



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

Кафедра прикладной и системной экологии
ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(указать вид работы)

На тему Шумовое загрязнение городской среды

Исполнитель Мусин Даниил Сергеевич
(фамилия, имя, отчество)

Руководитель к.г.н., доцент, зав. кафедрой
(ученая степень, ученое звание)

Алексеев Денис Константинович
(фамилия, имя, отчество)

«К защите допускаю»

Заведующий кафедрой

(подпись)

(ученая степень, ученое звание)

(фамилия, имя, отчество)

«__» _____ 2022 г.

Санкт-Петербург

2022__

Содержание

Введение	3
Глава 1. Физико-географическая характеристика города Санкт-Петербург	6
1.1 Географическое положение	6
1.2 Климат	6
1.4 Рельеф	8
1.5 Растительность	8
1.6 Проблема шума.....	9
Глава 2. Теоретические представления о шумовом загрязнении	10
2.1 Общие характеристики шумового загрязнения	10
2.2 Классификация шума	10
Глава 3. Нормирование шумового загрязнения и методика его измерения ...	17
3.1 Стандарты нормирования шума в России.....	17
3.2 Материалы и методы исследования	18
Глава 4. Результаты измерений и обработка данных	23
4.1 Натурные измерения	23
4.2 Обработка результатов измерений	25
Глава 5. Меры контроля и снижения шумового загрязнения	32
Список использованных источников	39
Приложения.....	42

Введение

Шумовое загрязнение в настоящий момент является одной из ключевых проблем крупных городов, которая тем не менее по сей день остается недооценённой и получающей относительно мало внимания в первую очередь со стороны общественности.

Тем не менее население регулярно подвергается постоянному воздействию шума как на улице, так и в помещении, как в ночное, так и в дневное время суток. Это значительно влияет на здоровье, самочувствие и работоспособность, не позволяя человеку даже во время досуга скрыться от воздействия шумового фактора.

Многочисленные исследования дают понять, что шум имеет влияние на важнейшие физиологические процессы в организме человека, вызывая сбои в работе самых разных его систем, включая сердечно-сосудистую систему, пищеварительную систему, центральную нервную систему и не только.

Актуальность этой проблемы трудно переоценить в условиях всё более растущих темпов урбанизации, увеличения интенсивности транспортных потоков, которые являются основными источниками шумового загрязнения в городах. Все эти процессы требуют введения ответных мер по снижению уровня шумового загрязнения.

Цель работы: оценить степень шумового загрязнения на исследуемой территории методом натуральных измерений, проанализировать воздействие шума на человека и рассмотреть меры по снижению этого воздействия.

Задачи:

Изучить теоретические сведения о воздействии шумового загрязнения на здоровье людей и его последствия.

Измерить уровни шума на исследуемой территории при помощи шумомера «Мегеон 92140».

Проанализировать и сделать выводы по полученным данным.

Построить карту шумового загрязнения на основе полученных данных и выявить закономерности его распространения.

Дать рекомендации по снижению шумового загрязнения на исследуемой территории.

Объект исследования: шумовое загрязнение на исследуемой территории.

Предмет исследования: особенности специфики и распространения шумового загрязнения на исследуемой территории.

В процессе работы использованы универсальные методы исследования, в частности изучение научной литературы, обработка полученных данных шумового загрязнения, картографические методы, включая построение карты шумового загрязнения исследуемой территории.

Практическая значимость работы заключается в том, что её результаты могут быть использованы с целью разработки экологических проектов на исследуемой территории для предотвращения негативных последствий для здоровья населения.

Глава 1. Физико-географическая характеристика города Санкт-Петербург

1.1 Географическое положение

Санкт-Петербург – город федерального значения и административный центр Северо-Западного федерального округа и Ленинградской области.

Расположен на северо-западе страны на побережье Финского залива и в устье реки Невы. Население по данным на 2022 год составляет 5 337 503 чел. Общая площадь города составляет 1439 квадратных метров. Самыми густонаселенными районами являются Калининский, Василеостровский, Центральный и Адмиралтейский районы, находящиеся на небольшом удалении от центра и включающие в себя объекты туристической, экономической и промышленной инфраструктуры. [1]

1.2 Климат

Климат умеренный, с переходом от умеренно-континентального к умеренно-морскому, что закономерно в условиях географического положения и характерной атмосферной циркуляции. Обуславливается это и сравнительно небольшим количеством поступающего на земную поверхность тепла.

В среднем за год в Санкт-Петербурга фиксируется лишь 62 солнечных дня. На протяжении большего времени года отмечается пасмурная погода с рассеянным освещением. Продолжительность дня изменяется в пределах от 5 часов 51 минуты в день зимнего равноденствия до 18 часов 50 минут в день летнего солнцестояния, когда наблюдается такое явление как «белые ночи».

Из-за циклонической деятельности становится обыденной частая смена воздушных масс. В летнее время преобладают западные и северо-западные ветра, в то время как зимой это западные и юго-западные. Самая высокая температура, зарегистрированная за всю историю измерений (с 1722 года) - +37,1 градусов по Цельсию, минимальное же значение составило -35,9 градусов по Цельсию. [2; 3]

1.3 Гидрография

Суммарная продолжительность водотоков Санкт-Петербурга составляет 282 км, а общая площадь занятой ими территории достигает 7% от площади города. За более чем трехсотлетнюю историю города гидрографическая сеть претерпела существенные изменения, т.к. строительство требовало сооружения каналов, осушения прудов, строительства мостов, набережных. Поэтому с течением времени многие водоёмы существенно изменились, загрязнились и засыпались.

Основной водной артерией выступает река Нева, впадающая в Финский залив и относящаяся к бассейну Балтийского моря. Основные её притоки в черте города это Ижора, Славянка и Мурзинка – слева, Охта и Чёрная речка – справа. Количество мостов насчитывает 800 штук без учета промышленных объектов. История города насчитывает уже 300 наводнений, причиной которых является целый ряд факторов, включая низкие высоты над уровнем моря (не превышают даже 3 м) и ветровой нагон с Финского залива. С 2011 года за счет «Комплекса защиты сооружений» удастся избежать потенциально опасных наводнений. [2]

1.4 Рельеф

На территории города выделяют три ландшафтные части: Левобережную, Правобережную и Дельтовую. В первой преобладают однообразная плоская равнина с высотами не более 3-4 метров. Правобережная часть наиболее возвышенная (до 10 метров над уровнем моря) и отличается значительной изрезанностью рельефа. Дельтовая часть наиболее освоена и занята многочисленными парками.

Окрестность города представляет собой ступенчатую равнину с высотами 50-100 метров над уровнем моря. В сочетании с многочисленными остаточными озерами и холмистого рельефа вырисовывается очень живописный пейзаж. Островные моренные возвышенности и озы – отличительная особенность Приморско-Вуоксинского района. Низменность, прилегающая к Неве, плоская и местами заболоченная. В отдельных местах существовали даже морские заливы.

