

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
**«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**
(Н И У « Б е л Г У »)

ФАКУЛЬТЕТ ГОРНОГО ДЕЛА И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ
КАФЕДРА ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ И ЗЕМЕЛЬНОГО КАДАСТРА

**АКУСТИЧЕСКОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ
АВТОМОБИЛЬНЫМ ТРАНСПОРТОМ Г. ШЕБЕКИНО**

Выпускная квалификационная работа
обучающегося по направлению подготовки 05.03.06 Экология и природопользование
очной формы обучения группы 81001303
Трофимовой Алина Ивановны

Научный руководитель:
кандидат географических наук, доцент
Митряйкина А.М.

БЕЛГОРОД 2017

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
ГЛАВА 1. ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ШУМА	5
1.1 Физические аспекты шума, основные термины и определения	5
1.2. Распространение шума в урбанизированном пространстве	10
1.3. Факторы, влияющие на увеличения уровня шума	13
1.4. Шумовое загрязнение окружающей среды и его влияние на человека	16
ГЛАВА 2. МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ ШУМОВОГО РЕЖИМА ТЕРРИТОРИИ И ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ АКУСТИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ	24
2.1. Методика натуральных измерений шумовых характеристик автотранспортных потоков	24
2.2. Особенности эксплуатации шумомера	29
2.3. Общие принципы обеспечения акустической безопасности	33
ГЛАВА 3. ПРОВЕДЕНИЕ НАТУРНЫХ ИЗМЕРЕНИЙ ШУМА В ГОРОДЕ ШЕБЕКИНО	41
3.1. Общая географическая характеристика территории	41
3.2. Характеристика транспортного комплекса области и города Шебекино	44
3.3 Акустическое загрязнение города Шебекино автомобильным транспортом	48
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	56
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	58
ПРИЛОЖЕНИЯ	63

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность исследования. На сегодняшний день, шум – один из важнейших факторов вредного влияния современного мира на окружающую среду, он представляет не меньшую опасность, чем загрязнение воды или воздуха. Доказано, что городской шум пагубно влияет на организм человека, поражает не только органы слуха, но и организм в целом: центральную нервную систему, сердечно-сосудистую систему, вызывает головные боли, раздражительность, нарушает обмен веществ и сна. Как отмечают специалисты, уровень акустического загрязнения в городах ежегодно увеличивается от 0,5 до 1,0 дБА, особенно эта тенденция проявилась в последнее десятилетие.

Основным источником шума в современных городах, в том числе и в Шебекино, является автомобильный транспорт. Автомобильный парк города и области непрерывно растет, в основном за счет легкового транспорта. Наряду с этим увеличивается количество автомобилей с большим сроком эксплуатации, которые являются наиболее неблагоприятными по акустическим характеристикам.

Целью выпускной квалификационной работы является оценка акустического загрязнения, вызванного автомобильным транспортом.

Для достижения цели были поставлены следующие **задачи**:

1. Составление общей характеристики шума.
2. Изучение используемой аппаратуры и методов измерения шума.
3. Проведение натурных измерений уровней звука на основных транспортных магистралях города Шебекино с последующим анализом полученных данных.
4. Создание шумовой карты города.

Объект исследования – магистральные улицы общегородского значения г. Шебекино. **Предмет исследования** – акустическое загрязнение, создаваемое автомобильным транспортом на территории города.

Для решения поставленных задач использовались следующие методы:

1. Наблюдение.
2. Описание.
3. Метод натурных измерений.
4. Аналитический.
5. Картографический.

Теоретической и методологической основой данной работы послужил Государственные стандарты (4), учебники (3), учебные пособия (5), ресурсы интернет (8), схема территориального планирования города Шебекино, руководство по использованию шумомера Testo 816 и журналы по исследуемой теме.

Научная новизна работы заключается в том, что на территории города Шебекино не проводились исследования в данной области. Измерения для данной работы проводились с использованием современного оборудования, внесенного в Государственный реестр средств измерений, камеральная работа велась с использованием современного программного обеспечения.

Практическая значимость исследования объясняется тем, что данная работа затрагивает интересы многих жителей города, в частности угрозу их здоровья и спокойствия.

Объем и структура работы. Данная работа включает в себя введение, 3 главы, состоящие из нескольких подглав, заключение, список использованной литературы и приложения. Работа содержит 68 страниц, 10 рисунков и 5 таблиц.

ГЛАВА 1. ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ШУМА

1.1 Физические аспекты шума, основные термины и определения

Если говорить о звуке как о физическом явлении, то его можно охарактеризовать как волновое колебание упругой среды; но если рассматривать его как явление физиологическое, то это ощущение, воспринимаемое органом слуха при воздействии звуковых волн. Шум – беспорядочное сочетание звуков различной частоты и интенсивности.

Источниками звука могут быть различные процессы и явления, вызывающие возбуждение звуковой среды относительно среднего равновесного состояния.

Процесс распространения колебательного движения в среде с определенной частотой называют звуковой волной. Звуковые волны возникают тогда, когда в упругой среде имеется колеблющееся тело или если частицы упругой среды приходят в колебательное движение по причине воздействия на них определенной возмущающей силы. При этом энергия передается от источника с помощью звуковых волн, а частицы упругой среды совершают только колебательные движения по отношению к положению равновесия.

Не все колебательные движения воспринимаются человеком как физиологическое ощущение звука. Органы слуха способны воспринимать звуковые волны с частотой от 16 до 20000 Гц. Инфразвук (колебания с частотой ниже 20 Гц) и ультразвук (выше 20000 Гц) не вызывают слуховых ощущений, однако оказывают биологическое воздействие на организм.

При распространении звуковой волны различают два различных явления: движение частиц среды в волне и перемещение самой волны в среде. Как правило, колебательные скорости частиц среды в несколько раз меньше скорости звука [18].

Фронтом звуковой волны называют поверхность, проходящую через частицы среды, которые совершают колебания в одной и той же фазе. Звуковые волны отличаются друг от друга формой фронта. Существует три типа звуковых волн: плоские (фронт в виде полосы, нормальной к направлению распространения), шаровые (фронт в виде сферы) и цилиндрические (фронт имеет вид боковой поверхности цилиндра) [20].

Область пространства, в которой наблюдаются звуковые волны, именуется звуковым полем.

При звуковых колебаниях частиц среды в ней возникает переменное давление, которое называют звуковым давлением (P). Распространение звуковых волн связано с переносом энергии. Средний поток звуковой энергии, проходящий в единицу времени через единицу поверхности, называется интенсивностью звука (I , Вт/м). Звуковое давление или интенсивность звука (первый показатель шумового воздействия) являются характеристиками звукового поля в определённой точке пространства. Силой звука называется количество энергии, приносимое звуковой волной каждую секунду через площадь в 1 см^2 , перпендикулярную направлению волны [6].

Скорость звука в различных средах отличается. Например, в воздухе, при температуре $15 \text{ }^\circ\text{C}$, скорость звука составляет 340 м/сек , а в воде при такой же температуре – 1500 м/сек .

Звуковой мощностью M (Вт) принято называть общее количество звуковой энергии, излучаемой источником в единицу времени.

Существует логарифмическая шкала, предназначенная для измерения уровня звукового давления. Каждая ступень этой шкалы соответствует изменению интенсивности шума в 10 раз или на 1 бел (Б). Это значит, что если интенсивность одного звука больше интенсивности другого в 10 раз, то второй звук больше первого на 1 бел, а если в 100 раз, то на 2 бела. На практике используется единица, в 10 раз меньшая бела – децибел (дБ). Диапазон слышимых звуков для человека составляет от 0 до 170 дБ (рис 1.1.).

Единицей измерения уровня звукового давления является децибел (дБ) – десятая часть десятичного логарифма отношения интенсивности звуковой энергии к ее пороговому значению.

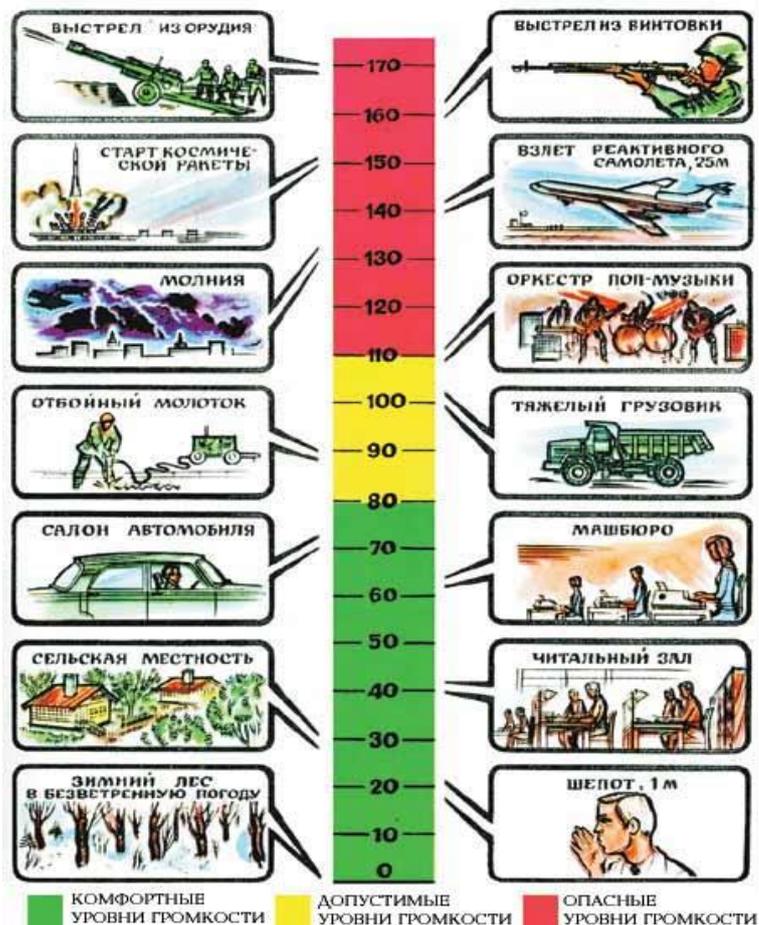


Рис. 1.1. Шкала силы звука

Порогом слышимости для человека считается шум в 10 дБА, которому соответствует человеческое дыхание. Большинство людей начинают воспринимать звук именно с этой отметки.

Например, шепот имеет интенсивность в 20 дБА, разговор близко находящихся друг к другу людей – 65 дБА, а работа оборудования в производственных помещениях от 70 до 80 дБА.

Минимальное звуковое давление P_0 и минимальная интенсивность звука I_0 , способные к восприятию человеческим ухом, называются пороговыми.

Порог слышимости, т.е. интенсивность еле слышимых звуков и болевой порог – звуки, вызывающие болевые ощущения отличаются друг от друга в миллионы раз.

В зависимости от физической природы шумов могут быть:

- механического происхождения, которые возникают из-за вибрации техники, при одиночных или периодических ударах;
- аэродинамического происхождения, которые возникают в газах вследствие вихревых, колебательных, пульсационных процессов;
- электромагнитного происхождения, возникающие от колебания элементов электромеханических устройств под действием переменных электромагнитных полей;
- гидродинамического происхождения, возникающие вследствие гидравлических ударов, кавитации, турбулентного течения жидкости и др.

По характеру спектра шумов делятся на широкополосные и тональные. Широкополосные шумов имеют непрерывный спектр шириной более октавы. В технике приняты октавные полосы со среднегеометрическими частотами: 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000, 8000 Гц. В спектре тонального шума присутствуют отдельные слышимые дискретные тона. Тональность шума определяется в процессе измерения уровней звукового давления в третьоктавных полосах частот при превышении уровня в одной полосе над соседними более чем в 10 дБА [18].

По временным характеристикам шум делятся на постоянный (уровни звука изменяются во времени не более чем на 5 дБА) и непостоянный (уровни звука изменяются во времени более чем на 5 дБА).

Непостоянные шумов в свою очередь подразделяются на импульсные, прерывистые и колеблющиеся во времени. Импульсные состоят из одного или нескольких последовательных ударов длительностью менее одной секунды. Прерывистые отличаются тем, что за время наблюдения уровень звука может резко упасть до фонового шума, причем длительность интервалов,

за которые уровень остается постоянным и превышающим уровень фонового шума, составляет одна секунда и более. Колеблющиеся шумы во времени отличаются тем, что уровень шума меняется со временем. К ним относится шум транспортного движения [25].

Высота звука определяется частотой колебаний среды и измеряется в герцах (Гц). Один герц равен одному колебанию в секунду. В зависимости от частоты звуковые колебания делятся на:

- низкочастотные (инфразвуковые) – меньше 20 Гц;
- акустические (слышимые) – от 16 до 20000 Гц;
- ультразвуковые (высокочастотные) – от 20000 до 10^9 Гц;
- гиперзвуковые (сверхвысокочастотные) – от 10^9 до 10^{13} Гц.

Источник шума можно рассматривать как точечный, если его размеры меньше расстояния до приемника звука. К ним относятся многие источники шума, например промышленные предприятия, самолеты, автомобили. Такой вид источников чаще всего излучают сферические звуковые волны.

