



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра прикладной и системной экологии

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

(Бакалаврская работа)

На тему Шумовое загрязнение городской среды

Исполнитель Кренев Даниил Андреевич

(фамилия, имя, отчество)

Руководитель кандидат географических наук, доцент

(ученая степень, ученое звание)

Алексеев Денис Константинович

(фамилия, имя, отчество)

«К защите допускаю»

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

(подпись)

кандидат географических наук, доцент

(ученая степень, ученое звание)

Алексеев Денис Константинович

(фамилия, имя, отчество)

28.06 2023 г.

Санкт-Петербург

2023

## Содержание

Введение.. ..	3
Глава 1. Физико-географическая характеристика города Санкт-Петербург.5	
1.1. Географическое положение .....	5
1.2. Климатические условия .....	6
1.3. Рельеф.....	9
Глава 2. Теоретические представления о шумовом загрязнении.....	11
2.1. Общие характеристики шумового загрязнения .....	11
2.2. Классификация шума.....	11
2.3 Влияние шума на здоровье человека .....	13
2.4. Нормирование шумового загрязнения .....	21
2.5. Основные источники шума .....	23
2.6. Способы мониторинга шумового загрязнения в городской среде.....	26
Глава 3. Район исследования и необходимые технические средства	<b>Ошибка!</b>
<b>Закладка не определена.</b>	
3.1. Район исследования .....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
3.2. Технические средства .....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
Глава 4. Оценка шумового загрязнения	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
4.1. Результаты измерений и анализ уровней шума	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
4.2. Рекомендации по снижению уровня шума	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
Заключение .....	28
Список литературы .....	30

## Введение

Санкт – Петербург – город федерального значения. Численность населения города составляет приблизительно 6 млн. человек.

В последнее время в городе растет количество личных транспортных средств, а также общественного транспорта, что вызвано ростом населения города. Активное строительство жилого фонда, коммерческой недвижимости и большое количество проектов связанных с реконструкцией зданий приводит к интенсивному росту шумового загрязнения городской среды.

Согласно государственному стандарту № 30772-2001 «Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Термины и определение», шумовое загрязнение – форма физического, как правило, антропогенного загрязнения, возникающего в результате увеличения интенсивности и повторяемости шума сверх природного уровня, что приводит к повышению утомляемости людей, снижению их умственной активности, а при достижении 90-100 дБ – постепенной потере слуха [1].

В связи с увеличением шумового загрязнения городской среды, а также недостатком средств защиты населения от его воздействия, проблема изучения и мониторинга уровня шума становится со временем всё более актуальна. Увеличение количества транспорта, большое количество бытового и инженерного оборудования на территории жилых и общественных зданий приводит к тому, что человек находится под постоянным воздействием шума. Представления о природе возникновения шумового загрязнения и о способах мониторинга за ним являются ключевыми факторами для формирования комплексных мер, направленных на снижение воздействия шума на человека в условиях городской среды.

Целью данной выпускной квалификационной работы является оценка шумового загрязнения на примере селитебной территории Муниципальное Образование «Волковское».

Задачи:

- проанализировать физико-географические особенности района исследований;
- обобщить сведения о воздействии шума на здоровье человека;
- освоить методики измерения шумового воздействия;
- выполнить количественную оценку шумового загрязнения в районе исследования.

## 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 Росстата на 1 января 2023 с учетом ВПН-2020 год составляет 5 600 044 человек [2]. Общая площадь города составляет 1439 квадратных километров.

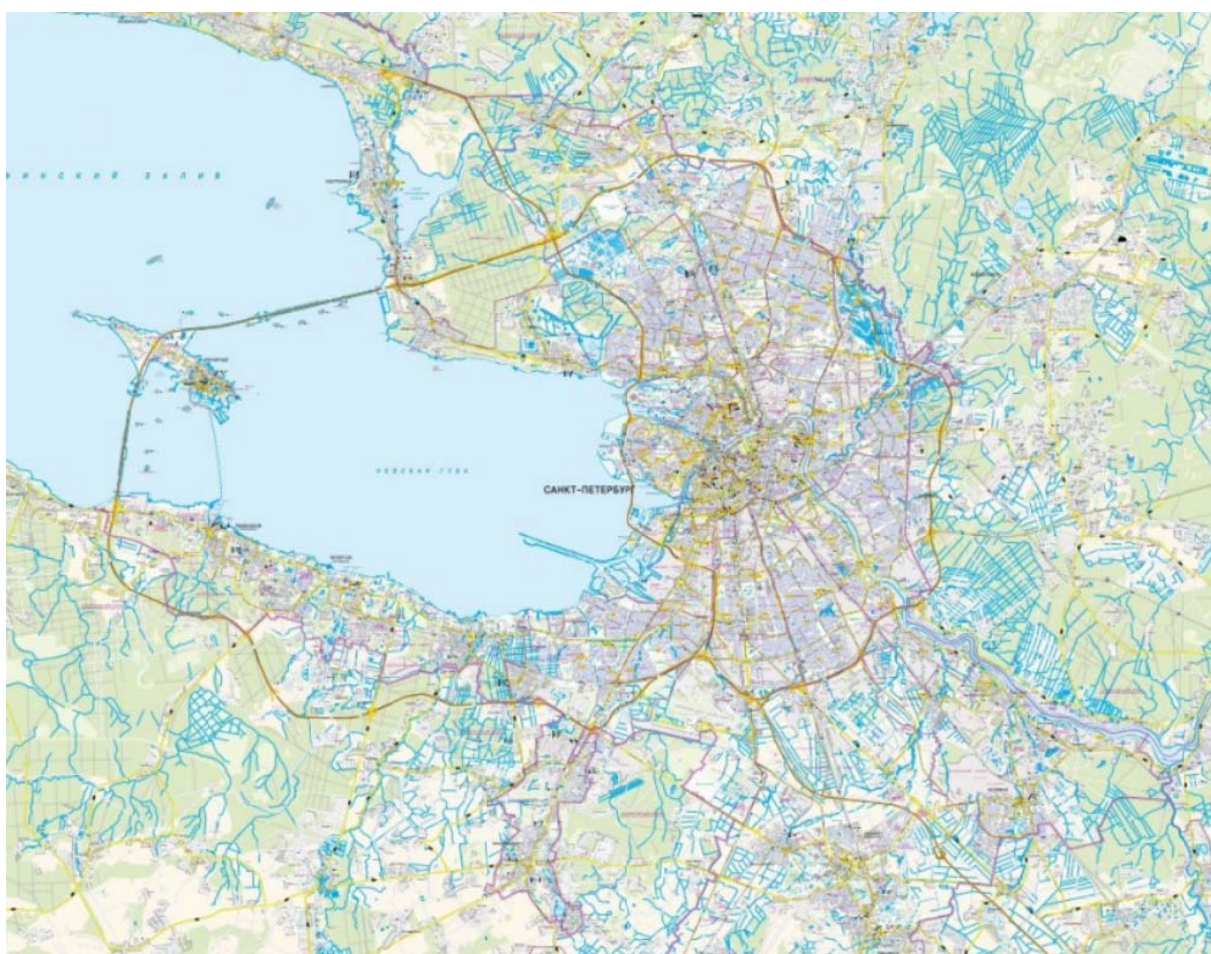


Рисунок 1.1 - Географическое положение г. Санкт-Петербурга

Город расположен на  $59^{\circ}56'19''$  северной широты и  $30^{\circ}18'50''$  восточной долготы в пределах Приневской низины, охватывающей долину Невы, её притоков Ижоры и Тосны, а также ряд более мелких рек.

