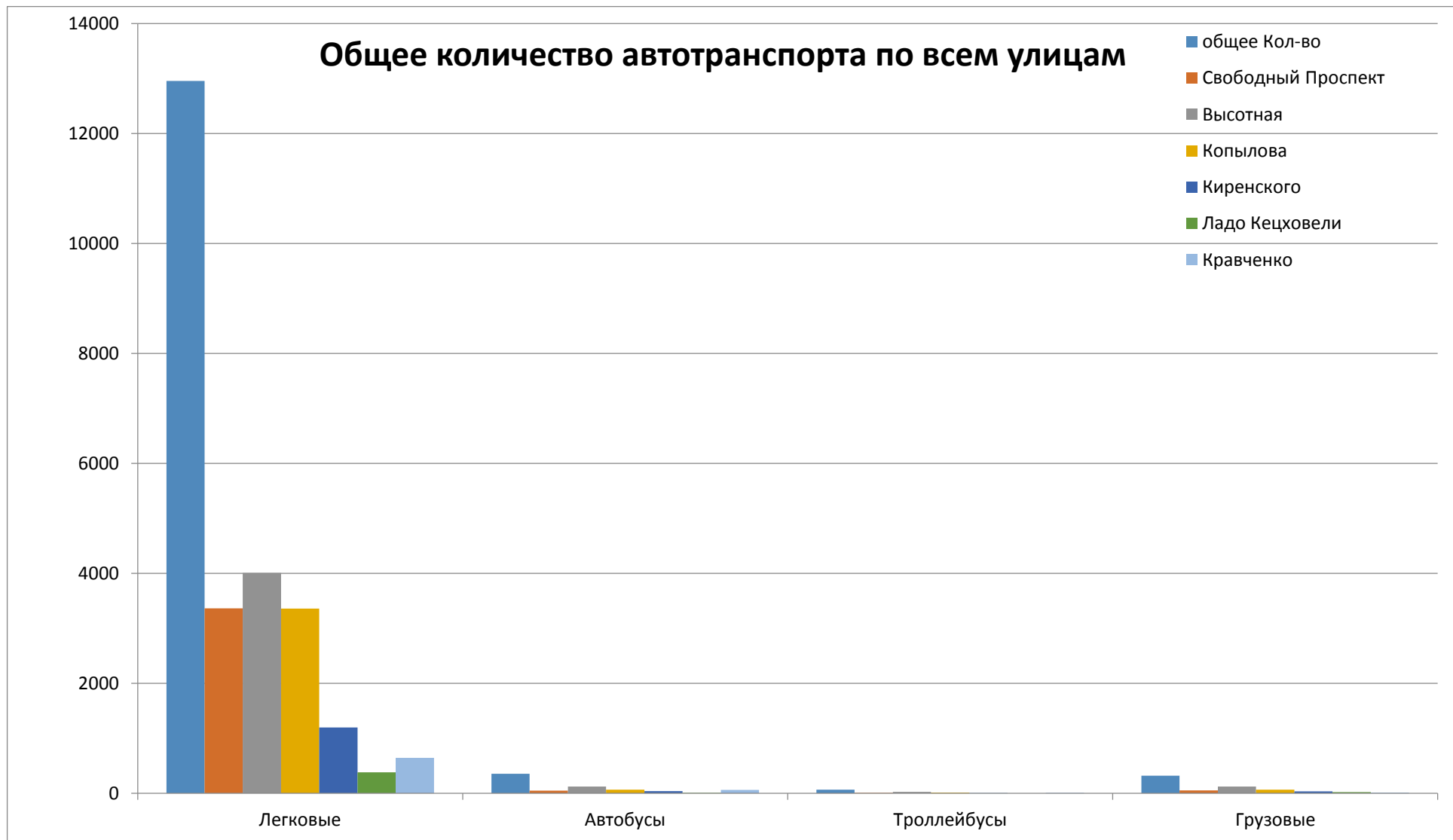


Рисунок 13 - Общее количество автотранспорта каждой группы по отчетным улицам

По графику (рисунок 13) видно, что основная доля транспортного потока по данным улицам представлена легковым транспортом, доля от общего потока для грузового транспорта и автобусов лежит в пределах 3-12 %

4.2 Результаты замеров

Используя данные натуральных измерений были высчитаны результаты уровня шума, которые приведены в таблице 7.

Условия проведения измерений: Дата 01.07.2019.

Временная характеристика шума: непостоянный шум – прерывистый.

Результат проверки работоспособности шумомера акустическим калибратором до/после проведения измерений: 113.8/113.9 дБА.

Микрофонный предусилитель P200, зав.№ 164998.

Микрофонный капсуль М-201, № 02139.

Ветрозащита W2 не применялась.

Микрофонный кабель EXC002R не применялся.

Ветер – 3 м/с.

Дождь – отсутствует.

Температура воздуха - +17 °С.

Таблица 7 – Значения эквивалентного уровня шума улиц района ГорДК города Красноярск «час пик».

Месторасположение дороги	Эквивалентный уровень шума, дБ		
	утро	день	вечер
Свободный проспект	64,2	58,7	66,1
Высотная	61,2	57,5	63,3
Копылова	62,7	57,2	61,5
Киренского	58,5	52,9	57,7
Ладю Кецховели	48,5	42,8	46,4
Кравченко	55,2	49,7	56,4

