

**Министерство науки и высшего образования  
Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**Утверждена распоряжением  
по институту**

от "22"января 2020 г. № 89/19.00-3

Выполнена по заявке организации  
(предприятия): ООО «Центр Стратегического  
Территориального Проектирования СКФУ»

## **ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА**

«Оценка шумового загрязнения города Ставрополя от транспорта»

**Нормоконтролер:**

Харин Константин Викторович, доцент,  
доцент кафедры экологии и  
природопользования

**Выполнила:**

Цесарь Тамара Александровна  
Студентка 4 курса, ЭКП-б-о-16-1 группы  
направления 05.03.06 – Экология и  
природопользование  
очной формы обучения

---

**Научный руководитель:**

Бегдай Инна Владимировна, кандидат  
технических наук, доцент кафедры экологии  
и природопользования

---

**Ставрополь, 2020**

## Оглавление

ВВЕДЕНИЕ.....	3
1. ШУМ КАК ИСТОЧНИК ЗАГРЯЗНЕНИЯ В ГОРОДСКОЙ СРЕДЕ.....	5
1.1. Общая характеристика шума .....	5
1.2. Шум и его воздействие на здоровье человека.....	7
1.3. Влияние шумового загрязнения на окружающую среду.....	12
2. МЕТОДЫ ПРОФИЛАКТИКИ ШУМОВОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ.....	17
2.1. Мероприятия по регулированию и снижению шумового загрязнения в Российской Федерации.....	17
2.2. Зарубежный опыт профилактики снижения воздействия шумового загрязнения.....	25
3. ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ.....	29
3.1. Характеристика объекта исследования.....	29
3.2. Методика оценки шумового загрязнения .....	31
4. ОЦЕНКА ШУМОВОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОТ ТРАНСПОРТА НА ПРИМЕРЕ Г. СТАВРОПОЛЯ.....	36
4.1. Результаты оценки шумового загрязнения г. Ставрополь .....	36
4.2. Использование поглощающего потенциала природной среды как способ снижения шумового загрязнения в городах .....	45
4.3. Оценка раздражающего действия шума посредством социологических обследований.....	47
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	54
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ .....	56

## ВВЕДЕНИЕ

**Актуальность исследования:** на сегодняшний день шумовое загрязнение является одним из важных факторов негативного воздействия на окружающую среду и здоровье человека. Население современных городов постоянно находится в условиях повышенной акустической нагрузки. Шумовое загрязнение является причиной многих заболеваний сердечно-сосудистой, нервной системы, а также органов слуха, достаточно продолжительное воздействие шума ведет к снижению производительности труда, к ухудшению качества жизни и экологической ситуации, в целом.

Как известно, основными источниками шума в городах является автомобильный, железнодорожный и воздушный транспорт. Современные города трудно представить без большого количество транспортных сетей, которые с каждым годом растут всё больше и больше. Следовательно, вместе с ростом авто- и железнодорожного транспорта увеличивается шумовое воздействие на живые организмы и окружающую их среду. Решение проблемы шумового загрязнения в городах является важной задачей отраслей градостроительства и требует комплексного подхода в данном вопросе.

**Объектом исследования** является шумовое загрязнение на территории г. Ставрополь. Относительно исследуемой территории оценка шумового загрязнения от транспорта является новейшим исследованием в этой области.

**Предметом исследования** является уровень шума.

Главной **целью** исследования является оценка шумового загрязнения на территории г. Ставрополь.

**Задачи исследования:**

- дать характеристику шума, как одного из видов физического загрязнения окружающей среды
- охарактеризовать участки исследования на территории г. Ставрополь

- провести оценку шумового загрязнения
- предложить рекомендации по улучшению акустической ситуации в городе

**Методологической основой** является ландшафтно-экологический анализ и системный подход.

Выпускная квалификационная работа общим объёмом в 59 страниц содержит: 4 главы основного исследования, 10 рисунков, 19 таблиц, 31 источник используемой литературы, 9 из которых является иностранной.

В основе исследование лежит **методика** оценки шумового загрязнения путём фактических замеров и расчёта данных. Помимо этого, для дополнительного исследования применяется социологический метод.

**Практическая значимость** дипломной работы заключается в том, что полученные результаты исследования могут быть применимы в качестве обоснования для проведения профилактических мер на территории города по улучшению акустической ситуации, а также могут нести рекомендации по совершенствованию экологического, природоохранного механизма управления процессами.

**Апробация работы:** материалы исследования были представлены на ежегодной VIII научно-практической конференции СКФУ «Университетская наука – региону».

# **1. ШУМ КАК ИСТОЧНИК ЗАГРЯЗНЕНИЯ В ГОРОДСКОЙ СРЕДЕ**

## **1.1. Общая характеристика шума**

Шум может оказать вредное влияние на здоровье человека из-за смешения звуков в звуковом диапазоне с различной интенсивностью и частотой. Даже гармонические колебания (например, музыка) в определенное время дня могут восприниматься как шум. Как физическое явление, звук представляет собой волнообразное движение в упругой среде, вызванное вибрационным движением тела, производящим звук.

Источником шума может быть любой процесс, который вызывает изменение давления или механические колебания в твердой, жидкой или газообразной среде. Влияние повышенного уровня шума на работников обусловлено увеличением использования высокопроизводительного оборудования и увеличением скорости технологических процессов при эксплуатации промышленного оборудования. Шум может появляться от различных машин, которые используют электричество, бензин или дизельный двигатель; насосов, компрессоров, турбин, пневматических и электрических инструментов, молотков, дробилок, мельниц, грохот металлообрабатывающих и деревообрабатывающих станков, поковок и прессов, бурового оборудования и других устройств с подвижными частями. Механический шум возникает при трении, столкновении узлов и деталей машин и механизмов, аэродинамике, гидродинамике высокоскоростных воздушных, газовых или жидкостных устройств и трубопроводов, при быстрых изменениях скорости и направления движения (ГОСТ 12.1.003-2014).

Звуковые волны характеризуются определенной частотой, выраженной в герцах (Гц), и звуковым давлением, измеренным в децибелах (дБ).

Понятие «шум» представляет только диапазон слышимых частот и включает в себя 1/3 октавную полосу средней геометрической частоты от 25 до 10000 Гц. Диапазон звуковых колебаний, слышимых идеально здоровым человеком, колеблется от 16 до 20000 Гц. Слуховые анализаторы наиболее чувствительны к распознаванию звуков с частотой 1000-3000 Гц. Колебания, которые не обнаруживаются слуховыми органами, но имеют частоты ниже 16 Гц (инфраструктурный звук) и 20000 Гц (ультразвук), также могут оказывать вредное воздействие (табл.1).

Таблица 1

Классификация шума по частоте колебаний

<b>Частота колебаний, Гц</b>	31	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	10000 и более
<b>Октава</b>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>Звук</b>	<i>низкий</i>			<i>средний</i>				<i>высокий</i>		

Характеристики спектра включают в себя:

- широкополосный шум с непрерывным спектром шириной более 1 октавы,
- тональный шум в спектре с отчетливыми индивидуальными тонами.

В зависимости от временных характеристик, существуют:

- постоянный шум (уровень шума изменяется до 5 дБА или менее в течение 8 часов рабочего или измерительного времени в зданиях жилых и общественных пространствах на территории жилых зданий)

- нестабильный шум (на территории жилых зданий, во время измерения или измерения в помещениях жилых и общественных зданий, во время смены или измерения в течение 8 часов рабочего времени, шум изменяется более чем на 5 дБА)
- импульсный шум (шум, состоящий из одного или нескольких звуковых сигналов, каждый продолжительностью менее 1 секунды)

## **1.2. Шум и его воздействие на здоровье человека**

На сегодняшний день шумовой нагрузке подвергается большая часть городского населения, что является достаточно острой проблемой для всего человечества. Города становятся больше, население растёт, вместе с ним и растёт трафик на дорогах, что приводит к загрязнению среды шумовыми воздействиями. Под шумовым загрязнением понимают превышение естественного фонового шума или изменения звуковых, отличных от нормы. Шум, как и другие виды антропогенного загрязнения, способен оказывать отрицательное воздействие как на человека, так и окружающую среду. Городское шумовое загрязнение существует в четырех основных категориях, а именно шум городского дорожного движения, строительный шум, промышленный шум и социальный шум в жизни.

Городской дорожный трафик является самым «популярным» среди источников шумового загрязнения, так как практически не прекращает своё воздействие и усиливает его во времена час-пик. Существует ряд показателей, которые влияют на уровень шума, издаваемого транспортом:

1. Интенсивность транспортного потока (высокие показатели уровни шума отмечаются на магистральных улицах больших городов при интенсивности движения 2 тыс. тыс. авт. /ч);

2. Скорость транспортного потока (при увеличении скорости транспортных средств происходит возрастание уровня шума, связанное с увеличением работы двигателя);

3. Состав транспортного потока (грузовой транспорт создаёт большее шумовое воздействие по сравнению с пассажирским, поэтому возрастание доли грузового автотранспорта в транспортном потоке приводит к общему возрастанию шума);

4. Тип двигателя (сравнение двигателей соизмеримой мощности позволяет провести их ранжирование по возрастанию уровня шума – электродвигатель, бензиновый двигатель, дизель, паровой, газотурбинный двигатель);

5. Тип и качество дорожного покрытия (наименьший шум создает асфальтовое покрытие, затем по возрастающей – бетонное, брусчатое, каменное и гравийное);

6. Планировочные решения территорий (продольный профиль и извилистость улиц, наличие разноуровневых транспортных развязок и светофоров, плотность застройки влияют на работу двигателей автомобилей и определяют дальность распространения шума от магистралей);

7. Наличие зелёных насаждений (вдоль магистралей с обеих сторон предусматривают санитарно-защитные зоны, в которых высаживают деревья (А. П. Ефимов и др, 1989 г.).

Благодаря исследованиям Центра поддержки экологически чистой окружающей среды Чонбук (Южная Корея), было показано влияние объёма дорожного трафика на уровень шума (табл.2). Полученные данные показывают, что при определённом регулировании транспортного потока можно добиться значительных результатов в снижении шумового воздействия на городскую среду. В дальнейшем данную информацию можно использовать в дорожно-транспортном планировании городской среды, для улучшения акустической ситуации на определённых территориях (Choi Soojin, 2016 г.).



Непосредственно шумовое загрязнение оказывает значительное влияние на городское население. Здоровье людей, проживающих в местах с высокой шумовой нагрузкой, постоянно подвергается опасности.

Таблица 2

Сравнение изменения уровня шума от объема трафика

	<b>Сравнение уровня шума</b>
Дорожный трафик	Снижение на 3дБ уровня шума, при уменьшении трафика вдвое
Скорость движения	Снижение на 3 дБ при снижении скорости со 100 км / ч до 80 км / ч
	Снижение примерно на 6 дБ при снижении скорости со 100 км / час до 60 км / час
	Снижение примерно на 3 дБ при снижении скорости с 80 км / час до 60 км / час
	Снижение примерно на 4 дБ при снижении скорости с 80 км / час до 50 км / час
Смешивание потока с большим автотранспортом	Снижение примерно на 4,5 дБ с 20% до 0%
	Снижение примерно на 5,5 дБ с 30% до 0%
	Снижение примерно на 6,5 дБ с 40% до 0%
	Снижение примерно на 7,5 дБ с 50% до 0%

Степень отрицательного влияния шумового загрязнения на организм человека, в целом, зависит от показателей: громкости звука (уровня шума) - уровня звукового давления, измеряемого в децибелах (дБ); его частоты и времени воздействия. В среднем, уровень шума на улицах населённых пунктов не должен превышать 70 дБ днём и 60 дБ ночью, в квартире же данный показатель не должен быть больше 55 дБ ночью и 45 дБ вечером. Существует специальная шкала шумов, в которой наглядно представлены уровни шума

основных его источников и результат его воздействия на человека (табл. 3)  
(Иванов, 2008).