Протяженность города с северо-запада на юго-восток 90 километров, он располагается на побережье Невской губы Финского залива, что придает важное значение его географическому положению, т.к. морская граница по Балтийскому морю проходит с такими государствами как Эстония и Финляндия.

Высота города над уровнем моря: для центральных районов – 1 - 5 м, периферийных районов (север) – 5 - 30 м, периферийных районов (юг и юго-запад) – 5 - 22 м. Самое высокое место в черте города - район Красного Села (70 - 110 м) с Вороньей горой (176 м).

## 1.2. Климатические условия

Климат переходный от морского к умеренно континентальному, с умеренно тёплым летом, умеренно холодной зимой с частыми вторжениями тёплых воздушных масс, высокой относительной влажностью воздуха (не менее 5 месяцев в году – более 80 %). Средние температуры января  $-7,7^{\circ}\text{C}$ , июля  $17,8^{\circ}\text{C}$ .

Абсолютный минимум температуры  $-35,9^{\circ}\text{C}$ , абсолютный максимум  $37,1^{\circ}\text{C}$ . Средняя годовая сумма осадков 633 мм, большая их часть выпадает в июне – октябре; 191 день в году – с осадками. Продолжительность залегания снежного покрова сильно варьирует по годам: от 2 до 4,5 месяца [3].

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» [4].

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 [5].

Влажный морской воздух, оказывающий смягчающее влияние на климат в городе, приходит с западного и юго-западного направления со стороны Атлантического океана. Холодный и сухой воздух приходит с севера и северо-востока, формируясь над льдами Северного Ледовитого океана. Сухие воздушные массы континентального происхождения поступают с востока и юго-востока, формируясь в области высокого давления Центральной Азии [4].

Преобладают воздушные массы, поступающие со стороны Атлантики (западное, юго-западное и северо-западное направление), и составляют почти половину всех ветров в течение года - порядка 46%. Ветра же южных, юго-восточных направлений и северных, восточных оказывают равносильное влияние на климат региона и составляют порядка 26% и 28% от всех воздушных масс в течение года соответственно.

Из-за постоянной сменяемости направлений ветра, а также взаимодействия воздушных масс между собой, на территории города наблюдается сильная изменчивость и неустойчивость погоды на протяжении всего года [4].

По данным Северо-Западного управления по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды среднее количество осадков, выпадающих за год равно 667,7 мм. Наиболее дождливые месяцы приходятся на тёплый период года (май-сентябрь) за этот промежуток выпадает порядка половины всех осадков за год, остальные же выпадают в период с октября по апрель.

На рисунке 1.2 представлена диаграмма, на которой показаны средние значения осадков в г. Санкт-Петербург за период с 1 января 1991 г. по 31 декабря 2020 г.

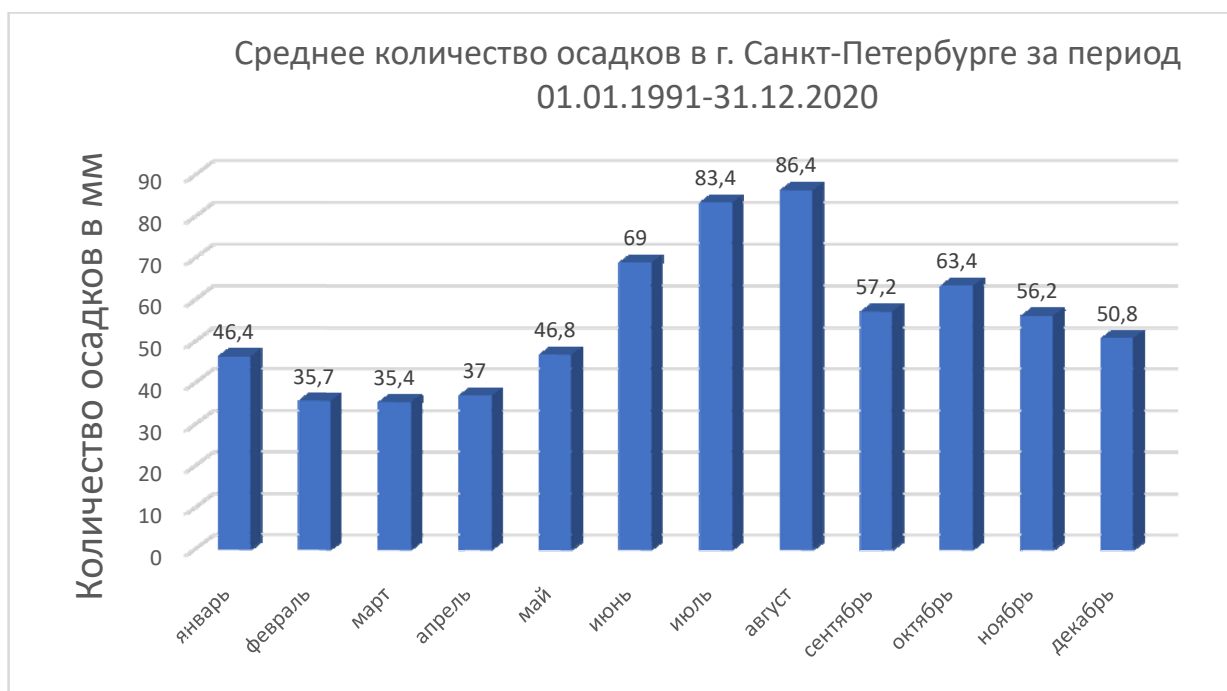


Рисунок 1.2 - Среднее количество осадков в г. Санкт-Петербург за период 01.01.1991-31.12.2020 (составлен автором)

Одной из основных характеристик осадков является их интенсивность. В холодный период года, когда в Санкт-Петербурге преобладают продолжительные обложные осадки, интенсивность их невелика, в среднем 0,2-0,4 мм/ч. В летние месяцы интенсивность возрастает до 1,1-1,3 мм/ч за счет ливневых осадков.

За год в Санкт-Петербурге отмечается в среднем 120 дней с суточным количеством осадков  $\geq 1$  мм. Максимальное число дней с осадками 1 мм и более приходится на осенне-зимние месяцы (11-12 дней), минимальное – на весенние (8 дней).