[4]

1.5 Растительность

Зелёные насаждения занимают собой порядка 40% площади города, включая также пригороды, а их площадь превышает 31 тысячу га, в число которых входят 68 парков, 166 садов, 730 скверов, 232 бульвара и 750 озеленённых улиц. В основе многих парков леса естественного происхождения. Расположены парки в самых разных ландшафтных условиях: на верхней и нижней террасах побережья Финского залива, на моренной равнине, на камовых холмах. На окраинах Санкт-Петербурга можно найти остатки южной тайги:

Юнтоловская лесная дача, Ржевский лесопарк и другие. Город включает в себя семь особо охраняемых природных территорий: 3 заказника и 4 памятника природы. [3]

1.6 Проблема шума

Помимо прочих экологических проблем, особняком стоит проблема шумового загрязнения. Так, среди самых шумных мегаполисов мира Санкт-Петербург занимает место в первой десятке со средним показателем шума в 60 децибел. Зоны превышения допустимого уровня расположены вблизи главных транспортных артерий: Московского, Невского и в частности Лиговского проспекта, который входит в область намеченных измерений. Этот факт только добавляет актуальности рассматриваемой проблеме шумового загрязнения. [4]

Глава 2. Теоретические представления о шумовом загрязнении

2.1 Общие характеристики шумового загрязнения

Шум представляет из себя совокупность звуков различной частоты и интенсивности, воспринимающуюся органами слуха человека и вызывающую неприятное ощущение. С физической точки зрения шум это волнообразно распространяющееся механическое колебательное движение упругой среды, носящее, как правило, случайный характер.

Шум в окружающей среде – нежелательный или вредоносный наружный шум, возникающий в результате деятельности человека, в том числе шум, исходящий от подвижных (средства дорожного, рельсового, авиационного транспорта) и стационарных (потoki автодорожного транспорта, промышленные предприятия, энергетические и пр. объекты) источников шума.

Шумовое воздействие — это одна из форм вредного физического воздействия на окружающую среду, нарушающая жизнедеятельность живых организмов и человека. По данным ВОЗ (Всемирная Организация Здравоохранения) шум входит в число наиболее важных экологических проблем. [5; 6]

2.2 Классификация шума

По природе возникновения в окружающей среде выделяют шум от естественных и техногенных (антропогенных) источников.

К первым относятся те звуки, которые издает человек, иные живые организмы, а также звуки неживой природы. В качестве примера можно

привести голос человека, стрекотание сверчков, скрип деревьев в лесу и т.п. Такие звуки не имеют негативного воздействия на жизнь человека и не ухудшают условия его существования и жизнеспособности.

Неудобства же причиняет шум антропогенного характера, которые являются причиной утомляемости, снижения умственных и когнитивных способностей, стрессов, нервного напряжения и т.д. Источниками техногенного шума являются, например, различная техника, строительное оборудование, транспорт. [7]

По физической природе своего возникновения шумы делятся на:

- механические (извлекаемый механизмами, вибрации оборудования, техники)
- электромагнитные (извлекаемые в результате магнитных колебаний электромеханических механизмов)
- аэродинамические (извлекаемые процессами, протекающими в газах)
- гидродинамические (извлекаемые процессами, протекающими в жидкостях)

По среде распространения выделяют:

- воздушный шум (распространение происходит по воздуху)
- структурный шум (возникает за счет механического воздействия со стенами, перекрытиями и перегородками зданий и конструкций)

Шум, воздействующий на человека, классифицируется по спектральным и временным характеристикам согласно следующим нормативным документам: СН 2.2.4/2.1.8.562-96 «Шум на рабочих местах в жилых помещениях, общественных зданиях и территориях жилой застройки» и ГОСТ Р 53187-2008.

По временным характеристикам подразделяют шум на:

- постоянный (уровень звука в течение периода измерения колеблется не более чем на 5 дБА)

- непостоянный (уровень звука в течение периода измерения колеблется более чем на 5 дБА)

Непостоянный шум, в свою очередь, классифицируется на импульсивный, колеблющийся и прерывистый. Импульсивный складывается из одного или нескольких звуковых сигналов менее 1 секунды. Для колеблющегося характерно непрерывное изменение уровня звука во времени. Прерывистый же изменяется последовательно с интервалами неизменного уровня звука не менее 1 секунды.

По спектральным характеристикам шум делят на:

- широкополосный (непрерывный спектр с шириной более 1 октавы)
- тональный (распределение звуковой энергии происходит неравномерно)

По частоте (виду спектра) шум подразделяют на:

- низкочастотный (менее 350 Гц)
- среднечастотный ((от 350 до 800 Гц)
- высокочастотный (от 800 Гц) [4]

По природе появления источники шума делят на:

- механические (автотранспорт)
- биотические (пение птиц)
- абиотические (шум ветра) [8]

2.3 Транспорт как главный источник шумового загрязнения городской среды

Транспортные шумы представляют собой самый распространённый их вид и при этом имеют самое неблагоприятное воздействие, составляя долю в среднем в районе 80% от общего числа воздействующих шумов. Наибольший «вклад» в техногенное загрязнение транспортного характера делают самолёты (100 дБА), автобусы и трамваи (до 90 дБА) и, конечно же, легковые автомобили (до 71 дБА).

В «час пик» на автомагистралях, представляющих собой главный источник транспортного загрязнения в городах, уровень шумового загрязнения может достигать отметки в 90-95 дБА, что, само собой, не укладывается ни в какие санитарные нормы.

Транспортный шум при этом непостоянен и его уровень может колебаться в зависимости от ситуации на дороге на 30-35 дБА, однако средний уровень так или иначе стабильно держится на высоких отметках.

Транспортный шум представляет собой совокупность его отдельных источников, воспроизводимый которыми шум зависит от таких факторов как: мощность и режим работы двигателя, скорость движения, техническое состояние, качество дороги и т.д. В целом шум от общего транспортного потока зависит от интенсивности движения, его скорости, преобладания в составе легковых или же грузовых автомобилей, формы уклона проезжей части, наличия шумоотражающих и шумопоглощающих препятствий на пути распространения шума и не т.д. [6]

2.4 Опасность шумового загрязнения и влияние на человека

В настоящее время шум стал неотъемлемой частью жизни большинства населения крупных городов и мегаполисов по всему миру. Это один из самых опасных, но в то же время недооценённых факторов, влияющих на самочувствие и жизнедеятельность человека, негативно сказывающийся на здоровье.

Опасность шума как негативного для человека фактора заключается еще и в том, что шум обладает аккумулятивным эффектом, то есть раздражение имеет свойство накапливаться в организме, усугубляя проблемы с нервной системой всё больше и больше. Именно на нервно-психическое состояние организма шум оказывает наибольшее воздействие, распространение заболеваний такого рода выше среди лиц, работающих в условиях шумового давления.

Воздействие шума на организм человека делят на специфическое, то есть непосредственно на органы слуха, и на неспецифическое, то есть воздействие на другие органы и системы организма, в первую очередь на головной мозг.