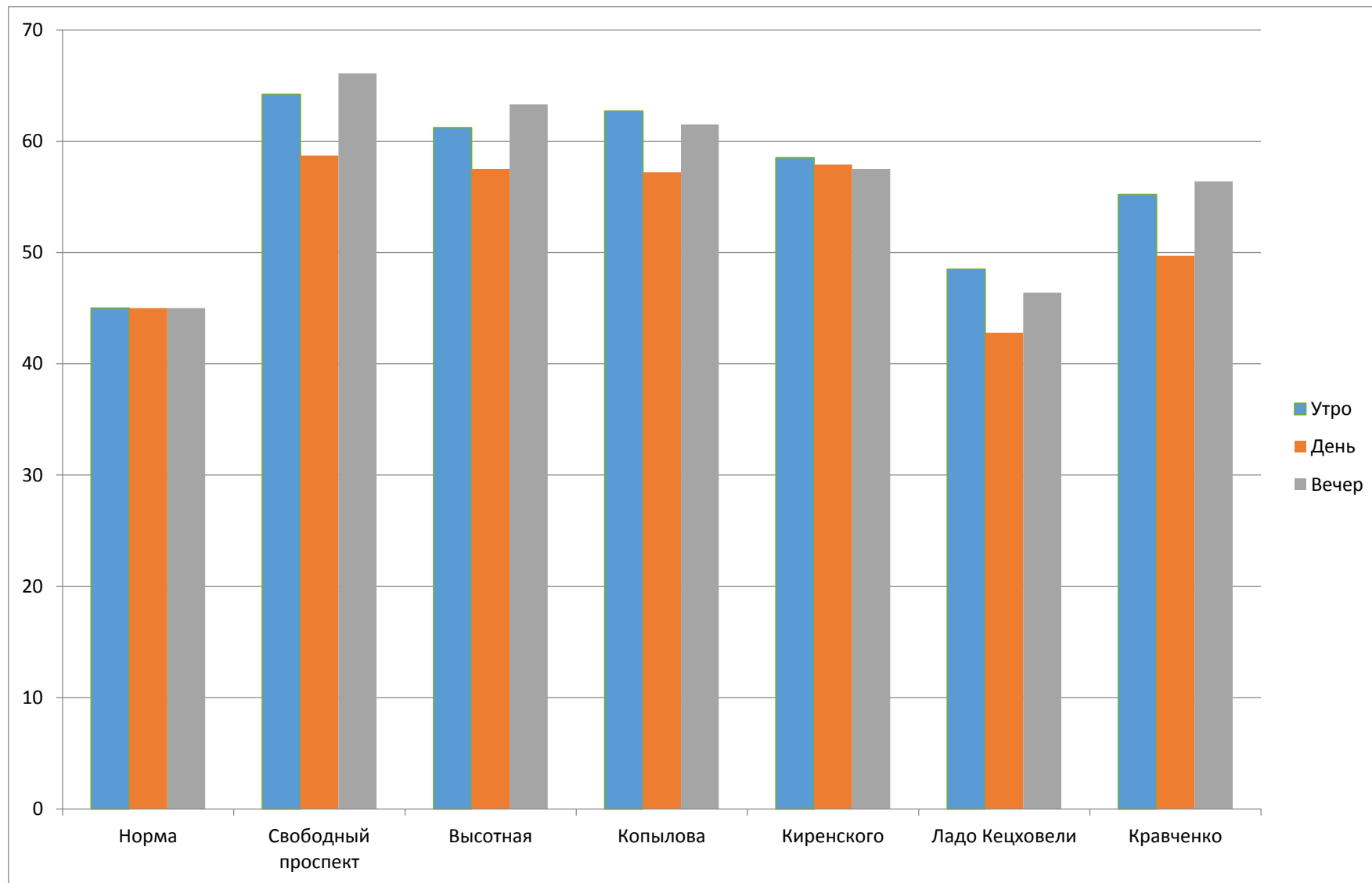


Рисунок 14 – Показатели уровня шумового воздействия

5 Оценка шумового воздействия от автотранспорта в районе ГорДк города Красноярска

Используя данные по уровню эквивалентного шума на улицах микрорайона ГорДК города Красноярск, была составлена карта шумового загрязнения и разработана легенда к этой карте (рисунок 7). С помощью различных цветов составляется карта, с использованием рассчитанных значений. Рекомендуется разбивать весь диапазон эквивалентных уровней звука на группы, например от 65 до 70, от 70 до 75, от 75 до 80 дБ, и для каждой группы устанавливать определенный цвет (таблица 8) [20].

Таблица 8 - Использование цвета на карте в зависимости от уровня звука

Уровень звука на границе зон, дБ	Цвет
До 35	Светло-зеленый
От 35 до 40	Средне-зеленый
От 40 до 45	Темно-зеленый
От 45 до 50	Желтый
От 50 до 55	Темно-желтый
От 55 до 60	Оранжевый
От 60 до 65	Розовый
От 65 до 70	Красный
От 70 до 75	Бордовый
От 75 до 80	Фиолетовый
> 80	Синий

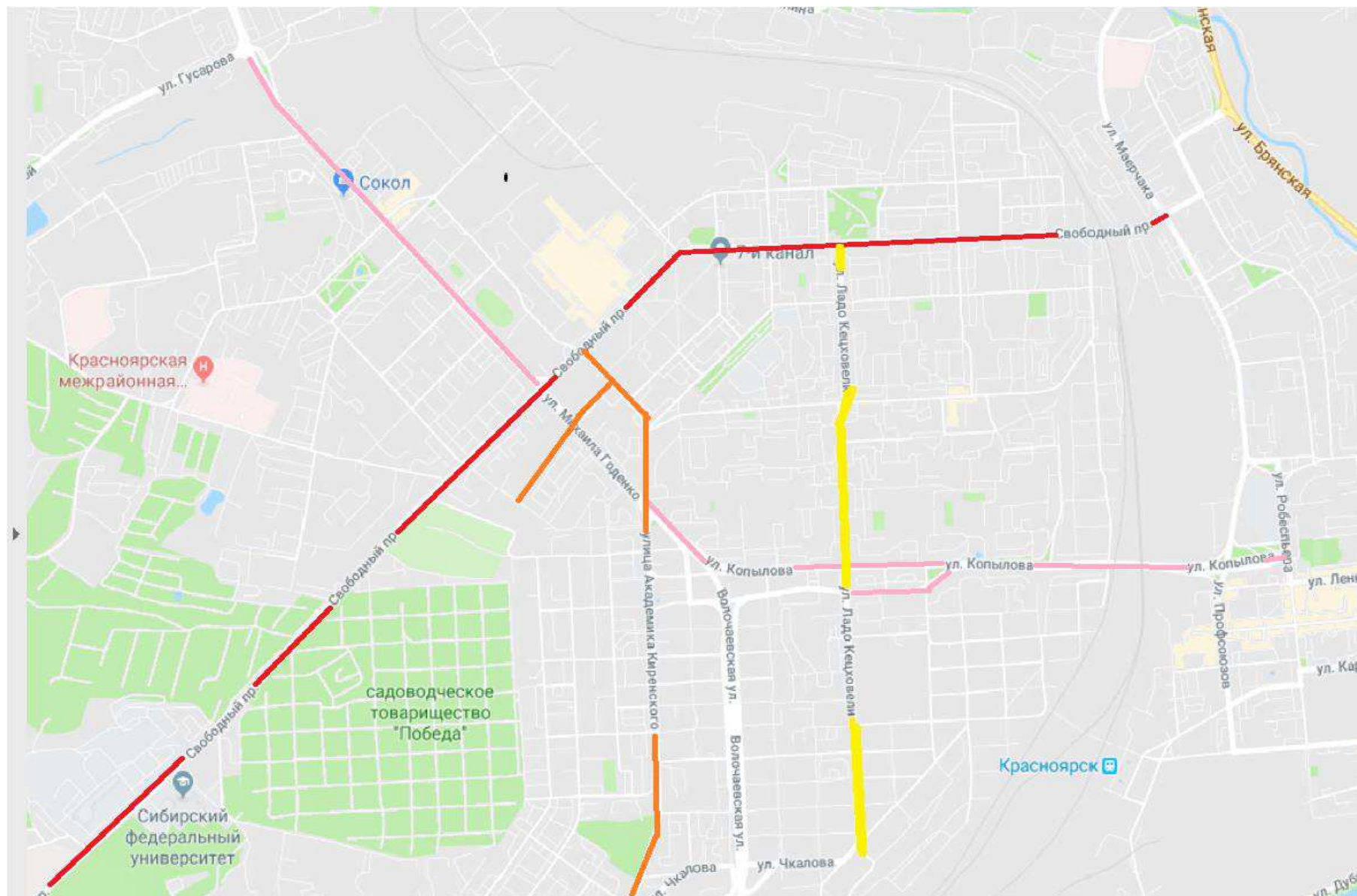


Рисунок 15 – Карта шумового загрязнения микрорайона ГорДК города Красноярск

На карте видно, что преобладающими цветами являются розовый и оранжевый, соответственно лидируют высокие значения уровней шума от 55 до 65 дБ. Зеленого цвета на карте нет, соответственно, не наблюдается уровней шума не превышающих допустимые нормы.

Наибольший уровень шума присутствует на проспекте Свободный. В случае с проспектом Свободным, высокий уровень шума объясняется малой шириной дорожного полотна, при большой интенсивности движения.

Самыми низкими уровнями звука наблюдается на улице Ладо Кецховели. Это связано с оптимальной шириной дорожного полотна относительно интенсивности движения. Кроме того, общая интенсивность движения на улице Ладо Кецховели наименьшая из рассматриваемых улиц;

Несмотря на довольно высокий уровень шума на улице Копылова, стоит отметить ее оптимальное расположение относительно городских сооружений и жилых домов. Хотя показатели уровня шума непосредственно у дороги имеют высокие значения, из-за отдаленности жилых домов от дорожного полотна, он значительно снижается непосредственно у жилого сектора.

В случае с улицей Кравченко, прослеживается как малая ширина дорожного полотна относительно интенсивности движения, так и большой процент общественного и грузового транспорта.