Протяженный в одном направлении источник шума, излучающий непрерывный звук, называется линейным. Линейными источниками могут быть трубопровод с турбулентным потоком, транспортный поток, железнодорожный состав. Такие источники излучают цилиндрические звуковые волны.

По происхождению шум может быть бытовым, производственным, промышленным, транспортным, авиационным, уличного движения и др.

Бытовой шум возникает в жилых помещениях вследствие работы радио и телевидения, различных бытовых приборов и как результат действий людей.

Производственный шум создается при работе в производственных помещениях различных механизмов и машин. Источниками данного вида шума служат промышленные предприятия. Высокий уровень шума (более 90-100 дБ) создают энергетические установки, металлургические заводы, строительные предприятия. Немного меньший шум возникает при работе машиностро-

ительных заводов (80-90 дБ), типографий, швейных фабрик, деревообрабатывающих комбинатов (70-75 дБ).

Транспортный шум считается наиболее опасным акустическим загрязнением ввиду своего широкого распространения. При движении автомобиля шум создается несколькими источниками, во-первых, это двигатель внутреннего сгорания, во-вторых, шасси автомобиля и в результате взаимодействия шин с дорожным покрытием [9].

Шум уличного движения представляет собой совокупность звуков создаваемых транспортными средствами и всех звуков слышимых на улице. Шум, создаваемый легковыми автомобилями и грузовиками, мотоциклами и автобусами составляет до 80 % всего городского шума.

Продолжительность шумового воздействия – один из показателей влияния шума. В условиях сильного шума возникает риск ухудшения или потери слуха, однако это зависит от индивидуальных особенностей человека. Длительное шумовое воздействие является одним из факторов оказывающих влияние на повышение заболеваемости.

1.2. Распространение шума в урбанизированном пространстве

Распространение колебаний в воздушной среде происходит в форме продольных волн объемных деформаций. Их вид зависит от типа источника, его размеров и длины излучаемой волны, а так же от расстояния между ним и рассматриваемой точкой звукового поля [28].

На практике многие источники звука имеют значительные размеры и обладают направленностью излучения, а звуковое поле вблизи излучателя имеет сложную структуру.

Элементарным источником излучения является идеальный сферический излучатель. Другой элементарный источник, который часто встречается

на практике, имеет вид равномерно излучаемой прямой линии бесконечной длины (линейный источник) [26].

Звук распространяется по прямым линиям-лучам, которые перпендикулярны фронту волны. Поверхность фронта увеличивается с увеличением расстояния от источника, вследствие этого интенсивность звука снижается. Дополнительное снижение интенсивности происходит из-за поглощения звука.

Поглощение звука в спокойной атмосфере вызвано обменом импульсами за счет теплового движения молекул между частями звуковой волны, движущимися с разными скоростями (классическое поглощение), а также перераспределением энергии между молекулами с разными степенями свободы (молекулярное поглощение). Молекулярное поглощение играет основную роль в снижении интенсивности [28].

Величина молекулярного поглощения зависит от частоты звука, температуры и влажности воздуха. При минимальной влажности воздуха, молекулярное поглощение сильно увеличивается.

При изменении плотности и температуры происходит изменение волнового сопротивления среды и меняется скорость звука в среде. Как правило, луч отклоняется в сторону областей с наименьшей скоростью звука и более низкой температурой, вследствие чего искривляется.

Градиент скорости звука зависит от ветра. Скорость распространения звука в атмосфере равна векторной сумме скорости звука в неподвижной атмосфере и скорости ветра.

Большое влияние на распространение звука оказывает турбулентность атмосферы. Она, изменяя скорость распространения звука, приводит к отклонению уровня звукового давления, которое при сильном порывистом ветре может достигать 20–25 дБА. От турбулентности атмосферы зависит так же дополнительное поглощение звука, которое различается для каждого диапа-

зона частот (для 250–4000 Гц может составлять 15–22 дБ на километр при слабом ветре и 50–90 дБ на километр при сильном ветре).

Поглощение поверхностью земли вызывает затухание уровня звука. В большинстве случаев источник и приемник звука находятся на высоте пары метров над поверхностью земли, если речь идет о внешнем шуме. Следовательно, звук распространяется параллельно земле или отражается от неё под небольшим углом [28].

Эффект снижения шума в зеленых насаждениях зависит не только от характера посадок, пород деревьев и кустарников и времени года, но и от спектрального состава шума.

Для обеспечения максимально возможного снижения шума посадки должны быть с густыми кронами, которые будут смыкаться между собой, а пространство под кронами должно быть заполнено кустарниками. Минимальная ширина зеленой полосы, дающая оптимальный эффект шумопоглощения, составляет не менее 10 м.

Характер посадки деревьев имеет немаловажное значение. Полоса, в которой все кроны деревьев смыкаются, имеет более сильный шумопоглощающий эффект, чем полоса, состоящая из нескольких рядов деревьев, со свободным пространством между этими рядами.

Экраны-барьеры являются еще одним препятствием на пути распространения шума. Подобного рода сооружения создают за собой звуковую тень, однако шум в зоне тени, полностью не подавляется.

Проникновение звуковой энергии за экран зависит от размера препятствия и длины волны. Чем больше длина звуковой волны, тем меньше при данном размере препятствия область тени [31].

1.3. Факторы, влияющие на увеличения уровня шума

Вегетативная нервная система человека отрицательно реагирует на любой шум, поэтому мнение о способности человека привыкнуть к шуму, можно считать ошибочным. Шум свыше 80 дБА считается вредным для организма человека. Персонал, занятый в транспортных организациях и непосредственно участвующий в перевозочном процессе и ремонте автомобильных средств передвижения, работает в условиях повышенного шума.

Основным источником шума в городах является автомобильный транспорт. На городской улице шум автомобильного двигателя преобладает над шумом движения. Наиболее сильный шум производит тяжелый грузовой транспорт и автобусы, менее шумными считаются мотоциклы и мопеды. Легковой транспорт считается наименее шумным видом транспорта [8].

Самым шумным местом считается центр города, где автомобили вынуждены разгоняться и тормозить особенно часто, а также длительное время стоять с включенными двигателями. Согласно исследованиям, при проезде 210 машин в течение часа по городской улице с асфальтированным и сухим покрытием, создается уровень шума равный 60 дБА, а при увеличении количества автомобилей до 1000 единиц в час, уровень шума возрастает до 67 дБА [10].

Интенсивность создаваемого шума различается в зависимости от типа транспортного средства и его грузоподъемности (табл. 1.1).

Таблица 1.1

Уровни шума различных транспортных средств [18]

Виды транспорта	Уровень шума, дБА	
	средний	максимальный
1	2	3
Мопед	74	83
Легкий мотоцикл	79	86

Продолжение таблицы 1.1.

1	2	3
Мотоцикл	78	87
Легковой автомобиль карб.	70	78
Легковой автомобиль диз.	72	77
Автобус	80	86
Грузовой автомобиль	83	90

Шумовые характеристики зависят от многих факторов, которые делятся на транспортные и дорожные.

К транспортным факторам относят:

1. Интенсивность транспортного потока – наибольшие уровни шума наблюдаются на магистральных улицах в больших городах с пропускной способностью более 3,5 тысяч автомобилей в час;

2. Скорость транспортного потока – шум от автомобильных двигателей и шин возрастает при увеличении скорости движения;

3. Состав транспортного потока – грузовой транспорт является наиболее шумным видом автомобильного транспорта, поэтому возрастание его доли в общем потоке автомобилей увеличивает уровень шума;

4. Тип двигателя – наименее шумным считается электродвигатель, затем бензиновый и дизельный тип двигателя, самыми шумными признаны паровые и газотурбинные двигатели.

К дорожным факторам относятся такие характеристики автомобильных дорог как число полос движения, наличие разделительной полосы, продольный и поперечный профиль дороги, устройство перекрестков, вид и состояние покрытия, его шероховатость.

Шум при контакте шины с дорожным покрытием зависит от нескольких составляющих: шероховатости покрытия, нагрузки на колесо, износы протектора шины и характеристики самой шины – рисунка протектора, качества резины и т.д.

Наибольшее влияние на внешний шум автомобиля оказывает шероховатость покрытия, а не конструктивные особенности шины. Испытания моделей шин с различными рисунками протектора (летним и зимним) показали разницу во внешнем шуме автомобиля всего в 2,5 дБА [19].

Износ шин практически не влияет на внешний шум автомобиля, хотя выявлено, что на шероховатых покрытиях изношенные шины с гладким рисунком протектора создают чуть более высокий уровень шума.

К наиболее распространённым причинам повышения уровня шумового фона в городах относятся:

- недостаточный территориальный разрыв для обеспечения защиты от шума населенных пунктов, зон массового отдыха, лечебных центров, курортов и санаториев;
- нарушение нормативных документов или несоблюдение санитарных норм при застройке и проектировании магистральных автодорожных и железнодорожных трасс и мест для размещения аэропортов;
- увеличение сроков эксплуатации автомобилей и отсутствие новых бесшумных видов транспорта;
- отсутствие разработок технико-экономического характера в данной области и высокая стоимость шумозащитных сооружений.

Большой вклад в повышение уровня шума вносят вибрации и электромагнитные излучения.

Вибрация – движение точки или механической системы под воздействием внешней силы, при которой происходят колебания характеризующих ее скалярных величин [1].

Водителю и пассажирам через элементы конструкции автомобиля передаются колебания от дорожной поверхности, а на биоту и инженерные сооружения они воздействуют через грунт.

Транспортные средства относятся к основным источникам вибрации. Колебания распространяются по грунту и достигают фундаментов зданий и

сооружений, чаще всего вызывая и звуковые колебания, которые приводят к разрушению конструкций. Они затихают в грунте примерно на 1 дБА через каждый метр и на расстоянии 50 м от автомобильной дороги не ощущаются.

Ухудшение электромагнитной обстановки городской территории может быть вызвано внутренними и внешними полями автомобильного транспорта [33]. Состоянием на 2009 год электромагнитное поле на 18-32 % территории городов формировалось за счет автомобильного движения [27]. На сегодняшний день процент ЭМП, создаваемого автомобильным транспортом значительно вырос. Увеличение происходит не только за счет возрастающего транспортного потока, но и из-за оборудования, устанавливаемого на каждом отдельном автомобиле. Число автомобилей ежегодно растет, а это значит что значит что электромагнитная обстановка в городах будет ухудшаться.

Подводя итоги, можно сказать, что к основным видами воздействия автотранспорта на окружающую среду относятся: изъятие минеральных, энергетических и водных ресурсов; транспортное и технологическое загрязнение вредными веществами, вибрацией, шумом, теплотой и электромагнитными излучениями.

1.4. Шумовое загрязнение окружающей среды и его влияние на человека

Среды глобальных экологических проблем, проблеме акустического загрязнения не всегда уделяли достаточно внимания. Важность этой проблемы неправомерно замалчивается. Рост мощности оборудования, широкое внедрение в промышленность новых технологий, создание быстроходных средств передвижения по земле, воде и воздуху, а так же применение разнообразных бытовых приспособлений – привело к тому, что человек во всех сферах жизнедеятельности подвержен вредному акустическому воздействию.

Шум влияет на разные стороны жизни человека, на сегодняшний день можно выделить три: социальную, медицинскую и экономическую. «Человек достиг высокого уровня цивилизации, в частности, благодаря своей способности к общению, а связь с помощью звуков – одна из основных форм общения людей. Шум препятствует этому общению, он обкрадывает нашу жизнь, снижает нормальную активность человека» – писал известный акустик Р. Тейлор [37]. Это относится к социальному аспекту влияния шума на человека. Защита от шума, это в первую очередь, утверждение ценности человеческой личности.

Шум оказывает вредное воздействие не только на органы слуха, но и на функционирование всего организма. Косвенному влиянию повышенного уровня шума подвержены сердечно-сосудистая и нервная системы. Шум вызывает быструю утомляемость и раздражительность, а так же агрессивность. Сотни миллионов человек ежедневно находятся в зоне повышенного шумового воздействия и ощущают его последствия. Это медицинский аспект влияния шума на человека.

И третий, экономический аспект. Установлено что шум влияет на производительность труда. При увеличении шума на 1–2 дБА при его установленном уровне в 80 дБА и выше, производительность труда будет уменьшаться не менее чем на 1 %. Экономические потери развитых стран из-за повышенного шума ежегодно составляют десятки миллиардов долларов.

Сегодня конкурентоспособность машин в немалой степени определяется их уровнем шума. При этом пролеживается тенденция к увеличению зависимости цены транспортного средства и промышленного оборудования от степени их шумозащиты. Даже 1 дБА снижения шума обеспечивает примерно 1 % повышения стоимости. В современных самолетах стоимость шумозащиты достигает 25 % стоимости изделия, а в автомобилях 10 % [17].