Постоянное перенапряжение слухового анализатора может вызывать увеличение порога слышимости на 10-25 дБА. Ущерб, причиняемый сильным шумом, зависит от спектра звуковых колебаний и их изменений. Чрезмерный уровень шума может быть причиной таких заболеваний как вегетативный невроз, язвенная болезнь, гипертоническая болезнь, расстройства эндокринной и сердечно-сосудистой систем. [9]

При длительном постоянном шумовом воздействии интенсивностью от 70 дБ и выше отмечается рост общей заболеваемости, это может стать причиной ишемической болезни сердца, гипертонической болезни. При воздействии интенсивностью от 80 дБ нарушаются функции желудочно-кишечного тракта, пищеварительной системы, может развиваться гастрит, язвенная болезнь. [10]

Наибольшая чувствительность к шуму проявляется у лиц старшего возраста. Так, в возрасте от 58 лет на шум реагируют 72% людей, в то время как в возрастной категории до 27 лет эта отметка снижается до 46%. Это, конечно же, связано с возрастными особенностями данной категории граждан.

Сильное воздействие шум имеет на отдых человека, в том числе сон, уменьшая его продолжительность и глубину, а в следствии этого и качество сна заметно снижается. Например, при уровне шума в 50 дБ время засыпания увеличивается на час, сон становится поверхностным, чутким, а после пробуждения человек зачастую чувствует усталость, недомогание, головную боль и нередко учащение сердцебиения. Из-за того, что во время сна органы чувств реагируют на звуковые сигналы, в организме нарушается баланс гормональной системы. Такое воздействие на постоянной основе может привести к тому, что человек будет испытывать напряжение даже после трудового дня, во время досуга, переутомление может перейти в хроническую стадию и привести к различного рода пагубным последствиям для организма. [9]

Негативные эффекты для здоровья населения при воздействия ночного шума, установленные в эпидемиологических исследованиях, представлены в Таблице 1 (см. Приложение А). [11]

Во врачебной среде в настоящий момент ходят разговоры о шумовой болезни, представляющей собой поражение слуха и нервной системы.

При достижении пороговых значений от 35 дБ начинаются нарушения в нервной системе, при уровне шума от 65 дБ происходят патологии в работе системы кровообращения, а при уровне шума в 80 дБ может произойти даже потеря слуха. Подробные данные о корреляции между уровнем шума и нарушениями здоровья представлены в таблице:

Таблица 2 - Виды нарушений здоровья населения, проживающего под воздействием транспортного шума [12]

Поражаемые органы и системы	Нарушения здоровья	Код нарушения здоровья	Данные о пороговых уровнях шума, дБ
Нервная система	Нервозность (нервное напряжение, раздражение)	R 45.0	35
	Расстройство сна	G 47	40
	Когнитивные нарушения	R 41	42
	Вегето-сосудистая дистония	G 90.8	60
Система кровообращения	Повышение кровяного давления неспецифическое, без диагноза гипертензии	R 03.0	65
	Гипертензивная болезнь сердца	I 11.9	70
	Ишемическая болезнь сердца	I 24, I 25	70
	Стенокардия	I 20	70
	Инфаркт миокарда	I 21	70
Болезни уха и сосцевидного отростка	Шум в ушах (субъективный)	H 93.1	45
	Кондуктивная и нейросенсорная потеря слуха	H 90	80
	Потеря слуха, вызванная шумом	H 83.3	80

На производстве воздействие шума сказывается на трудоспособности сотрудников, снижается производительность труда, что, в свою очередь, ведёт к снижению качества выпускаемой продукции.

Глава 3. Нормирование шумового загрязнения и методика его измерения

3.1 Стандарты нормирования шума в России

На сегодняшний день в России разработано множество ГОСТов и санитарных норм, регулирующих стандарты шумового воздействия. К ним относятся:

- ГОСТ 20444-2014 «Шум. Транспортные потоки. Методы измерения шумовой характеристики». В соответствии с ним проводят натурные измерения шумового загрязнения от автотранспорта и расчет шумовой характеристики. [13]

- ГОСТ 23337-2014 «Шум. Методы измерения шума на селитебной территории и в помещениях жилых и общественных зданий». Этот стандарт устанавливает методы измерения уровней шума от внешних источников на селитебной территории и в помещениях жилых и общественных зданий. [14]

- ГОСТ Р 53187-2008 «Акустика. Шумовой мониторинг городских территорий». Настоящий стандарт определяет ключевые понятия и величины, применяемые при мониторинге шума, устанавливает показатели и правила проведения шумового мониторинга при комплексном воздействии всех источников шума, а также содержит указания по составлению оперативных шумовых карт городских территорий. [15]

- СанПиН 2.2.1/2.1.1200-03 «Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов» [16]

- МУК 4.3.2194-07 «Контроль уровня шума на территории жилой застройки, в жилых и общественных зданиях и помещениях». Данные методические указания устанавливают порядок контроля уровней шума на территории жилой застройки, в жилых и общественных зданиях для оценки их соответствия требованиям гигиенических нормативов. [17]

3.2 Материалы и методы исследования

Практическая часть работы выполнялась в 2 этапа: на первом этапе проводились натурные измерения уровней шума с помощью шумомера, а второй этап представлял собой обработку и анализ собранных данных с последующим графическим представлением в виде карт шумового загрязнения.

Определение характера шума производилось с учетом результатов измерений и оценки в соответствии с критериями, изложенных в санитарно-эпидемиологических стандартах. В соответствии с действующими нормативными документами вычислялись средние и эквивалентные уровни звука.

Для объективного измерения уровня шума использовалось специальное устройство – шумомер, представляющий собой устройство, которое состоит из микрофона, к которому определенным образом присоединен вольтметр, градация которого определена в виде децибел. Принцип работы такого устройства довольно прост и заключается в преобразовании звукового давления в электрическое напряжение, отображающееся в виде показателей на дисплее.

Схема шумомера «Мегеон 92140»:

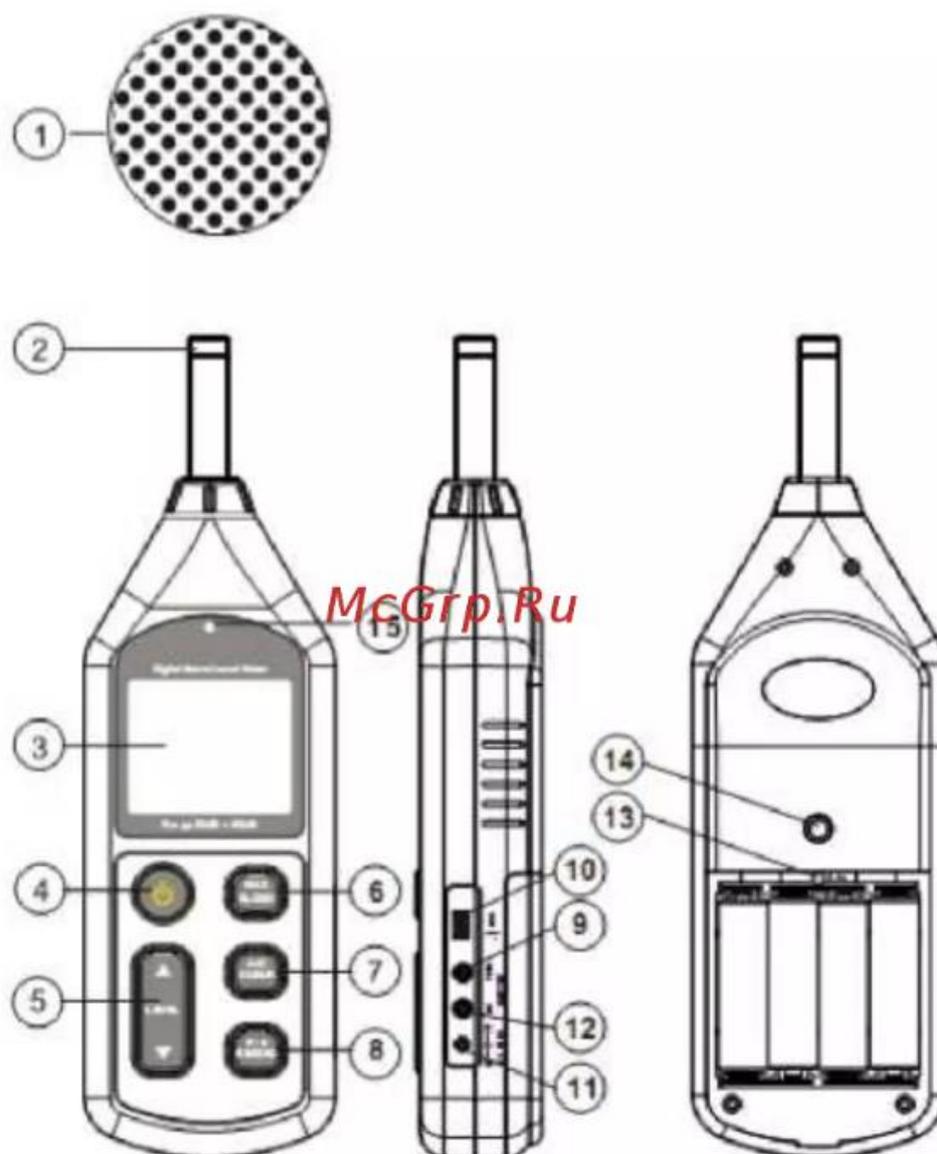


Рисунок 1. Схема шумомера

Элементы управления:

1. Ветрозащитный экран
2. Микрофон
3. ЖК-дисплей
4. Кнопка включения/выключения прибора
5. Переключатель поддиапазонов и даты/времени

6. Кнопка функции удержания максимального значения и настройки календаря

7. Кнопка переключения взвешивающего фильтра и удаления записанных данных (A/C/CLEAR)

8. Кнопка переключения скорости снятия показаний и записи данных в память (F/S/RECORD)

9. Выходной разъем ШИМ-сигнала

10. Разъем USB

11. Разъем для подключения внешнего блока питания 6В

12. Выходной разъем переменного тока

В ходе работы были использованы метод инструментального определения шумового давления и метод картографирования полученных значений.

Инструментальный метод заключался в использовании шумомера с функцией регистратора «Мегеон-92140».

Его особенности:

- мгновенное измерение уровня звука
- диапазон измерения от 30 до 130 дБ
- графическая круговая шкала: на 50 дБ с шагом 1 дБ для наблюдения за уровнем звука в пределах текущего поддиапазона, периодичность отображения 50 мс

- ЖК-дисплей с автоматической подсветкой

- индикаторы OVER и UNDER для для сигнализации о выходе измеряемого уровня звука за верхний или нижний пределы диапазона измерений соответственно.

- функция быстрого или медленного снятия показаний (fast/slow)

- функция удержания максимального значения (max)

- полудюймовый электронный конденсаторный микрофон, оснащенный ветрозащитой – поролоновым шариком, надеваемым при порывах ветра

Порядок работы непосредственно при измерении следующий:

1. Включить прибор нажатием на кнопку включения, через 3 секунды он будет готов к измерениям.
2. Выбрать желаемую скорость снятия показаний, тип взвешивающего фильтра и поддиапазон измерения.
3. Установить единицы измерения dBA.
4. Выбрать режим slow для измерения среднего значения.
5. Функция MAX. При нажатии на кнопки MAX фиксируется максимальное значение. Для возврата к обычному режиму снова необходимо нажать на кнопку MAX.
6. Запись измерений. Для начала записи нажать кнопку записи данных F/S/RECORD и удерживать пока на дисплее не появится цифра 1. Выбрать интервал записи измерений. Для начала записи нажать F/S/RECORD еще раз, на дисплее появится мигающий индикатор.
7. Для завершения записи снова нажать на кнопку F/S/RECORD

Затем необходимо перенести данные на компьютер, установив соответствующее ПО.

До проведения измерений следует определить метеорологические условия, поскольку не рекомендуется проводить измерения в случае выпадения атмосферных осадков, значений температуры и влажности, превышающей пороговые значения для аппаратуры, скорости ветра свыше 5 м/с.

Во время проведения замеров микрофон необходимо держать на расстоянии не менее полуметра от себя во избежание помех и отражений звука. Между микрофоном и источником звука не должно находиться посторонних предметов. При измерении шума от автомобильного транспорта микрофон нужно располагать на расстоянии 7.5 м от оси к ближней точке измерения полосы или пути движения транспортных средств и на высоте 1.5 м от уровня покрытия проезжей части.

Построение схемы точек измерения и схемы уровней звукового давления выполнялось с помощью программы QGIS, классической геоинформационной системы.

Геоинформационная система - автоматизированная информационная система, основными функциями которой являются сбор, хранение, обработка, анализ и графическая визуализация в виде карт или схем пространственно координированных данных.

Алгоритм построения схем заключался в следующем:

1. С помощью программы 2GIS необходимо было отметить нужные точечные объекты на выбранной местности в формате «kmz», используя модуль «Дополнительные слои».
2. Затем конвертировать полученные данные в формат «shp» в программе QGIS.
3. Далее нужно подключиться к папке с данными точек измерений, в меню сделать выборку по расположению и выбрать исходным слоем своё муниципальное образование, а входным слоем здания. Те же действия сделать для нанесения слоя зеленых насаждений и улично-дорожной сети.

На выходе получается готовая ГИС в виде карты нанесенных на нее точек измерения. После этого в разделе «вид» оформлялась легенда, масштаб и основные элементы. Полученный файл сохранили в формате PNG.

Глава 4. Результаты измерений и обработка данных

4.1 Натурные измерения

Измерения проводились 20.05.2022 года в дневное время суток в интервале между 17:00 и 20:00. При этом соблюдались все условия измерения согласно ГОСТа 20444-2014: отсутствовали атмосферные осадки, туман, а скорость ветра не превышала 3 м/с. Такой интервал времени и будний день (пятница) были выбраны в связи с тем, чтобы в процессе измерений были зарегистрированы все типичные шумовые ситуации в местах измерений, в том числе наиболее шумные периоды действия источников шума.

Для удобства проведения измерений было выбрано Муниципальное Образование Волковское Фрунзенского района Санкт-Петербурга, а именно район станции метро Обводный канал. 17 точек измерения шума были отобраны с соблюдением ГОСТ 20444-2014 «Шум. Транспортные потоки. Методы измерения шумовой характеристики» и находились на открытом пространстве не ближе 1 м от стен зданий, сплошных заборов и других сооружений или элементов рельефа, отражающих звук. Оборудование располагалось не менее чем в 50 м от перекрёстков, транспортных площадей или остановок общественного транспорта (см. рис. 1).