Таблица 3

Шкала шумов (уровни звука),дБ

Децибел, дБА	Характеристика	Источники звука
0-5	Ничего не слышно	
10	Почти не слышно	Тихий шелест листьев
15-20	Едва слышно	Шелест листвы, шепот человека (на расстоянии 1 м)
25-30	Тихо	Шепот человека (1м), Приглушенный разговор Допустимый максимум по нормам для жилых помещений с 23 до 7 ч
35	Довольно слышно	Приглушенный разговор
40	Довольно слышно	Обычная речь Норма для жилых помещений днем с 7 до 23 ч
45	Довольно слышно	Обычный разговор
50-55	Отчетливо слышно	Разговор, пишущая машинка, Верхняя норма для офисных помещений класса А
60-75	Шумно	Норма для контор, Громкий разговор (1м), Громкие разговоры (1м), Крик, смех (1м)
80-95	Очень шумно	Крик, мотоцикл с глушителем, Громкий крик, Громкие крики, грузовой ж/д вагон (в 7 м), Вагон метро (в 7 м)
100	Крайне шумно	Оркестр, вагон метро (прерывисто), раскаты грома Максимально допустимое звуковое давление для наушников плеера
110	Крайне шумно	Вертолет
120-125	Почти невыносимо	Отбойный молоток
130	Болевой порог	Самолет на старте
135	Контузия	
140	Контузия	Звук взлетающего реактивного самолета
145	Контузия	Старт ракеты
150	Контузия, травмы	

155	Контузия, травмы	
160	Шок, травмы	Звук взлетающего реактивного самолета
При уровнях звука свыше 160 дБА – возможен разрыв барабанных перепонки и легких, более 200 – смерть		

Исходя из исследований Всемирной организации здравоохранения, шум может оказывать влияние на физиологическое состояние организма человека и на его поведение. Согласно нормативам, сердечно-сосудистые заболевания могут возникнуть, если человек по ночам постоянно подвергается воздействию шума громкостью 50 дБ или выше - такой шум издает улица с неинтенсивным движением. Для того, чтобы заработать бессонницу, достаточно шума в 42 дБ; чтобы просто стать раздражительным - 35 дБ (звук шепота) (Белл и др., 1967).

Шум способен увеличивать содержание в крови таких гормонов стресса, как кортизол, адреналин и норадреналин. Также шум автотранспорта может не беспокоить водителей, но вызывает острое раздражение у лиц, проживающих вблизи дороги. Крайне слабые звуки также могут отвлекать и раздражать. Иногда громкие звуки влияют на эффективность и производительность труда, могут вызывать усталость. В редких случаях шум может вызвать уменьшение электросопротивления в коже, снижение желудочной моторики. В лабораторных условиях воздействие коротких громких звуков на животных может привести к временному учащению дыхания и сердцебиения, подъему кровяного давления, уменьшению отделения желудочного сока; но эти реакции быстро исчезают при прекращении шума. У некоторых людей, подвергающихся воздействию звука реактивного двигателя, работающего на полную мощность, отмечается нистагм и неконтролируемая осцилляция глазных яблок (Андреева-Галанина и др., 1972).

В редких случаях шум может вызвать уменьшение электросопротивления в коже, снижение желудочной моторики. В лабораторных условиях воздействие коротких громких звуков на животных может привести к временному учащению дыхания и сердцебиения, подъему кровяного давления, уменьшению

отделения желудочного сока; но эти реакции быстро исчезают при прекращении шума. Андреева-Галанина, ссылаясь на Vernabi (1953), отмечает, что бурильщики буровых скважин страдают головокружением, когда шум превышает 130 дБ. У некоторых людей, подвергающихся воздействию звука реактивного двигателя, работающего на полную мощность, отмечается нистагм и неконтролируемая осцилляция глазных яблок.

По данным Всемирной организации здравоохранения, некоторые из причин СПИДа могут быть так же связаны с воздействием очень громких звуков в барах, дискотеках и концертах. Использование аудиоустройства большой мощности в течение длительного времени также играет важную роль, поэтому очень важно слушать музыку на умеренной громкости.

Дискомфорт вызывает не только шумовое загрязнение, но и полное его отсутствие шума. Было замечено, что звуки определённой силы способны повышать работоспособность и стимулируют процесс мышления и, наоборот, при полном отсутствии шумов человек теряет работоспособность и испытывает стресс.

### **1.3. Влияние шумового загрязнения на окружающую среду**

Рост транспортных сетей, добыча природных ресурсов, моторизованный отдых и развитие городов являются причиной хронического воздействия шума в большинстве наземных районов, в том числе в удаленных местах дикой природной среды.

Многие виды развили слух, достаточно чувствительный, чтобы учесть самые тихие условия, поэтому шум может значительно повлиять на то, как они общаются. Большие синицы (*Parus major*) поют на более высоких частотах в ответ на городской шум, поэтому они лучше слышат друг друга. Другие виды не продемонстрировали подобную способность адаптировать свои привычки к шуму городской среды, так, например, у самки серых древесных лягушек (*Hyla*

*chrysozelis*), которые подвергаются звукам движущегося транспорта, занимает больше времени, чтобы найти вызывающих самцов, такая же ситуация и у европейской древесной лягушки (*Hyla arborea*). Это может потенциально поставить под угрозу их способность на воспроизводство (Barber и др., 2010).

Шумовое загрязнение также может повлиять на охотничьи способности многих видов. Один вид летучих мышей, такой как Длинноухая ночница (*Myotis bechsteinii*), с меньшей вероятностью пересекает дороги, чем другие виды летучих мышей, добывающих корм на открытых площадках, на основании этого можно предположить, что шум движущегося транспорта отпугивает их от потенциального места охоты (Kight и др., 2011).

Масштабы антропогенного шумового загрязнения часто намного больше, чем у естественного шума, и, по прогнозам, они будут иметь множество вредных воздействий на дикую природу. Большинство последних исследований в данной области сосредоточены, в основном, на поведенческих реакциях животных, подверженных воздействию шума. В них, обрисовывая в общих чертах влияние акустических раздражителей на физиологию, развитие, нейронную функцию и генетические эффекты животных. Для того, чтобы полностью разобраться в проблеме пагубного влияния шума на живые организмы, необходимо так же обратить внимание на молекулярно-клеточную тему в литературе, которая исследует влияние шума на нейроэндокринную систему, репродукцию и развитие, метаболизм, здоровье сердечно-сосудистой системы, познание и сон, прослушивание, иммунную систему, целостность ДНК и экспрессию генов. Данная информация может помочь исследователям лучше понять результаты предыдущих работ, а также определить новые направления будущих исследований в области влияния шума на живые организмы. Кроме того, учитывая взаимосвязь этих физиологических, клеточных и генетических процессов и их влияние на поведение и приспособленность, предполагается, что многое можно узнать из более интегрированной основы того, как и почему животные подвержены воздействию шума окружающей среды (Becker и др., 2004).

Повышенные уровни шума уменьшают расстояние и площадь, на которой животные могут воспринимать акустические сигналы. Можно отметить большое количество исследований, которые указывают на потенциальную серьезность этой угрозы для различных таксонов, и недавние эксперименты, которые показывают существенные изменения в поведении кормодобывания и борьбы с хищниками, репродуктивной способности, плотности и структуры сообщества в ответ на шум. Учёные обнаружили, что антропогенный шум уже создает множество проблем, и беспокоятся о том, что шумовое загрязнение настолько повсеместно, что может быть причиной некоторого масштабного сокращения биоразнообразия (Shannon , 2016).

Недавно было опубликовано исследование, согласно которому растения изменяют свое поведение, рассеивая пыльцу или семена в ответ на искусственный шум.

Доктор Клинтон Фрэнсис, член Национального центра эволюционного синтеза, провел трехлетний эксперимент в ущелье Гремучей змеи в Национальном парке Зайон на северо-западе Нью-Мексико. Объектом исследования была Сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris*). Утверждается, что количество саженцев было более чем в четыре раза больше в более тихих районах, чем в районах с высоким уровнем шума. Результаты этого исследования были опубликованы в Биологическом бюллетене Британской академии наук.

Ущелье Гремучей змеи в пустыне является домом для тысячи скважин на природном газе, оборудованных компрессорами для добычи газа, и сильный шум от компрессоров идёт в течение дня и ночи. Исследователи намеревались поэкспериментировать с данными о том, как реакция животного на шум приводит к влиянию на растения, сосредоточив внимание на том факте, что в случае неподвижных растений, они зависят от других животных, так как те помогают им в доставке пыльцы или рассеивании семян.

В случае с сосной, с которой работала исследовательская группа, семена осыпались и, животные и птицы питались ими. Чтобы увидеть, не влиял ли

шум на количество семян, проглатываемых животными, исследователи посеяли семена под 120 колючими соснами в шумных и тихих районах, а затем наблюдали за перемещением животных с помощью камеры.

В результате исследования было выявлено, что дикие крысы предпочитают питаться в шумной зоне, поэтому здесь много их популяций. Семена сосны, проглатываемые крысами, не выживают, проходя через кишечник животных, поэтому сосновым деревьям очень трудно размножиться в шумных районах. Однако в случае птиц, которые имеют привычку прятать семена в почве для последующего употребления в пищу, количество саженцев в тихом районе, где птица в основном обитает, увеличивается, поскольку большинство количества семян не удастся найти.

Напротив же, были некоторые растения, у которых размножение было более активным в шумной зоне. Обнаружено, что Колибри чаще опыляют растения с красным цветком, называемые Алыми лилиями (*Ipomopsis aggregata*), которые обычно встречается в этой области в пять раз чаще, чем в тихих районах.

Причина, по которой Колибри предпочитают эту шумную область, состоит в том, что так они обеспечивают себе безопасность. Зоны с высоким уровнем шума подходят для выращивания птенцов. В результате было обнаружено, что Алые лилии растут более естественно и эффективно в областях, близких к тем, где компрессоры природного газа производят шум.

Исследователи утверждают, что волновое воздействие шума на долгоживущие растения, такие как сосны, может длиться десятилетиями после удаления источника шума, поэтому воздействие шума может длиться намного дольше, чем можно предположить.

Между тем, морские животные наиболее чувствительны к шуму человека. Это потому, что, в отличие от наземных животных с развитым зрением, морские животные общаются с помощью звука и собирают информацию об окружающей среде.

Поэтому морские животные, в отличие от наземных, могут оказывать серьезное влияние на выживание одного вида, например, проблемы со слухом, если они подвергаются воздействию шума окружающей среды.

Согласно исследованию, проведенному испанскими учеными в прошлом году, беспозвоночные, такие как кальмары и осьминоги, которые, как известно, не полагаются на звук, показали, что система баланса повреждается из-за серьезного повреждения слуховых органов при воздействии слабых низких частот.

Однако, поскольку морской шум постепенно увеличивается из-за разведки нефти, плавания коммерческих судов и морских строительных площадок, меры по защите шума от морских организмов являются неотложными.



## **2. МЕТОДЫ ПРОФИЛАКТИКИ ШУМОВОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ**

### **2.1. Мероприятия по регулированию и снижению шумового загрязнения в Российской Федерации**

В Российской Федерации нет единого законодательства в области контроля уровня шума, но на региональном уровне каждый субъект может самостоятельно устанавливать типы шума, которые запрещены в определённое время. Данный законодательный акт носит название «О тишине» и направлен в основном на регламентирование уровня шума в ночное время. За нарушение данного закона следуют штрафные санкции и\или приостановление деятельности на 90 суток для общественных заведений, а физические лица поначалу получают предупреждение, а потом уже административный штраф в размере от 1 до 2 тысяч рублей. Что же касается дневного времени, когда шумовое загрязнение наиболее активно и несёт наибольшую опасность для населения, то данный вопрос недостаточно рассмотрен на законодательном уровне и в большинстве своём опирается на градостроительные рекомендации, которые должны быть учтены на этапе разработки проекта городских территорий.

Говоря о нормативно-правовом регулировании акустической нагрузки в стране, можно выделить достаточно документов и, как правило, в основном это санитарные нормы и правила для рабочих зон, которые направлены на гигиеническое нормирование шума или ГОСТы, которые включают в себя информацию по методикам измерения шума на территории и оценке акустической ситуации:

- ГОСТ ИСО 362-2006 Шум. Измерение шума, излучаемого дорожными транспортными средствами при разгоне. Технический метод
- ГОСТ 12.1.003-2014 Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования безопасности
- ГОСТ 12.1.029-80 Система стандартов безопасности труда. Средства и методы защиты от шума. Классификация
- ГОСТ Р ИСО 9612-2013 Акустика. Измерения шума для оценки его воздействия на человека. Метод измерений на рабочих местах
- ГОСТ 17187-2010 (IEC 61672-1:2002) Шумомеры. Часть 1. Технические требования
- ГОСТ 20444-2014 Шум. Транспортные потоки. Методы определения шумовой характеристики
- ГОСТ 22283-2014 Шум авиационный. Допустимые уровни шума на территории жилой застройки и методы его измерения
- ГОСТ 23337-2014 Шум. Методы измерения шума на селитебной территории и в помещениях жилых и общественных зданий
- ГОСТ 23499-2009 Материалы и изделия звукоизоляционные и звукопоглощающие строительные. Общие технические условия
- ГОСТ 31287-2005 Шум. Руководство по снижению шума в рабочих помещениях акустическими экранами
- ГОСТ 31296.1-2005 Шум. Описание, измерение и оценка шума на местности. Часть 1. Основные величины и процедуры оценки
- ГОСТ 31296.2-2006 (ИСО 1996-2:2007) Шум. Описание, измерение и оценка шума на местности. Часть 2. Определение уровней звукового давления
- ГОСТ 31301-2005 Шум. Планирование мероприятий по управлению шумом установок и производств, работающих под открытым небом
- ГОСТ 32203-2013 (ISO 3095:2005) Железнодорожный подвижной состав. Акустика. Измерение внешнего шума

- ГОСТ Р 51943-2002 Экраны акустические для защиты от шума транспорта. Методы экспериментальной оценки эффективности
- ГОСТ Р 53574-2009 (ISO/TS 15666:2003) Шум. Оценка раздражающего действия шума посредством социологических и социально-акустических обследований

Основой всех правовых, организационных и технических мер по снижению шума является гигиеническое нормирование его параметров с учетом влияния на организм. Нормативным документом, регламентирующим уровни шума для различных категорий рабочих мест служебных помещений, является ГОСТ 12.1.003-83 «ССБТ. Шум. Общие требования безопасности» (ГОСТ 12.1.003-2014).