5.1 Методы защиты от шумового воздействия

Мероприятия по защите прилегающей территории от транспортного шума определяются категорией автомобильной дороги, интенсивностью движения, характером территории и ее застройки (таблица 9).

Таблица 9 - Мероприятия по шумозащите прилегающей территории от транспортного шума

Тип (категория) дорог	Характеристик и застройки прилегающей территории	Мероприятия по шумозащите прилегающей территории от транспортного шума
Загородные автомобильные дороги	Отдельные малоэтажные здания и строения	создание буферных зон; трассирование с использованием существующих форм рельефа; устройство выемок мелкого заложения традиционного очертания с пологими откосами, не круче 1:3 – 1:4; устройство «шумозащитных выемок»: выемок мелкого заложения до 1(2) м с крутым внешним откосом со стороны защищаем территории, при необходимости обеспечения устойчивости откоса, с устройством подпорной стенки из не дорогих, преимущественно местных материалов (дерево, каменная кладка, армированный грунт, габионы и т.п.); шумозащитные валы шумозащитные экраны малой высоты.
Пригородные участки автомобильных дорог: подходы к крупным городам и в зоне не больших населенных пунктов	Малоэтажная застройка средней плотности	устройство выемок; устройство «шумозащитных выемок»; устройство выемок с подпорной стенкой; шумозащитные валы шумозащитные экраны малой и средней высоты; комбинация указанных выше мероприятий; в случае автомобильных дорог с высокой интенсивностью движения частичная или полная изоляция проезжей части (тоннели, галереи); комбинация указанных выше мероприятий.
Городские улицы и дороги	Плотная многоэтажная застройка	организация движения грузовых автомобилей вне селитебных территорий (выделение городских дорог грузового движения); полное или частичное (по времени) ограничение или запрещение движения грузовых автомобилей; организация движения ограничение скорости, до 30 км/час «успокоение движения»; развитие общественного транспорта; шумозащитные экраны средней и большой высоты; полная или частичная изоляция проезжей части (тоннели, галереи); комбинация указанных выше мероприятий.
Улицы и дороги в центральной части крупных городов	Плотная многоэтажная застройка с малым расстояниями между фасадами зданий	шумозащитные экраны большой высоты; полная изоляция проезжей части (тоннели, галереи); комбинация указанных выше мероприятий.

Схемы наиболее часто встречающихся конструкций сооружений представлены на рисунке 16 [21].

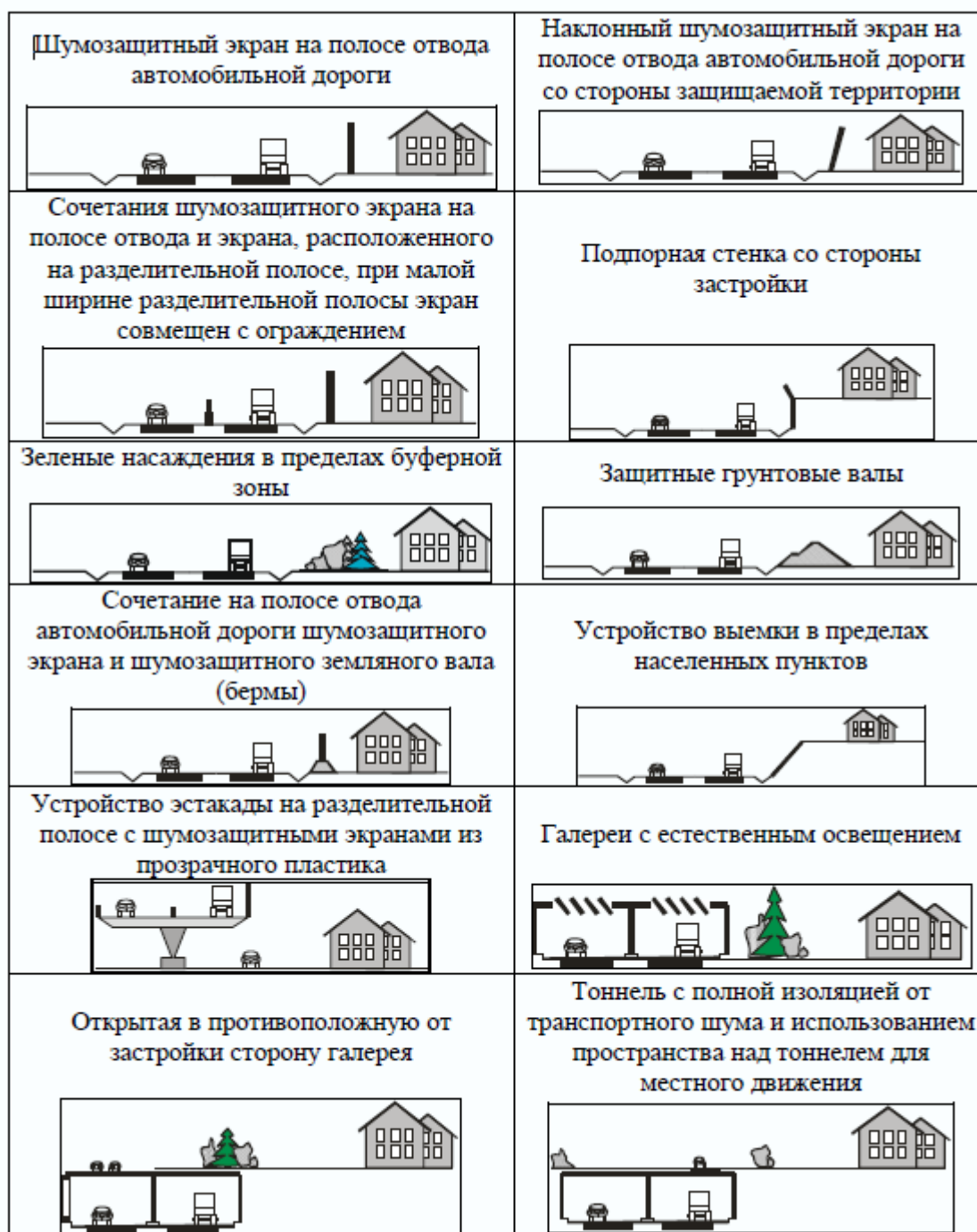


Рисунок 16 – Схемы наиболее часто реализуемых шумозащитных сооружений

5.2 Варианты защиты от шумового воздействия микрорайона ГорДк города Красноярска

5.2.1 Проспект Свободный

На рисунке 17 на участке дороги от зданий СФУ до пересечения с улицами Михаила Годенко – Высотная здания жилой застройки находятся в существенной отдаленности от проезжей части. В связи с этим есть возможность на этом участке использовать зеленые насаждения в качестве мероприятия по снижению уровня шума. Во-первых, это не испортит внешний вид прилегающего к проезжей части городского пространства. Во-вторых, учитывая отдалённость жилой застройки от проезжей части, радикальных мер не требуется.