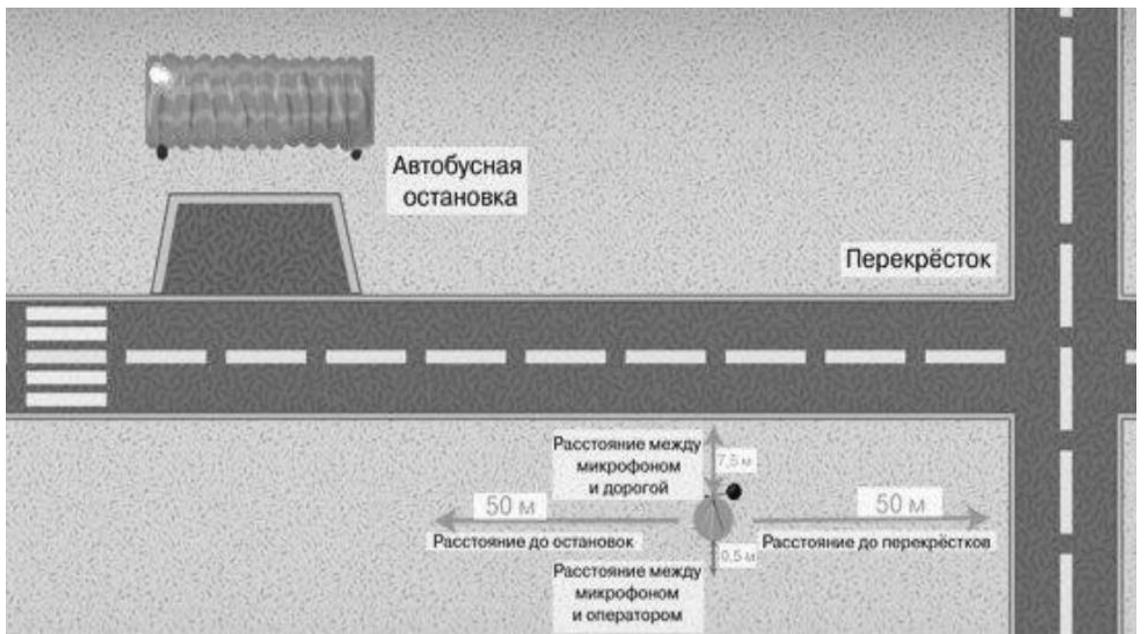


Рисунок 2. Схема расположения оборудования при измерении (составлено автором)

С учетом всех требований и рекомендаций итоговая схема расположения точек измерения получилась следующей:

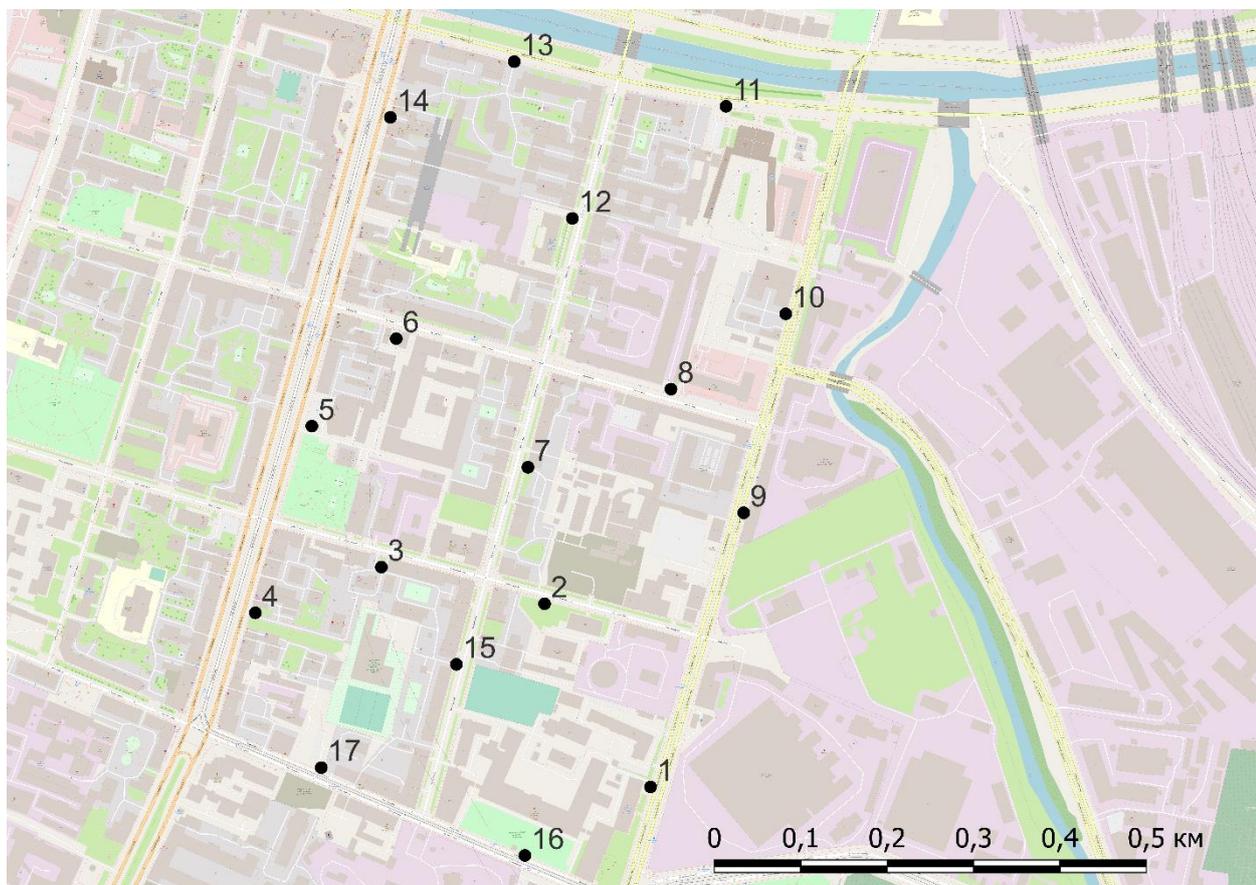


Рисунок 3. Схема расположения точек измерений

4.2 Обработка результатов измерений

Обработка результатов натуральных измерений включала в себя коррекцию на происхождение шума, характер источника и период суток, а также расчет расширенной неопределенности измерений по Таблице А.2 документа ГОСТ 23337-2014:

Таблица 3 – Непостоянный шум

Величины	Эквивалентный уровень звука, дБА	Максимальный уровень звука, дБА
Измеренные уровни звука		
Средний по замерам уровень звука		
Коррекция К1, дБА		
Коррекция К2, дБА		
Коррекция К3, дБА		
Коррекция К4, дБА		
Коррекция К5, дБА		
Откорректированный средний уровень звука		
Расширенная неопределённость измерений		
Оценочный уровень звука		

Коррекция на происхождение, характер источника и период суток проводилась согласно Таблице 2 документа ГОСТ 23337-2014:

Таблица 4 – Коррекции К1, К2 и К3 на происхождение шума, характер источника и период суток

Параметр, принимаемый во внимание	Категория источника шума	Коррекция, дБ (дБА)
Происхождение шума	Автомобильный	0
	Воздушный	3
	Железнодорожный*	-3
	Промышленный	0
Характер источника шума	С импульсным шумом	5
	С преобладанием тонов	5
Период суток	День	0
	Ночь	10

Расчёт расширенной неопределённости проводился по следующему порядку:

По откорректированным результатам нескольких аналогичных измерений в одной точке, выполненных в условиях единообразия методики измерений и прибора, вычислялось среднее значение откорректированных уровней звука по формуле:

$$L_{Aeq} = 10 \lg \sum_{i=1}^B 10^{0.1 \cdot L_i} - 10 \lg \cdot n, \quad (1)$$

где L_i - значение измеренного и откорректированного уровня звука, полученное для i -го измерения в данной точке, дБА.