Стоит обратить внимание, что ещё в Советском Союзе уделяли особое внимание разработке принципов, методов и критериев гигиенического нормирования шума. Именно в СССР впервые в мире были введены санитарные нормы и правила по ограничению шума на производстве. Они были разработаны в Ленинградском институте охраны труда ВЦСПС и утверждены Главным госсанинспектором СССР в 1956 г. и действуют по сей день.

Санитарные нормы устанавливают классификацию шумов; характеристики и допустимые уровни шума на рабочих местах; общие требования к измерению нормируемых величин; основные мероприятия по профилактике неблагоприятного влияния шума на работающих.

При гигиенической оценке шум, согласно СН-205-56, классифицируется по 2 принципам - характеру спектра и по временным характеристикам (СН 2.2.4/ 2.1.8.562-96).

По характеру спектра шумы подразделяются на:

- широкополосные, с непрерывным спектром шириной более одной октавы.

- тональные, в спектре которых имеются выраженные дискретные тона.

По временным характеристика шумы подразделяются на:

- постоянные, уровень звука которых за 8-часовой рабочий день изменяется во времени не более чем на 5 дБ.

- непостоянные, уровень звука которых за 8-часовой рабочий день изменяется во времени более чем на 5 дБ.

Одним из важных документов в Российском законодательстве является СНиП 51.13330.2011 «Защита от шума», который включает в себя архитектурно-планировочные и медико-профилактические мероприятия по снижению негативного воздействия шума в городе. Согласно данному документу, планировку и застройку селитебных территорий городов, поселков и сельских населенных пунктов следует осуществлять с учетом обеспечения допустимых уровней шума настоящих норм и правил (СНиП 23-03-2003).

При создании проектов городского планирования и застройки для снижение шумовой нагрузки можно использовать как естественные условия, особенно рельеф местности и в зеленые зоны, так и специальные сооружения в виде защитных экранов вблизи транспортных магистралей. Также возможно применение рациональных методов зонирования территории в условиях шумовых условий для отдельных типов зданий, участков и зон отдыха, бытовых нужд и т. д.

Прежде всего, для защиты от шума при проектировании городов и других населенных пунктов, территории должны быть четко разделены в соответствии с их функциональным использованием на такие области, как жилая, промышленная, жилая и внешний транспорт.

При проектировании внешней транспортной системы, чтобы избежать шума, необходимо учитывать объездной железнодорожный маршрут для прохождения транзит-поездов вне территории города; размещение сортировочных станций за пределами города и других мест жительства,

железнодорожные линии, районы для технических станций и парков резервных составов, для грузового транспорта и проездов – определять за городской территорией; установить определённые расстояния от границ аэропортов, заводских аэродромов и вертолетных площадок до границ жилых зданий.

В основном крупные магистрали и дороги для грузового транспорта по всему городу не должны пересекать жилой район. Разумные объездные дороги, которые могут исключить общественный транспорт.

При проектировании сетей улиц и дорог необходимо использовать рельефные элементы в качестве естественного барьера для распространения шума. Если необходимо прокладывать основные дороги и дороги на насыпях и эстакадах, необходимо обеспечить шумозащиту.

При проектировании дорожной сети предусматривается максимальное расширение межавтомагистральной территории, уменьшение количества перекрестков и других транспортных развязок, установка плавных пересечений дорог. В районах жилой застройки движение должно быть ограничено.

Следующие методы защиты от шума используются в строительных и планировочных конструкциях жилых и небольших территорий: удаление жилых зданий от источников шума; расположение между источниками шума и жилой застройкой экранов зданий; рациональное применение с точки зрения шумозащиты комплексного метода группировки жилых зданий.

Функциональное зонирование должно проводиться с учетом необходимости размещения жилых зданий и детских садов в местах, наиболее удаленных от источника шума. В районах, прилегающих к источникам шума, здания могут быть расположены на территориях, где допускается более высокий уровень шума, таких как бытовые услуги, торговля, общественное питание, общественные учреждения, администрация и общественные учреждения.

Чтобы соответствовать гигиеническим нормативным требованиям к жилым квартирам и микрорайонам, необходимо использовать методы

строительства, которые группируют здания с закрытым шумом путем создания закрытых территорий (СП 42.13330.2011).

Говоря о профилактике защиты территорий от шумового загрязнения, нельзя не упомянуть о роли зелёных насаждений.

Согласно ГОСТ 28329-89 «Озеленение городов. Термины и определения», зелёными насаждениями является совокупность древесных, кустарниковых и травянистых растений на определенной территории (ГОСТ 28329-89). Среди всех зеленых насаждений огромная роль принадлежит деревьям и кустарникам. Они способны снижать воздействие ветровых потоков на городскую среду. Однако, по своей ассимилирующей способности древесные насаждения занимают первое место среди всей растительности.

Деревья способны частично компенсировать вредное воздействие шума, так как листва поглощает и отражает звуковые волны. Степень снижения шума во многом зависит от породного состава защитных посадок, их возраста, состояния, сомкнутости крон. Сложное внутреннее строение крон деревьев и кустарников позволяет использовать их в качестве своеобразных шумопоглотителей. Согласно научным исследованиям, выделяют три способа снижения шума растениями.

Одним из способов является поглощение звука. Части растений, такие как стебли, листья, ветви, дерево и т. д., поглощают звук. Грубая кора и толстые мясистые листья особенно эффективны для поглощения звуковых волн, а их площадь поверхности так же является вспомогательным параметром для поглощения звука. Большое количество растений, их размер и площадь поверхности будут влиять на его поглощающую способность.

Отклонение - это еще один способ снижения шумового воздействия. Листья являются достаточно гибким материалом и, когда звуковые волны ударяются об неё, она начинает вибрировать, тогда звуковые волны преобразуются в другие виды энергии, а также отклоняются в других направлениях.

Звуковые волны также могут преломляться. Если в комнате достаточно пусто и все её поверхности ровны, то звуковые волны отскакивают от них и могут создавать эхо. При добавлении коврового покрытия эхо исчезает. Данного эффекта можно достигнуть и при снижении шумового загрязнения в городе, высаживая стелющиеся и вьющиеся растения. Например, виноградные лозы на стенах и стенах зданий помогут преломить звук. Газоны, почвопокровные насаждения и зеленые стены так же отлично отражают звук.

Плотные многорядные древесные насаждения, расположенные перпендикулярно направлению источника шума, могут на 15–20 дБ ослаблять его интенсивность. На этом, собственно, и основано действие шумозащитных насаждений вдоль автомобильных дорог, в которых растения высаживают в шахматном порядке. На рисунке 1 представлена схема шумозащитной посадки живых насаждений (Сродных и др., 2016).

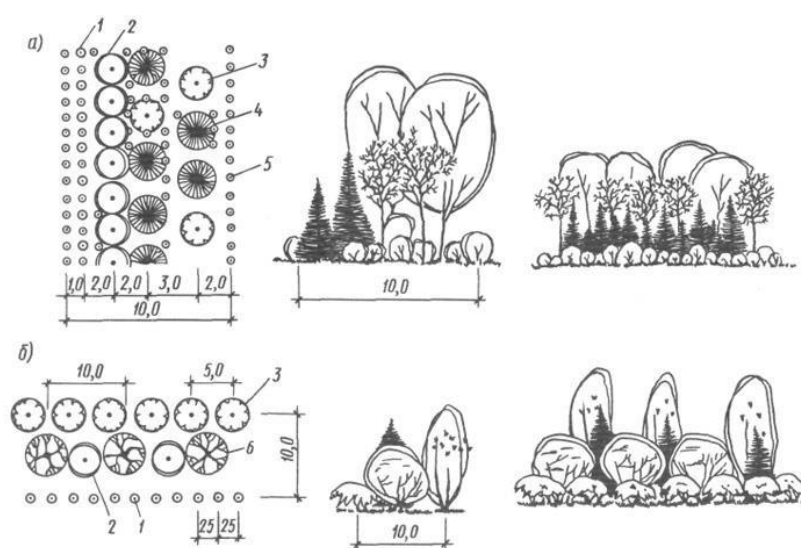


Рис. 1. Шумозащитные посадки зеленых насаждений: а — пример плотных шумозащитных посадок смешанного типа; б — пример посадок на улице для защиты от транспортного шума (Сродных, Карелина, 2016).

Наибольший эффект защиты от шумового воздействия достигается при размещении зеленых насаждений вблизи источников и одновременно защищаемого объекта. Шумопоглощающие насаждения обязательны к

расположению на расстоянии не более  $\frac{1}{2}$  высоты деревьев от источника шума и формироваться из высокорослых лиственных пород.

Минимальная ширина полосы должна состоять из 3-5 рядов деревьев, располагающихся в шахматном порядке. Однорядная посадка деревьев с живой изгородью из кустарника шириной в 10 метров снижает уровень шума на 3-4 дБ; такая же посадка, но двухрядная шириной 20-30 метров - на 6-8 дБ, 3-4-рядная посадка шириной 25-30 метров - на 8-10 дБ, бульвар шириной 70 метров с рядовой и групповой посадкой деревьев и кустарников - на 10-14 дБ; многорядная посадка или зеленый массив шириной 100 метров - на 12-15 дБ.

Помимо автодорог, сильным источником загрязнения в городе являются промышленные предприятия, территории которых так же необходимо озеленять для снижения загрязнения. Источниками шума на предприятии могут быть автотранспорт и работающее оборудование. В соответствии с действующими санитарными нормами СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03, для предприятий различных классов вредности устанавливается определённая ширина санитарно-защитной зоны (табл. 4) (СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03).

Таблица 4

**Ширина санитарно-защитной зоны для предприятий разного класса вредности**

<b>Класс вредности</b>	<b>Ширина СЗЗ,м</b>
I	1 000
II	500
III	300
IV	100
V	50 и менее

Территория СЗЗ должна включать в себя озелененные пространства не менее 40 – 60 % ширины зоны, исходя из этого, важно отметить, что озеленение территории предприятия должно быть одной из важных программ для



улучшения качества окружающей среды и снижения воздействия на прилегающие зоны. Примеры различных конструкций озеленения территории санитарно-защитных зон промышленных предприятий приведены на рисунке 2.

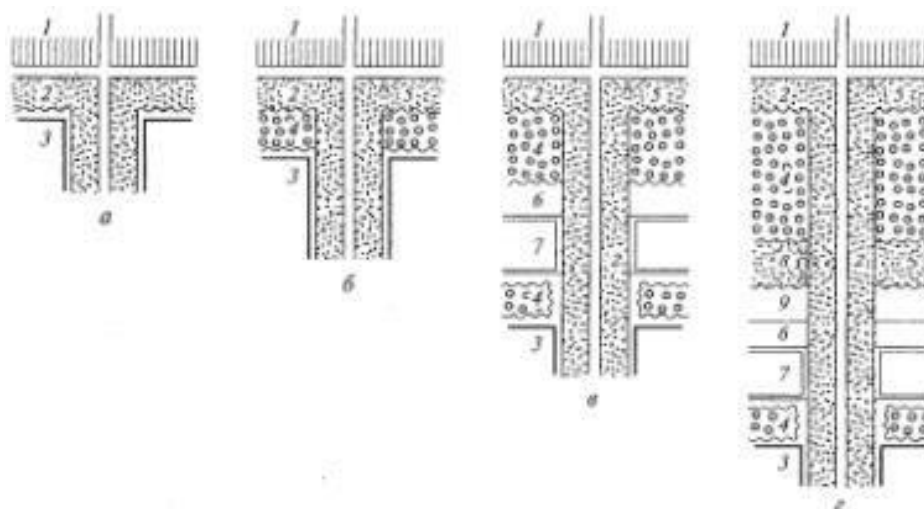


Рис. 2. Теоретические схемы озеленения территорий санитарно-защитных зон промышленных предприятий: а – V класса вредности; б – IV класса вредности; в – II-III класса вредности; г – I класса вредности (СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03).