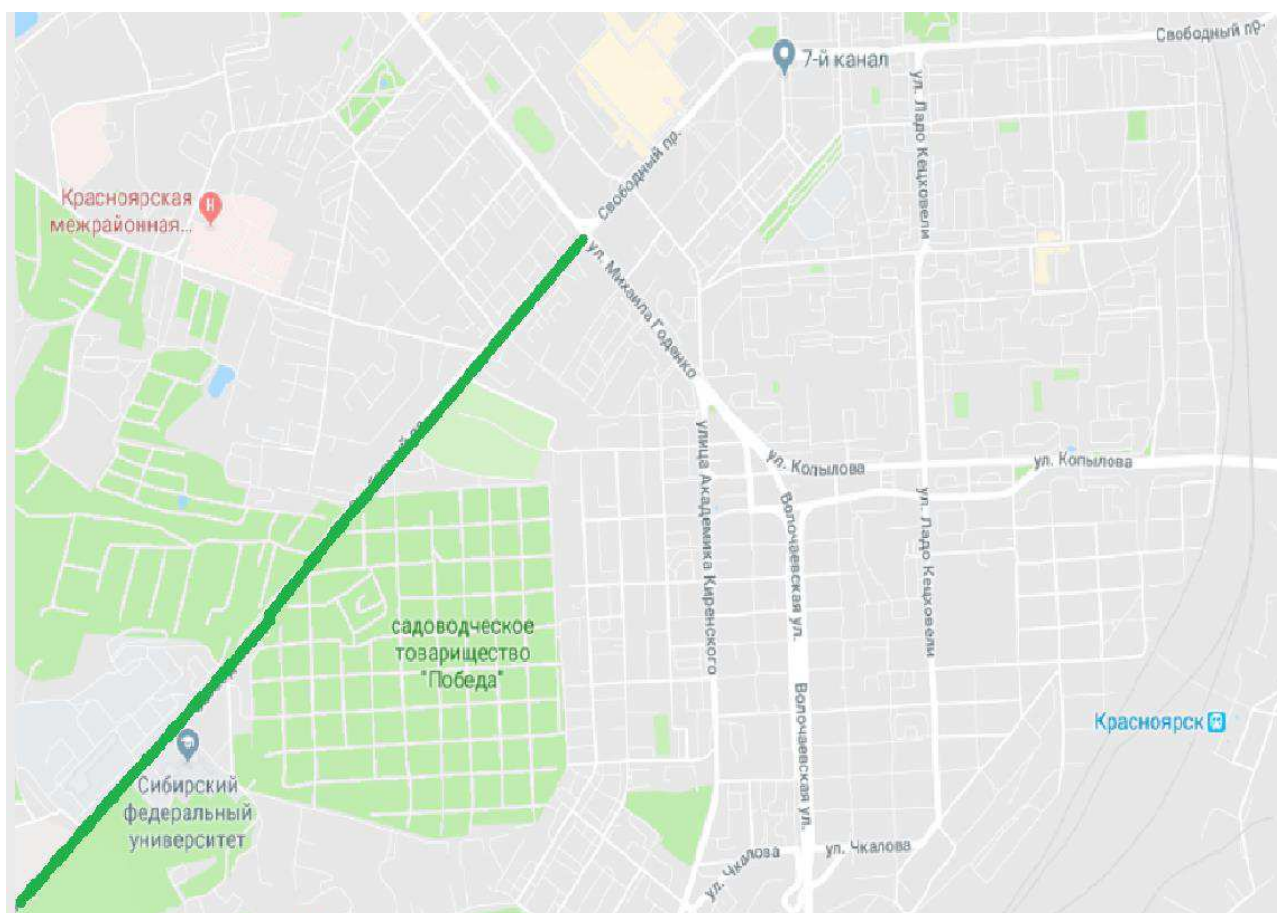


Рисунок 17 – Проспект Свободный участок 1

На рисунке 18 участок от пересечения с улицами Михаила Годенко – Высотная до пересечения с улицей Красномошкoвская жилая застройка находится в непосредственной близости от дороги. Существует альтернативный маршрут движения, минуя проспект Свободный, но он существенно не меняет картину в целом. Поэтому единственным решением на данном участке дороги остается установка звукопоглощающих панелей.

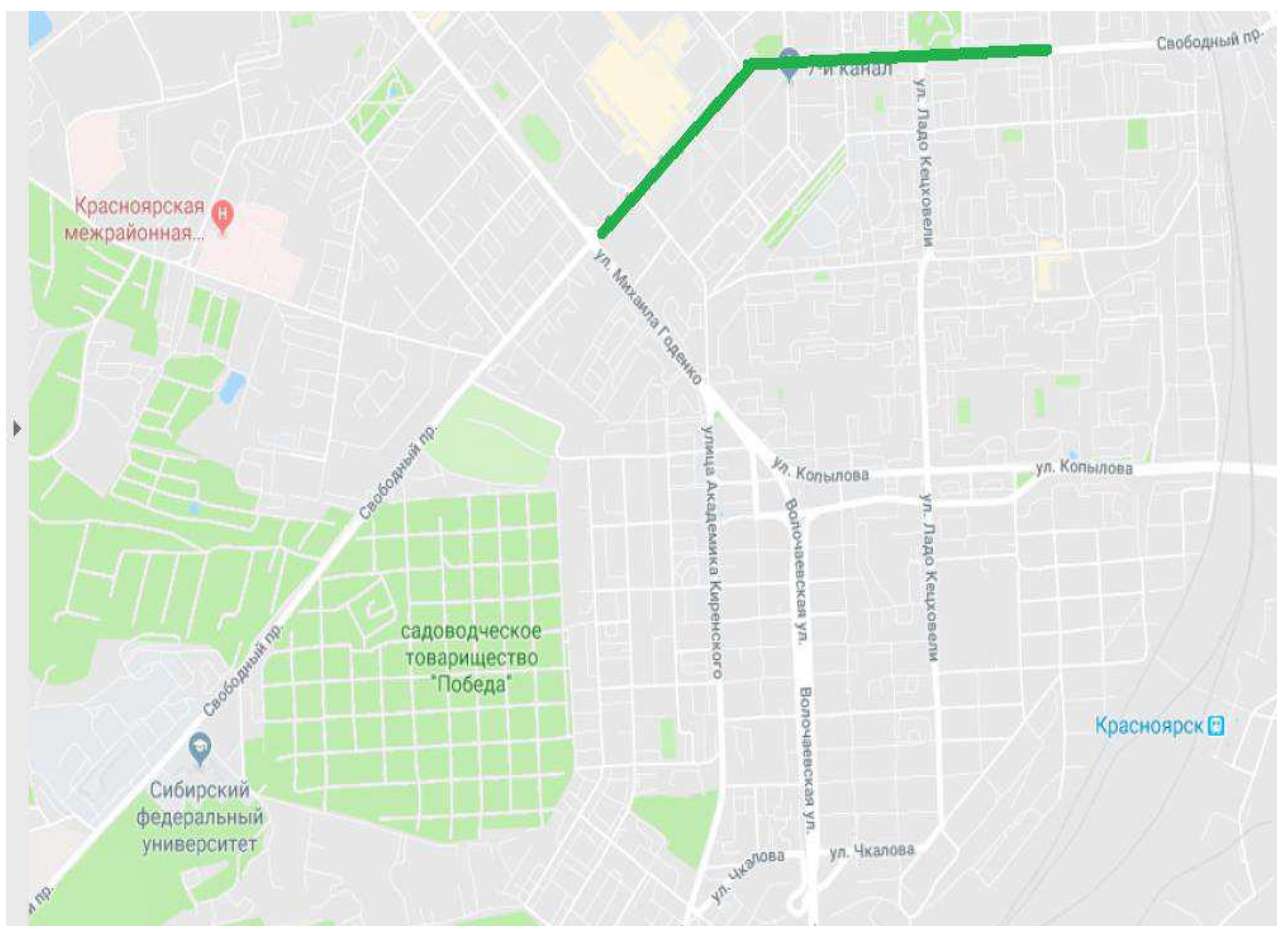


Рисунок 18 – Проспект Свободный участок 2

На рисунке 19 участок от пересечения с улицей Красномошкoвская до пересечения с улицей Маерчака дорожное полотно находится в углублении, звукопоглощающие панели на этом участке уже установлены, поэтому никакие дополнительные мероприятия не принесут значительной выгоды.