На рисунке 1.3 представлена диаграмма, на которой показано среднее количество дней с осадками  $\geq 1$  мм в г. Санкт-Петербурге за период с 1 января 1991 г. по 31 декабря 2020 г.



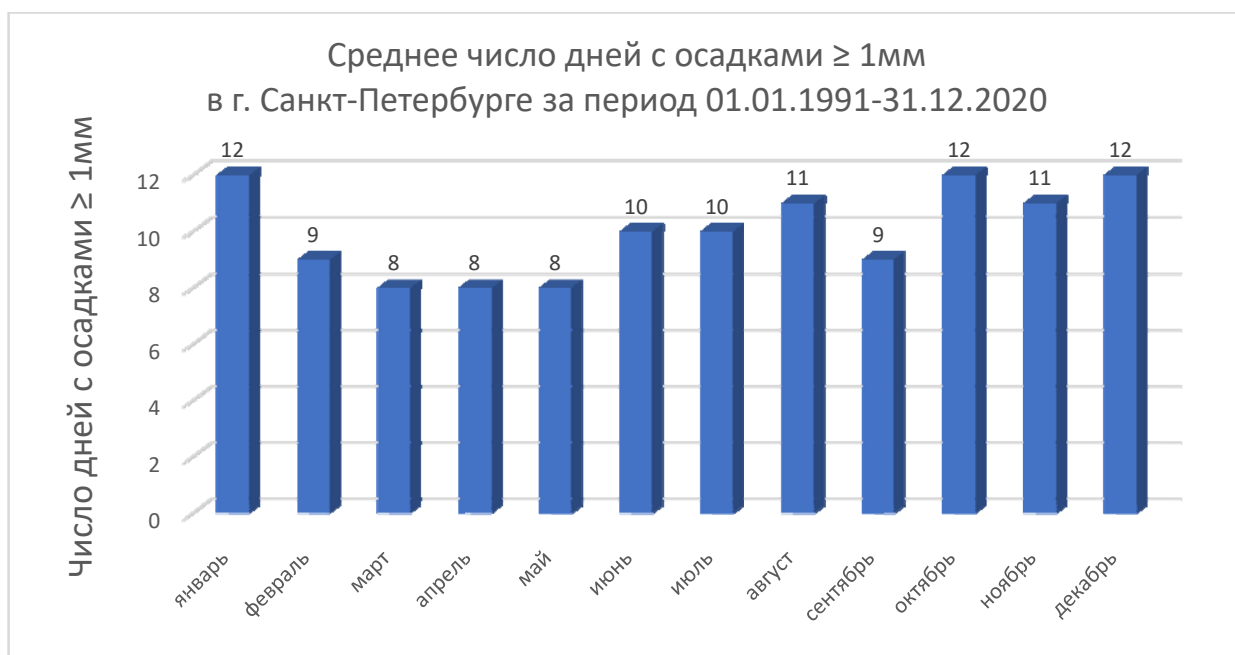


Рисунок 1.3 - Среднее число дней с осадками  $\geq 1$  мм в г. Санкт-Петербурге за период 01.01.1991-31.12.2020 (составлен автором)

### 1.3. Рельеф

Город расположен на территории Восточно-Европейской (Русской) равнины и имеет незначительные абсолютные высоты. Обладает террасированным рельефом, занимая Приневскую низменность. На нижней морской террасе располагаются острова дельты Невы (Василеостровский, Петроградский, Крестовский и др.), а также остров Котлин.

В северной части города есть камовые холмы (Колтушские возвышенности) с наибольшей высотой в 78 метров над уровнем моря, на юге Пулковские и Дюдергофские высоты с наивысшей точкой в 176 метров.

Ландшафт города можно условно разделить на 3 части: Дельтовая, Левобережная и Правобережная.

Дельтовая часть более освоена по сравнению с другими. Здесь высокая плотность застройки, исключения составляют парки и некоторые заболоченные

участки. К ней можно отнести северо-западную часть Васильевского острова, Елагин, Каменный и Крестовский острова, являющиеся самыми низкими местами.

Левобережная часть представлена однообразной равниной, доходящей до Пулковских высот. Средние высоты над уровнем моря 2-3 метра, исключительные участки возвышения рельефа доходят до отметки в 4 метра. Наряду с Дельтовой частью Левобережная наиболее сильно подвержена угрозе наводнений в силу малых высот над уровнем моря.

Правобережная часть из всех наиболее возвышенная (5-10 метров над уровнем моря). Для неё характерны такие особенности как большое количество зелени, прудов, озёр [6].

## Глава 2. Теоретические представления о шумовом загрязнении

### 2.1. Общие характеристики шумового загрязнения

Шумом называют совокупность звуков, обладающих такими параметрами как частота и интенсивность, которые неблагоприятно воздействуют на организм человека. С физической точки зрения шум – волнообразно распространяющееся механическое колебательное движение частиц упругой (твёрдой, жидкой, газовой) среды. При распространении звуковой волны в пространстве она оказывает звуковое давление на среду, т.е. вызывает превышение давления над давлением при нормальных условиях.

Шум, имеющий антропогенную природу, т.е. возникающий в результате деятельности человека, называют шумом в окружающей среде. К нему относятся как шум, возникающий от неподвижных источников (различные предприятия промышленности, строительные площадки, торговые объекты и др.), так и возникающий от передвижных источников (в первую очередь это все транспортные средства: автомобили, поезда, самолеты, водный транспорт и др.) [7].

По данным Всемирной организации здравоохранения шум является одной из наиболее значимых экологических проблем, это объясняется тем, что влияние шума на человека сверх допустимых значений или полное его отсутствие в зависимости от продолжительности такого воздействия приводит к негативным последствиям различной степени тяжести [8].

### 2.2. Классификация шума

По физической природе возникновения шумы делятся на:

- механические (возникающие из-за работы различных механизмов: цепные приводы, зубчатые передачи, ударные механизмы и др.);
- электромагнитные (возникающие из-за магнитных колебаний электромеханических механизмов, например электрические машины);

- гидродинамические (возникающие в жидкостях, например кавитационный шум от работы насоса или гребного винта);

- аэродинамические (возникающие в газах, например шум от воздушного потока вокруг поверхностей самолета).

По среде распространения выделяют:

- воздушный шум;

- структурный шум (ещё называют ударный или вибрационный: возникает вследствие быстрого распространения звука от источника шума по монолитному материалу).

По временным характеристикам подразделяют шум на:

- постоянный (колебания уровня звука в течение наблюдаемого периода не превышают 5 дБа);

- непостоянный (колебания уровня звука в течение наблюдаемого периода более 5 дБа).