Таким образом, можно сделать вывод, что растения оказывают огромное влияние на состояние окружающей среды в городе, способствуя её очищению, поэтому важно учитывать поглощающие способности растительности при озеленении городских территорий.

## 2.2. Зарубежный опыт профилактики снижения воздействия шумового загрязнения

Шумовое загрязнение является глобальной экологической проблемой и затрагивает большинство урбанизированных территорий. Развитие науки и техники привнесло много разногласных вещей в наш мир, которые оказывают влияние на окружающую среду, и акустическая нагрузка одна из них.

Как уже было сказано ни раз, самым главным источником шумового загрязнения является транспорт. В мире насчитывается больше миллиарда

единиц только автотранспорта, но также помимо него шумовым воздействием обладает железнодорожный и авиатранспорт. Из-за большого количества негативных источников шума, которые как в следствии влияют на здоровье населения, появилась необходимость в их регулировании на городских территориях. Контроль уровня шума стал важной задачей на уровне государства во многих странах.

В июне 2002 года Европейский Парламент и Совет, касающийся оценки и управления шумом в окружающей среде, выпустил документ - Environmental Noise Directive, который сразу же вступил в силу. Директива об экологическом шуме (END) направлена на установление общего подхода в вопросе предотвращения или уменьшения вредного воздействия шума на окружающую среду (Environmental Noise Directive, 2010 г.). Эта цель должна быть достигнута при использовании пакета мер:

- введение гармонизированных шумовых индикаторов
- согласование методов расчета для определения уровня шума
- согласование процедур, используемых для создания карт шума и плана действий по его снижению
- предоставление общественности информации о воздействии шума на окружающую среду

В большинстве случаев планы действий по снижению шума осуществляется поэтапно, начиная с малых мер, таких как снижение ограничения скорости или лимитирование потока для грузовых автомобилей, которые могут быть применены на практике после несколько недель подготовки и оценки воздействия. Последний шаг включает в себя инвестиции в более крупные проекты, которые требуют большей подготовки или дополнительного финансирования, такого как шумоизоляционные барьеры или, в случае необходимости, объездные дороги или новые жилые районы.

Квартал La Defense в Париже (Франция) является самым крупным деловым центром в Европе. Данная территория является одной из экологически

безопасной благодаря грамотной систематизации дорожно-транспортных сетей. Через весь квартал проходит достаточно крупная автомагистраль, которая прятана под землёй и открывается снова уже за пределами Дефанса. Также под землей проложена железная дорога с вокзалом и метро. Из-за этой структуры шум, создаваемый автобусами, такси и легковыми автомобилями, сократился. Его можно значительно уменьшить, украсив освобожденные территории площадями и парками для пешеходов. Подземная транспортная сеть этой двухэтажной городской структуры представляет собой новую систему «заземления» пешеходов. Все транспортные средства, за исключением туристических автобусов, уходят под землю, им запрещают наземное движение. В результате город освободился от городского автошума.

Ещё одним примером из Франции является город Анси, в котором проблема с шумовым загрязнением было искоренена на раннем этапе. Анси является одновременно промышленным и туристическим городом во Франции. Город среднего размера (126 000 жителей 2015 г.) испытал значительный рост населения в последнее десятилетие (+11,6%). Местное население стало жаловаться на шум. Мэр города вовремя и грамотно среагировал на очень ранней стадии развития проблемы и начал деятельность, связанную с борьбой с шумом. На ранних этапах в городе Анси были проведены следующие мероприятия: грузовые автомобили были запрещены в центре города в 1970-х годах; ограничения скорости были уменьшены с 50 до 30 км / ч. Продуманный подход в борьбе с шумом стал одной из констант в политической жизни в Анси. С 1998 года было проведено много модификаций общественных (и частных) транспортных систем в Парме (Италия). В целях было, с одной стороны, улучшить движение транспорта, и продвижение общественного транспорта, но, чтобы избежать криминализации частных автомобилей. Это включало полное переопределение парковочных мест, которые были сделаны в основном платными, устранение светофорных переходов, которые были заменены на кольцевые развязки и создание трансферных стоянок, которые использовались чтобы привлечь водителей автомобилей к общественному

транспорту для того, чтобы добраться до центра города. Что касается транспортных средств, используемых для общественного транспорта, то свободный автопарк был обновлен: большинство старых, больших автобусов были проданы, а новые, поменьше были куплены. Такой транспорт включал альтернативные двигатели, работающие на метановых или гибридных двигателях, например, дизель-электрические модели. Некоторые даже были оснащены аккумуляторными электрическими двигателями, используемыми для пересечения более акустически чувствительных районов. Однако данные изменения несильно изменили акустическое состояние городской среды и в ходе обращения граждан муниципалитетом были пересмотрены альтернативные варианты решения данной проблемы. Быстрые действия правительства привели к появлению новой транспортной услуге, которая называется «ProntoBus». «ProntoBus» - это сервис на базе небольших автобусов, в котором маршрут и частота услуг не установлены заранее; а напротив, они динамически модифицируются после запросов граждан, которые звонят на «зеленый» номер с просьбой выбрать автобус. На практике это работает как услуги такси, но по цене общественного транспорта. «ProntoBus» - единственный доступный автобус в ночное время, и устранение традиционных ночных автобусных линий внесло значительный вклад в соблюдение пределов шума в городе (Lee JaeHyuk и др., 2010).

### 3. ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

#### 3.1. Характеристика объекта исследования

Ставрополь расположен на юге России и является административным центром Ставропольского края. Город занимает площадь в 276,689 квадратных километров. Площадь застроенных земель - 130,980 км<sup>2</sup> или 48 % от общей площади городской территории (рис. 3).

Территория города включает более 700 улиц общей протяжённостью более 400 километров, более 35 тысяч строений, из которых 25 тысяч - жилые, общей площадью более 7,6 млн м<sup>2</sup>.

Одним из важных фактов является то, что более 30% площади города занимают лесные территории, которые насчитывают более 5 тысяч гектар.



Рис. 3. Спутниковый снимок расположения г. Ставрополь

Ставрополь находится на юге страны, что определяет его климатические особенности, в первую очередь количество солнечного тепла. Город так же известен частыми сильными ветрами со скоростью 20-25 м/с, что нередко является причиной чрезвычайных ситуаций в городе. Самыми ветренными месяцами являются февраль и март, преобладают воздушные потоки западных и восточных направлений. Самым холодным месяцем года является февраль, самым теплым – июль. В среднем городе за год выпадает 663 мм осадков, большая часть летом (порядка 471 мм), меньшая зимой (порядка 192 мм). Отмечается тенденция изменения метеорологических особенностей: снег выпадает в основном в середине зимы, а тёплая температура может держаться вплоть до конца декабря. В последние годы можно заметить цветение некоторых растений в нехарактерный для них сезон, причиной чего является достаточно благоприятный температурный режим, не смотря на время года, что и говорилось ранее (Савельева, 2002).

Город Ставрополь является одним из самых озеленённых городов Российской Федерации. Для поддержания благоприятной экологической обстановки в городе, местная администрация проводит ряд мероприятий по благоустройству городской среды и занимается экологическим мониторингом. Исходя из данных Доклада о состоянии окружающей среды Ставропольского края за 2018 год можно сделать вывод об общей экологической обстановке в городе Ставрополь.

Тенденция загрязнения атмосферного воздуха за последние пять лет не изменилась. За это время содержание в воздух взвешенных веществ, оксида углерода, диоксида серы, диоксида азота, оксида азота, фенола, формальдегида и сероводорода не превышало 1 ПДК. Индекс загрязнения атмосферы (ИЗА5) по городу соответствует низкой степени загрязнения.

Согласно данным за последние годы, вода, поступающая в городские системы, соответствует предъявляемым требованиям к питьевой воде. Однако, общее состояние водных объектов города можно охарактеризовать как не благоприятное. Исходя из гидрохимических анализов, большинство рек имеют

статус «грязные». Основными источниками загрязнения являются сточные воды, а также наличие несанкционированных свалок хозяйственно-бытовых отходов в прибрежной зоне. Территория Ставропольского края испытывает значительную трансформацию естественных ландшафтов. В настоящее время в крае освоено 97% всех площадей. Это привело к резкому обострению экологических проблем. К ним относятся проблемы: загрязнение природной ландшафтной среды, загрязнения атмосферы и вод, сохранения флоры и фауны и др. (Доклад о состоянии окружающей среды..., 2018).

Как и все крупные города, Ставрополь продолжает расширять свои границы, что ведёт к уменьшению площади ценных территорий, а также увеличивает антропогенную нагрузку на природную окружающую среду, в том числе и увеличивается шумовое загрязнение.

Несмотря на то, что Ставрополь был признан одним из самых озеленённых городов России, отдельные участки лесных территорий вырубаются для освобождения территории под строительство, даже при условии, что этот процесс стараются регулировать. Это является достаточно острой проблемой в настоящее время, так как лес является достаточно ценным природным ресурсом, а также местом обитания и произрастания редких видов растений и животных. Помимо этого, отмечается загрязнение лесных территорий, которые испытывают регулярную антропогенную нагрузку и загрязняются коммунально-бытовыми отходами (Глотова, 2008).

### **3.2. Методика оценки шумового загрязнения**

Измерения шумового загрязнения проводятся в соответствии с ГОСТ 23337-2014 «Шум. Методы измерения шума на селитебной территории и в помещениях жилых и общественных зданий» (ГОСТ 20444-85).

Исследования проводятся интегрирующими-усредняющими шумомерами 1-го или 2-го класса по ГОСТ 17187-2010 или измерительными системами с аналогичными характеристиками.

Перед проведением измерений шума на открытом воздухе необходимо определить метеорологические условия (скорость ветра, температуру воздуха, влажность, атмосферное давление) по официальным данным метеослужбы, либо с помощью соответствующих средств измерений. Измерение шума на территории нельзя проводить во время выпадения атмосферных осадков, при тумане, при температуре и влажности воздуха, не соответствующих паспортным данным на аппаратуру, и при скорости ветра более 5 м/с. При скорости ветра от 1 до 5 м/с необходимо применять ветрозащитное устройство, рекомендованное изготовителем шумомера. Значения других метеорологических параметров (температура воздуха, влажность, атмосферное давление) во время измерений не должны выходить за рамки предельных значений, приведенных в технической документации на используемую измерительную аппаратуру (ГОСТ 17187-2010).

Во время проведения измерения шума необходимо находиться от измерительного микрофона на расстоянии не менее 0,5 м для уменьшения нежелательных отражений звука.

В соответствии с руководством по эксплуатации шумомеров выполняются прямые измерения следующих величин:

$L_A$  - средние по времени (непрерывные эквивалентные) уровни звука с частотной коррекцией A;

$L_{AS}$  - уровни звука с временной коррекцией S (медленно) и частотной коррекцией A;

$L_{AI}$  - для импульсного шума - уровни звука с временной коррекцией I (импульс) и частотной коррекцией A;

$L_p$  - средние по времени (непрерывные эквивалентные) уровни звукового давления в октавных или 1/3-октавных полосах частот;



$L_{EA}$  - уровни звукового воздействия, скорректированные по частотной характеристике А шумомера по ГОСТ 17187-2010.

$L_{Amax}$  - максимальный уровень шума;

$L_{Amin}$  - минимальный уровень шума;

Перед проведением измерения шума как на селитебной территории, так и в помещениях жилых и общественных зданий необходимо:

1) определить от каких источников будет измеряться и оцениваться шум (общий шум или шум известного источника);

2) убедиться в наличии или отсутствии акустических помех, а именно - шума, создаваемого единичными случайными источниками, оценка которых не входит в задачу выполняемых в данный момент измерений (в том числе лай собак, крик птиц, проезд отдельных автомашин и пр.);

3) определить категорию шума (постоянный, непостоянный)-определения категории шума проводят предварительно в течение не менее 5 мин наблюдения за показаниями на цифровом дисплее шумомера или иного цифрового прямопоказывающего индикатора применяемого для измерений прибора.