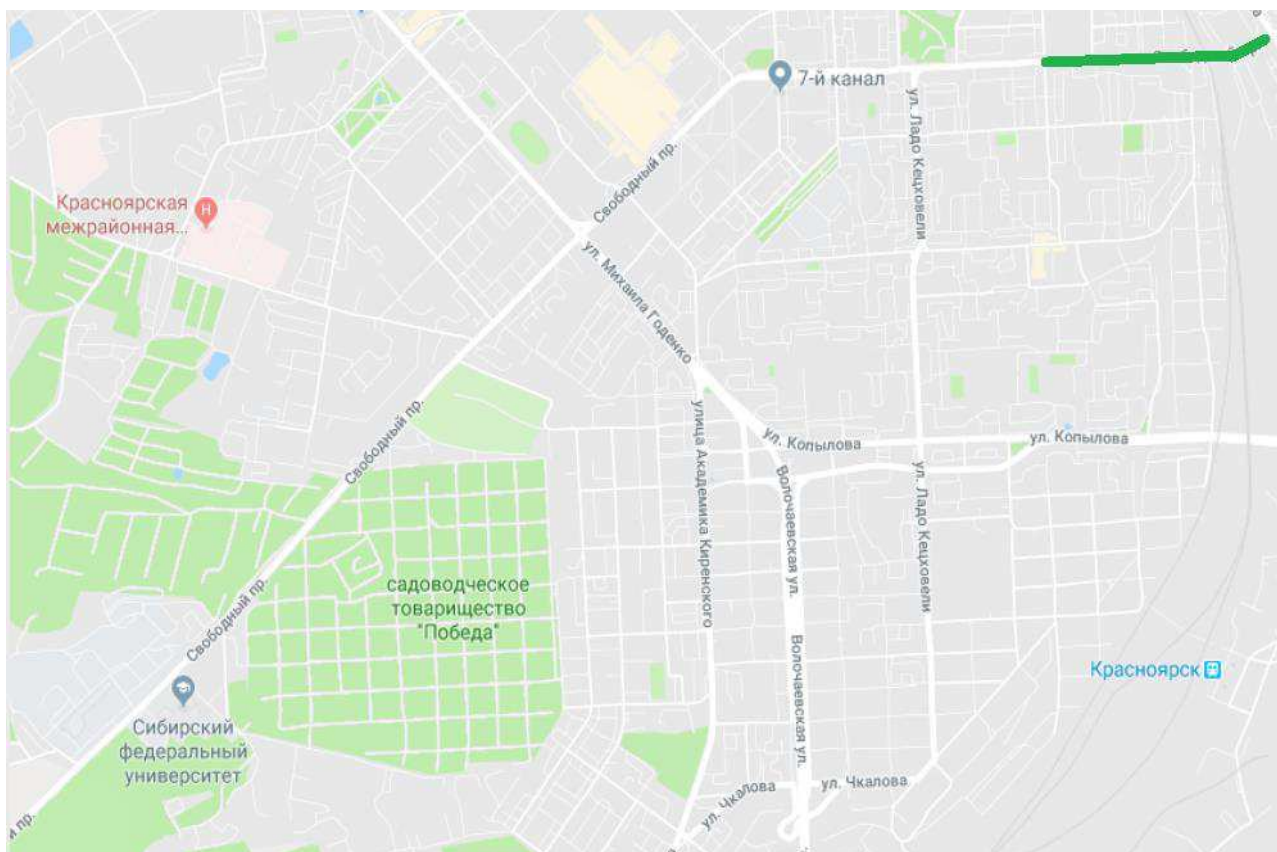


Рисунок 19 – Проспект Свободный участок 3

5.2.2 Улица Высотная

На данной улице на рисунке 20 есть возможность установки зеленых насаждений в качестве мероприятия по снижению уровня шума, так как это позволяет расстояние между дорожным полотном и зоной жилой застройки. Более актуальным мероприятием для данной улицы является строительство альтернативной магистральной дороги.

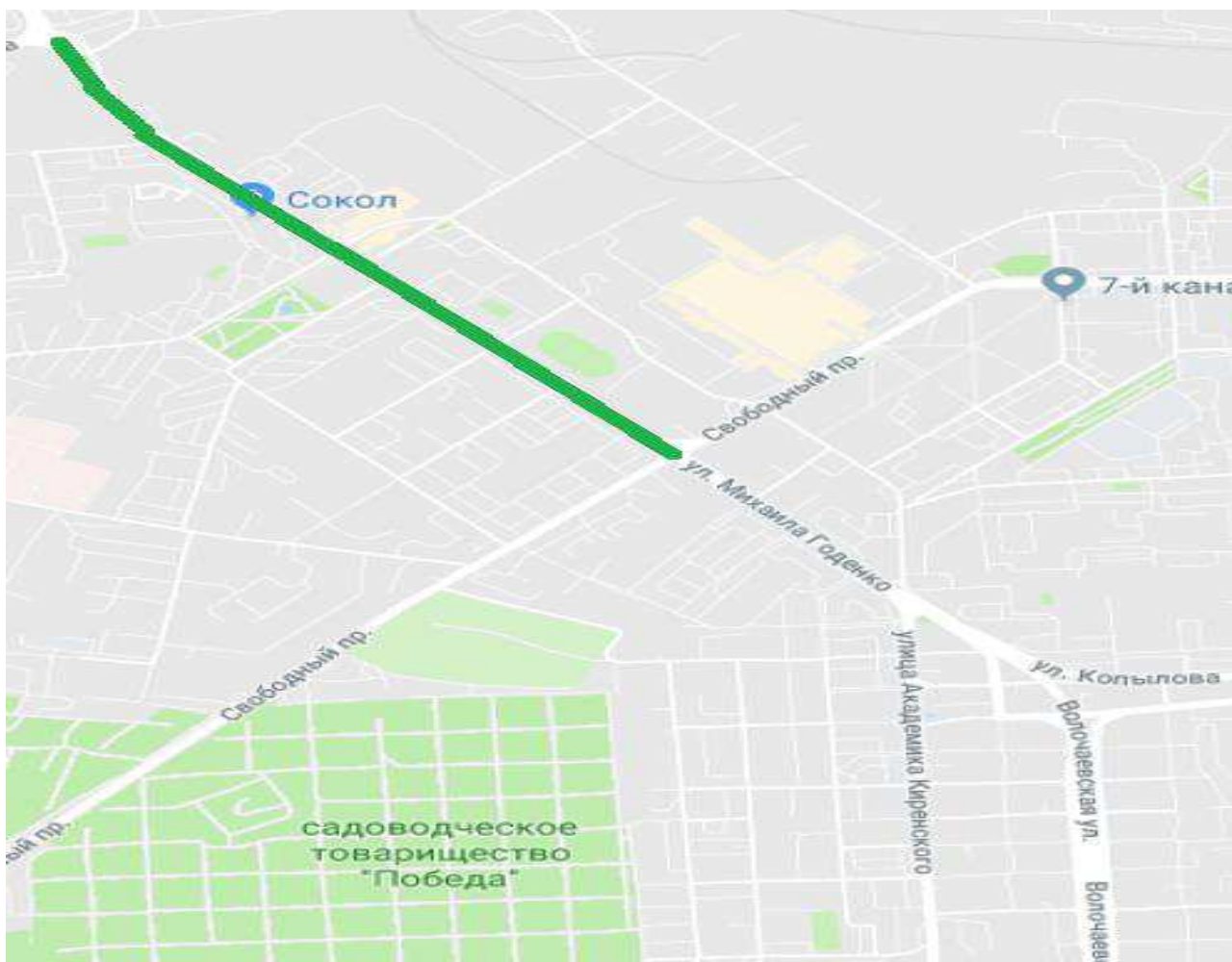


Рисунок 20 – Улица Высотная

5.2.3 Улица Копылова

Участок дороги от пересечения с улицей Профсоюзов на рисунке 21 до пересечения с улицей Ладос Кецховели является обособленным от жилых зданий, часть дороги проходит через железнодорожные пути, поэтому на данном участке мероприятий не требуется, не смотря на превышение уровня шума