За прошедшие 10 лет уровень шума в крупных городах увеличился на 10–15 дБА. Возрастание шума в больших городах непосредственно зависит

от интенсивности транспортного потока, который увеличился до 8000 автомобилей в час, мощности и грузоподъемности транспорта и внедрением новых двигателей. На автомобильных дорогах Москвы, Санкт-Петербурга и других крупных городов России уровень шума от автотранспорта достигает 90–100 дБА днем и 70 дБА ночью. Но эта проблема касается не только мегаполисов. В городах с меньшей численностью населения так же существует проблема превышения уровней шума.

В Архангельске эквивалентные уровни звука вблизи первого эшелона жилых зданий (12–18 м от оси первой полосы движения), расположенных на улице с ориентировочной интенсивностью движения около 2500 автомобилей в час, превышаются на 11–18 дБА для дневного времени суток [10]. В Тюмени уровни звука вблизи первого эшелона жилых зданий, расположенных на расстоянии 15 м от оси первой полосы движения, превышаются на 20,9 дБА для дневного времени суток [11]. Согласно данным, полученным управлением Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Мурманской области, на территориях, расположенных близ транспортных магистралей, наблюдается увеличение уровней шума – в дневное время на 8–20 дБА, в ночное время на 18–28 дБА [30].

В странах Европейского союза согласно Директиве 2002/49/ЕС действует долгосрочная программа, основой которой стало «Составление оперативных шумовых карт» и разработка «Плана мероприятий» по учету приоритетных задач по организации защиты от шума [36]. Эта программа предполагает решение вопросов борьбы с шумом на региональном и локальном уровнях.

В результате проведенных исследований Европейским агентством по окружающей среде были сделаны следующие выводы:

- шумовое загрязнение является одной из основных экологических проблем, влияющих на здоровье жителей в Европе;

- дорожное движение было и остается наиболее доминирующим источником шума;
- шум в окружающей среде вызывает, по приблизительным оценкам, около 10 000 случаев преждевременной смерти в Европе ежегодно;
- почти 20 млн. взрослых раздражается из-за шума окружающей среды, и еще 8 млн. страдают от нарушения сна;
- более 900 000 случаев артериальной гипертензии, вызванной шумом окружающей среды, наблюдается каждый год [12].

По интенсивности все звуки можно разделить на три основные области. Первая область находится в пределах от 10 до 40 дБА и охватывает весьма ограниченное количество сигналов внешней среды. Вследствие привыкания орган слуха мало чувствителен к восприятию звуков таких уровней.

Вторая область характеризуется уровнем звукового давления от 40 до 80-90 дБА и содержит основную гамму звуков окружающей среды. В границах данной области расположены уровни звукового давления речи, звуки музыки, большинство шумов в быту и на производстве, предупредительные сигналы. В этой области наблюдается способность к наиболее тонкому восприятию и анализу всех качеств звука. И хотя уровни шума во второй области относительно не высокие, достоверные источники утверждают, что в диапазоне низких частот, соответствующих транспортному шуму, уровень звука интенсивностью 65 дБА вызывает временное снижение слуха на 10 дБА.

Третья область включает в себя уровни звукового давления от 80-90 дБА до 120 дБА (порог болевого ощущения звука). Из-за быстрого развития современной техники эти уровни начинают приобретать значение для человека. По сравнению с первой и второй областями, в этой области наблюдаются значительные отличия в деятельности органов слуха. Уровень шума 80 дБА вызывает снижение слуховой чувствительности на 17-25 дБА. То есть

наблюдается явление утомления органа слуха. Поэтому важное значение приобретает фактор времени действия раздражителя [18].

Особенности биологического действия шума определяются так же характером спектра. Высокие частоты оказывают наиболее неблагоприятные воздействия. Частоты, выше 1000 Гц опаснее, чем шумы с частотой 30–125 Гц. В спектре импульсивного шума имеются дискретные тона, поэтому он считается биологически агрессивным.

В зависимости от интенсивности и спектра шума ученые выделяют следующие градации его действия на организм человека:

1. Мешающее действие. Зависит от индивидуального восприятия и растет с увеличением громкости. К действию данного вида шума организм адаптироваться. Из-за эффекта привыкания, люди, находящиеся на улице или на рабочем месте, готовы терпеть более громкие шумы, чем дома, где предел привыкания составляет 40 дБА днем и 35 дБА ночью.

2. Активация. Такой вид воздействия вызывается шумами малой интенсивности. Он стимулирует центральную и вегетативную нервную систему, нарушает сон, усиливает реакции связанные с испугом.

Его можно объяснить тем, что человек утомляется от большого количества предупредительных сигналов, ведь они вызывают у него реакцию, сходную с реакцией страха и беспокойством из-за восприятия шума как признака угрозы. Особенно негативен этот вид шумового воздействия в ночное время, так как приводит к нарушению сна и отдыха. Сон становится поверхностным, человек с трудом засыпает, часто просыпается. При изучении сна у жителей домов, расположенных на различных улицах, ученые сделали вывод, что при уровне шума в 40 дБА сон значительно нарушается, а при 50 дБА увеличивается период засыпания, при этом глубина сна сокращается до 60 %. Сон протекает нормально при уровнях шума 35 дБА и ниже, длительность засыпания при этом составляет от 15 до 20 минут, а глубина сна 85 % [12].

3. Влияние на работоспособность. Установлен, что при уровнях шума в 60 дБА и выше снижается производительность умственного труда: замедляется скорость переноса информации и объем кратковременной памяти [40].

4. Помехи для передачи информации и нарушения ориентации в звуковой среде. Это действие шума напрямую связано с уровнем громкости. Особой проблемой в производственных, жилых и учебных комплексах являются помехи коммуникации посторонними шумами (производственным шумом, шумом от транспорта и т.д.), которые скрывают звуки речи. Известно, что при уровне шума свыше 70 дБА человек не различает от 20 до 50 % слов.

В целом в России около 35 млн. человек подвержены существенному воздействию транспортного шума [16].

Негативное воздействие шумового загрязнения на состояние здоровья людей, рост числа профессиональных заболеваний, а также расстройств психической и нервной системы являются важной и неотложной проблемой, как для России, так и для остальных стран.

В результате распространения низкочастотных акустических колебаний во многих областях человеческой деятельности, внедрения в промышленность новых технологий, развитию всех видов транспорта и бытового оборудования, использования мощного акустического оснащения в повседневной жизни и концертно-развлекательных целях, здоровье человека повреждается и разрушается.

В крупных городах большая часть населения подвергается акустическому загрязнению, что приводит к специфическим изменениям в органах слуха. У человека, находящегося в условиях повышенного шума, через пять лет слух ухудшается, а через десять лет развивается неврит слухового нерва и глухота [20].

Запороговый шум приводит к возбуждению коры головного мозга, отрицательно влияет на вегетативную нервную систему, уменьшает амплитуду

кровенного давления, повышает частоту пульса и приводит к сужению мелких артериальных сосудов. Изменения в системе кровообращения наблюдаются при продолжительном звуковом раздражении до 70 дБА. Начиная с 75 дБА наблюдается расширение зрачков и уменьшается острота зрения [7].

Регулярное воздействие шума на нервную систему человека проявляется дисциркуляторной энцефалопатией.

Возбуждение коры головного мозга служит причиной психических расстройств, выраженных в виде страха, тревоги, хронической бессонницы, угнетенного состояния, а иногда и к суициду, особенно при включении в шум инфразвукового компонента. Психические реакции проявляются уже начиная с уровней шума в 30 дБА, а с повышением высоты тона, увеличением громкости и предрасположенности человека к неврозу отрицательное воздействие на психику резко возрастает.

Устойчивый рост психических заболеваний в последнее десятилетие вызывает обоснованную тревогу во всем мире и это связано не только с акустическим загрязнением, но и с терроризмом, экономическими кризисами, природными катаклизмами и военными конфликтами.

К 2015 году по данным Всемирной Организации Здравоохранения психическими расстройствами в мире страдали [13]:

- 121 млн. человек – депрессией;
- 50 млн. человек – эпилепсией;
- 37 млн. человек – болезнью Альцгеймера;
- 24 млн. человек – шизофренией;
- 219 млн. человек – имели другие нервные и психические расстройства, особенно в регионах с повышенным шумовым загрязнением окружающей среды.

Косвенно можно установить связь регулярного шумового воздействия и самоубийств. В 2011 году эксперты ВОЗ установили, что каждый год в ми-

ре путем суицида заканчивают жизнь 4 млн. человек. В России по данным Росстата ежедневно кончают жизнь самоубийством около 3 тыс. человек.

Воздействие шума влияет на развитие таких неспецифических изменений в организме человека как замедление психических реакций, ослабление памяти, снижение темпа работы и ухудшение качества умственной переработки информации.

На сегодняшний день санитарными нормами для селитебных территорий установлены следующие допустимые эквивалентные уровни звука, составляющие в дневное время суток (с 7 до 23 часов) 55дБА, в ночное время (с 23 до 7 часов) 45дБА [5].

ГЛАВА 2. МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ ШУМОВОГО РЕЖИМА ТЕРРИТОРИИ И ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ АКУСТИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

2.1. Методика натуральных измерений шумовых характеристик автотранспортных потоков

Проведение натуральных измерений автомобильного шума необходимо для получения наиболее точных и надежных шумовых характеристик автотранспортных потоков на городских улицах и дорогах.

Первое что необходимо учитывать при проведении измерений это погодные условия. Измерения не рекомендуется проводить при выпадении атмосферных осадков, тумане и скорости ветра более 5 м/с. Если скорость ветра находится в пределах от 1 до 5 м/с, то необходимо применять специальную ветрозащитную насадку, которая идет в комплекте с используемым шумомером.

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

Натурные измерения шумовых характеристик автотранспортных потоков проводятся согласно ГОСТ 20444-2014. В качестве шумовой характеристики автотранспортного потока ГОСТ 20444-2014 определил эквивалентный уровень шума L_{Aeq} , дБА, измеренный на расстоянии $7,5 \pm 0,2$ м от оси ближней к точке измерения полосы движения транспорта на высоте $1,5 \pm 0,1$ м от уровня проезжей части. В условиях стесненной застройки разрешается размещать используемую аппаратуру на расстоянии меньше 7,5 м от оси ближней полосы, но не ближе 1 м от стен зданий и любых элементов архитектуры или ре-

льефа, способных отражать звук. В случае, если выбранная улица или дорога располагается в выемке, используемая аппаратура устанавливается на бровке выемки, на высоте $1,5 \pm 0,1$ м от уровня земли.

Место, в котором проводится измерение, должно располагаться на прямолинейном горизонтальном участке дороги или улицы, с установившейся скоростью движения автомобильного транспорта, на расстоянии не менее 50 м от остановок общественного транспорта и транспортных узлов. При проведении измерений микрофон должен быть направлен в сторону движущегося транспортного потока и перпендикулярно к направлению дороги. Человек, который проводит измерения, должен находиться на расстоянии от измерительного микрофона не менее чем на 0,5 м, для предупреждения помех. Категорически воспрещается, что бы между измерительным прибором и транспортным потоком находились люди или другие посторонние предметы (рис 2.1).



Рис. 2.1. Схема расположения оператора при проведении измерений

Целесообразно производить измерения шумовых характеристик транспортных потоков в периоды максимальной интенсивности движения, как в дневное, так и в ночное время.

При проведении измерений максимального уровня звука, уровня зву-

кового воздействия индикатор частотной характеристики следует устанавливать в положение «А», а индикатор временной характеристики – в положение «медленно» («slow»).

В паузах между проездами транспортных средств измеряется уровень фонового шума, т.е. уровня звука помех, которые создаются посторонними источниками шума. Уровни фонового шума должны быть не менее чем на 10 дБА ниже уровней звука при прохождении перед измерительным микрофоном транспортных средств.

Если разность между измеренным уровнем шума от транспортного потока и уровнем фонового шума менее 10 дБА, то в результаты измерений вносится коррекция согласно таблице 2.1.

В случае если определение фонового шума является невозможным, то коррекция не вносится.

Таблица 2.1

Коррекция K_{ϕ} на влияние фонового шума

Разность соответствующих параметров измеренного шума транспортных потоков и фонового шума в месте проведения измерения ΔL , дБ (дБА)	Коррекция K_{ϕ} , дБ (дБА)
3	-3
4-5	-2
6-9	-1
≥ 10	0

Во время проведения натурных измерений, подсчитывается количество транспортных средств каждого вида (грузовые автомобили, легковые автомобили, мотоциклы, автобусы). Это позволяет рассчитать фактическую интенсивность движения и фактический долевого состав транспортного потока. Так же необходимо измерять среднюю скорость движения транспортного потока. Для этого нужно измерить время, за которое проходит отдельное транспортное средство в потоке расстояние 20–30 м.

Продолжительность периода измерения шумовых характеристик автотранспортного потока зависит от интенсивности движения. Измерение продолжают до тех пор, пока не произойдет стабилизация показаний измерительного прибора в пределах выбранной точности измерений, которая должна быть не хуже $\pm 0,5$ дБА, но и при этом продолжительность измерения должна быть не менее 5 мин.