Время оценки шума  $T$  - временной интервал наблюдения - на селитебной территории и в помещениях жилых и общественных зданий определяется исходя из цели измерений. Измерения шума проводятся отдельно для дневного (с 7.00 до 23.00 ч) и для ночного (с 23.00 до 7.00 ч) периодов суток при условии действия основных источников шума в соответствующий период.

Уровень звукового воздействия определяется с помощью интегрирующего шумомера по ГОСТ 17187-2010 за время действия единичного события (отдельного источника кратковременного шума). Согласно ГОСТ 31296.2, при единичном звуковом событии (например, шум при проезде отдельного автомобиля или при проходе отдельного поезда и т.п.), когда шум источника действует в течение небольшого времени, а на протяжении большей части временного интервала наблюдения имеет место фоновый шум, измерение каждого звукового события проводят в течение времени, которое достаточно

для того, чтобы охватить все основные составляющие шума. По результатам измерений шума в течение временных интервалов измерения определяются характеристики шума (ГОСТ Р. 53187-2008).

В результаты измерений параметров шума  $L_{изм}$  необходимо внести коррекции, учитывающие различную степень раздражения, вызываемого тем или иным источником шума, характером его действия, временем суток. Если для одиночного источника шума существует несколько коррекций, то выбирают наибольшую. Однако коррекцию на период суток используют в любом случае. Для источников непрерывного шума производят коррекцию эквивалентного уровня звука или эквивалентных уровней звукового давления. Для разовых звуковых событий производят коррекцию уровня звукового воздействия для каждого события.

$$LR=L_{ИЗМ.}+K_1+K_2+K_3+K_4$$

где:

$K_1$  - коррекция на влияние фоновое (остаточного) шума (если определение уровня фонового шума является невозможным, то поправка на влияние фонового шума не вносится (табл. 5),

$K_2$  - коррекция на происхождение шума (табл. 6),

$K_3$  - коррекция на импульсность или на тональность шума (табл. 6),

$K_4$  - коррекция на время суток (табл. 6).

Таблица 5

Коррекция  $K_1$  на влияние остаточного (фонового) шума)

Разность соответствующих параметров измеренного шума основных источников и фонового (остаточного) шума в месте проведения измерения $\Delta L$ , дБ (дБА)	Коррекция $K_1$ , дБ (дБА)
3	-3
4-5	-2

6-9 10 и более	-1 0
-------------------	---------

Таблица 6

Коррекция  $K_2$ ,  $K_3$ ,  $K_4$  на происхождение шума, на характер источника шума, на время 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
* Коррекцию для железнодорожного шума не применяют в случае длинных дизельных поездов или поездов, идущих со скоростью свыше 250 км/ч.		

Результат измерения шума соответствует 1-й степени точности в том случае, если измерение проводилось с помощью шумомера 1-го класса с полосовыми фильтрами 1-го или 2-го класса.

Результат измерения шума соответствует 2-й степени точности в случае, если измерение проводилось с помощью шумомера 2-го класса с полосовыми фильтрами 2-го класса.

## **4. ОЦЕНКА ШУМОВОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОТ ТРАНСПОРТА НА ПРИМЕРЕ Г. СТАВРОПОЛЯ**

### **4.1. Результаты оценки шумового загрязнения г. Ставрополь**

Как известно, одним из основных источников шума в городе является автомобильный транспорт. Измерения уровня шума проводились октябре – ноябре 2019г. в двух административных районах города Ставрополя. Все участки измерений были выбраны с учётом загруженности автодорог города, а также наличием жилых застроек и зелёных насаждений. Время измерений было выбрано исходя из загруженности автомобильных дорог. Измерения проводились три раза в день: утром с 8:00-9:00, в обед с 12:00-13:00, вечером с 18:00-19:00.

Для оценки шумового загрязнения г. Ставрополя были выбраны два метода:

- Метод фактического измерения
- Расчётный метод

Для оценки уровня транспортного шума использовались ГОСТ 20444-85 «Шум. Транспортные потоки. Методы измерения шумовой характеристики», ГОСТ Р 53187-2008 «Шумовой мониторинг городских территорий».

При исследовании использовался шумомер UNI-T модели UT352 с диапазоном измерений от 30 до 130 дБ и точностью до 1,5 дБ.

Исследования шумового загрязнения в Ленинском районе проводились 7 дней с 04.10.2019 г. по 02.11.2019 г. Участки измерений представлены на рис.2. Район исследования был выбран в связи с тем, что на данной территории, помимо жилых застроек разной этажности и обычных зелёных насаждений,

присутствуют небольшие открытые пространства, торговые центры, учебные заведения и лесопарковая зона, которые в разной степени подвергаются шумовому воздействию.

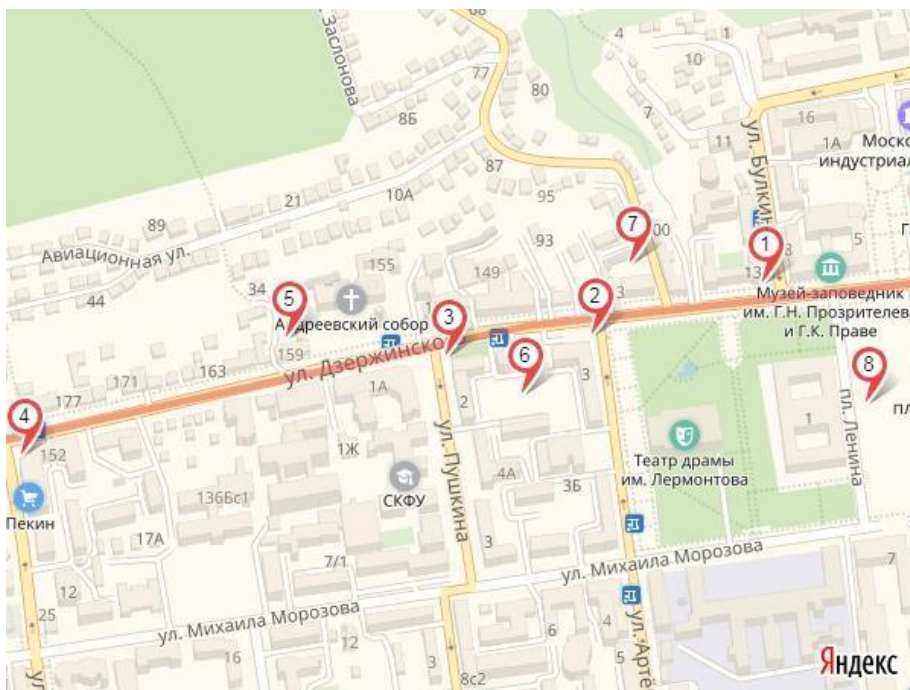


Рис. 4. Расположение участков измерений на территории Ленинского района

Результаты измерений на линейных участках, вдоль дороги ул. Дзержинского на пересечении с ул. Ломоносова, ул. Пушкина, ул. Артёма, ул. Булкина при помощи шумомера UNI-T модели UT352 представлены в таблицах 8-10. Так же были произведены замеры уровня шума на территории прилегающих дворов для сравнительного анализа.

Таблица 8

Результаты измерений уровня шума на участках вдоль ул. Дзержинского

Дата/Участок	Время: 7:00- 8:00							
	Уровень шума, дБ	04.10	11.10	16.10	23.10	26.10	28.10	02.11
Участок 1 (ул. Дзержинского\ ул. Булкина)	макс	62,5	70,7	73,1	62,8	67,5	66,9	70,5
	мин	65,6	62,6	64,5	58,6	59,8	57,6	64,9
	ср	53,6	62,9	70,6	58,7	62,1	59,7	65,8
Участок 2	макс	69,8	64,1	67,7	68,4	67,4	66,8	70,1

(ул. Дзержинского\ ул. Артёма)	мин	66,0	61,2	60,8	53,3	60,6	62,3	64,9
	ср	67,2	63,0	64,4	70,4	61,1	62,5	68,6
Участок 3 (ул. Дзержинского\ ул. Пушкина)	макс	74,6	64,7	67,4	67,1	64,8	68,4	69,9
	мин	62,8	52,0	59,2	65,1	67,8	63,9	65,2
	ср	63,3	53,1	60,1	65,8	68,0	66,5	65,7
Участок 4 (ул. Дзержинского\ ул. Ломоносова)	макс	76,7	66,4	72,2	62,7	68,7	70,3	69,6
	мин	68,8	53,4	67,9	57,6	59,8	65,2	62,9
	ср	66,5	63,9	68,4	60,4	63,0	66,1	64,9

Таблица 9

Результаты измерений уровня шума на участках вдоль ул. Дзержинского

Дата/Участок	Время: 12:30- 13:30							
	Уровень шума, дБ	04.10	11.10	16.10	23.10	26.10	28.10	02.11
Участок 1 (ул.Дзержинского\ ул. Булкина)	макс	62,2	69,7	67,7	64,6	67,5	70,0	69,1
	мин	62,9	65,1	57,1	60,3	56,3	64,9	63,1
	ср	62,3	64,3	62,8	61,5	53,6	62,9	64,8
Участок 2 (ул.Дзержинского\ ул. Артёма)	макс	62,8	73,4	63,9	69,1	70,8	67,1	71,7
	мин	61,5	65,3	59,1	64,2	65,5	64,2	65,8
	ср	59,7	68,4	63,0	65,2	67,2	65,0	66,4
Участок 3 (ул.Дзержинского\ ул. Пушкина)	макс	72,2	67,7	64,3	63,4	70,6	69,0	69,1
	мин	63,9	59,9	57,8	60,9	62,1	64,3	64,2
	ср	64,7	62,3	59,9	61,2	73,0	66,4	65,4
Участок 4 (ул.Дзержинского\ ул. Ломоносова)	макс	71,0	65,3	65,2	70,0	69,8	68,2	69,5
	мин	65,8	58,9	62,4	68,4	63,5	61,9	66,7
	ср	69,5	65,1	63,3	69,9	63,7	65,4	66,9

Таблица 10

Результаты измерений уровня шума на участках вдоль ул. Дзержинского

Дата/Участок	Время: 18:30- 19:30							
	Уровень шума, дБ	04.10	11.10	16.10	23.10	26.10	28.10	02.11
Участок 1	макс	67,1	72,8	69,9	73,5	69,5	70,9	70,5

(ул.Дзержинского\ ул. Булкина)	мин	62,9	69,5	66,3	67,4	60,8	66,6	65,9
	ср	63,6	69,8	66,8	68,9	62,3	66,7	66,4
Участок 2 (ул.Дзержинского\ ул. Артёма)	макс	68,9	69,7	71,5	69,4	68,4	69,8	71,1
	мин	58,3	66,9	69,3	64,1	63,2	62,8	65,3
Участок 3 (ул.Дзержинского\ ул. Пушкина)	ср	64,1	67,2	69,4	66,2	64,1	63,2	65,6
	макс	76,6	70,0	68,1	74,2	68,3	68,8	69,6
Участок 4 (ул.Дзержинского\ ул. Ломоносова)	мин	68,1	67,3	63,9	69,5	59,8	61,9	65,1
	ср	73,0	67,4	65,5	69,4	60,9	62,2	66,0
Участок 4 (ул.Дзержинского\ ул. Ломоносова)	макс	66,1	68,7	70,5	69,4	67,9	70,3	68,8
	мин	64,5	63,9	67,7	65,4	62,8	67,4	64,7
	ср	63,3	64,5	68,0	67,0	64,3	67,9	64,9

В результате расчётов измерений параметров шума  $L_{изм}$  с учётом коррекций были получены следующие данные, представленные в таблицах 11-13.

Таблица 11

Результаты  $L_{изм}$  с учётом коррекций

<b>Время: 8:00-9:00</b>								
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>
<b>К1</b>	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>К2</b>	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>К3</b>	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>К4</b>	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>LR</b>	65,1	63,3	63,2	64,6	48,8	53,0	53,9	56,7

Таблица 12

Результаты  $L_{изм}$  с учётом коррекций

<b>Время: 12:00-13:00</b>								
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>
<b>К1</b>	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>К2</b>	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>К3</b>	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>К4</b>	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>LR</b>	62,7	65,0	67,0	66,4	43,2	50,7	41,3	47,5

Таблица 13

Результаты  $L_{изм}$  с учётом коррекций

<b>Время: 18:00-19:00</b>								

	1	2	3	4	5	6	7	8
<b>K1</b>	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>K2</b>	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>K3</b>	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>K4</b>	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>LR</b>	66,4	68,7	64,6	65,3	47,3	46,5	45,4	59,1

Исследования шумового загрязнения в Промышленном районе проводились так же на протяжении 7 дней с 1.10.2019 г. по 27.10.2019 г. Территорией, на которой проводились замеры, является микрорайон №27. Участки замеров представлены на рисунке 5.