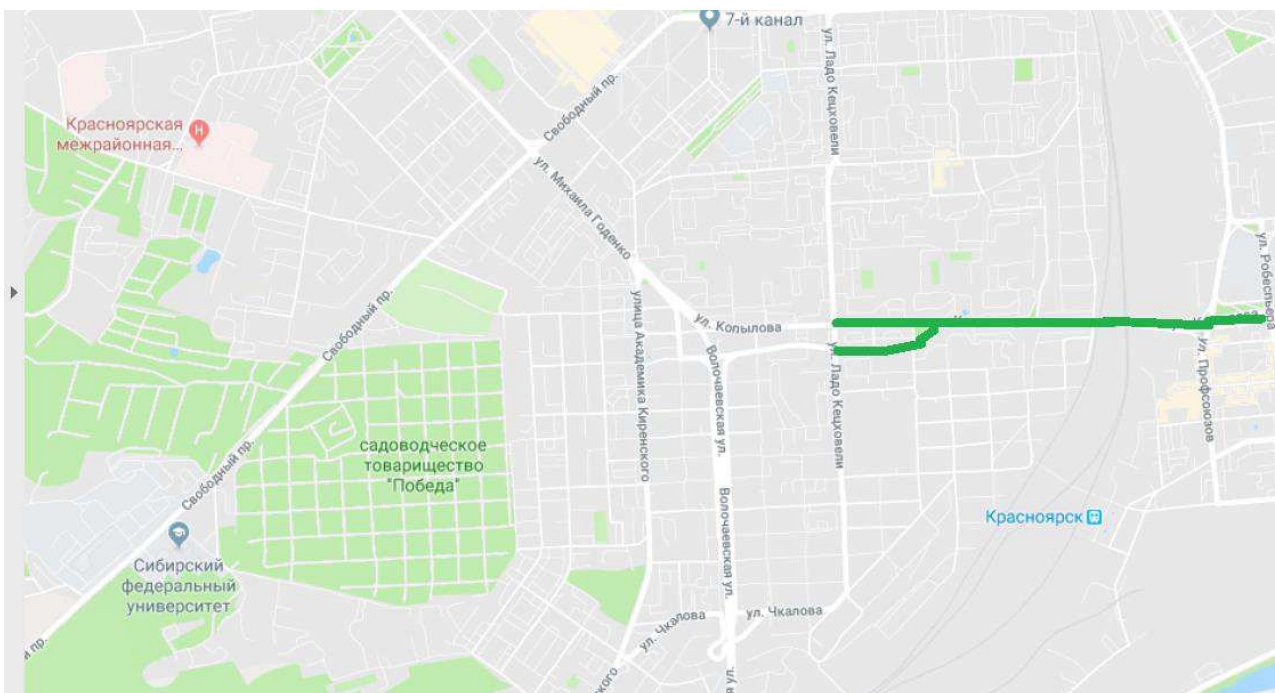


Рисунок 21 – Улица Копылова участок 1

На рисунке 22 участок дороги от пересечения с улицей Ладо Кецховели до пересечения с улицей Академика Киренского единственным возможным вариантом подавления шума остается использование звукопоглощающих панелей, так как не хватает места для возведения зеленого насаждения.

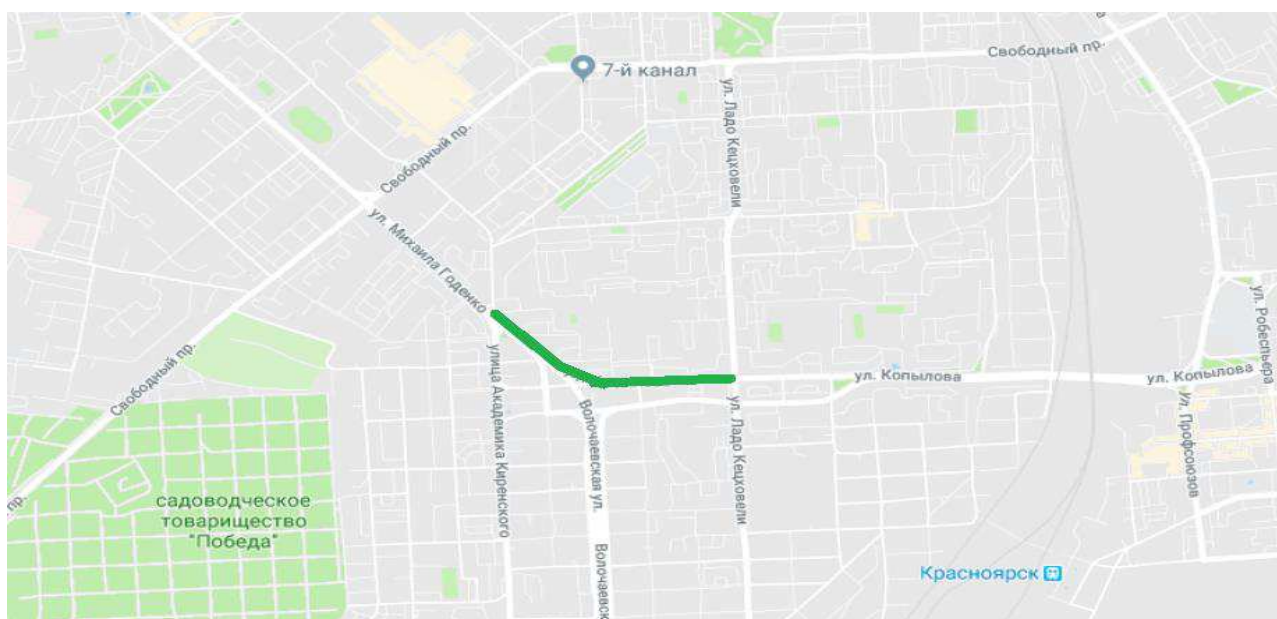


Рисунок 22 – Улица Копылова участок 2

5.2.4 Улица Киренского

Результаты замеров по данной улице на рисунке 23 показали относительно небольшие превышения. Кроме того, при окончании строительства развязки на 4-ом мосту, появился альтернативный маршрут. Так как расстояние между жилой застройкой и дорожным полотном невелико, единственным рациональным вариантом остается установка звукопоглощающих панелей.