При неинтенсивном движении автотранспорта, например, в ночное время, при одиночных проездах автотранспортных средств, продолжительность периода измерений шумовых характеристик автотранспортного потока должна охватывать проезд двух основных групп транспорта, одна из которых включает в себя не менее 30 легковых автомобилей, а другая включает в себя грузовые автомобили, автобусы и общественный транспорт (суммарно не менее 30 транспортных средств).

Формулы, используемые для расчета измерений шумовых характеристик потока автомобильного транспорта:

Эквивалентный уровень звука A L_{Aeq} , дБА: Величина, равная десяти десятичным логарифмам отношения квадрата среднеквадратичного звукового давления на заданном временном интервале, измеренного при стандартной частотной характеристике A шумомера по ГОСТ 17187-2010, к квадрату опорного звукового давления; рассчитывается по формуле:

$$L_{Aeq} = 10 \log \left(\frac{1}{T} \int_{t_1}^{t_2} \frac{p_A^2(t)}{p_0^2} dt \right),$$

где $T = t_2 - t_1$ – заданный временной интервал, с;

t_1 – начало интервала, с;

t_2 – конец интервала, с;

$p_A(t)$ – мгновенное скорректированное по частотной характеристике A шумомера по ГОСТ 17187-2010 звуковое давление в момент времени t , Па;

$p_0 = 2 \cdot 10^{-5}$ Па – опорное звуковое давление.

Максимальный уровень звука $A L_{Amax}$, дБА: Наибольший скорректированный по A уровень звука на заданном временном интервале. На практике максимальный уровень звука A соответствует согласно ГОСТ 31296.1 – 2005 уровню, превышаемому в течение 1 % времени интервала измерения.

Звуковое воздействие E , $(\text{Па})^2 \cdot \text{с}$: Величина, определяемая по формуле

$$E = \int_0^T p^2(t) dt,$$

где $p(t)$ - мгновенное звуковое давление, Па;

T – заданный временной интервал или интервал, равный продолжительности звукового события, с.

Опорное звуковое воздействие E_0 , $(\text{Па})^2 \cdot \text{с}$: Величина, равная квадрату опорного звукового давления $p_0 = 2 \cdot 10^{-5}$ Па, умноженному на опорный временной интервал длительностью 1 с ($E_0 = 4 \cdot 10^{-10}$ $\text{Па}^2 \cdot \text{с}$).

Уровень звукового воздействия L_E , дБА: Величина, равная десяти десятичным логарифмам отношения звукового воздействия на заданном временном интервале или на интервале, равном продолжительности звукового события, к опорному звуковому воздействию; рассчитывается по формуле

$$L_E = 10 \log \frac{E}{E_0},$$

где E – звуковое воздействие на временном интервале T , $(\text{Па})^2 \cdot \text{с}$.

Уровень звукового воздействия $A L_{EA}$, дБА: Уровень звукового воздействия, скорректированный по частотной характеристике A шумомера по ГОСТ 17187-2010.

Примечание – Уровень звукового воздействия $A L_{EA}$, измеренный на временном интервале T , позволяет определить эквивалентный уровень звука с помощью формулы

$$L_{Aeq} = L_{EA} - 10 \log \frac{T}{T_0}, \text{ дБА},$$

где $T_0 = 1$ с.

Расширенную неопределенность измерения U (95 %) для уровня доверия 95 % рассчитывают по формуле

$$U (95 \%) = 2 \times \sqrt{u_A^2 + u_B^2}, \text{ дБА (дБ)}.$$

Значение стандартной неопределенности $u_A = 0,7$ дБА для шумомеров 1-го класса и $u_B = 1,5$ дБА для шумомеров 2-го класса, полученным на основании проводившихся специальных экспериментальных исследований.

Верхняя граница интервала охвата составляет

$$L_{Aeq} + U (95 \%), \text{ дБА (дБ)}.$$

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

$$L_{Aeq\text{потока}}^{\text{авт}} = L_{Aeq} + U(95 \%), \text{ дБА (дБ)}.$$

Результаты измерения шумовой характеристики транспортного потока и данные по его составу, интенсивности и скорости движения должны быть представлены в виде протокола и входящих в него таблиц.

2.2. Особенности эксплуатации шумомера

Шум – звуковые колебания в диапазоне слышимых частот, способные оказать вредное воздействие на безопасность и здоровье работника [3].

Человеческое ухо воспринимает эти изменения в давлении и передает их в мозг. Наименьшее звуковое давление, воспринимаемое ухом человека – 0,0002 мбар (т.е. 0 дБ). Максимальное звуковое давление, воспринимаемое ухом человека без боли – 635 мбар (т.е. 130 дБ).

Прибор используется для измерения уровней шума в жилых и производственных помещениях, а так же на открытом воздухе.

Testo 816 – шумомер 2 класса с диапазонами измерения уровня звукового давления (шума): 30–80 дБ, 50–100 дБ и 80–130 дБ. Прибор оснащён функцией автоматического переключения диапазонов. Имеет два временных режима, две частотные характеристики, измеряет максимальное и минимальное значение (функция *Max – Min*). Помимо вышеуказанных функций, при-

бор оснащен режимом подсветки и возможностью устанавливать его на штатив [22]. Устройство шумомера Testo 816 представлено на рисунке 2.2.



Рис.2.2. Устройство шумомера Testo 816

Инструкция по работе с прибором:

1. На задней панели прибора находится отсек для батареи.
2. Вставлять батарею следует, соблюдая полярность.
3. Отсек для батареи следует закрыть.
4. Включение прибора кнопкой I/O. Последует короткий тест по всем сегментам индикатора, затем прибор перейдет в режим измерения.
5. Установка времени измерений нажатием кнопки Slow/Fast

В приборе имеются два диапазона: «*Slow*» – с временем отклика 1 секунда и «*Fast*» – с временем отклика 125 миллисекунд. Режим «*Fast*» устанавливается при внезапных изменениях уровня звука, например, строительной техники. В этом режиме прибор производит 5-6 измерений в секунду. Режим «*Slow*» используется при определении шумов, у которых уровень зву-

ка изменяется с небольшой скоростью, например, автомобили или станки. В данном режиме прибор производит одно измерений в секунду.

6. Установка частотной характеристики

Для установки частотной характеристики следует использовать кнопку *A/C*. Прибор имеет две частотные характеристики. Частотный фильтр типа «*A*» применяется при измерении стандартных уровней шума, то есть такого шума, который может быть воспринят человеческим органом слуха. Для определения низкочастотного шума устанавливается режим «*C*». Уровень низкочастотного шума считается высоким, если его значение в режиме «*C*», значительно превышает показания в режиме «*A*» [2].

7. Установка диапазона измерения.

Диапазон измерения устанавливается при нажатии кнопки *Level*. Прибор используется при диапазоне измерения от 30 до 130 дБА. Пользователь может устанавливать поддиапазоны 30–80, 50–100, 80–130 дБА. При включении шумомера, система устанавливает средний диапазон 50-100 дБА. Диапазон измерений можно изменить, нажимая кнопку *Level*. При нажатии этой кнопки средний диапазон повысится до значений 80–100 дБА, при повторном нажатии будет выбран режим «автодиапазон». При проведении измерений, шумомер автоматически сравнивает полученное значение с заданным диапазоном измерений. При превышении уровня звука верхней границы заданного диапазона, на дисплее появится надпись «*Over*», а при уровне звука меньше нижней границы – надпись «*Under*».

8. Использование кнопки *Max/Min* для измерений максимального и минимального уровней звука. При однократном нажатии кнопки *Max/Min* активизируется функция измерения максимального уровня звука. При повторном нажатии этой же кнопки, прибор переходит к измерению минимального уровня звука. При этом, показания на дисплее изменятся только в том случае, если уровень звука будет ниже чем предыдущая измеренная величина. Для

отключения данной функции кнопку *Max/Min* следует держать нажатой не менее 2 секунд.

9. Выключить прибор кнопкой *I/O*.

При измерении уровней шума на открытом воздухе используется ветрозащитный колпачок. Он необходим для предотвращения наложения шума ветра на измеряемый уровень шума от источника.

По умолчанию прибор откалиброван для работы на высоте 0 м над уровнем моря. Для проведения измерений на других высотах вводится коррекция согласно таблице 2.2. Во избежание ошибок прибор следует калибровать перед каждым измерением.

Таблица 2.2

Величины коррекции приборы в зависимости от высоты над
уровнем моря

Высота над уровнем моря, м	Давление, мбар	Коррекция, дБА
0–250	1013–984	0.0
>250–850	983–915	- 0.1
>850–1450	915–853	- 0.2
>1450–2000	852–795	- 0.3

Первая калибровка шумомера Testo 816 происходит на заводе, на котором он был изготовлен. Для более точной и надежной работы прибор рекомендуется калибровать повторно, особенно если он долгое время не использовался. Шумомер следует калибровать до и после каждого измерения, если он работает в условиях высокого шума или жестких атмосферных условиях.

При калибровке на микрофон, с заведомо снятой ветрозащитой, накручивается калибратор. При включении прибора автоматически устанавливается диапазон измерений 50–100 дБА, вручную следует установить частотную характеристику в режим «A» и временной диапазон «Fast».

Кнопка включения на калибраторе устанавливается в среднее положение, которое равно 94 дБА. Если уровень шума, измеренный шумомером, во

много превышает данное значение, то следует перенастроить прибор, используя винт настройки и отвертку.

Прибор для измерений запрещается использовать около токопроводящих частей и хранить его вблизи растворителей, например, ацетона. Следует обращать внимание на максимальную температуру хранения и транспортирования, а также температуру эксплуатации. Нужно следить, чтобы жидкость ни проникала в микрофон. Не следует открывать прибор, за исключением случаев его технического обслуживания. Использованные батарейки должны быть утилизированы.

2.3. Общие принципы обеспечения акустической безопасности

Наибольшее внимание следует уделять шумовому режиму городах, так как в них сосредоточена основная часть населения страны. Транспортный шум является основным акустическим загрязнителем окружающей среды в населенных пунктах.

На долю магистральных улиц приходится 60–70 % общей длины городской уличной сети и 80–90 % протяженности автомобилей, поэтому отдельные автомобили и транспортные потоки создают шум высокого уровня на магистральных улицах. На шумы транспорта приходится наибольшее количество жалоб, поступающих в санитарно-эпидемиологические станции [21].

По итогам анализа санитарно-эпидемиологической ситуации в XXI веке шумовая нагрузка заняла третье место после комплексной химической и биологической нагрузки по влиянию на население.

В городах существует несколько источников шумового загрязнения, три из которых связаны с транспортом (табл. 2.3).

Таблица 2.3

Основные источники шума в городах

Источник шума	Наибольшие эквивалентные уровни звука, дБА		% акустического загрязнения
	День	Ночь	
Автомобильный транспорт	70 – 80	55 – 70	70 – 75
Железнодорожный транспорт	65 – 75	65 – 70	10 – 15
Авиационный транспорт	70 – 75	-	3 – 5
Строительство	75 – 85	-	1 – 2
Тепловые электростанции	65 – 70	70 – 75	5 – 10
Котельные подстанции	60 – 65	60 – 65	

В дневное время транспортные потоки на улицах города являются основным источником шума, а в ночное время их сменяют движения автомобилей по внутриквартальным проездам.

Снижение уровня транспортного шума может произойти благодаря применению нескольких способов [14]:

1. На стадии разработки районной планировки и генерального плана города должны быть использованы градостроительные способы и средства защиты от шума;

2. Аналогичные мероприятия рекомендовано применять при разработке проекта детальной планировки и проектов застройки жилых районов и микрорайонов;

3. Строительно-акустические способы и средства защиты от шума.

Улучшению шумового режима в этом случае будут способствовать:

- функциональное зонирование территории и ее структурное членение, которое будет направлено на выделение и ограждение ареалов высоким уровнем шума;

- размещение данных зон с соблюдением необходимых территориальных разрывов;

- рациональная транспортно-планировочная структура территории, которая будет предусматривать размещение скоростных автомобильных дорог за пределами городской территории и других населенных пунктов, а также рекреационных зон.

Территориальный разрыв между автомобильными дорогами I и II категории и селитебной территорией должен составлять не менее 200 м, при отсутствии специальных средств шумопоглощения, а между автомобильными дорогами III и IV категории не меньше 100 м.

Территориальный разрыв между автомобильными дорогами I и II категории и границ рекреационной и лечебно-курортной зоной должен составлять не менее 500 м, при отсутствии специальных средств шумопоглощения, а между автомобильными дорогами III и IV категории не меньше 250 м [23].

Уменьшению уровня шума на селитебной территории при разработке генерального плана города могут помочь следующие мероприятия:

- функциональное зонирование территории с разделением селитебных, лечебно-рекреационных зон от промышленных и коммунально-складских зон и основных транспортных коммуникаций;
- формирование общегородской системы зеленых насаждений;
- размещение магистральных дорог скоростного и грузового движения вне жилых районов и зон отдыха;
- разграничение улично-дорожной сети по составу транспортного потока (выделение грузового транспорта на специализированные магистрали);
- использование шумозащитных свойств рельефа при размещении автомобильных дорог;
- расположение крупных автомобильных стоянок и гаражей за пределами центральных и жилых районов.