Непостоянный шум отдельно подразделяется на 3 группы:

- импульсивный (возникает из одного или нескольких звуковых сигналов продолжительностью  $< 1$  секунды);

- колеблющийся (постоянное непрерывное изменение уровня звука во времени);

- прерывистый (длительность интервалов, в течение которых уровень звука остается неизменным,  $\geq 1$  секунде).

По частоте шум подразделяют на:

- низкочастотный ( $< 350$  Гц);

- среднечастотный (350 - 800 Гц);

- высокочастотный ( $> 800$  Гц);

По природе возникновения источники шума можно разделить на 3 группы:

- механические;

- биотические;
- абиотические [9].

### 2.3 Влияние шума на здоровье человека

Шум является общебиологическим раздражителем, он оказывает влияние не только на слух, но на структуры головного мозга, что может привести к дисфункциям различных систем организма. Под воздействием шума существует риск развития функциональных неврологических симптоматических расстройств, а также сбоев в работе вегетативной нервной системы и поражение слухового анализатора [10].

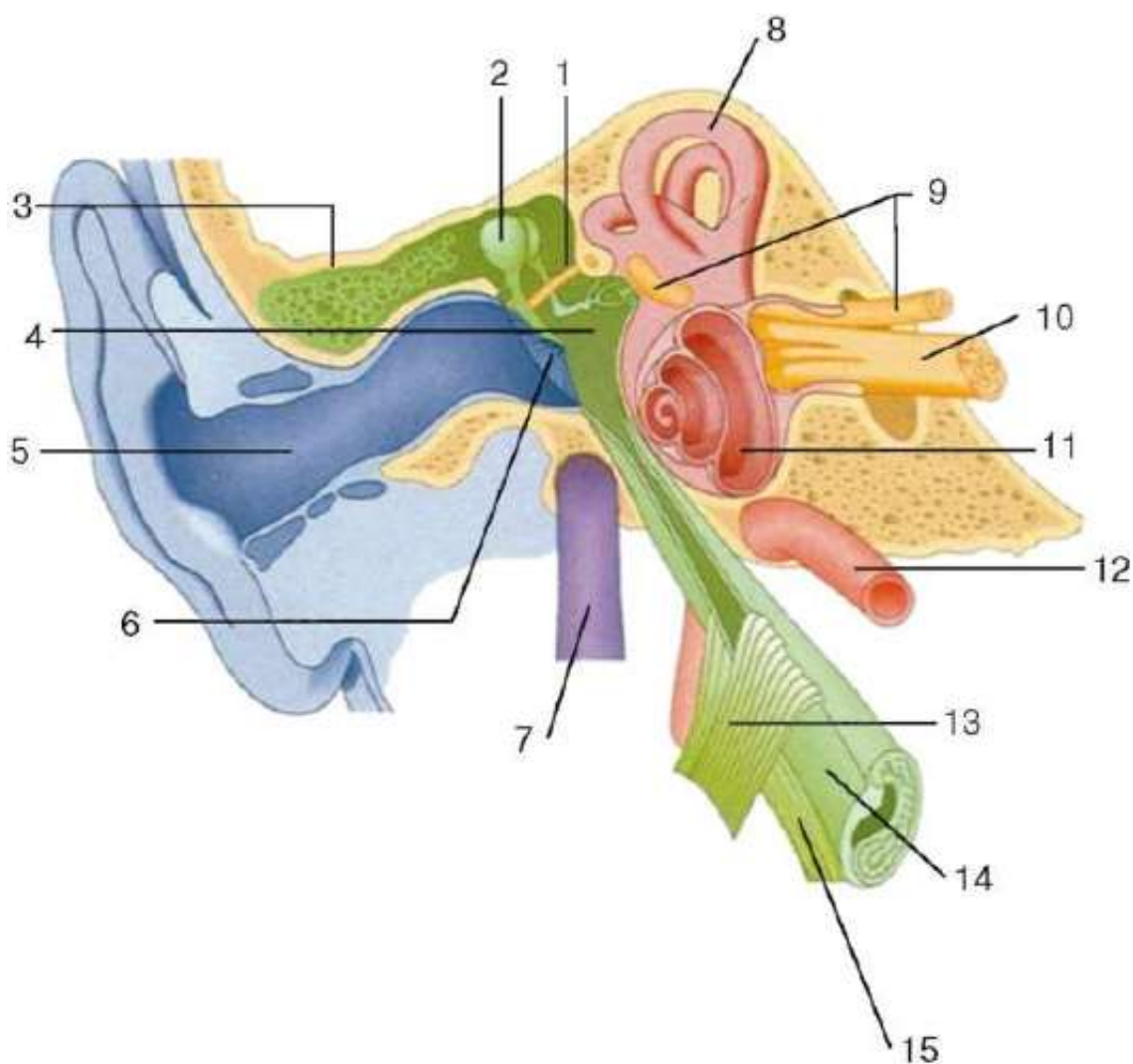


Рисунок 2.1 – Схема строения периферического отдела слухового анализатора: 1 - барабанная струна; 2 - слуховые косточки; 3 - клетки сосцевидного отростка; 4 - барабанная полость; 5 - наружный слуховой проход; 6 - барабанная перепонка; 7 - внутренняя яремная вена; 8 - полукружные каналы; 9 - лицевой нерв; 10 - вестибулокохлеарный нерв; 11 - улитка; 12 - внутренняя сонная артерия; 13 - мышца, напрягающая нёбную занавеску; 14 - слуховая труба; 15 - мышца, поднимающая нёбную [11]

Слуховая сенсорная система человека является очень уязвимым системой, т.к. человеческое ухо не имеет естественной защиты от воздействия шума высокого уровня, который воздействует на клетки и нервы слухового аппарата [12].

Существует два мнения касательно первоначального воздействия шума на организм человека. Одни ученые считают, что в первую очередь изменениям подвергается периферический отдел слухового аппарата, там возникают дистрофические и атрофические изменения. К таким изменениям относят патологические процессы в волосковых клетках основного завитка улитки, при дальнейшем наблюдении возникает дегенерация наружных фланговых клеток кортиева органа (клеток Дейтерса). В некоторых случаях с более продолжительным воздействием шума изменению подвергались внутренние волосковые клетки, уменьшалось число нервных волокон и клеток спирального узла [12].

Вторая точка зрения предполагает, что в первую очередь воздействию подвергается слуховая зона коры большого мозга. В ней при воздействии шума наблюдаются биохимические и гистологические изменения. Также на сильное акустическое воздействие реагируют подкорковые слуховые центры, в них наблюдаются биохимические сдвиги в клетках рецепторного аппарата. Что и приводит к последующей дегенерации слухового анализатора, выражающейся в виде дистрофических и атрофических изменениях [12].