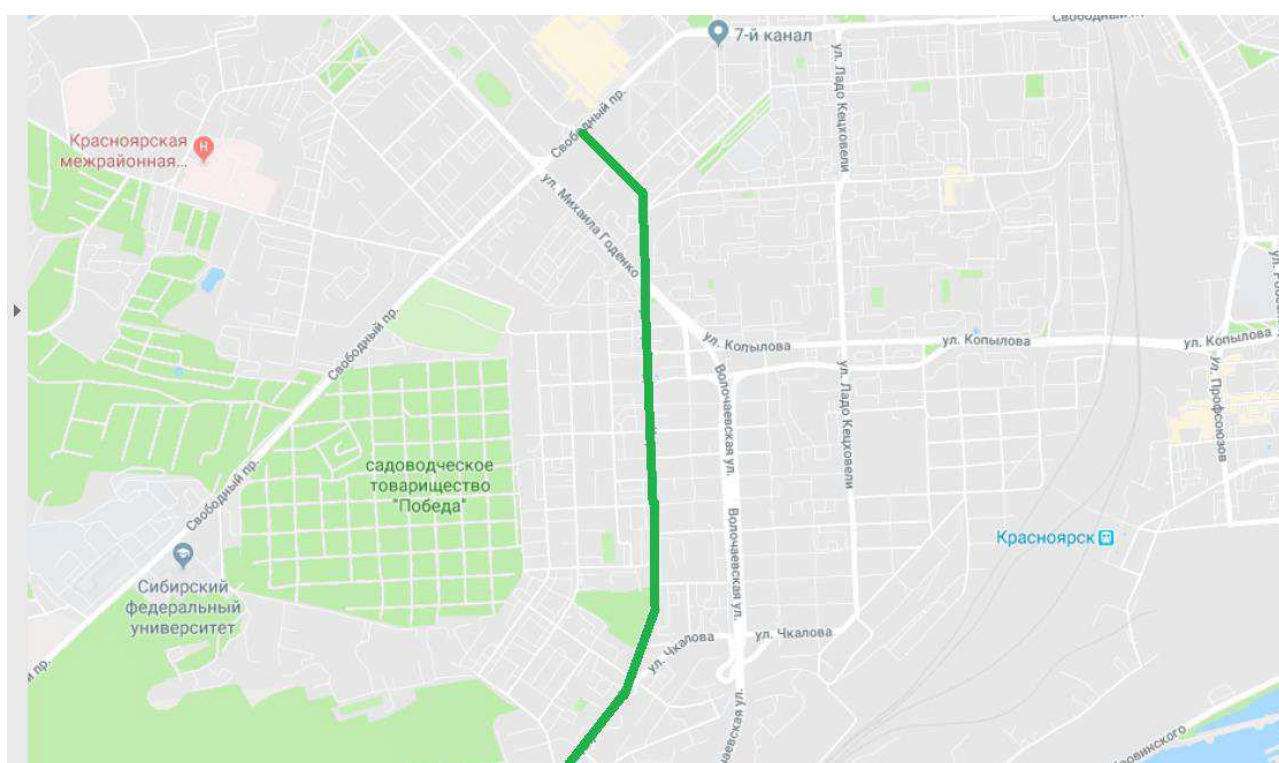


Рисунок 23 – Улица Киренского

5.2.5 Улица Ладю Кецховели

Результаты замеров по данной улице на рисунке 24 показали относительно небольшие превышения. Так как расстояние между жилой застройкой и дорожным полотном невелико, единственным рациональным вариантом остается установка звукопоглощающих панелей.

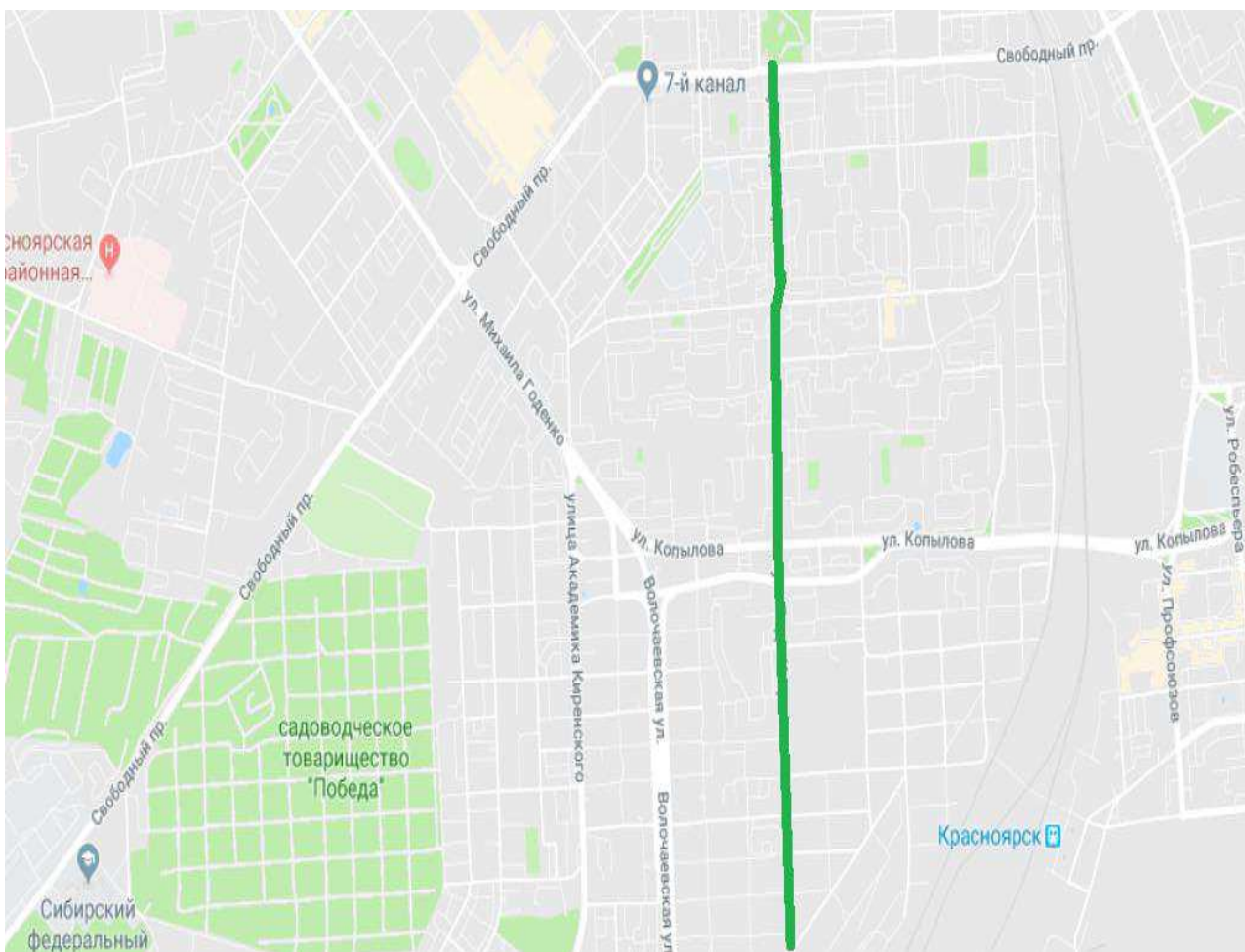


Рисунок 24 – Улица Ладо Кецховели

5.2.6 Улица Кравченко

Дорожное полотно на улице Кравченко на рисунке 25 прилегает вплотную к жилым домам, поэтому там не остается места ни на установку звукопоглощающих панелей, ни на возведения зеленых насаждений. Наиболее рациональным вариантом является строительство здания парковки рядом с рассматриваемой улицей, так как он является тупиковой и ведет в дворовые территории.