Шумовой режим селитебной территории города во многом зависит уличной сети города. Радиально-кольцевая сеть считается наиболее неблаго-

приятной для центральных районов города. Прямоугольная сеть имеет наибольшую пропускную способность, а это значит, что уровень шума будет выше. При увеличении плотности такой сети, шум транспортных магистралей будет уменьшаться, однако зона акустического дискомфорта на прилегающих к дорогам территориях увеличится. С точки зрения защиты от шума, наилучшей транспортной сетью является органическая. Она содержит меньшее число узлов и перекрестков, заменяя их Т-образными примыканиями. На таких улицах движения автомобилей плавные, число торможений и переключений скорости уменьшается. Схемы улично-дорожной сети представлены на рисунке 2.3.

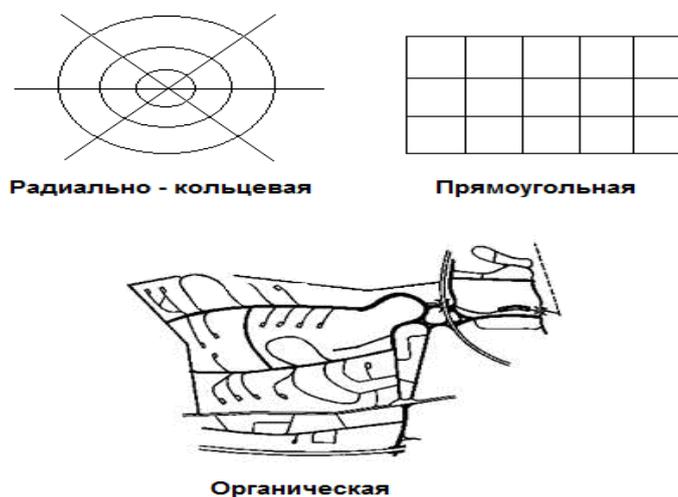


Рис. 2.3. Схема улично-дорожной сети городов

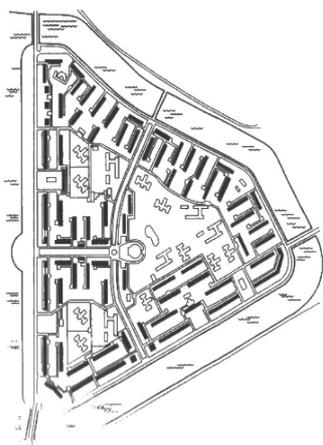
При проектировании улично-дорожной сети города и схемы развития транспорта рационально будет перенаправить основной поток транспортных средств на небольшое число магистральных улиц и дорог с высокой пропускной способностью, расположенных за пределами жилой застройки по границам районов производственных и коммунально-складских зон, вдоль полос отвода железных дорог.

На стадии детальной разработки структуры жилых районов и микрорайонов, архитектурно-планировочным мероприятиям следует уделять осо-

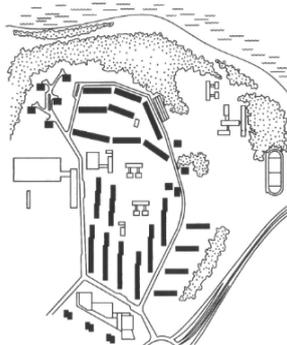
бое внимание, так как они позволяют снизить затраты на шумозащиту уже перед началом строительных работ.

По отношению к транспортным магистралям, окружающим отдельный жилой комплекс, застройки первого эшелона, могут быть следующими (рис 2.4):

- строчная – размещение зданий перпендикулярно или под углом к транспортной магистрали;
- периметральная – размещение зданий различной длины вдоль магистрали;
- свободная – без выдержанного преобладания перечисленных выше способов.



Пример периметальной застройки



Пример строчной планировки микрорайона



Пример свободной планировки микрорайона

Рис. 2.4. Пример застройки микрорайона

При строчной застройке, оба фасада здания подвергаются одинаковому шумовому воздействию. Причем шумовая нагрузка практически не отличается от той, которое получает здание, расположенное параллельно магистрали и на том же расстоянии. Эта шумовая ситуация мало изменяется при уменьшении угла между осью здания и магистралью вплоть до угла 30-45°.

Наихудшей по шумовой нагрузке на фасад здания является периметральная застройка. Уровни шума в жилых помещениях, где окна обращены в сторону улиц, обычно превышают допустимые санитарные нормы. Превы-

шение может достигать 15–20 дБА. Однако, во внутриквартальном пространстве, при таком типе застройки, шумовая нагрузка уменьшается на 20 дБА и более [23].

В качестве дополнительного средства шумозащиты применяют зеленые насаждения. Отдельно стоящие деревья не обладают шумозащитным эффектом, в отличие от полос зеленых насаждений. Расстояние между деревьями в такой полосе должно быть не больше 4 м, высота не менее 6 м, а для кустарников не меньше 2 м. Посадка деревьев может быть рядовой или шахматной, а полнокروновое пространство должно быть заполнено кустарниками.

На каждом участке территории могут располагаться одна или несколько шумозащитных полос, разделенных воздушными промежутками. При проектировании шумозащитной полосы зеленых насаждений учитывают скорость роста, высоту, долговечность, форму и плотность кроны, устойчивость по отношению к выхлопным газам [28].

Древесно-кустарниковые насаждения по размерам делятся на:

- деревья первой величины (высота более 20 м, диаметр кроны от 10 до 15 м). К ним относятся: береза пушистая, клен остролистный, дуб, ель, сибирская лиственница, сибирская пихта, тополь;
- деревья второй величины (высота 10–20 м, диаметр кроны 5–8 м). Это каштан конский, клен полевой, ольха серя.
- деревья третьей величины (высота 5–10 м, диаметр кроны 3 – 5 м). К ним относятся: рябина обыкновенная, клен татарский.
- деревья четвертой величины (высота 1–2 м, диаметр кроны 1–3 м). Это туя западная, боярышник обыкновенный, рябина лучистая, черемуха виргинская.

Из кустарников в основном применяют крупные (высота от 4 до 9 м, диаметр 2–5 м) и средние (высота 1–3 м, диаметр 2–5 м). К крупным относятся: акация желтая, жимолость, бирючина, сирень, калина; к средним – смородина золотистая, таволга, кизильник, чубушник.

В холодное время года лиственные деревья сбрасывают листву, и их шумозащитный эффект уменьшается до нуля. Поэтому целесообразно использовать в шумозащитных полосах хвойные породы деревьев.

В условиях сложившейся городской застройки применение шумозащитных полос зеленых насаждений практически невозможно. Однако такого рода посадки широко применяются при строительстве и реконструкции загородных скоростных дорог. Дополнительному шумопоглощению будет способствовать густая трава в посадке.

В современных городах применима массовая застройка прилегающих территорий многоэтажными зданиями для защиты населения от шума, поэтому будет рационально использовать для этих целей специальные шумозащитные здания.

Шумозащитные здания – это дома со специальной архитектурно-планировочной структурой и объемно-пространственным решением, которое предусматривает размещение подсобных помещений квартир в сторону источника шума, а также не больше одной комнаты общего пользования в трёхкомнатных и более квартирах. В сторону источников шума так же располагаются дома, окна, и двери которых имеют повышенную звукоизоляцию [39].

Одним из строительно-акустических способов защиты от шума является установка специальных шумозащитных окон. Максимальное снижение уровня звука, которого можно добиться установкой таких окон, составляет 42 дБА.

К наиболее эффективному строительно-акустическому методу снижения шума относится экраны, которые размещают между источником шума и объектом защиты от него.

Экранами могут служить любые объекты, находящиеся на пути распространения шума (искусственные и естественные элементы рельефа, холмы, насыпи, подпорные, ограждающие и специальные защитные стенки, а также

специальные шумозащитные строения – галереи, тоннели и др). Функцию экранов могут выполнять шумозащитные жилые и общественные здания и помещения, в которых допускается уровень шума выше 45 дБА.

Наибольшее распространение получили специальные шумозащитные экраны-стенки или барьеры. Так как экраны будут испытывать на себе снеговые, ветровые и сейсмические нагрузки, то материал следует подбирать в основном исходя из конструктивных и экономических соображений. К наиболее часто используемым материалам относятся бетон и железобетон. Применяется также сталь, алюминий, различные пластические материалы, стекло.

Для достижения максимального результата в борьбе с транспортным шумом необходимо использовать все вышеперечисленные способы шумозащиты.

ГЛАВА 3. ПРОВЕДЕНИЕ НАТУРНЫХ ИЗМЕРЕНИЙ ШУМА В ГОРОДЕ ШЕБЕКИНО

3.1. Общая географическая характеристика территории

Шебекинский район находится на юге Белгородской области. На севере район граничит с Корочанским районом, на востоке – с Новооскольским и Волоконовским, на западе – с Белгородским районом, а с юга он примыкает к границе Украины (рис 3.1).

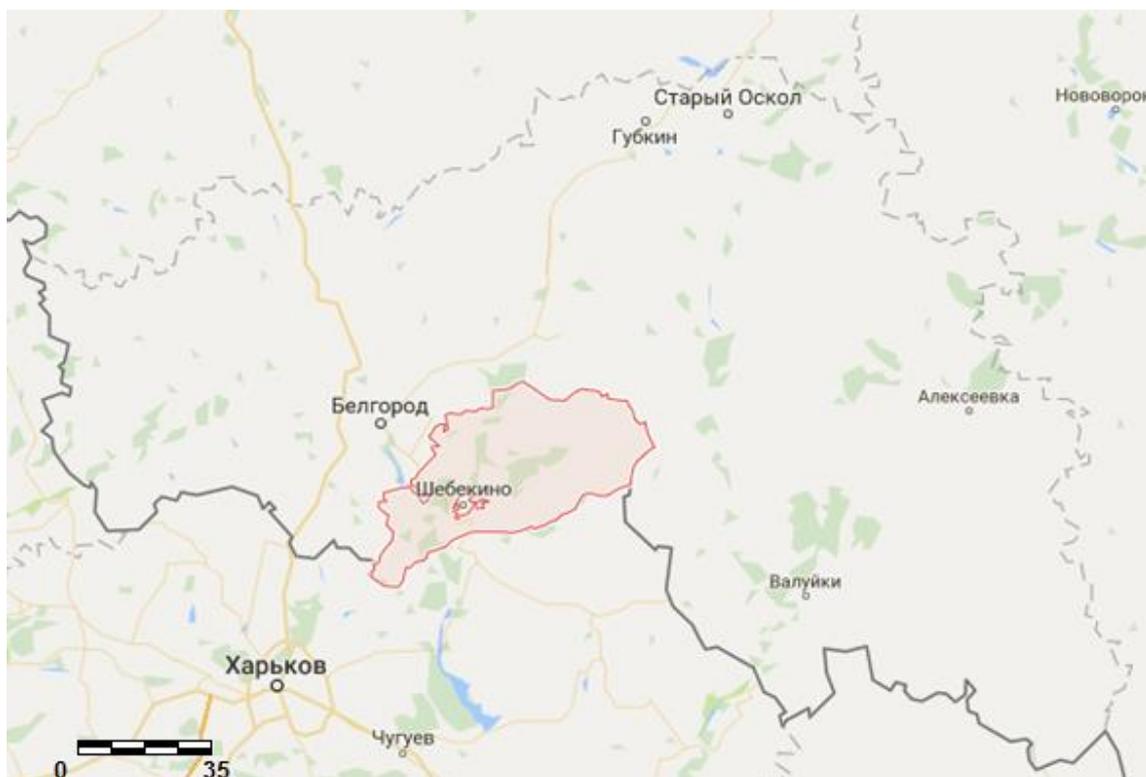


Рис. 3.1. Положение Шебекинского района на карте
Белгородской области

Город Шебекино является административным центром Шебекинского района. Территория города расположена в центральной части Русской равни-

ны, на южных склонах Среднерусской возвышенности, в бассейне главных рек Европейской части России – Дона и Днепра.

Общая площадь Шебекинского района составляет 1892 км², сам город занимает лишь 41 км² территории.

Территория города и его окрестностей имеет однородный рельеф, расчлененный речными долинами, оврагами и балками, который начал свое формирование в конце кайнозойской эры, после отступления моря с территории области.

Для рельефа Шебекинского края свойственен небольшой уклон, который сильно понижается к южной границе. Территория самого города представлена плоской ровной поверхностью, с незначительными перепадами высот 115–150 м над уровнем моря.

В связи с тем, что исследуемая территория располагается на древнейшей Восточно-Европейской платформе, в границах района формировались прочные горные породы, такие как базальт, гранит и др. Над ними располагается слой осадочных пород, к которым относятся глины, мергели, мел и песчанки. В них находятся включения кварца, фосфоритов и кремния. К особенно ценным относятся некоторые виды песка, используемые при варке строительных растворов и стекла [15].

Важное значение в обеспечении Шебекинского района водными ресурсами играют реки Северский Донец, Нежеголь, Корень и Короча. Хотя на его территории и находятся реки, озера, пруды, ручьи, подземные воды и родники, а так же водохранилище, в целом район испытывает дефицит водных ресурсов [32].