$i = 1, 2, 3, \dots, n$ (n – общее количество измерений в данной точке)

Для полученной серии измерений в данной точке оценивалось неопределенность по типу А, связанную с погрешностями методики измерений и влиянием факторов окружающей среды, по формуле:

$$u_A = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (L_i - L_{Aeq})^2}{n(n-1)}}, \quad (2)$$

Затем оценивалась неопределенность по типу В, обусловленную инструментальной погрешностью (измерительные приборы, погрешность калибровки и т.п.), по формуле:

$$u_B = \frac{\Delta L_{\text{инстр}}}{\sqrt{3}}, \quad (3)$$

где $\Delta L_{\text{инстр}}$ - инструментальная погрешность измерений уровня звука (уровней звукового давления), дБА (дБ), определяется в соответствии с Руководством по эксплуатации шумомера или другого применявшегося для измерений прибора.

При отсутствии таких данных допустимо воспользоваться значением стандартной неопределенности $=0,7$ дБА для шумомеров 1-го, полученным на основании проводившихся специальных экспериментальных исследований.

Расширенную неопределенность измерений U (95%), дБА (дБ), для уровня доверия 95% рассчитывают по формуле:

$$U(95\%) = 2 * \sqrt{u_A^2 + u_B^2}, \quad (4)$$

Верхняя граница интервала охвата составляет

$$L_{\text{Аeq}} + U(95\%)$$

Это означает, что с вероятностью 95% в качестве шумовой характеристики транспортного потока на данном участке измерений следует принять

$$L_{A_{\text{eq}} \text{ потока}}^{\text{авт}} = L_{A_{\text{eq}}} + U(95\%), \text{ дБА}$$

(5)

В результате подсчёта всех корректировочных значений и расширенной неопределённости измерений итоговые средние эквивалентные значения шума на рекогносцированных точках получились следующими:

Таблица 5 – Эквивалентный уровень шума в точках измерений

№ точки измерения	Эквивалентный средний уровень шума, дБА
1	64,2
2	65,5
3	62,8
4	71,1
5	74,1
6	67,6
7	61,7
8	65,5
9	67,2
10	68,4
11	72,9
12	59,7
13	70,0
14	75,2
15	57,4

№ точки измерения	Эквивалентный средний уровень шума, дБА
16	52,8
17	58,5

Согласно Таблице 1 «СП 51.13330.2011. Защита от шума» все точки измерения относятся к категории «территорий, непосредственно прилегающих к жилым зданиям, домам отдыха, домам престарелых и инвалидов, пансионатам». Для данной категории пороговое значение максимального эквивалентного уровня шума в дневное время (с 7:00 до 23:00) составляет 55 дБА.

В результате лишь в 1 из 17 точек измерений полученное после обработки значение эквивалентного среднего уровня шума не превысило пороговое значение. В остальных 16 точках превышения составили в среднем 11,2 дБА, что является довольно высоким показателем и свидетельствует о том, что необходимо принимать меры по снижению уровня звукового давления на заявленной территории.

4.2 Схема уровней шума

Для наглядности распределения уровней шума на исследуемой территории с помощью системы ГИС была построена схема измеренных уровней звукового давления:

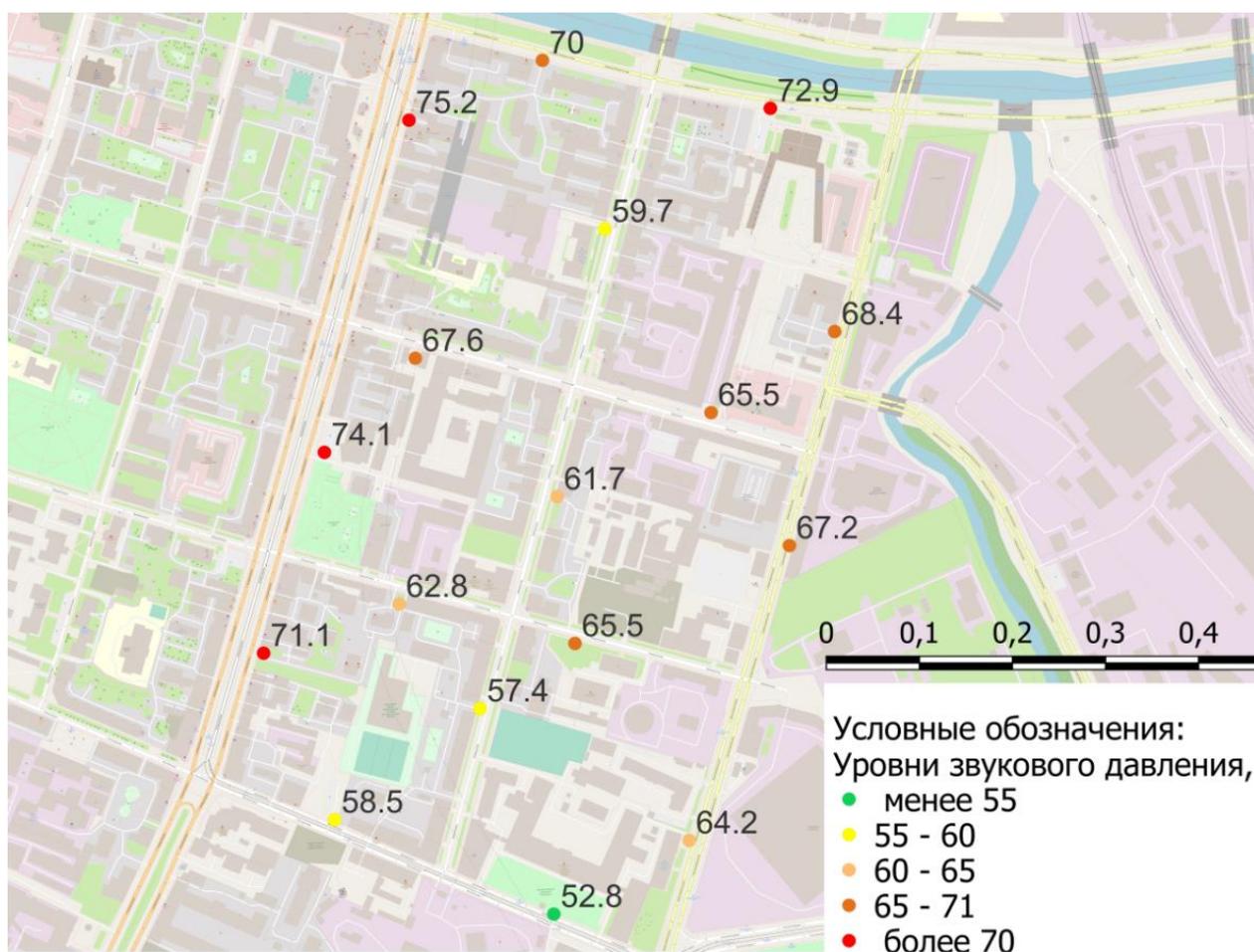


Рисунок 3. Схема уровней звукового давления

На карте наглядно видно, что наибольшие уровни звукового давления пришлись на точки измерения непосредственно в районе Лиговского проспекта и Набережной Обводного канала – улиц с наибольшей интенсивностью транспортного движения из представленных.