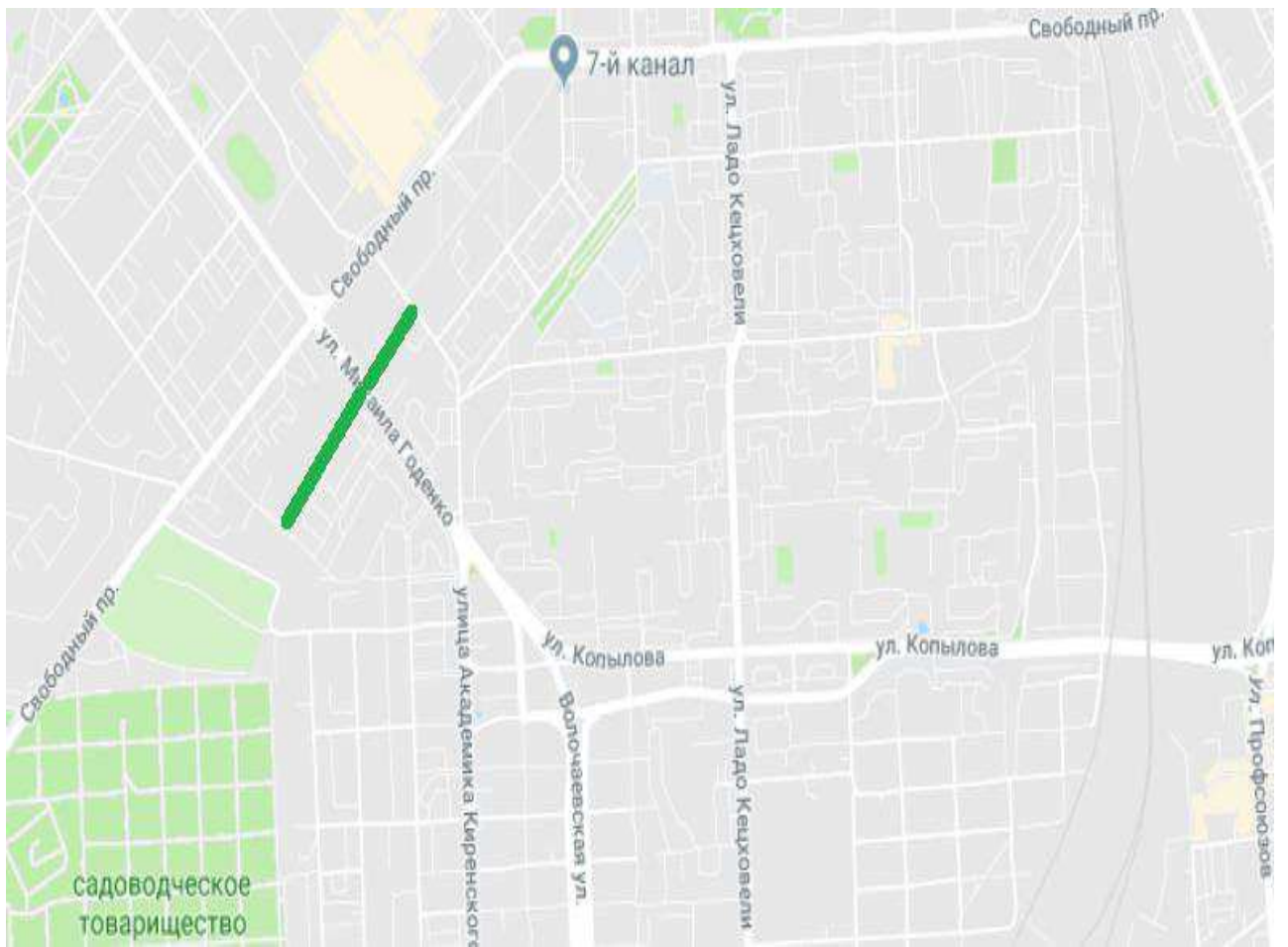


Рисунок 25 – Улица Кравченко

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основным источником шума в городе Красноярске является автотранспорт, на долю которого приходится до 75 % акустического загрязнения. Город Красноярск занимает большую площадь и имеет большую протяженность, соответственно количество автотранспорта непрерывно растет, а значит растет и уровень шума. Поэтому проблема акустического загрязнения, раскрытая в дипломной работе является актуальной и малоизученной.

Результатом работы стали две карты: карта интенсивности движения транспорта и карта уровня шума, составленные по результатам натурных наблюдений, которые проводились в рамках её составления. Карта шума имеет большое практическое значение, так как дает представление о распространении шума в городе Красноярске. В целом, карта шумовой загрязненности позволяет эффективно регулировать уровень шума на территории города, а также служит основой для разработки комплексных градостроительных мер по защите жилой застройки от транспортного шума.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Санитарная акустика. Сборник нормативно-правовых документов / под. ред. П. Б. Баума. – Санкт-Петербург: Интеграл, 2011. – 376 с.
2. Экология города: учебник для вузов / под. ред. Н. С. Касимова. – Москва: Научный мир, 2004. – 624 с.
3. Павлова, Е. И. Экология транспорта: учеб. пособие / Е. И. Павлова. – Москва: Транспорт, 2000. – 248с.
4. Луканин, В. Н. Промышленно-транспортная экология: учеб. пособие / В.Н. Луканин, Ю. В. Трофименко. – Москва: Высшая школа, 2001. – 273 с.
5. Гухман, Г. Город и автомобиль: проблемы и пути их решения: учеб. пособие / Г. Гухман. – Москва, 2000. – 52 с.
6. Голубев, И.Р. Окружающая среда и транспорт: учеб. пособие / И. Р. Голубев, Ю. В. Новиков. – Москва: Транспорт, 2001. – 207 с.
7. Буторина, М. В. Инженерная экология и экологический менеджмент: учеб. пособие / М. В. Буторина, П. В. Воробьев. – Москва: Логос, 2002. – 528 с.
8. Бондаренко Е.В, Дворников Г.П. Дорожно–транспортная экология Учебное пособие. Оренбург: ГОУ ОГУ, 2004. – С. 9-10.
9. Маслов, Н. В. Градостроительная экология: учеб. пособие / Н. В. Маслов. – Москва: Высшая школа, 2003. – 340 с.
10. Осипов, Г. Л. Проектирование защиты от транспортного шума и вибраций жилых и общественных зданий: учеб. пособие / Г. Л. Осипов. – Москва: Логос, 1999. – 41с.
11. Левчук, Н. Автомобильный транспорт и окружающая среда: в 2т. Т 2: Энергия: экономика, техника, экология. – Санкт-Петербург: ТНТ, 2005. – 42 с.
12. Платонов, А. П. Основы общей и инженерной экологии: учеб. пособие / А. П. Платонов, В. А. Платонов. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2002. – 352с.
13. Об охране окружающей среды: федер. закон от 10.01.2002 № 7-ФЗ. – Москва: Омега-Л, 2015. – 62 с.
14. Руководство по разработке карт шума улично-дорожной сети городов

/ Московский институт строительной физики Госстроя. – Москва: Стройиздат, 1999. – 16 с.

15. СНиП 12.04-2002. Строительные нормы и правила. Безопасность труда в строительстве: утв. Госстроем России. – Москва, 2002. – 28с.

16. ГОСТ 20444-2014 Шум. Транспортные потоки. Методы измерения шумовых характеристик. – Введ. 10.02.2014. – Москва: МЭИ, 2014. – 12 с.

17. Руководство по эксплуатации Режим доступа: - <http://www.octava.info/ecophysica-110A>.

18. РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ Часть II. Исполнение 110А (Белая) ПКДУ.411000.001.02 РЭ Редакция ЭФБ-110А 010.2016.

19. Протасов, В. Ф. Экология, здоровье и охрана окружающей среды в России / В. Ф. Протасов. – Москва: Финансы и статистика, 2001. – 672 с.


20. Методические рекомендации по защите от транспортного шума территорий, прилегающих к автомобильным дорогам ФЕДЕРАЛЬНОЕ ДОРОЖНОЕ АГЕНТСТВО (РОСАВТОДОР) - Москва 2011

21. СТО 4.2-07-2014 . системы менеджмента качества. Общие требования к построению, изложению и оформлению документов учебной деятельности. Красноярск, 2014.

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Политехнический институт
Кафедра «Инженерная экология и безопасность жизнедеятельности»

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой


Т.А. Кулагина
подпись инициалы, фамилия
« 14 » 04 2019 г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

по направлению 20.03.01 «Техносферная безопасность»

Экологический анализ транспортных потоков

Руководитель


16.07.19
подпись, дата

канд.техн.наук


Ю.В. Гаврилова
инициалы, фамилия

Выпускник


18.07.19
подпись, дата

П.В. Шиляев
инициалы, фамилия

Нормоконтролер


17.07.19
подпись, дата

Е.Н. Зайцева
инициалы, фамилия

Красноярск 2019