Северский Донец – крупнейшая река края и наибольший приток Дона. В селе Первая Стрелица, у самой границе района, берет свое начало левый приток Северского Донца – р. Нежеголь. Длина реки составляет 75 км, на ее берегу расположен город Шебекино. Общая протяжённость реки по территории города составляет 12 км.

Город Шебекино относится к зоне умеренного климата. На особенности его формирования влияет ряд факторов, таких как количество солнечной радиации, циркуляция воздушных масс и удаленность территории от морей и океанов и конечно же равнинный рельеф территории. Как для всей южной части Белгородской области, так и для нашего города характерно повышенное атмосферное давление.

Безморозный период составляет примерно 160 дней. Самым холодным месяцем считается январь, но низкие температуры наблюдаются так же в декабре, феврале и марте. Средняя температура января не опускается ниже -10°C , средняя температура июля составляет $+19^{\circ}\text{C}$.

По территории района осадки распределены неравномерно, их годовое количество на территории города равно 550–570 мм. Неравномерно распределяется и влага. Около 40 % ее приходится на летний период, самым влажным месяцем считается июль, минимум осадков наблюдается в феврале.

Климат Шебекинского края часто испытывает неблагоприятные погодные явления. Так, в городе могут наблюдаться заморозки, когда при теплой погоде в ночное время суток температура опускается ниже нуля. Подобное явление происходит под влиянием арктических масс, которые приходят поздней весной или ранним летом, реже ранней осенью. Редко наблюдается метели, однако ливневые дожди, град, а холодные месяцы – гололедица, случаются часто.

Осадочные горные породы, вышедшие на поверхность, и особые климатические факторы, в совокупности поспособствовали образованию ценнейших пород не только Шебекинского района и города Шебекино, но и всей Белгородской области – черноземных. На территории района этот вид почв представлен чернозёмами типичными и выщелоченными, а на территории города Шебекино – пойменно-луговыми [24].

Шебекинский район относится к лесостепной зоне, его порубежное расположение обусловило своеобразный состав растительного мира. Всего в

районе насчитывается более 1000 видов растений. На сегодняшний день достаточно значительная площадь края занята лесами. Шебекинский лес – один из самых крупных широколиственных массивов Белгородчины. Его площадь составляет около 30 тысяч гектаров.

В северной части города находятся Ржевское, Маслово-пристанское лесничество и лес Шебекинская дача, а на западе – Архангельское лесничество.

Основной породой шебекинских лесов является дуб, однако чистых дубрав на территории района практически нет. Распространены так же мелколиственные леса, основными породами которых является осина и береза. В самом городе находится парк культуры и отдыха площадью 42 гектара. Городской парк был образован в 50-х годах прошлого столетия и является особо охраняемой рекреационной зоной и ценным памятником природы. Основной породой парка является многолетняя сосна обыкновенная [38].

Рельеф, почвы и растительность района и города испытывают значительную техногенную нагрузку, причем в гораздо большей степени, чем другие субъекты области. Это связано с деятельностью промышленных предприятий и ускоряющихся темпов автомобилизации.

3.2. Характеристика транспортного комплекса области и города Шебекино

Транспортный комплекс – это самостоятельная отрасль народного хозяйства, которая представляет собой особую сферу материального производства.

Транспорт удовлетворяет потребности населения в грузо - и пассажироперевозках. Осуществляя эти перевозки, сформировалась единая транс-

портная сеть страны, которая связывает даже самые удаленные друг от друга районы.

Обеспечивая экономические связи, он способствует успешному функционированию других отраслей народного хозяйства страны.

Транспортная составляющая в конечной цене российской продукции составляет 15-20 %, а в США и Европе этот показатель не превышает 7-10 %, т.е. вдвое ниже.

Рост задержек при пассажирских перевозках приводит к резкому увеличению потерь свободного времени населения, и, следовательно, снижению качества жизни, а это прямая причина ухудшения качества жизни. На сегодняшний день участники дорожного движения в крупных городах России теряют в течении дня 30-60 минут своего времени, причиной этому служат низкие скорости движения и пробок из-за образования транспортных заторов.

На данный момент скорости общественного транспорта на 15-20 % ниже рекомендованных нормативами.

Базовыми принципами устойчивого развития пассажирской транспортной системы в городах муниципальных образований Российской Федерации являются обеспечение на всех уровнях транспортной политики, направленной на повышение качества транспортного обслуживания населения.

Автомобильный транспорт – наиболее массовый вид транспорта не только в Белгородской области, но и в России, именно поэтому он является важным элементом экономической инфраструктуры.

Как по всей стране, так и Белгородской области, наблюдается тенденция роста автомобилизации (табл. 3.1)

Крупными автотрассами на территории Белгородской области с наибольшей интенсивностью движения являются Москва – Харьков, Белгород – Шебекино, Белгород – Томаровка, Белгород – Короча, и автомобильная трасса федерального значения М – 2 «Крым». Наибольшей интенсивностью движения отмечается трасса Москва – Харьков, наименьшей – Белгород – Томаровка.

Таблица 3.1

Динамика изменения парка легковых автомобилей
Белгородской области [34]

Год/показатель	Число собственных легковых автомобилей на 1000 человек населения, штук	Наличие автомобильного транспорта всего штук
1	2	3
2010	213,2	400235
2011	226,4	424880
2012	245,7	459635
2013	288,4	540705
2014	304,3	568159
2015	308,8	575314

С 2010 по 2015 год протяженность автомобильных дорог в области увеличилась с 8728 км до 2272 км, то есть в 2,5 раза. Что касается показателя густоты транспортной сети области, то здесь выделяется четыре административных района. Наиболее велика густота транспортной сети в Белгородском, Корочанском, Новооскольском, Яковлевском, Краснояружском районах. Самые низкие показатели характерны для Ровеньского, Вейделевского, Старооскольского районов. Можно заметить, что наиболее густой транспортной сетью отличается центр и запад области, наименее густой – восточная часть [34].

Шебекинский район не выделяется густой транспортной сетью и высоким уровнем автомобилизации. На конец 2015 года на 1000 жителей приходилось 272,3 легковых автомобиля. Это один из самых низких показателей по области [41].

По территории Шебекинского района проходит дорога Белгород – Шебекино – Волоконовка, протяженностью 110 км. Всего пару лет назад завершилась ее реконструкция и сегодня это четырехполосная транспортная магистраль с кольцевыми развязками, современными автобусными остановками и барьерными ограждениями.

Протяженность автомобильных дорог по Шебекинскому району насчитывает 576 км. Пассажирские перевозки по территории района и города осуществляет ООО «Городское пассажирское предприятие». 79 единиц подвижного состава обслуживают город и район [35]. Ежедневный выход автобусов:

- по городу на 16 маршрутах составляет 43 единицы;
- по пригороду на 28 маршрутах составляет 36 единиц.

Протяженность дорог в самом городе Шебекино составляет около 157 км.



Рис. 3.2. Источники транспортного шума г. Шебекино и характеристики их уровней

Анализируя рисунок 3.2, можно прийти к выводу, что шумовое воздействие, которое оказывают базовые автомобильные средства, приближено к уровню, вредному для организма человека (более 80 дБА). А если учесть, что транспортные потоки создают длительную и практически не прекращающуюся акустическую нагрузку, то этот факт становится особенно значимым.

3.3 Акустическое загрязнение города Шебекино автомобильным транспортом

Для изучения акустической ситуации города Шебекино, вызываемой автомобильными транспортными потоками, были проведены натурные измерения уровней шума на основных транспортных магистралях города.

Измерения проводилась по методике, описанной в пункте 3.1., в соответствии с ГОСТ 20444–2014 «Шум. Транспортные потоки. Методы измерения шумовой характеристики». Все измерения проводились в дневное время в «час пик» (с 16.00 до 18.00), когда интенсивность движения транспорта максимальна.

Натурные измерения уровней звука на основных магистральных улицах общегородского значения осуществлялись в несколько этапов.

На первом этапе были проведены измерения на главной улице города – улица Ленина. Выбор этой магистрали объясняется тем, что улица Ленина пересекает наибольшее количество территориальных зон города. Данная улица является центром обслуживания и деловой активности города (Модельный Дворец культуры, Детская школы искусств, участковый пункт полиции, городской кинотеатр, заведения общественного питания), зоной общеобразовательных и средних специальных учебных заведений (Академия футбола «Энергомаш», средняя общеобразовательная школа №4), так же вдоль этой улицы расположены здания среднетажной жилой застройки, Администрация Шебекинского района и города Шебекино и Храм иконы Божией Матери «Всех скорбящих Радосте». Протяженность улицы Ленина составляет 3,5 км. Озеленена улица крайне неравномерно. Зеленые насаждения встречаются эпизодически и представлены только деревьями. В начале улицы деревья отсутствуют, а в конце улицы находятся в малом количестве. На территории ограниченной пересечением ул. Ленина с ул. 50 лет октября и ул.

Ленина с ул. Ломоносова древесные насаждения находятся в наибольшем количестве и представлены в основном березой повислой. Длина данного участка составляет около 750 м.

Улица Ленина имеет протяженность 3,5 км, интенсивность движения в среднем оценивается в 9392 автомобилей в сутки. Подсчет количества транспортных средств проводился на четырех участках: первый – от пересечения ул. Ленина и ул. Московской, до пересечения ул. Ленина с ул. 50 лет октября (9808 авт/сут); второй – от пересечения ул. Ленина с ул. 50 лет октября, до ул. Ленина с ул. Рабочей (9520 авт/сут); третий – от пересечения ул. Ленина с ул. Рабочей, до пересечения с ул. Фрунзе (9264 авт/сут); четвертый – от пересечения ул. Ленина с ул. Фрунзе, до перекрестка. В состав транспортного потока входят легковые и грузовые автомобили, автобусы, мопеды и мотоциклы. Дорога имеет по одной полосе движения в каждом направлении. На момент проведения измерений асфальтовое покрытие проезжей части можно оценить как хорошее. Улица имеет среднеэтажную застройку, ориентация домов периметральная.

На втором этапе исследования проводились на улицах Московская и Харьковская. Улица Харьковская расположена в зоне индивидуальной усадебной жилой застройки, вдоль нее так же располагаются учебные заведения среднего профессионального образования (Шебекинский агропромышленный ремесленный техникум и Шебекинский центр промышленности и транспорта). Данная улица испытывает на себе наибольшую нагрузку общественного транспорта, так как в ее начале располагается автовокзал города, откуда практически каждые 5 минут отправляются городские автобусы и каждые 10-30 минут пригородный транспорт. На улице Московской находятся зона обслуживания и деловой активности городского центра (отделение почты России) и среднетажная жилая застройка.

Интенсивность движения по ул. Московская составляет 10960 машин в сутки. Скорость движения транспортного потока 60 км/ч, а протяженность

650 м. В состав транспортного потока входят легковые и грузовые автомобили, автобусы, мопеды и мотоциклы. Дорога имеет одну полосу движения в каждом направлении. На момент проведения измерения асфальтовое покрытие находилось в хорошем состоянии. Ориентация домов по улице преимущественно периметральная.

Протяженность улицы Харьковская составляет 2 км. Интенсивность движения на ул. Харьковская составляет в среднем 8930 автомобилей в сутки, подсчет количества автомобилей производился на двух участках. Первый участок – пересечение ул. Харьковская и ул. Чапаева (8484 авт/сут), второй – пересечение ул. Харьковская и ул. Пугачева (9376 авт/сут). Скорость движения автомобилей в потоке 60 км/ч. В состав транспортного потока входят легковые и грузовые автомобили и автобусы. Дорога двухполосная, по одной полосе движения в каждом направлении. Дорожное покрытие можно оценить как удовлетворительное.

На третьем этапе была изучена акустическая обстановка по улице Пугачева, Нежегольскому шоссе и Ржевскому шоссе. Обосновать свой выбор можно тем, что по данным улицам проходит наибольшее число грузового транспорта, так как они соединяют промышленные района города (Шебекинский биохимический завод, торговая компания «Шебекинский картон», завод лакокрасочных материалов «Ямщик», Шебекинский макаронно-кондитерский комбинат, завод бытовой химии, кожевенный завод, завод автоспецоборудования), при этом вдоль улиц расположена зона индивидуальной усадебной жилой застройки.

Интенсивность движения транспортных средств в среднем равна 8416 автомобилей в сутки (по Нежегольскому шоссе 8658 авт/сут, по ул. Пугачева 7648 авт/сут, по Ржевскому шоссе 8944 авт/сут). Скорость движения транспортных средств на данных улицах равна 60 км/ч. В состав транспортного потока входят грузовые и легковые автомобили, автобусы и мотоциклы.

лов в потоке. Это связано с тем, что данные виды транспорта создают более значительные уровни звука (приложение 1).

Результаты выполненных измерений подтверждают известные выводы о значимости основных динамических характеристик транспортного потока на формирование уровней транспортного шума селитебной зоны. В частности, очевидную зависимость величины эквивалентного уровня шума на при- магистральной территории от интенсивности транспортного потока (рис 3.5).