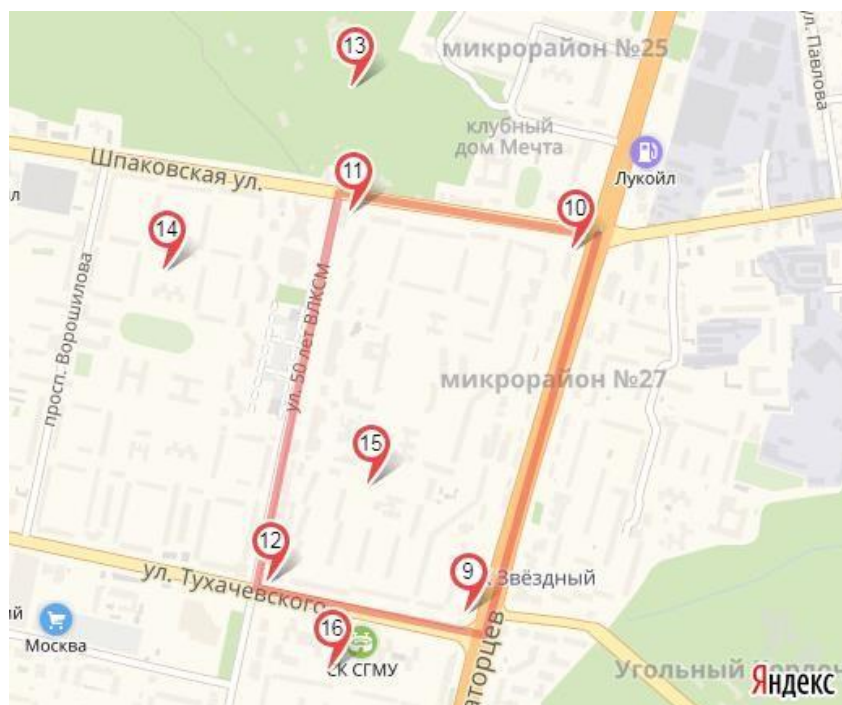


Рис. 5. Расположение участков измерений на территории Промышленного района

Территория измерений была выбрана исходя из того, что район является весьма развитым и интенсивно застраивается, помимо этого к автомобильным дорогам прилегают жилые многоэтажные застройки, торгово-развлекательные центры и Парк Победы с большим количеством высоких древесных растений,



которые хорошо противостоят проникновению шума вглубь парковой зоны и жилых дворов.

Результаты замеров уровня шума при помощи шумомера в районе измерений представлены в таблицах 13-15.

Таблица 13

## Результаты измерений в микрорайоне №27

Дата/Участок	Время: 7:00- 8:00							
	Уровень шума, дБ	1.10	8.10	10.10	14.10	18.10	22.10	27.10
Участок 9 (ул. Доваторцев\ ул.Тухачевского)	макс	70,9	72,3	70,3	75,3	67,3	69,1	72,0
	мин	68,4	65,3	68,4	69,1	62,8	63,4	67,9
	ср	69,3	67,8	66,3	69,3	63,1	67,5	68,6
Участок 10 (ул. Доваторцев\ ул. Шпаковская)	макс	69,8	70,5	72,6	69,2	70,9	71,0	69,9
	мин	64,9	66,7	67,3	64,0	68,3	66,9	66,8
	ср	66,8	67,5	66,5	64,2	68,7	69,3	67,0
Участок 11 (ул.Шпаковская\ ул. 50 лет ВЛКСМ)	макс	74,2	59,3	61,6	57,8	67,0	68,3	67,2
	мин	66,4	56,1	58,9	55,4	64,8	62,5	58,6
	ср	63,8	58,0	62,6	62,7	64,0	66,1	60,5
Участок 12 (ул. 50 лет ВЛКСМ\ ул. Тухачевского)	макс	76,6	70,1	66,9	63,8	70,7	72,6	69,7
	мин	65,4	64,4	59,7	56,5	63,9	67,4	65,8
	ср	66,4	67,6	67,0	58,4	67,4	67,9	66,1

Таблица 14

## Результаты измерений в микрорайоне №27

Дата/Участок	Время: 12:30- 13:30							
	Уровень шума, дБ	1.10	8.10	10.10	14.10	18.10	22.10	27.10
Участок 9 (ул. Доваторцев\ ул.Тухачевского)	макс	79,4	68,9	69,7	69,0	69,8	71,3	70,3
	мин	70,6	61,3	67,3	63,1	64,3	68,9	65,2
	ср	74,8	64,5	69,5	65,9	65,8	70,8	65,4
Участок 10 (ул. Доваторцев\ ул. Шпаковская)	макс	85,1	66,8	74,5	70,6	68,4	73,6	72,5
	мин	73,2	63,5	73,6	67,6	63,3	73,3	69,5
	ср	76,6	68,3	74,5	67,8	64,0	73,5	70,8
Участок 11 (ул.Шпаковская\ ул. 50 лет ВЛКСМ)	макс	66,3	67,7	69,3	68,7	71,5	66,2	68,3
	мин	54,2	66,5	65,7	66,2	69,3	65,0	60,7
	ср	58,6	67,5	65,9	67,0	69,7	65,3	61,3
Участок 12 (ул. 50 лет ВЛКСМ\ ул. Тухачевского)	макс	69,0	63,9	62,8	68,8	68,5	76,4	70,0
	мин	62,8	60,4	58,5	61,9	62,1	63,2	67,4
	ср	64,6	59,8	65,6	62,1	63,3	70,7	67,6

Таблица 15

## Результаты измерений в микрорайоне №27

Дата/Участок	Время: 18:30- 19:30							
	Уровень шума, дБ	1.10	8.10	10.10	14.10	18.10	22.10	27.10
Участок 9 (ул. Доваторцев\ ул.Тухачевского)	макс	71,8	73,2	70,8	69,9	72,2	69,4	70,3
	мин	68,6	65,0	67,6	66,7	68,9	68,3	66,4
	ср	69,3	72,6	68,3	68,2	69,5	68,9	67,0
Участок 10 (ул. Доваторцев\ ул. Шпаковская)	макс	70,0	76,6	72,9	71,6	79,4	79,2	69,9
	мин	66,2	74,1	69,2	69,0	73,6	74,3	63,7
	ср	66,8	73,0	70,6	69,8	74,6	74,9	65,2
Участок 11 (ул.Шпаковская\ ул. 50 лет ВЛКСМ)	макс	69,8	68,1	69,0	69,5	66,2	67,3	68,9
	мин	65,4	65,6	66,3	67,3	64,4	65,7	65,0
	ср	67,2	65,3	66,5	68,1	64,7	65,8	65,4
Участок 12 (ул. 50 лет ВЛКСМ\ ул. Тухачевского)	макс	70,4	67,1	68,9	69,4	75,5	73,6	71,9
	мин	68,1	62,8	65,1	63,7	68,6	64,7	68,1
	ср	69,6	63,1	65,8	64,9	69,5	65,5	69,2

Данные полученные расчётным методом также представлены в таблицах 16-18.

Таблица 16

Результаты  $L_{изм}$  с учётом коррекций

Время: 8:00-9:00								
	9	10	11	12	13	14	15	16
<b>К1</b>	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>К2</b>	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>К3</b>	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>К4</b>	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>LR</b>	67,4	67,1	67,5	65,8	62,6	50,9	55,1	72,0

Таблица 17

Результаты  $L_{изм}$  с учётом коррекций

Время: 12:30-13:30								
	9	10	11	12	13	14	15	16

<b>K1</b>	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>K2</b>	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>K3</b>	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>K4</b>	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>LR</b>	65,1	73,8	65,0	64,8	64,2	55,6	54,3	63,9

Таблица 18

Результаты  $L_{изм}$  с учётом коррекций

Время: 18:00-19:00								
	9	10	11	12	13	14	15	16
<b>K1</b>	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>K2</b>	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>K3</b>	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>K4</b>	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>LR</b>	68,1	70,7	66,1	65,0	53,0	54,9	52,9	58,2

Результаты измерений, полученные при исследовательской работе, показывают, что уровень шума, в основном, не превышает предельно допустимый (рис. 6).

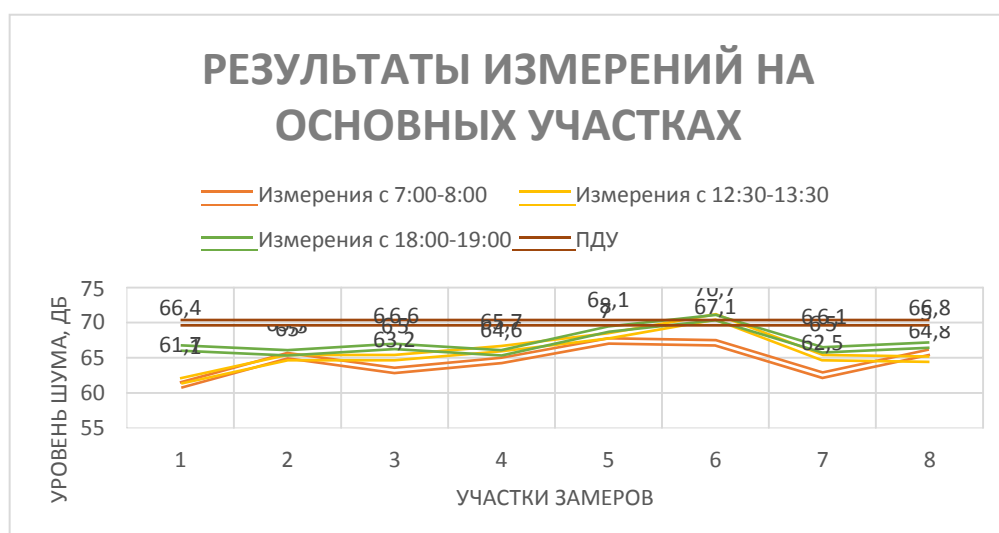


Рис. 6. Результаты измерений на участках вдоль дорог

На графике видно, что наиболее высокие показатели шумового загрязнения наблюдаются на Участке №6 (ул. Доваторцев \ ул. Шпаковская) в обеденное и вечернее время. Это связано с достаточно высоким уровнем загруженности автодорог. На данном перекрёстке достаточно часто отмечается затрудненное движение в связи с пробками.

#### **4.2. Использование поглощающего потенциала природной среды как способ снижения шумового загрязнения в городах**

Исследование поглощающего потенциала древесных насаждений г.Ставрополя проводилось на основе методики измерения шумового загрязнения в соответствии с ГОСТ 23337-2014 «Шум. Методы измерения шума на селитебной территории и в помещениях жилых и общественных зданий» (ГОСТ 23337-2014). В качестве исследуемой растительности были выбраны основные породы, высаженные на территории города вблизи автодорог.

Результаты исследования поглощающего потенциала природной среды представлены в таблице 7.

Таблица 7

Исследование поглощающего потенциала природной среды

<b>Исследуемые древесные насаждения</b>	<b>Фоновый показатель уровня шума, дБ</b>	<b>Показатель уровня шума при исследовании, дБ</b>	<b>Изменение уровня шума, дБ</b>
Берёза повислая ( <i>Betula pendula</i> )	40,0	37,1	2,9
Клён остролистный ( <i>Acer platanoides</i> )		39,2	0,8
Липа европейская ( <i>Tilia europaea</i> )		38,1	1,9

Рябина промежуточная ( <i>Sorbus intermedia</i> )		37,7	2,3
Дуб черешчатый ( <i>Quercus robur</i> )	33,0	32,3	0,7
Тополь чёрный ( <i>Populus nigra</i> )		32,3	0,7
Ясень обыкновенный ( <i>Fraxinus excelsior</i> )		32,6	0,4

В ходе проведённых исследований, было выявлено, что зелёные насаждения в городской среде способны снижать уровень шума более чем на 7%. Этот показатель основывается только на исследовании относительно листовой пластины, однако, если учитывать совокупность физических и биологических составляющих, такие как сомкнутость кроны, количество древесных насаждений вблизи застройки и их высота, то можно отметить увеличение эффекта шумопоглощения. Наибольшим ассимиляционный потенциалом среди деревьев в городской среде обладает Берёза повислая (*Betula pendula*), которая снижает уровень шума на 2,9 дБ, а так же Липа европейская (*Tilia europaea*) и Рябина промежуточная (*Sorbus intermedia*), которые снижают уровень шума на 2 дБ, соответственно.