Шум оказывает прямое механическое воздействие на клеточные структуры внутреннего уха. Наиболее ярко выражено влияние акустического раздражителя при импульсном шуме. Так у лиц, подверженных воздействию импульсного шума наблюдаются дегенеративные процессы в слуховом анализаторе в 2-5 раз чаще, чем у лиц, которые подвержены воздействию постоянного шума. Инфразвук является негативным фактором воздействия, т.е. постоянный шум в сочетании с инфразвуком обладает более выраженными последствиями, чем стабильный шум [12].

Чрезмерный уровень шума способен оказывать на организм человека раздражающее действие и приводить к нарушению функций и структур органов слуха или даже целых систем органов. В зоне риска находится население крупных городов и мегаполисов. Для предотвращения негативных последствий на здоровье человека необходимо разрабатывать способы защиты от шума, а также проводить санитарно-гигиенические и психофизиологические исследования в этой области [13].

Каждый человек имеет индивидуальный уровень восприятия звука. Это зависит от типа высшей нервной деятельности и патофизиологических особенностей организма. На степень восприятия шума также влияет образ жизни человека и индивидуальные особенности, такие как наличие вредных привычек и физической активности, продолжительность сна, стрессовые ситуации и уровень физического и нервного напряжения.

Сверхчувствительными к шуму являются порядка 30% населения страны, к ним относятся в первую очередь пожилые люди (в силу износа органов слуха), дети, т.к. их слуховая система ещё не до конца сформировалась, и люди с особенностями работы слуховой сенсорной системы. В условиях крупных городов риск негативных последствий от воздействия шума для этих групп населения возрастает. Большая часть жителей – порядка 60% обладают нормальной чувствительностью к шуму, в то время как около 10% не чувствительны к нему вовсе.

Важно отметить, что негативные последствия воздействия шума способны затронуть не только слуховую систему, но и центральную нервную систему, сердечно-сосудистую, эндокринную, а также оказывать влияние на общее состояние и трудоспособность человека [14].

По характеру воздействия на организм физиологические и патологические эффекты разделяются на две категории:

- ауральные эффекты;
- являются специфическими и наблюдаются в органах слуха;
- экстраауральные – не специфические и наблюдаются в других органах и системах, например, сердечно – сосудистая система.

Больше всего негативному влиянию подвержены органы слуха, дыхания, органы пищеварения, система кровообращения, нервная система. Среди болезней особенно выделяют нейросенсорную тугоухость, а также артериальная гипертензия [14].

Специфическое действие шума сказывается на слуховом анализаторе, его звуковоспринимающей части, что приводит к развитию профессиональной тугоухости. Дистрофические (обменные, обратимые), а затем деструктивные (структурные, мало- или необратимые) изменения в слуховом анализаторе развиваются по причине длительной работы органа слуха в режиме повышенной шумовой нагрузки в истощающем режиме. [15].

Неспецифическое действие шума сказывается на функции:

- 1) ЦНС - вплоть до эпилептиформных припадков;
- 2) пищеварительной системы - вплоть до язвенных дефектов;
- 3) сердца - вплоть до инфаркта миокарда;
- 4) сосудов - вплоть до острого нарушения кровообращения в миокарде, мозге, поджелудочной железе и других органах по ишемическому или геморрагическому типу. [15]



Уровень шума, значение которого выше ПДУ, является одним из факторов стресса. Это связано с тем, что на длительное воздействие шума на человека откликается надпочечниковая система, которая вырабатывает гормон стресса – кортизол. При избытке этого гормона возрастают риски повышения артериального давления и уровня сахара в крови, вмешиваясь в процесс метаболизма глюкозы, способствует развитию сахарного диабета.

К стойкому повышению систолического артериального давления приводит широкополосный шум, в котором преобладают высокочастотные составляющие, и его уровень находится свыше 90 дБА, особенно опасен импульсный шум. Опасно это тем, что вегетативная система реагирует независимо от нас и не подвержена адаптации к воздействию шума, как в случае с его восприятием [10].

Большие риски возникают для иммунной системы, т.к. после выброса в кровь стероидных гормонов, в первую очередь кортизола, снижается уровень иммунитета, это способно привести к различным аутоиммунным и аллергическим заболеваниям у человека [16].

В связи с высокой рационализацией труда и ростом операторской деятельности, шумы среднего уровня могут достигать 80 дБ. Такие шумы не влияют на слух человека, но утомляют, раздражают и мешают ему. В сочетании с напряженной работой и увеличением стажа работы, экстрауральные эффекты могут проявляться как общесоматические нарушения (слабость, сонливость), так и хронические заболевания. [10].

Существует обоснованный биологический эквивалент воздействия на организм шума и нервно – напряженного труда на организм человека, он равен 10 дБА на одну категорию напряженности трудового процесса. Данный принцип положен в основу действующих норм по шуму, основанный с учетом напряженности и тяжести трудового процесса (СанПиН 1.2.3685-21).

Необходимо отметить, что существуют целые отрасли, где работники подвержены профессиональным заболеваниям, связанным со снижением слуха, вследствие поражения слухового анализатора из-за продолжительного воздействия высокочастотных шумов. К таким отраслям относятся горнодобывающая, металлургическая, автомобилестроительная и др. [17].

При профессиональном ухудшении слуха у работника наблюдаются проблемы с восприятием высоких тонов. Производственная нейросенсорная тугоухость развивается медленно и с возрастом постепенно прогрессирует, что создает сложности при выявлении негативных осложнений на ранних стадиях заболевания. Степень негативных последствий зависит в том числе от времени, проводимом на рабочем месте и стажа работы [18].

Высокий уровень шумовой нагрузки на производстве ведет не только к негативным последствиям, связанным со слухом, но и увеличивает риск несчастных случаев и травматизма на рабочем месте. Происходит это вследствие того, что при длительном воздействии шума наблюдается расстройство вестибулярного аппарата, а также снижается рефлекторная деятельность [19].

На шумных производствах зачастую наблюдаются повышенные концентрации токсических и раздражающих веществ, пыли, что в сочетании с неблагоприятным микроклиматом на предприятии, неудобным положением тела и нервным напряжением приводит к заболеваниям желудочно-кишечного тракта, таким как гастрит, язва желудка и другие. Совместное воздействие этих факторов вызывает отрицательный эффект в 2,5 раза чаще, чем если бы каждый фактор воздействовал на организм по отдельности [20].

Установлено, что постоянное акустическое загрязнение оказывает негативное влияние не только на органы слуха, но и на сердечно-сосудистую систему и нервную. Роспотребнадзор приводит данные, что почти на каждом четвертом промышленном предприятии (порядка 27%) превышен уровень шума на рабочем

месте. Почти каждый третий сотрудник работает в условиях производственного шума. Возникающая вследствие этого профессиональная сенсоневральная тугоухость (потеря слуха, вызванная поражением структур внутреннего уха) является самым распространенным профессиональным заболеванием в Российской Федерации [21].