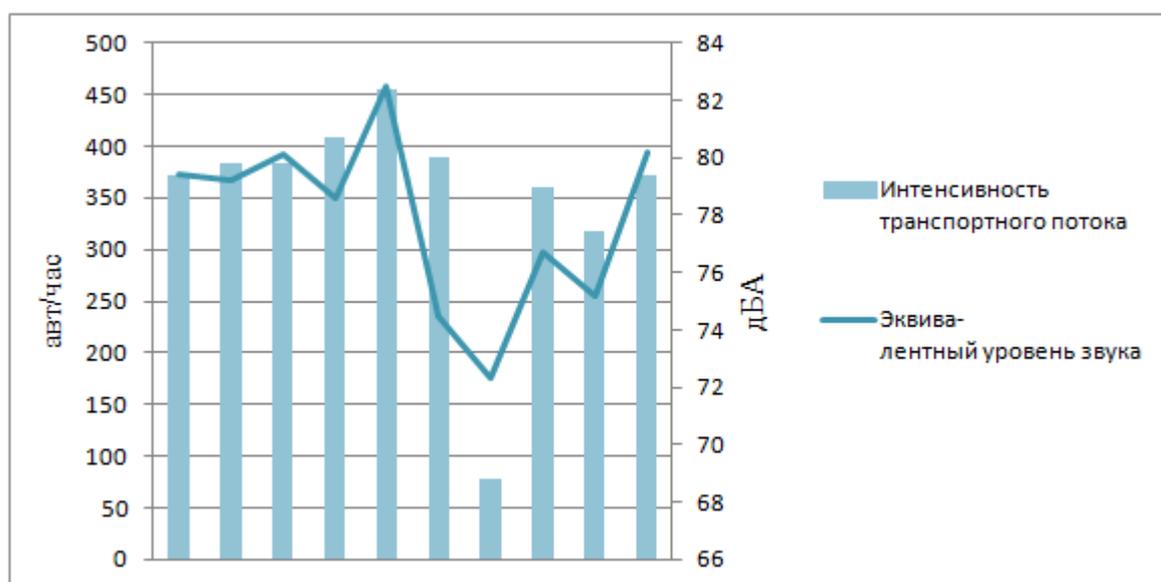


Рис. 3.5. Зависимость эквивалентного уровня звука от интенсивности транспортного потока

Расчет и моделирование акустического воздействия автомобильного транспорта на примагистральные территории г. Шебекино в дневное (с 16:00 до 18:00) и ночное (с 2:00 до 3:00) время суток производилось при помощи лицензированного программного комплекса «Эколог-Шум» (ООО «Фирма Интеграл», г. Санкт-Петербург). Результаты представлены в приложении 2.

Итогом всего исследования, было создание шумовой карты города (приложение 3).

Картографическая оценка шумового режима дает представление об акустической ситуации исследуемой территории. При удвоении расстояния от транспортной магистрали, уровень звука понижается всего на 3дБА [29].

Опираясь на данный факт, можно говорить о том, что фасады зданий, расположенные вдоль исследуемых улиц, испытывают акустическую нагрузку от 76,5 до 66,3 дБА в дневное время суток и от 66,3 до 61,1 дБА в ночное время суток.

Согласно СН 2.2.4/2.1.8.562-96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки» эквивалентный уровень звука для территорий, непосредственно прилегающих к жилым домам, зданиям поликлиник, зданиям амбулаторий, диспансеров, домов отдыха, пансионатов, домов-интернатов для престарелых и инвалидов, детских дошкольных учреждений, школ и других учебных заведений и библиотек не должен превышать 55 дБА в дневное время и 45 дБА в ночное время суток.

По все территории, прилегающей к основным магистральным улицам общегородского значения, наблюдается превышение уровня эквивалентного звука.

Единственно верной, по мнению автора, защитой от сверхнормативного воздействия шума, является создание дополнительных полос зеленых насаждений вдоль участков, где наблюдается превышение уровней звука более чем на 20 дБА в дневное время (улица Московская) и ночное время (улица Московская; участок на улице Ленина, ограниченный пересечениями с ул. 50 лет октября и ул. Свободы).

Зеленые насаждения на участке по ул. Ленина представлены березой повислой. Для обеспечения шумозащиты фасадов зданий и тротуарных дорожек (находящихся менее чем в 5 м от исследуемых дорог), следует комбинировать уже имеющиеся зеленые насаждения с новыми видами кустарниковой растительности.

Одинаковую защиту от шума летом и зимой обеспечат вечнозеленые растения. Одним из видов, который может быть использован для поглощения сверхнормативного шума, является самшит. Создание непрерывных стриже-

ных изгородей из самшита, не только поможет снизить шум, но и улучшит визуальную среду города.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Для достижения поставленных целей в ходе выполнения работы давалась общая характеристика основных параметров шума, были рассмотрены причины и источники акустического загрязнения и факторы, влияющие на уровень шума в городах, изучен метод измерения шумовой характеристики транспортного потока, с учетом общих положений и условий измерений, произошло ознакомление с аппаратурой.

Производились натурные измерения уровней шума в г. Шебекино с помощью шумомера Testo 816 при частотной коррекции «А» на расчетных точках по всей исследуемой территории. С целью создания шумовой карты города была осуществлена обработка практических материалов при помощи лицензированного программного комплекса «Эколог-Шум 2» (ООО «Фирма Интеграл», г. Санкт-Петербург).

Карта шума г. Шебекино является основой для оценки существующего и прогнозируемого шумового режима на территории города. С помощью нее стало возможным определить неблагоприятные в отношении шумового режима участки, прилегающие к основным улицам города.

Благодаря шумовой карте появится возможность осуществить выбор наиболее целесообразных и эффективных средств снижения шума, установить рациональные с точки зрения защиты от шума варианты размещения жилых и общественных зданий с повышенными требованиями к шумозащите.

Результаты проделанной работы необходимо использовать для:

- разработки комплекса архитектурно-планировочных, строительно-акустических и градостроительных мероприятий;
- перераспределения транспортных потоков на территории города;
- оценки риска влияния акустической эмиссии в городе на здоровье детей, подростков и взрослого населения;

- оценки экономического ущерба от влияния шума на состояние здоровья населения города;
- экономического обоснования приоритетов внедрения конкретных шумозащитных мероприятий;
- разработки комплексной программы по оптимизации условий проживания населения при воздействии шума.

Основными источниками акустического загрязнения в г. Шебекино является дорожный участок по ул. Ленина и ул. Московская. Проведенные натурные измерения подтверждают, что исследуемые примагистральные территории г. Шебекино находятся в зоне акустического дискомфорта, (превышения допустимых уровней шума составляют до 21,5 дБА днем и 21,3 дБА ночью).

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 24346-80. Вибрация. Термины и определения (утвержден и введен в действие Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 31 июля 1980 г. N 3942 дата введения установлена с 01.01.81).
2. ГОСТ 31296.1-2005 (ИСО 1996-1:2003) Шум. Описание, измерение и оценка шума на местности. Часть 1. Основные величины и процедуры оценки.
3. ГОСТ 12.1.003-2014 Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования безопасности (утвержден и введен в действие Межгосударственным Советом по стандартизации, метрологии и сертификации от 5 декабря 2014 г. N 46-2014).
4. ГОСТ 20444-2014 Шум. Транспортные потоки. Методы определения шумовой характеристики. Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации по переписке (протокол от 30 сентября 2014 г. N 70-П).
5. Санитарные нормы: СН 2.2.4/2.1.8.562-96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки» (утв. постановлением Госкомсанэпиднадзора РФ от 31 октября 1996 г. N 36).
6. Антипова Т.Н., Затуранов Ю.Н. Оценка шумового загрязнения городской среды: модели и методы повышения экологической безопасности // Экономика и экологический менеджмент. 2013. – №1. – С.15
7. Алексеева Е.С., Митько А.В, Шилин К.Ю. К вопросу о воздействии акустических полей. Сборник докладов научно-практической конференции «Промышленная экология – 97», Санкт-Петербург, 1997.
8. Банников А. П. Основы экологии и охраны окружающей среды / А. П. Банников, А. А. Вакулин, А. К. Рустамов. М.: «Колос», 1999. – 303 с.

9. Васильев А.В. Снижение шума транспортных потоков в условиях современного города. Экология и промышленность России. 2004. – №6. – С.37-41.

10. Волкодаева М.В., Демина К.В., Левкин А.В. Об учете воздействия автотранспортных потоков при планировании размещения жилых зданий и территорий жилой застройки // Сборник докладов IV Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Защита от повышенного шума и вибрации», 26-28 марта 2013 г., СПб . Под ред. Н.И. Иванова; СПб, 2013 г. – С. 572-577

11. Волкодаева М.В., Демина К.В., Левкин А.В., Соловьев А.В. О возможностях использования данных комплексной оценки загрязнения атмосферного воздуха для разработки шумовых карт городов // Материалы V Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Защита от повышенного шума и вибрации», СПб, 2015 г. С. 263-267

12. Всемирная организация здравоохранения. Европейское региональное бюро. Европейское руководство по контролю ночного шума. Перевод с английского: Night noise guidelines for Europe. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe; 2014. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.euro.who.int/ru/publications/abstracts/night-noise-guidelines-for-europe>

13. Всемирная организация здравоохранения. Доклад о состоянии здравоохранения в Европе. Курс на благополучие. 2012 год. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.euro.who.int/ru/data-and-evidence/european-health-report/european-health-report-2012>

14. Германова Т.В., Перцева И.И. К вопросу обеспечения акустической безопасности городов. Модернизация и научные исследования в транспортном комплексе: материалы междунар. науч.- практич. конф., под. ред. М.Ю. Петухова. – Пермь, 2013. – С.81-87

15. Голеусов П. В. и др.; науч. ред.: А. Н. Петин, Н. В. Чугунова, О. В. Гаврилов. География Белгородской области: учебное пособие для 8-9 классов общеобразовательной школы – 3-е изд., испр. и доп. – Москва, 2008. – 135 с.
16. Государственный Доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2011 году». [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.mnr.gov.ru/upload/iblock/a76/gosdoklad2011.pdf>
17. Зинкин В.Н., Ахметзянов И.М. Экологические, производственные и медицинские аспекты инфразвука. Защита от повышенного шума и вибрации. Сборник докладов Всероссийской научной конференции. – СПб.: Балтийский государственный технический университет, 2013. – С.176-198
18. Иванов Н.И. Инженерная акустика. Теория и практика борьбы с шумом. – М.: Логос, 2008. – 424 с.
19. Иванов Н.И. «Проблема шума в Российской Федерации: «Кто виноват?» и «Что делать?»». Доклады IV Всероссийской научно-практической конференции «Защита от повышенного шума и вибрации». Санкт-Петербург, 26-28 марта 2014 г. С. 14-35
20. Иванов Н.И., И.М. Фадина изд.2-е доп.и перераб. /Учебник. Инженерная экология и экологический менеджмент М., «Логос», 2004.
21. Иванов Н.И., Буторина М.В., Минина Н.Н. Проблема защиты от шума // Вестник МГСУ. 2011. – №3-1. – С.135-145
22. Инструкция по эксплуатации. Шумомер Testo 816 (Класс 2).
23. Климухин А.А.. Защита от шума в градостроительстве. – М.: Мархи, 2011. – 32 с.
24. Косенко З.В. Природа Шебекинского края. Белгородский краеведческий вестник. Вып. 5. – Белгород, 2005
25. Куклев Ю. И. Физическая экология: Учебное пособие для студентов вузов. – М.: Высшая школа, 2008. – 357 с.

26. Леванчук А.В., Курепин. Д. Е. Гигиеническая оценка шума автомобильного транспорта в зависимости от расстояния и высоты от источника шума // Интернет-журнал «Науковедение», 2014, Выпуск 6. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://naukovedenie.ru/PDF/21TVN614.pdf>.

27. Муравей Л.А. Экология и безопасность жизнедеятельности. Учебное пособие для вузов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Юнити-Дана, 2010. – 431 с.

28. Методические рекомендации по оценке необходимого снижения звука у населенных пунктов и определению требуемой акустической эффективности экранов с учетом звукопоглощения - М.: Государственная служба дорожного хозяйства министерства транспорта РФ, 2003. – 91 с.

29. Минина Н. Н. Расчет распространения звука от линейных транспортных сооружений в окружающей среде. Известия Самарского научного центра РАН. 2012. №1-3. С.913-917

30. Мониторинг уровней шума в г. Мурманске 2014. Данные управления Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Мурманской области.

31. Николов Н. Д. Новая теоретическая модель распространения транспортного шума. Приволжский научный журнал. Нижний Новгород, 2010. - №1.

32. Петин А.Н., Новых Л.Л., Петина В.И., Глазунов Е.Г. Экология белгородской области: Учебное пособие для учащихся 8-11 классов. – М.: Изд-во МГУ, 2002. – 288с.