**Берёза повислая (*Betula pendula*)** - быстрорастущее дерево с ажурной кроной и стройным стволом высотой до 18–30 м и диаметром до 7–12 м. Боковые ветви тонкие, повислые. Листья треугольно-яйцевидные, заострённые, 3–7 см длиной. Данная порода не очень устойчива к дыму и газу, однако, как выяснилось, хорошо борется с шумом, так как, не смотря на небольшой размер, листовая пластина является достаточно плотной.

**Рябина промежуточная (*Sorbus intermedia*)** - дерево высотой до 10 м с овальной кроной. Листья очерёдные, простые, яйцевидные, до 12 см длиной. Растение быстрорастущее, что определённо является плюсом, при выборе его как породы, высаживаемой в городе. Так же данный вид устойчив к дымовым и газовым выбросам, что очень необходимо в загрязнённой городской среде.

Благодаря своей плотной структуре и большому размеру листьев, рябина способна снижать уровень шума более чем на 2дБ.

*Липа европейская (Tilia europaea)* - дерево высотой до 25 метров при диаметре кроны около 8 м с симметричной, правильной, пирамидальной кроной. Побеги и почки осенью красноватые. Ветви очень гибкие, легко гнутся без разломов. Темп роста быстрый. Листья очередные, искривленно-сердцевидные, крупнее, чем у основного вида *Tilia x europaea*, горизонтально расположенные, ярко-зеленые, слегка глянцевые, достаточно долго не опадают. Дерево хорошо переносит городские условия, пыле- и жароустойчива.

Физиологические особенности деревьев способствуют в снижении антропогенного воздействия на окружающую среду. Исследуемые растения обладают плотными гладкими или шероховатыми листовыми пластинами, которые способны поглощать или отражать звуковые волны. Данные виды так же более эффективно борются не только с шумовым загрязнением в городской среде, но и с загрязнением атмосферного воздуха.

Таким образом, можно сделать вывод, что растения обладают достаточным потенциалом поглощения, что можно использовать как способ снижения шумового загрязнения в городах. Озеленение города является одним из важных этапов при планировке и строительстве городов. Грамотно организованные мероприятия в этой области позволят значительно улучшить состояние окружающей среды, а как в следствии и состояние здоровья населения.

#### **4.3. Оценка раздражающего действия шума посредством социологических обследований**

При проведении общей оценки шумового загрязнения на территории города Ставрополя нельзя не учитывать социальную составляющую, то есть, соответственно, население. Именно население города является одним из

важных индикаторов загрязнения. Для того, чтобы определить, как воздействует шум на население города и что является главной причиной шумового загрязнения в городе Ставрополь, было проведено социологическое обследование на основании ГОСТ Р 53574-2009 (ISO/TS 15666:2003) «Шум. Оценка раздражающего действия шума посредством социологических и социально-акустических обследований» (ГОСТ Р 53574-2009). Для проведения оценки был составлен небольшой опрос с использованием Google Формы. Опросный лист составлялся с учётом удобства восприятия заданных вопросов для всех социальных групп и половозрастной структуры. Бланк опросного листа представлен в таблице 19.

Таблица 19

### Бланк опроса

Вопрос	Варианты ответа
1. Ваш пол?	А) мужской Б) женский
2. Ваш возраст?	
3. Район проживания в г. Ставрополь?	А) Ленинский Б) Промышленный В) Октябрьский
4. В какое время года Вы чаще обычного подвергаетесь воздействию шума в городе?	А) зимой Б) весной В) летом Г) осенью
5. В какое время суток Вы испытываете максимальное шумовое воздействие?	А) утром Б) в обед В) вечером Г) ночью
6. Какие из перечисленных вариантов, по-вашему мнению, являются причиной шумового загрязнения в районе вашего проживания?	А) дорожный трафик Б) отсутствие шумозащитных экранов В) слабое озеленение территории
7. Вспомните, в какой степени за последнее время (приблизительно за 12 месяцев) Вы испытывали беспокойство, тревогу или	А) не испытывал Б) слегка В) умеренно Г) сильно



раздражение из-за транспортного шума, находясь на улице?	Д) очень сильно
8. Вспомните, в какой степени за последнее время (приблизительно за 12 месяцев) Вы испытывали беспокойство, тревогу или раздражение из-за транспортного шума, находясь у себя дома?	А) не испытывал Б) слегка В) умеренно Г) сильно Д) очень сильно
9. Какой из источников шума вызывает у вас наибольшее раздражение?	А) транспорт Б) бытовая техника В) производство
10. Влияет ли шум на Ваш режим сна?	А) да Б) нет
11. Какой из перечисленных вариантов является главным источником шума в городе Ставрополь?	А) автотранспорт Б) железнодорожный транспорт В) строительство Г) промышленность
12. Как Вы считаете, нуждается ли город в профилактических мероприятиях по снижению шума?	А) да, нуждается Б) нет, в этом нет необходимости

По итогу, в опросе участвовало 40 человек, 80 % из которых женского пола и 20% - мужского, соответственно. Шестьдесят процентов опрошенных проживают на территории Промышленного района, 32,5% - жители Октябрьского района и 7,5% - являются жителями Ленинского района.

Возрастная структура участников варьируется от 16 до 67 лет. Такое разнообразие в возрасте участников позволяет нам определить, какая возрастная группа в наибольшей степени подвержена раздражающему воздействию шума, а какая переживает негативное влияние акустического воздействия более спокойно.

Как было выявлено, люди среднего и старшего возраста в наибольшей степени подвергаются шумовому воздействию. Результаты исследования ВОЗ так же указывают на то, что люди выше среднего возраста ощущают наибольшее акустическое давление, а если при этом имеют заболевания сердечно-сосудистой системы, то риск негативных последствий шума увеличивается. К таким последствиям предрасположена мужская половина

населения, с связи с тем, что именно это группа более расположена к заболеваниям сердечно-сосудистой системы, нежели женщины (рис. 7).

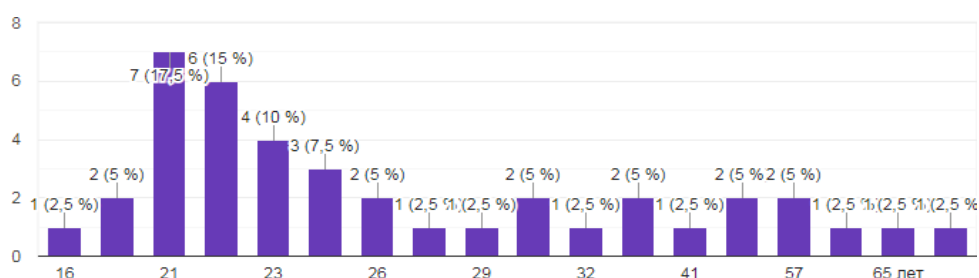


Рис. 7. Результаты опроса (вопрос №2)

Согласно опросу 62,5 % населения Ставрополя чаще обычного подвергаются воздействию шума в городе в период весеннего и летнего времени года, что вероятно связано с тем, что в данное время улучшаются погодные условия и жители чаще выбирается в общественные пространства, посещая парки и места отдыха, в связи с этим увеличивается дорожный трафик (рис. 8).

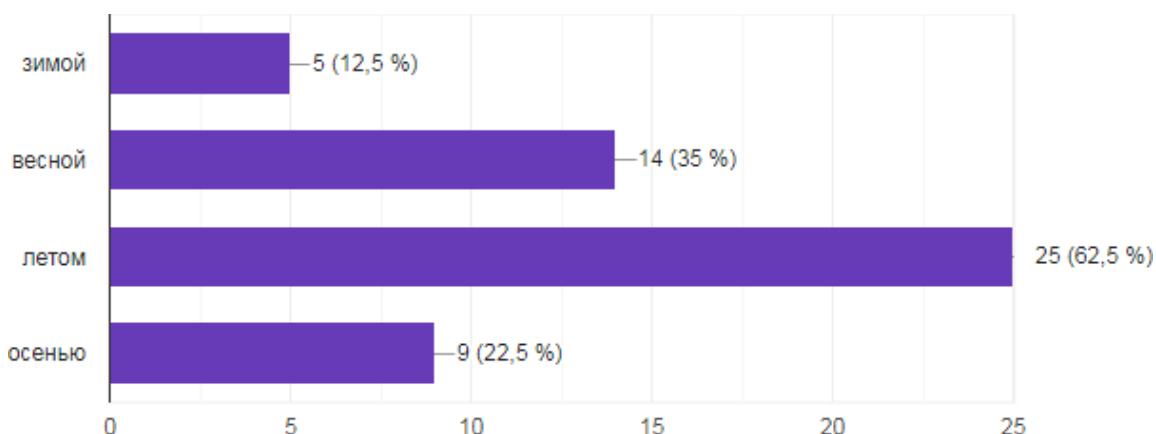


Рис. 8. Результаты опроса (вопрос №4)

Город Ставрополь является крупным городом с развитой инфраструктурой. Население города находится в постоянном движении, перемещаясь по всей территории и за её пределы. Зачастую можно наблюдать

такую ситуацию, когда работа человека находится в другой части города от места жительства, из-за чего в городе в будние дни отмечается большое количество пробок.

По результатам опроса, именно утром, в обед и вечером – в часы пик, жители города подвергаются наибольшему акустическому воздействию. Так же можно отметить, что даже в ночное время люди ощущают воздействие шума и, в связи с этим, могут иметь проблемы со сном и дискомфорт. Особенно это проявляется в летнее время, когда температурный фактор вынуждает жильцов квартир открывать окна в ночное время, тем самым увеличивая риск воздействия шума, в том числе и от автотранспорта. Как отмечают участники опроса именно автотранспорт и является основной причиной шумового загрязнения в городе в любое время суток (рис. 9).

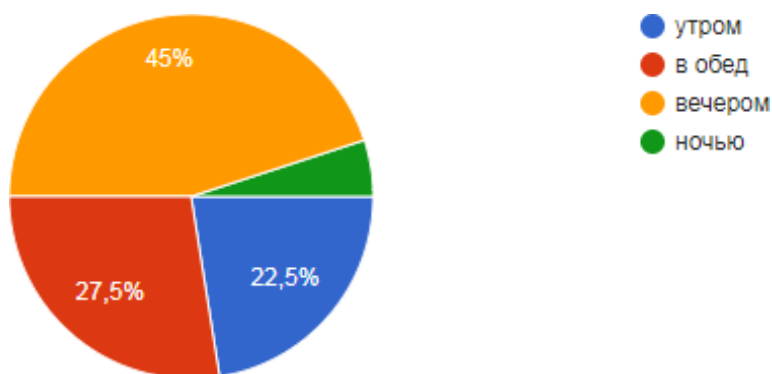


Рис. 9. Результаты опроса (вопрос №5)

Как и говорилось ранее, шум, в зависимости от его характеристик, оказывает разную степень воздействия на человека. Реакция на шум может проявляться, например, как дискомфорт, раздражение, нервозность или тревожность. Такое следствие негативных событий может повлиять на физическое и психологическое состояние здоровья организма человека.

По результатам исследований, 77,5% участников опроса испытывают в разной степени тревожность, раздражение и беспокойство из-за транспортного

шума находясь на улице и также 75% участников чувствуют тоже самое, находясь уже в помещении приблизительно за последние 12 месяцев. Исходя из этого, можно сделать вывод, что независимо от местонахождения человека, будь то улица или помещение квартиры, транспортный шум является в равной степени раздражающим в обоих случаях и может являться следствием неприятного эмоционального настроения у населения (рис. 10).