Риск возникновения ишемической болезни сердца увеличивается в среднем в 1,3 – 1,9 раза у людей с двусторонней высокочастотной тугоухостью, вызванной повышенным уровнем шума на рабочем месте. В случае сильного производственного шума риск может увеличиваться до 4,23. Если условия работы в холодном микроклимате не предполагают средств индивидуальной защиты, то риск инфаркта также возрастает в 1,1 – 1,5 раза [21].

Выделяют 5 степеней профессиональной сенсоневральной тугоухости, вызванной шумом [21].

Таблица 1. – Классификация потери слуха, вызванной шумом, по степени выраженности

Степень тугоухости	Среднее значение порога слышимости по воздуху на частотах 500, 1000, 2000, 4000 Гц (дБ)
Признаки воздействия шума на орган слуха	11–25
I	26–40
II	41–55
III	56–70
IV	71–90
Глухота	≥91

Важно отметить, что безопасный уровень шума на производстве составляет 75 дБА, т.е. при значениях, не превышающих этот уровень, риск потери слуха работником, не являющимся сверхчувствительным к воздействию шума, пренебрежительно мал. В случае высокочастотного шума при значениях в 85 дБА и ниже также не наблюдается развитие потери слуха у работников, даже при большом стаже работы [21].

При многолетнем стаже на рабочем месте с высоким уровнем шума, развивается двусторонняя тугоухость, вызванная дистрофическими и деструктивными изменениями в слуховом аппарате. Это является следствием разных факторов, основным из которых является производственный – фактор, связанный непосредственно с условиями работы. К нему можно отнести повышенную напряженность и тяжесть труда, вибрации на рабочем месте, нагревающий микроклимат и другие.

В зависимости от тяжести и напряженности трудового процесса предельно допустимые уровни звука отличаются [21].

Таблица 2. Предельно допустимые уровни звука в зависимости от тяжести и напряженности трудового процесса

Категория напряженности трудового процесса	Категория тяжести трудового процесса		
	Легкая и средняя физическая нагрузка	Тяжелый труд I степени	Тяжелый труд II степени
Напряженность легкой и средней степени	80 дБ	75 дБ	75 дБ
Напряженный труд I степени	70 дБ	65 дБ	65 дБ
Напряженный труд II степени	60 дБ	-	-
Напряженный труд III степени	50 дБ	-	-

Также есть и другие факторы, оказывающие влияние на развитие двусторонней тугоухости:

- наследственность (при наличии тугоухости у ближайших родственников повышается риск заболевания);
- вредные привычки (такие как курение или алкоголь);
- общий уровень здоровья (при наличии травм головы или шейного отдела, а также при недавно перенесенных инфекционных заболеваниях, степень негативного воздействия шума на слуховой анализатор может возрастать);
- возраст (младше 18, когда ещё не завершился процесс формирования слухового аппарата или старше 37, когда начинается его дегенерация) [21].

Степень воздействия шума на здоровье человека зависит во многом от его интенсивности, звукового спектра, времени, характера, а также индивидуальных особенностей, например, пола и возраста. Городской шум воспринимается людьми субъективно. Стоит отметить, что первыми показателями являются жалобы на беспокойство, раздражительность и нарушение сна.

#### 2.4. Нормирование шумового загрязнения

Основополагающим подходом в нормировании шумового загрязнения является обоснование максимально допустимых уровней шума и разработка требований, направленных на предотвращение шума такого уровня, учитывая его особенности такие как продолжительность воздействия, характер и другие, который при воздействии на человека оказывает неблагоприятное влияние на его здоровье [10].

Известно, что степень воздействия на организм человека определяется не только общей интенсивностью шума, но также большое значение играет частота звука. В зависимости от частотной характеристики шум одинаковой интенсивности оказывает разное по силе воздействие на организм человека. Чем выше частота звука, тем сильнее шум оказывает влияние на нервную систему человека.

Важное направление в нормировании шума касается его уровня на производстве. В законодательстве закреплён гигиенический норматив – предельно допустимый уровень (ПДУ). Это такой уровень шумового воздействия, при котором у человека не возникают отклонения по состоянию здоровья и заболевания в следствие нахождения на рабочем месте в течение сорока часов в неделю на протяжении всего трудового стажа [10]. Важно отметить, что этот показатель является усредненным и не гарантирует отсутствие нарушений здоровья у людей, которые более чувствительны к определенным факторам воздействия шума.

Также кроме производственного шума установлены значения предельно допустимых уровней шума для жилых помещений, общественных пространств и территорий жилой застройки.

По значению максимальных колебаний шума выделяют постоянный (колебания уровня звука в течение наблюдаемого периода не превышают 5 дБа) и непостоянный (колебания уровня звука в течение наблюдаемого периода более 5 дБа). Чтобы оценить такие шумы используется термин «уровень шума», означающий общий уровень звукового давления. Для определения используется прибор – шумомер на частотной коррекции А, что обусловлено несоответствием громкости, воспринимаемых человеческим ухом, уровням звуковых давлений на частотах, отличных от восприятия на стандартной частоте 1000 Гц.

Характеристикой постоянного шума является уровень звукового давления (L) в децибелах в октавных полосах со среднегеометрическими частотами 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000, 8000 Гц.

Характеристикой непостоянного шума является эквивалентный уровень звукового давления ( $L_{\text{АЭКВ}}$ ) в децибелах в октавных полосах частот со среднегеометрическими частотами 31,5, 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000, 8000 Гц [10].

Уровень шумового воздействия признается соответствующим норме, если уровни эквивалентного и максимального шума не превышают предельно допустимых уровней шума.

Допустимые уровни шума в зависимости от времени суток и территории нормируются по СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания» и представлены в таблице 3.

Таблица 3. Допустимые уровни шума в зависимости от времени суток и территории.

Наименование помещений/территории и	Время суток	Эквивалентные уровни звука ( $L_{Aэкв}$ ), дБА	Максимальные уровни звука ( $L_{Amax}$ ), дБА
Жилые комнаты квартир	с 7:00 до 23:00	40	55
	С 23:00 до 7:00	30	45
Территории, прилегающие к жилым домам, образовательным организациям	с 7:00 до 23:00	55	70
	С 23:00 до 7:00	45	60

## 2.5. Основные источники шума

Не только человек и его деятельность является источником шумов в окружающей среде. Так называемые природные шумы очень разнообразны по своему происхождению и частотному диапазону: от инфразвука (диапазон частот, которые не воспринимаются человеческим ухом <16 герц) до ультразвука (диапазон частот, которые не воспринимаются человеческим ухом > 20 000 герц) [10].

Человеческий слуховой аппарат способен воспринимать звук в диапазоне от 16 Гц до 20 кГц. Диапазон частот человеческого голоса (100 – 4000 Гц) как раз попадает в этот промежуток. Слуховой диапазон – диапазон частот, который способно воспринимать человеческое ухо. Стоит отметить, что помимо стандартного диапазона человек способен слышать часть инфразвука и ультразвука [20].