Наименьшие уровни звукового давления пришлись на Тамбовскую и Расстанную улицы, где визуальная интенсивность движения транспорта в часы измерений была наименьшей.

Глава 5. Меры контроля и снижения шумового загрязнения

5.1 Правовое нормирование в области шума

Для снижения неблагоприятного воздействия шумового фактора необходимо регулировать его интенсивность, спектр и время действия и другие отрицательные характеристики. Чем и занимается санитарно-гигиеническое нормирование.

В качестве допустимого устанавливается такой уровень звукового давления, который не влечет за собой неблагоприятных последствий для организма человека, выражающихся в изменениях важных физиологических показателей. Для определения допустимых уровней шумового воздействия проводились фундаментальные исследования, в соответствии с которыми сейчас формируются действующие нормы и правила, обязательные для министерств, различных ведомств и организаций, ставящих своей целью проектирование, разработку, строительство жилых домов, общественных зданий и других коммуникаций.

Согласно ГОСТ 12.1.003-14 «Шум. Общие требования безопасности» уровень звукового давления на территории жилой застройки в дневное время (с 7:00 до 23:00) не должен превышать 55 дБА, в то время как ночью (с 23:00 до 7:00) – 45 дБА, а в квартирах, соответственно, 40 дБА и 30 дБА. [10]

Наличие таких норм позволяет разрабатывать мероприятия по снижению шумового воздействия еще на этапе проектирования, уберегая здоровье населения.

5.2 Меры по снижению уровня шума

Мероприятия по снижению шумового воздействия в районах жилой застройки разрабатывают по трём направлениям:

1. Снижение шума в его источнике
2. Снижение шума на пути его распространения к жилой застройке
3. Снижение шума непосредственно в жилой застройке

Первое направление представляется наиболее эффективным, так как борется с проблемой на корню – путём изменений в самом источнике воспроизводимого шума. Например, замена обычного двигателя на альтернативу в виде электродвигателя способна снизить уровень шума на 15-20 дБ.

Но высокие темпы автомобилизации привели к тому, что проблема заключается не столько в отдельных автомобилях, сколько в совокупности транспортного движения. Поэтому снижению шума, воспроизводимого автодорогами, будет способствовать деятельность по использованию средств организации движения, такая как:

- снижение скорости автомобилей на участках, прилегающих к территории жилой застройки
- сокращение интенсивности движения путём разделения транспортных потоков по параллельным маршрутам
- рациональное расположение и уменьшение задержек на пересечениях
- обеспечение постоянной скорости движения без переключения передач и последующих разгонов

- проектирование дорожной сети в районах жилой застройки таким образом, чтобы снизить уровень шума от проезжающих автомобилей [18]

Для того, чтобы снизить шум на пути его распространения, используются два принципа:

- защита расстоянием, обеспечивающие затухание звука в пространстве
- установка сооружений на пути распространения звука, обеспечивающих его отражение

Например, при увеличении расстояния от источника звука со 100 метров до 200 метров уровень шума уменьшается в среднем на 6 дБ.

Самая распространенная конструкция, снижающая шум на пути от источника к защищаемому объекту, это акустический экран. Принцип его работы заключается в том, что благодаря ему создаётся звуковая тень за счет частичного отражения звука от самого экрана. Также используются иные сооружения, способные дать схожий экранирующий эффект: стенки, выемки, зелёные насаждения и т.п.

Эффективность экранирующих сооружений по ориентировочным оценкам составляет: 5-15 дБ от насыпи, 3-8 дБ от зелёных насаждений, 25-30 дБ от выемки, 15-20 дБ от экранирующих зданий. Используют акустические экраны для установки вдоль автодорог и изготавливают из металла, пластика, стекла, бетона и других материалов на высоте от 2 до 4 метров. [19]

Мероприятия по снижению уровня шума на территории жилой застройки могут включать в себя:

- временное ограничение или запрещение движения всех видов транспорта при наличии заменяющих дорог
- ограничение или запрещение движения грузовых автомобилей с организацией движения по объездным дорогам

- проведение организационных мероприятий по обеспечению равномерного движения транспортного потока
- ограничение скорости на участках, которые прилегают к территориям жилой застройки
- ограничение скорости в населённых пунктах до 40 км/час
- организация саморегулируемого кольцевого движения на пересечениях в одном уровне

Стремление к снижению уровня шума и создание комфортных условий является одной из основополагающих в современном градостроительстве, в котором накопился уже целый комплекс архитектурно-планировочных решений для снижения уровня шума в жилой застройке. К ним можно отнести как методы по снижению непосредственно шума, так и приемы для повышения звукоизолирующей способности ограждающих конструкций зданий и сооружений. В качестве примера реализации по первому направлению помимо уже упомянутых приспособлений используются так называемые шумозащитные дома, в планировке которых приняты меры по снижению воздействия от шума: располагается дом таким образом, чтобы за ним образовывалась зона акустической тени, а на сторону автомагистрали выходили окна по большей части нежилых помещений. Применение таких решений позволяет снизить уровень нагрузки на 15-20 дБ. Планировка такого дома состоит в том, что помещения, защищаемые от шума, располагают по одному фасаду таким образом, чтобы он ориентировался в сторону, противоположную источнику шума. [18]

Придорожные территории со стороны жилой застройки должны включать в себя полосы зелёных насаждений. Чем гуще и плотнее будет посадка, тем эффективнее она будет работать, создавая нужный шумозащитный эффект. Породы деревьев при этом подбираются с учетом их ареала произрастания и устойчивости к запыленности и загазованности воздуха. Например, хвойные

породы отличаются меньшей шумозащитной способностью, но способны обеспечивать её в стабильном состоянии на протяжении всего года. Зелёные насаждения из клёна снижают уровень шума на 15 дБ, их тополя – на 11 дБ, из липы – на 9 дБ, а из ели – на 5 дБ. Оптимальной шириной таких насаждений является 20-25 метров. [19]

Особое внимание в вопросе шумозащиты отводится к звукоизоляции окон. В последние годы в этом вопросе достигнуты немалые успехи за счет применения современных технологий двойного и даже тройного остекления с повышенным уплотнением притворов, введением контурного звукопоглощения межоконном пространстве и увеличением толщины воздушного слоя. Используются так же окна и тяжёлого стекла с повышенной звукоизоляцией. Звукоизолирующая способность акустически обработанного остекления может составлять до 45-40 дБ, что сравнимо со звукоизолирующей способностью стен. Однако при эксплуатации таких окон должен в обязательном порядке учитываться воздухообмен внутри помещения. Не все стеклопакеты имеют соответствующие возможности для проветривания и в закрытом положении хоть и имеют действительно качественную защиту от шума, но при проветривании эффективность понижается до стандартного оконного блока. Поэтому такие стеклопакеты должны дополняться специальными воздухообменными клапанами, обеспечивая достаточное проветривание и не пропуская внутрь шум. [20]

Заключение

Проблема шумового загрязнения является в настоящее время одной из основных на фоне роста урбанизации и повышения интенсивности транспортного движения. На исследуемой территории транспорт выступил в роли главного источника шумового воздействия.