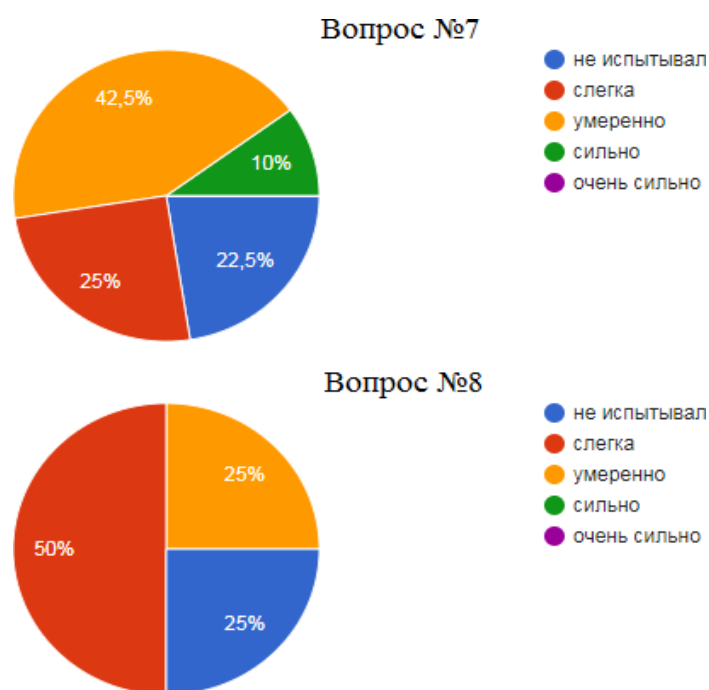


Рис. 10. Результаты опроса (вопросы №7,8)

В ходе оценки раздражающего действия шума посредством социологических обследований, было выявлено, что 75% опрошенных испытывает неприятные ощущения и раздражение из-за шума, главным источником которого является автомобильный транспорт. Было выявлено, что именно в тёплое время года и преимущественно вечером шумовое загрязнение является наиболее интенсивным. По мнению местных жителей, основной причиной данного загрязнения в районах их проживания и по городу в целом может быть дорожный трафик и в меньшей степени отсутствие шумозащитных барьеров и недостаточная озеленённость территории. Среди всех опрошенных,

72% из них считают, что город нуждается в профилактических мероприятиях по снижению шумового загрязнения.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе анализа литературных данных было выявлено, что шум имеет физическую природу и может оказывать негативное воздействие на окружающую среду и здоровье населения. Исходя из этого, имеет место быть проведение профилактических мероприятий по снижению данного воздействия и его контроль.

На основании ГОСТ 23337-2014 «Шум. Методы измерения шума на селитебной территории и в помещениях жилых и общественных зданий», была проведена оценка шумового загрязнения на территории города Ставрополь. Измерения уровня шума проводились в Ленинском и Промышленном районах в период с 01.10.2019 г. по 01.11.2019 г три раза в день. Было выбрано 8 ключевых участков вдоль автодорог и 8 дополнительных точек в прилегающих к дорогам территориях. Исследования проводились с использованием двух методов: физических замеров и расчётных вычислений. Исходя из полученных данных, было выявлено, что наибольшую акустическую нагрузку испытывает микрорайон №27 в Промышленном районе, на территории которого был зафиксирован наивысший средний показатель равный 73,8 дБ, превышающий нормативный показатель более чем на 10%, что может снижать качество жизни населения на данном участке. В качестве дополнительного исследования была дана оценка раздражающего действия шума посредством социологических обследований. Было выявлено, что 70% респондентов испытывают дискомфорт и раздражение из-за транспортного шума, что влияет на их физическое и психологическое здоровье.

Для улучшения шумовой ситуации на данной территории требуется проведение организационных мероприятий, связанных с перераспределением транспортных потоков и развитием транспортных сетей на территории города, озеленение территорий между жилой застройкой и проезжей частью. Помимо

этого, предлагаем провести дополнительное озеленение придорожных территорий. В ходе проведённых исследований, было выявлено, что зелёные насаждения в городской среде способны снижать уровень шума более чем на 7%. Этот показатель основывается только на исследовании относительно листовой пластины, однако, если учитывать совокупность физических и биологических составляющих, такие как сомкнутость кроны, количество древесных насаждений вблизи застройки и их высота, то можно отметить увеличение эффекта шумопоглощения. Наибольшим ассимиляционным потенциалом среди деревьев в городской среде обладает Берёза повислая (*Betula pendula*), которая снижает уровень шума на 2,9 дБ, а также Липа европейская (*Tilia europaea*) и Рябина промежуточная (*Sorbus intermedia*), которые снижают уровень шума на 2 дБ, соответственно.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. ГОСТ 12.1.003-2014 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Шум. Общие требования безопасности (Переиздание). [Электронный ресурс] // URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200118606> (дата обращения: 21.05.2020 г.)
2. ГОСТ 17187-2010 Шумомеры. Часть 1. Технические требования. М., 2010. [Электронный ресурс] // URL: [доступа: http://docs.cntd.ru/document/gost-17187-2010](http://docs.cntd.ru/document/gost-17187-2010) (дата обращения: 21.05.2020 г.)
3. ГОСТ 20444-85 «Шум. Транспортные потоки. Методы измерения шумовой характеристики». [Электронный ресурс] // URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200114240/> (дата обращения: 21. 05.2020 г.)
4. ГОСТ 23337-2014 Шум. Методы измерения шума на селитебной территории и в помещениях жилых и общественных зданий. [Электронный ресурс] // URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200114242> (дата обращения: 21.05.2020 г.)
5. ГОСТ 28329-89. Озеленение городов. Термины и определения [Электронный ресурс] // URL: <http://docs.cntd.ru/document/gost-28329-89> (дата обращения: 21.05.2020 г.)
6. ГОСТ Р 53574-2009 (ISO/TS 15666:2003) Шум. Оценка раздражающего действия шума посредством социологических и социально-акустических обследований/ [Электронный ресурс] // URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200076747>(дата обращения: 21.05.2020 г.)
7. ГОСТ Р. 53187-2008. Акустика //Шумовой мониторинг городских территорий. – 2009. – Т. 5. [Электронный ресурс] // URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200069469/>(дата обращения: 21.05.2020 г.)
8. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов. [Электронный



ресурс] // URL: <https://www.ozelenitel-stroy.ru/sanitarno-zashchitnyye-zony> (дата обращения: 25.05.2020 г.)

9. СН 2.2.4/ 2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых и общественных зданий и на территории жилой застройки.,1997. [Электронный ресурс] // URL: <http://base.garant.ru/4174553/> (дата обращения: 21.05.2020 г.)

10. СН-205-56. Санитарные нормы и правила по ограничению шума на территориях и в помещениях производственных предприятий. СПб, 1969. [Электронный ресурс] // URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200076312/>(дата обращения: 25.05.2020 г.)

11. СНиП 23-03-2003. Защита от шума. СПб, ДЕАН, 2004. [Электронный ресурс] // URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200084097/> (дата обращения: 21.05.2020 г.)

12. СП 42.13330.2011. Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений. М., 2010. [Электронный ресурс] // URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200084712/> (дата обращения: 21.05.2020 г.)

13. Андреева- Галанина Е. Ц., Алексеев С.В., Кадыскин А.В., Суворов Г.А. Шум и шумовая болезнь. Л.: Медицина, 1972.

14. Акустика: Справочник / А. П. Ефимов, А. В. Ноконов, М. А. Сапожников, В. И. Шоров / Под ред. М.А. Сапожникова. 2-е изд., перераб. И доп. М.: Радио и связь, 1989. [Электронный ресурс] // URL: <http://padaread.com/?book=33409> (дата обращения: 19.05.2020 г.)

15. Бакаева, Н.В. Оценка акустического загрязнения городской среды на основе показателя биосферной совместимости / Н.В. Бакаева, Д.В. Матюшин, Т.М. Новикова // Строительство и реконструкция, 2015. [Электронный ресурс] // URL: [http://vestnik.osu.ru/2017\\_6/16.pdf](http://vestnik.osu.ru/2017_6/16.pdf) (дата обращения: 19.05.2020 г.)

16. Пособие к МГСН 2.04.97 «Проектирование защиты от транспортного шума и вибраций жилых и общественных зданий». [Электронный ресурс] // URL:

[https://znaytovar.ru/gost/2/Posobie\\_k\\_MGSN\\_20497\\_Proektiro2.html/](https://znaytovar.ru/gost/2/Posobie_k_MGSN_20497_Proektiro2.html/) (дата обращения: 19.05.2020 г.)

17. Белл А. и др. Шум: профессиональная вредность и общественное зло. – 1967. [Электронный ресурс] // URL: [http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/39744/WHO\\_PHP\\_30\\_rus.pdf?sequence=2&isAllowed=y](http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/39744/WHO_PHP_30_rus.pdf?sequence=2&isAllowed=y). (дата обращения: 19.05.2020 г.)

18. Глотова О.М. Современное состояние особо охраняемых природных территорий города Ставрополя. [Электронный ресурс] // URL: <https://works.doklad.ru/view/8ljEYlmqdI0/all.html> (дата обращения: 18.04.2020 г.)

19. Доклад о состоянии окружающей среды и природопользовании в Ставропольском крае в 2018 году. [Электронный ресурс] // URL: <http://www.mpr26.ru/deyatelnost/otchety-doklady/o-sostoyanii-okruzhayushchey-sredy-i-prirodopolzovanii-v-stavropolskom-krae> (дата обращения: 12.06.2020 г.)

20. Иванов Н. И. Инженерная акустика: теория и практика борьбы с шумом / Н. И. Иванов. М., 2008. [Электронный ресурс] // URL: <https://rucont.ru/file.ashx?guid=5baa492d-4c4b-4c89-8354-77c0febede5f> (дата обращения: 12.06.2020 г.)

21. Савельева, В. В. Природа города Ставрополя. — Ставрополь: Ставрополь сервис школа, 2002. [Электронный ресурс] // URL: <http://sozidaem.info/geografic/priroda-goroda-stavropolya-chast-1.html/> (дата обращения: 12.06.2020 г.)

22. Сродных Т. Б., Карелина Е. О., Булатова Л. В. Теория ландшафтной архитектуры и методология проектирования. - 2016. [Электронный ресурс] // URL: [https://docviewer.yandex.ru/view/0/?page=9&\\*=ru](https://docviewer.yandex.ru/view/0/?page=9&*=ru) (дата обращения: 12.06.2020 г.)

23. Environmental Noise Directive and their policy implications //Environment international. – 2010. [Электронный ресурс] // URL: [https://ec.europa.eu/environment/noise/directive\\_en.htm](https://ec.europa.eu/environment/noise/directive_en.htm) (дата обращения: 10.06.2020 г.)

24. Barber J. R., Crooks K. R., Fristrup K. M. The costs of chronic noise exposure for terrestrial organisms //Trends in ecology & evolution. – 2010. [Электронный ресурс] // URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19762112?dopt=Abstract> (дата обращения: 10.06.2020 г.)
25. Becker U., Lebedew W. M., Schott N. *Èkologijatransporta.* – 2004. [Электронный ресурс] // URL: [file:///C:/Users/Admin/Desktop/%D0%BA%D1%83%D1%80%D1%81%D0%B0\\_Ekologia\\_transporta.pdf](file:///C:/Users/Admin/Desktop/%D0%BA%D1%83%D1%80%D1%81%D0%B0_Ekologia_transporta.pdf). (дата обращения: 10.06.2020 г.)
26. Choi Soojin. Urban Noise Management Manual Distribution// Living Environment Division-1356.-2016. [Электронный ресурс] // URL: <https://opengov.seoul.go.kr/sanction/10948747> (дата обращения: 10.06.2020 г.)
27. Choi Yoojin. Noise management plan for quiet Seoul //policy report. – 2014. [Электронный ресурс] // URL: <https://www.si.re.kr/node/48080> (дата обращения: 20.05.2020 г.)
28. Kight C. R., Swaddle J. P. How and why environmental noise impacts animals: an integrative, mechanistic review //Ecology letters. – 2011. [Электронный ресурс] // URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21806743?dopt=Abstract> (дата обращения: 10.06.2020 г.)
29. Lee JaeHyuk, Kim JangSoo, Lee KyungEun and etc. Environmental Creation for Noise Reduction and Utilization of New Technology//The 1st Noiseless Street Creation Competition and Quiet Apartment Competition Award Ceremony. – 2010. [Электронный ресурс] // URL: <http://www.noiseinfo.or.kr/common/jsp/download.jsp?path=morgue&fileName=%C1%A6%BE%C8-1-%C0%E5%B7%C1%BB%F3%28%BC%D2%C0%BD%C0%FA%B0%A8%C0%BВ+%C0%A7%C7%D1+%C8%AF%B0%E6%C1%B6%BC%BA+%B9%D7+%BD%C5%B1%E2%BC%FA+%C8%B0%BF%EB%B9%E6%BE%C8%29.pdf&boardNo=65&lang=kor> (дата обращения: 21.05.2020 г.)

30. Noise Pollution Notan Insignificant Concern//The British Ecological Society. [Электронный ресурс] // URL: <https://www.britishecologicalsociety.org/noise-pollution-not-an-insignificant-concern> (дата обращения: 12.06.2020 г.)

31. Shannon G. et al. A synthesis of two decades of research documenting the effects of noise on wildlife //Biological Reviews. – 2016. [Электронный ресурс] // URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26118691?dopt=Abstract> (дата обращения: 10.06.2020 г.)