Шум дождя, воды, шелест листвы, звук легкого ветра, пения птиц и т.д. являются примерами природного естественного шума. Шум в инфразвуковом диапазоне способен возникать при обтекании воздухом различных поверхностей, например на территории жилой застройки во время ветра [13].

В связи с ростом городов и его населения появляется все большее количество источников шума антропогенного происхождения [22]. Согласно проведенным исследованиям шумового фона в различных городах России пришли к выводу, что в некоторых населенных пунктах порядка 25-40% их жителей проживает в неблагоприятных условиях с точки зрения шумового загрязнения, т.к. его показатели превышают предельно допустимые уровни [13].

Помимо шумового загрязнения, возникающего на производстве (производственный шум) вследствие работы различных механических установок, станков и т.д., люди подвержены воздействию шума, который исходит от источников, находящихся непосредственно внутри строения. Выделяют несколько групп источников, вызывающих шум такого рода:

- техническое оснащение самих зданий – техническое оборудование, направленное на обеспечение отоплением, охлаждением, кондиционированием, вентиляцией, энергией и т.д. постройки, например трансформаторные подстанции, вентиляционное оборудование и т.д.;

- технологическое оснащение зданий – лифты, морозильные камеры магазинов и т.п.;

- санитарное оснащение зданий – душевые, водопроводные сети и т.п.;



– бытовые приборы – стиральные и посудомоечные машины, холодильники, пылесосы и т.п.;

– музыкальные системы, телевизоры, радиоприемники, музыкальные инструменты [17].

Источники шума, которые расположены вне жилища:

– микрорайонные, или квартальные – это источники, которые связаны с жизнедеятельностью людей в пределах территории микрорайона;

– источники шума, которые находятся вне микрорайона – к ним относятся различные виды транспорта (автомобильный, воздушный, водный и железнодорожный), а также промышленные и энергетические предприятия.

Главным источником шумового загрязнения в мегаполисах и в Санкт-Петербурге в том числе являются транспортные средства, а также различные предприятия промышленности и производства. К транспортным средствам относятся все виды транспорта, перемещающиеся наземным, воздушным, водным путем, а также метрополитен.

По данным Росстата на 2021 год в Санкт – Петербурге приходится 307,3 автомобиля на 1000 человек [23]. И этот показатель относится лишь к количеству собственных легковых автомобилей.

Наибольший вклад в шумовое загрязнение от транспорта вкладывает автотранспорт. В некоторых случаях шум, возникающий вблизи крупных автомобильных магистралей, может достигать уровня в 90-95 дБ. На это влияет не только интенсивность трафика, но и его скорость, и состав, так например при большом количестве грузовых автомобилей уровень шума будет выше. Это связано с тем, что грузовые автомобили наравне с мотоциклами могут являться источниками шума в 90 дБ и выше.

После автомобильного транспорта по вкладу в общее шумовое загрязнение городской среды следует железнодорожный транспорт и метрополитен. Уровень

шума, возникающий вблизи железнодорожных путей и на территории метрополитена может достигать 90 дБ.

Авиационные двигатели способны являться источником шума в 140 дБ, но на гражданских судах этот показатель достигает порядка 120 дБ во время взлета. В силу меньшего количества судов по сравнению с автотранспортом и удалением аэропорта от селитебной территории самолеты оказывают влияние на шумовое загрязнение городской среды из-за аэродинамического шума, вызванного потоком воздуха вокруг фюзеляжа.

Также вклад в общий уровень шума вкладывают различные внутригородские процессы такие как строительные работы, дорожные, ремонтные и т.д. Шум от торговых площадей, различных мест скопления людей, например туристических достопримечательностей, тоже оказывает влияние на шумовое загрязнение городской среды.

В летний период на реках и каналах Санкт – Петербурга появляется еще и водный транспорт, который в свою очередь также является источником шумового загрязнения. От прогулочного катера шум в среднем составляет 70 – 84 дБ.

## 2.6. Способы мониторинга шумового загрязнения в городской среде

Для проведения измерений уровня шума в Российской Федерации используются интегрирующие усредняющие шумомеры первого и второго класса точности, оснащенные октавными или третьоктавными фильтрами первого класса. Они должны быть внесены в Государственный реестр средств измерений и иметь эксплуатационную документацию с описанием методов измерений, которые соответствуют обязательным метрологическим требованиям [10].

Для мониторинга уровня шума, возникающего вследствие комплексного воздействия всех источников шума в условиях городской среды, используется ГОСТ Р 53187 – 2008 «Акустика. Шумовой мониторинг городских территорий».

Для определения характеристик района исследования используется СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания».

Для утверждения методов измерения шума и обработки результатов использовался ГОСТ 23337 – 2014 «Шум. Методы измерения шума на селитебной территории и в помещениях жилых и общественных зданий».

Измерения фактического шумового режима в соответствии со стандартом ГОСТ 23337 – 2014 должны проводиться на селитебной территории, имеющей внешние источники шума, такие как:

- средства автомобильного, рельсового (железная дорога, трамвай, метропоезда на открытых линиях метрополитена), водного и авиационного транспорта;

- вентиляционные и различное технологическое оборудование промышленных предприятий;

- энергетическое оборудование ТЭЦ, котельных, отдельно расположенных тепловых пунктов и т.д.

Данное описание селитебной территории подходит под планируемый район исследования.

## Заключение

Проблема шумового загрязнения городской среды в г. Санкт-Петербург имеет важное значение. Санкт-Петербург, выступающий в роли города федерального значения и являющийся крупным транспортным хабом, испытывает высокую нагрузку по этому показателю.

Исходя из возможных последствий шумового воздействия на здоровье человека, необходимо более тщательно подходить к вопросу планирования городских пространств, чтобы минимизировать риск нанесения вреда. А также, уделять больше внимания проектам, направленным на реконструкцию общественных мест, ради создания более благоприятной среды, неподверженной излишнему шумовому воздействию.

Были проанализированы физико-географические характеристики города Санкт-Петербурга, его климатические условия и основные источники шума в условиях городской среды. А также рассмотрено влияние шумового загрязнения на здоровье населения и способы мониторинга.

Для оценки шумового загрязнения в районе исследования были проведены измерения шумомером «МЕГЕОН 92140». Произведена коррекция полученных результатов и сделан вывод о состоянии шумовой обстановки на исследуемой территории.

Было зафиксировано превышение предельно допустимых уровней шума на 8 из 17 точек, что свидетельствует о необходимости принятия мер для снижения уровня шумового загрязнения вблизи дорог с высокой плотностью транспортного потока. Из чего можно сделать вывод, что основным источником шума на примере исследуемого района является автотранспорт.

Сейчас крайне востребованы современные и актуальные инженерные решения, для снижения уровня шума и защиты населения от его воздействия. В выпускной квалификационной работе были рассмотрены способы снижения уровней шума для выбранной территории.