После изучения теоретических материалов было проанализировано потенциальное воздействие шума на здоровье человека, возможные последствия стабильного пребывания в зоне акустического дискомфорта, значительно влияющие на важные физиологические процессы. Крайне негативно шумовой фактор сказывается как на работоспособности человека, так и на его восстановительных функциях.

В ходе работы были проведены натурные измерения уровня шума с помощью прибора шумомер «Мегеон 92140» и на основе полученных данных сделаны выводы о степени шумового воздействия на исследуемой территории. На 16 из 17 точек измерений было зафиксировано превышение нормы порогового значения, что свидетельствует об актуальности проблемы шумового воздействия и требует введения мер для его смягчения.

Также с помощью программы ГИС была построена схема измерений уровней звукового давления, наглядно показывающая корреляцию этих уровней с интенсивностью транспортного потока – наиболее подвержены шумовому загрязнению оказались самые интенсивные с точки зрения транспортного потока точки в районе Лиговского проспекта и Набережной Обводного канала.

Резюмируя, были рассмотрены меры по снижению шумового воздействия, которые призваны смягчить влияние неблагоприятных факторов, тем самым снизив негативное воздействие на здоровье населения. В качестве таких мероприятий выделяют разработку шумозащитных сооружений, ужесточение установленных норм дорожного движения для транспортных средств,

проектирование и градостроительство с учетом современных тенденций к снижению уровня шумового воздействия.

Борьба с шумовым загрязнением это сложная задача и искоренить проблему полностью по понятным причинам невозможно. Но можно и нужно снижать опасное влияние этого фактора с помощью комплексных мер.

Список использованных источников

1. Росинфостат: [Электронный ресурс]. Режим обращения: <https://rosinfostat.ru/naselenie-sankt-peterburga>. (Дата обращения: 20.05.2022 г.).
2. Даринский А.В. География Ленинграда [Текст] / Даринский А.В. // Лениздат. - 1982. - 190 с.
3. Голубев Д.А. Экологическая обстановка в Санкт-Петербурге [Текст] / Под редакцией Голубева Д.А., Сорокина Н.Д. // Издательство «Союз художников». - Санкт-Петербург, 2003. – 781 с.
4. МЧС России: [Электронный ресурс]. Режим обращения: <https://78.mchs.gov.ru/glavnoe-upravlenie/harakteristika-subekta/landshafty-goroda-i-okrestnostey>. (Дата обращения: 20.05.2022 г.).
5. Луканин В.Н., Трофименко Ю.В. Промышленно-транспортная экология [Текст] / Луканин В.Н., Трофименко Ю.В. // Высшая школа. – Москва, 2003. – 22 с.
6. Коробкин В.И. Экология [Текст] / Коробкин В.И. // Феникс. - Ростов-на-Дону, 2007. – 602 с.
7. Евстигнеева, Н.А. Защита от шума: методические указания к лабораторной работе по курсам «Безопасность жизнедеятельности», «Основы безопасности труда» [Текст] / Н.А. Евстигнеева, С.В. Карев // МАДИ(ГТУ). – Москва, 2007. – 44 с.
8. Карпова В.И. Шумовое (акустическое) загрязнение окружающей среды. Природоохранные и гидротехнические сооружения: проблемы строительства, эксплуатации, экологии и подготовки специалистов Материалы международной научно-технической конференции [Текст] / Карпова В.И. // Самара, 2014. - с. 317-321.

9. Платонов, А. П. Основы общей и инженерной экологии: учебное пособие [Текст] / А. П. Платонов, В. А. Платонов // Феникс. – Ростов-на-Дону, 2002. - 352с.
10. Роспотребнадзор: [Электронный ресурс]. Режим обращения: <http://23.rospotrebnadzor.ru/content/325/14474/> (Дата обращения: 18.05.2022 г.).
11. Гараева Х. Р. Акустический дискомфорт в городской среде (на примере городов Баку и Астрахань) [Текст] / Гараева Х. Р // Вестник астраханского государственного технического университета. – Астрахань, 2010. - №1. - С. 88-95.
12. Оценка риска здоровью населения от воздействия транспортного шума [Текст] : 2.1.10. Состояние здоровья населения в связи с состоянием окружающей среды и условиями проживания населения : методические рекомендации : МР 2.1.10.0059-12 : [издание официальное]
13. ГОСТ 20444-2014. Шум. Транспортные потоки. Методы измерения шумовой характеристики. – Введен с 01.01.1986. – Москва: Издательство стандартов, 2005.
14. ГОСТ 23337-2014. Шум. Методы измерения шума на селитебной территории и в помещениях жилых и общественных зданий. – Введен с 01.07.2015. – Москва: Стандартинформ, 2019.
15. ГОСТ Р 53187-2008. Акустика. Шумовой мониторинг городских территорий. – Введен 01.12.2009. – Москва: Стандартинформ, 2009.
16. СанПиН 2.2.1/2.1.1200-03. Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов. – Утверждено 25.09.2007. – Москва: Новая редакция, 2007.
17. Методические указания 4.3. Методы контроля. Физические факторы 2194-07. Контроль уровня шума на территории жилой застройки, в жилых и

общественных зданиях и помещениях. – Введен 01.07.2007. – Москва: Стандартинформ, 2007.

18. Маслов, Н. В. Градостроительная экология: учеб. пособие [Текст] / Н. В. Маслов // Высшая школа. – Москва, 2003. – 340-342 с.

19. Коробкин, В. И. Экология: учеб. пособие [Текст] / В.И. Коробкин, Л. В. Передельский // Феникс. – Ростов-на-Дону, 2005. - 576 с.

20. Осипов Г.Л.. Снижение шума в зданиях и жилых районах [Текст] / под ред. Г.Л.Осипова, Е.Я. Юдина // Стройиздат. – Москва, 2007. - 558с.

Приложение А

Таблица 1 - Эффекты для здоровья населения при воздействии ночного шума, установленные в эпидемиологических исследованиях

Эффект	Порог, дБА	Степень доказанности
1	3	4
Беспокойство во сне (ерзанье во сне)	32	Высокая*
Нарушение течения различных стадий сна, "фрагментация" сна	35	Высокая
Жалобы	35	Средняя*
Пробуждение ночью и/или очень рано утром	42	Высокая
Эффект	Порог, Дб	Степень доказанности
Эффект	Порог, дБА	Степень доказанности
Затяжная стадия засыпания (трудное засыпание)	*	Высокая
Фрагментация сна, сокращение времени сна	*	Высокая
Нарастание среднего уровня беспокойных движений во время сна	42	Высокая
Ощущение нарушения сна	42	Высокая

Использование седативных препаратов или иных лекарств	40	Высокая
Бессонница, связанная с факторами внешней среды	42	Высокая
Гипертензия	50	Средняя
Инфаркт миокарда	50	Средняя