Шумовое загрязнение является одной из главных экологических проблем, требующих постоянного мониторинга и принятия мер по предотвращению негативных последствий воздействия шума на здоровье человека.

На основании анализа имеющейся информации и литературных данных можно сделать следующие выводы:

1. Основным источником шумового загрязнения в городской среде является автотранспорт.
2. Воздействие на человека шума выше предельно допустимых уровней оказывает негативное влияние на его здоровье и способно спровоцировать развитие заболеваний нервной системы, эндокринной, желудочно-кишечного тракта, системы кровообращения, а также привести к необратимой деградации слухового анализатора вплоть до полной глухоты.
3. В исследуемом районе шум характеризуется как непостоянный.
4. Превышение предельно допустимого уровня шума на исследуемой территории наблюдалось в 8 точках из 17.
5. Самые высокие показатели уровня шума наблюдались вдоль дорог с наибольшей плотностью автотранспортного потока – Боровой улицы, набережной Обводного канала и Лиговского проспекта.

## Список литературы

1. ГОСТ 30772-2001. Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Термины и определения: межгосударственный стандарт / разработ. Всероссийским научно-исследовательским Центром стандартизации, информации и сертификации сырья, материалов и веществ (ВНИЦСМВ) Госстандарта России. – Введ. 2002-07-01 – Офиц. изд. – Москва: Стандартинформ, 2002. – 16 с.
2. Численность постоянного населения Российской Федерации по муниципальным образованиям на 1 января 2023 (с учётом итогов Всероссийской переписи населения 2020 г.) // Росстат [Электронный ресурс] URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/12781> (Дата обращения: 16.05.2023 г.).
3. Большая российская энциклопедия // Санкт-Петербург [Электронный ресурс] URL: <https://bigenc.ru/c/sankt-peterburg-168d03> (Дата обращения 16.05.2023 г.).
4. Даринский А.В. География Ленинграда / Лениздат. - 1982. - 190 с.
5. Голубев Д.А. Экологическая обстановка в Санкт-Петербурге / Издательство «Союз художников». - Санкт-Петербург, 2003. – 781 с.
6. Ландшафты города и окрестностей // МЧС России [Электронный ресурс] URL: <https://78.mchs.gov.ru/glavnoe-upravlenie/harakteristika-subekta/landshafty-goroda-i-okrestnostey>. (Дата обращения: 16.05.2023 г.).
7. Луканин В.Н., Трофименко Ю.В. Промышленно-транспортная экология / Высшая школа. – Москва, 2003. – 22 с.
8. Коробкин В.И. Экология / Феникс. – Ростов-на-Дону, 2007. – 602 с.
9. Карпова В.И. Шумовое (акустическое) загрязнение окружающей среды. Природоохранные и гидротехнические сооружения: проблемы строительства, эксплуатации, экологии и подготовки специалистов Материалы международной научно-технической конференции / Самара, 2014. – 321 с.

10. Е. В. Жукова, Г. В. Куренкова. Шум как гигиеническая и социальная проблема: учебное пособие. ФГБОУ ВО ИГМУ Минздрава России, Кафедра профильных гигиенических дисциплин / Иркутск: ИГМУ, 2020 – 56 с.
11. Пальчун, В. Т. Оториноларингология: учебник / В. Т. Пальчун, М. М. Магомедов, Л. А. Лучихин. - 3-е изд., перераб. и доп. - Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2016. - 584 с.
12. Мухин, Н. А. Профессиональные болезни / под ред. Н. А. Мухина, С. А. Бабанова - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2018. - 576 с.
13. Исаченко В.С., Никитюк К.В. Гигиеническая оценка влияния бытового шума на здоровье человека. Актуальные проблемы гигиены и экологической медицины. / Сборник материалов V межвузовской студенческой заочной научно-практической конференции с международным участием. 2019 г.
14. Зырянов С.Б., Каминская Ю.С. Шум и здоровье человека. Уральская ГСХА Журнал ЗДОРОВЬЕ ЧЕЛОВЕКА
15. Воздействие производственного шума на организм рабочих// Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Волгоградской области [Электронный ресурс]URL: <https://34.rospotrebnadzor.ru/content/193/4532/> (дата обращения 19.05.2023)
16. Измеров Н.Ф., Суворов Г.А., Куралесин Н.А. Физические факторы. Эколога - гигиеническая оценка и контроль / Руководство, М., Медицина, 1999, т.1.
17. Косарев В.В. Профессиональные болезни / М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010 - 368 с.
18. Погонышева И.А. Безопасность жизнедеятельности и здоровья человека. Влияние шум на психофизиологические параметры и

работоспособность организма человека. / Вестник Нижневартовского государственного университета. 2015 ВАК.

19. Профессиональная патология: национальное руководство / ред. Н. Ф. Измеров. - М.: ГЭОТАР - Медиа, 2011 - 784 с.

20. Оппенгейм А. В., Шафер Р. В. Цифровая обработка сигналов / Пер. с англ. Под ред. С. Я. Шаца. — М.: Связь, 1979. — 416 с.

21. Горохова, С. Г. Основы профессиональной кардиологии. Сердечно-сосудистые заболевания при трудовой деятельности : учебное пособие для врачей / С. Г. Горохова, О. Ю. Атьков. - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2022. - 344 с.

22. Мазитова Н.Н., Аденинская Е.Е., Панкова В.Б. Влияние производственного шума на слух: систематический обзор зарубежной литературы / Медицина труда и промышленная экология. - 2017 - № 2 - С. 48-53.

23. Количество собственных легковых автомобилей на 1000 человек населения по субъектам Российской Федерации // Росстат [Электронный ресурс]URL: Обеспеченность легковыми авто(1).xls (Дата обращения 19.05.2023).

24. СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания» // [Электронный ресурс] URL: <https://docs.cntd.ru/document/573500115/titles/8Q00LU> (Дата обращения 20.05.2023).

25. ГОСТ 23337-2014 ШУМ. Методы измерения шума на селитебной территории и в помещениях жилых и общественных зданий [Текст]: межгосударственный стандарт / разработан Федеральным государственным бюджетным учреждением "Научно-исследовательский институт строительной



физики Российской академии архитектуры и строительных наук" (НИИСФ РААСН) – Введён 2015-07-01. – Офиц. изд. – Москва: Стандартинформ, 2019. – 20 с.

26. ГОСТ Р 53187-2008 Акустика. Шумовой мониторинг городских территорий [Текст]: нац. стандарт Рос. Федерации / разработ. Научноисследовательским институтом строительной физики (НИИСФ), Балтийским государственным техническим университетом "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф.Устинова (БГТУ), ГПУ "Мосэкомониторинг". – Введ. 2009-12-01. – Офиц. изд. – Москва: Стандартинформ, 2009. – 16 с.