33. Селиванов С. Е., Филенко В. В., Бажинов Алексей Васильевич, Будянская Э. Н. Электромагнитные загрязнения биосферы автотранспортом (автомобили, электромобили, гибридные автомобили) // Автомобильный транспорт. 2009. – №25. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://cyberleninka.ru/article/n/elektromagnitnye-zagryazneniya-biosfery-avtotransportom-avtomobili-elektromobili-gibridnye-avtomobili>

34. Статистическая база данных Федеральной службы государственной статистики РФ по Белгородской области. Росстат. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://belg.gks.ru>

35. Стратегия социально-экономического развития муниципального образования "Шебекинский район и город Шебекино" Белгородской области на период до 2015 года. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.admsheb.ru/raion/strategiya/>

36. Ткач Н.А. Экологическая безопасность и оперативные карты шума населенных мест / Н.А. Ткач, П.Н. Саньков, Б.И. Маковецкий, Е.В. Тархова // Экологический интеллект – 2010: Сборник научных трудов по мат. V Междунар. науч. практич. конф. молодых ученых (08-09 апреля 2010) / Под ред. : Арламов Н.Т., Сороки М.Л. - Днепропетровск: Днепропетровский. нац. ун-т ж. трансп. им. акад. В. Макарова, 2010. – С. 92 – 94

37. Тэйлор Р. Шум / Тэйлор Р.: перевод с англ. Д. И. Арнольда / под редакцией и с предисловием М. А. Исаковича. – Москва.: Мир, 1978. – 306 с.

38. Чернявских В.И., Дегтярь О.В., Дегтярь А.В., Думачёва Е.В. . Растительный мир Белгородской области. – Белгород, Белгородская областная типография, 2010. – 472 с.

39. Шихов А.Н. Архитектурная и строительная физика: учеб. пособие; ФГБОУ ВПО Пермская ГСХА, - Пермь: Изд-во: ФГБОУ ВПО Пермская ГСХА, 2013. – 377 с.

40. Шишелова Т.И., Малыгина Ю.С. Влияние шума на организм человека. Успехи современного естествознания. 2009. – № 8 – С. 14-15

41. «Шебекинский район» Белгородской области . Официальный сайт органов местного самоуправления муниципального района – [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://admsheb.ru>

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

Результаты натурных измерений шумовых характеристик потока автомобильного транспорта на общегородской категории дорог г. Шебекино для дневного времени суток

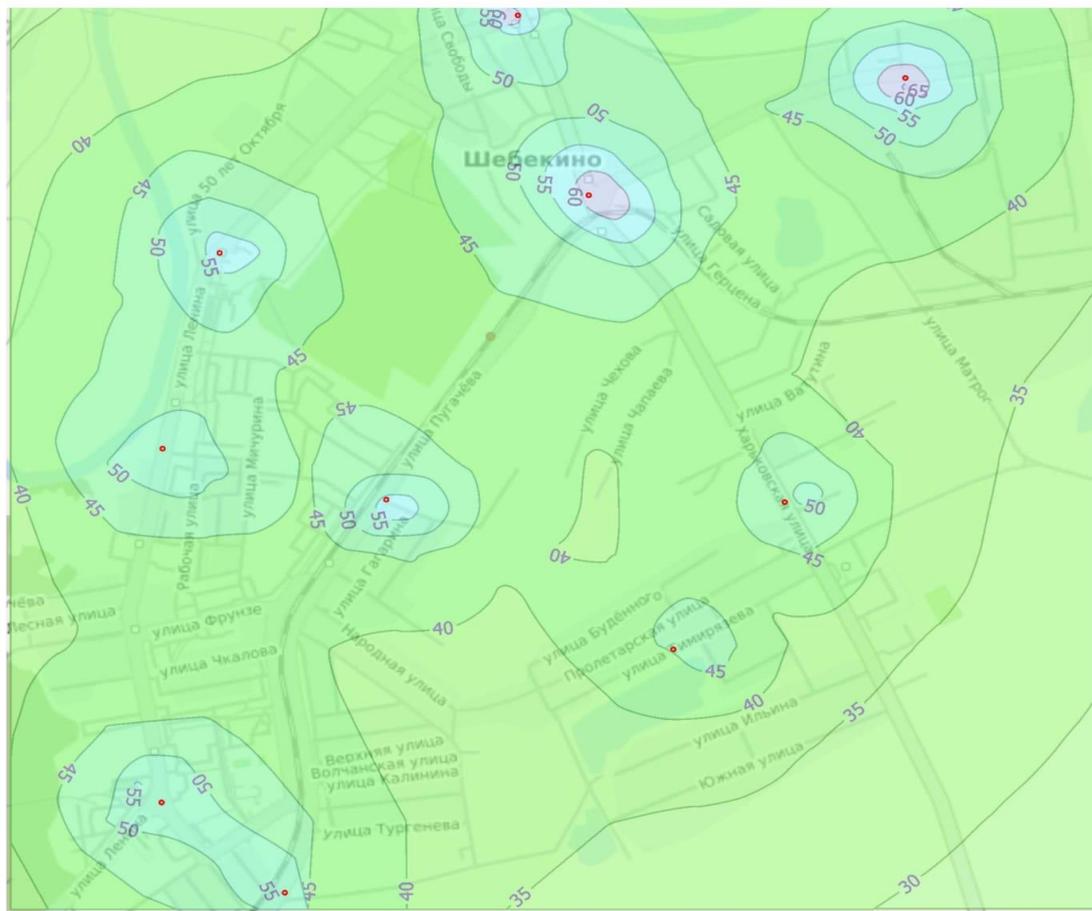
Номер точки измерений	Место измерения	Количество автотранспортных средств в потоке за временной интервал наблюдения T = 10 мин						Шумовая характеристика потока за временной интервал наблюдения T = 10 мин	
		Легковые автомобили	Грузовые автомобили	Автобусы	Мотоциклы, мопеды	Количество автотранспортных средств	Средняя скорость движения потока, км/ч	Эквивалентный уровень звука, $L_{Aeq}^{авт}$ потока	Максимальный уровень звука, $L_{Amax}^{авт}$ потока
1	Ул. Ленина, д 90	56	2	3	1	62	60	79,4	86,7
2	Ул. Ленина, д 62	59	2	3	-	64	60	79,2	83,4
3	Ул. Ленина, д 41	62	-	2	2	64	60	80,1	87,5
4	Ул. Ленина, д 1	63	-	4	1	68	60	78,6	84,3
5	Ул. Московская, д 20	66	4	4	2	76	60	82,5	87,9
6	Ул. Харьковская, д 56	56	2	7	-	65	60	74,5	84,1
7	Ул. Тимирязева, д 25	12	-	-	1	13	40	72,3	82,3
8	Ул. Нежегольское шоссе 15а (пересечение с улицей Дачная)	49	6	3	2	60	60	76,7	87,2
9	Ул. Пугачева, д 36	47	4	1	1	53	60	75,2	86,8
10	Ржевское шоссе 23	56	3	3	-	62	60	80,2	89,3

Результаты натурных измерений шумовых характеристик потока автомобильного транспорта на общегородской категории дорог г. Шебекино для ночного времени суток

Номер точки измерений	Место измерения	Количество автотранспортных средств в потоке за временной интервал наблюдения $T = 10$ мин						Шумовая характеристика потока за временной интервал наблюдения $T = 10$ мин	
		Легковые автомобили	Грузовые автомобили	Автобусы	Мотоциклы, мопеды	Количество автотранспортных средств	Средняя скорость движения потока, км/ч	Эквивалентный уровень звука, $L_{Aeq\text{потока}}^{\text{авт}}$	Максимальный уровень звука, $L_{A\text{maxпотока}}^{\text{авт}}$
1	Ул. Ленина, д 90	13	-	-	1	14	60	70,1	87,3
2	Ул. Ленина, д 62	15	-	-	-	15	60	70,4	73,2
3	Ул. Ленина, д 41	17	-	-	1	18	60	72,3	86,7
4	Ул. Ленина, д 1	15	-	-	-	15	60	70,7	74,6
5	Ул. Московская, д 20	19	1	-	-	20	60	72,1	75,8
6	Ул. Харьковская, д 56	13	1	-	-	14	60	69,4	77,6
7	Ул. Тимирязева, д 25	4	-	-	-	4	40	66,9	70,3
8	Ул. Нежегольское шоссе 15а (пересечение с улицей Дачная)	7	3	-	-	10	60	68,7	77,1
9	Ул. Пугачева, д 36	6	1	-	-	7	60	67,1	76,8
10	Ржевское шоссе 23	10	1	-	-	11	60	69,6	74,5

Приложение 2

Эквивалентный уровень шума в дневное время суток на территории г.
Шебекино в расчетных точках

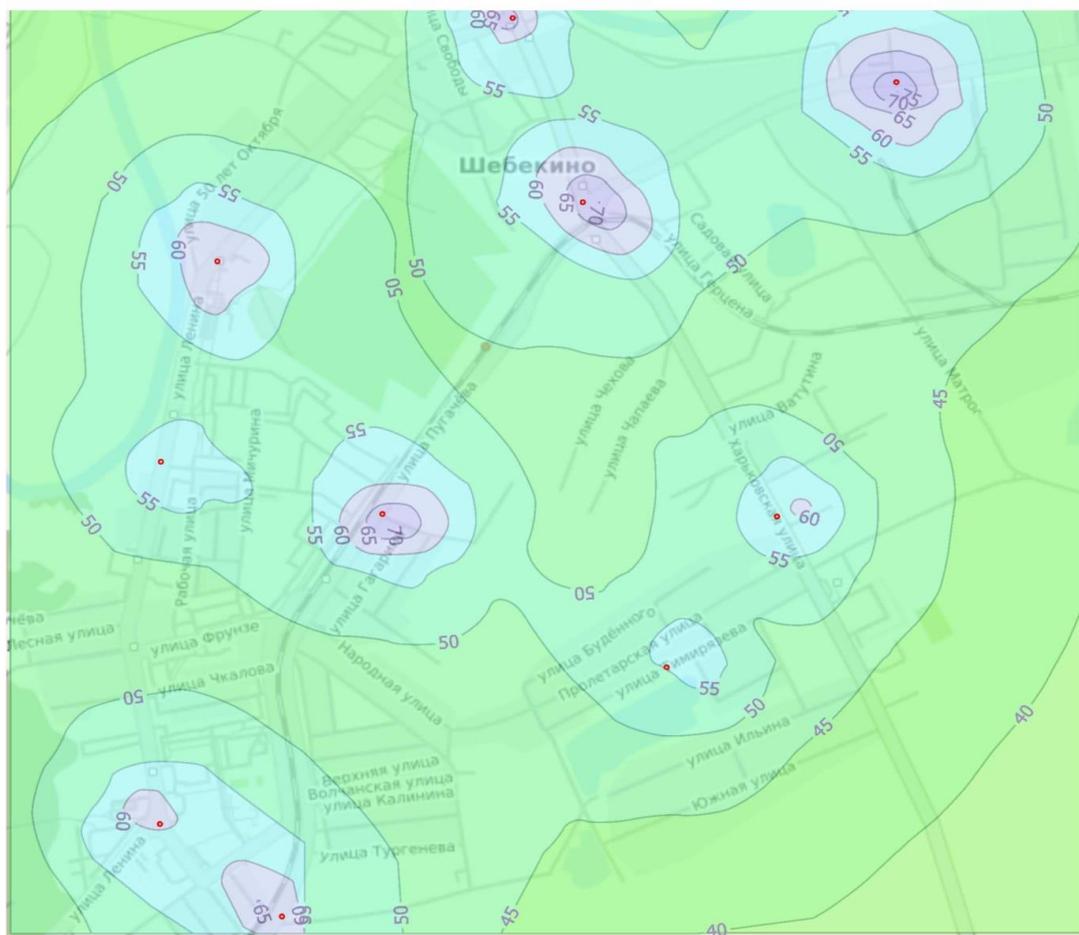


[01-01-6467] ООО "ЦЭС и Э"

Масштаб 1:20000 (в 1 см 200 м, ед. изм.: км)

Цветовая схема			
0 и ниже дБА	(5 - 10] дБА	(10 - 15] дБА	(15 - 20] дБА
(20 - 25] дБА	(25 - 30] дБА	(30 - 35] дБА	(35 - 40] дБА
(40 - 45] дБА	(45 - 50] дБА	(50 - 55] дБА	(55 - 60] дБА
(60 - 65] дБА	(65 - 70] дБА	(70 - 75] дБА	(75 - 80] дБА
(80 - 85] дБА	(85 - 90] дБА	(90 - 95] дБА	(95 - 100] дБА
(100 - 105] дБА	(105 - 110] дБА	(110 - 115] дБА	(115 - 120] дБА
(120 - 125] дБА	(125 - 130] дБА	(130 - 135] дБА	выше 135 дБА

Максимальный уровень шума в дневное время суток на территории г. Шебекино в расчетных точках



[01-01-6467] ООО "ЦЭС и Э"

Масштаб 1:20000 (в 1см 200м, ед. изм.: км)

Цветовая схема			
0 и ниже дБА	(5 - 10] дБА	(10 - 15] дБА	(15 - 20] дБА
(20 - 25] дБА	(25 - 30] дБА	(30 - 35] дБА	(35 - 40] дБА
(40 - 45] дБА	(45 - 50] дБА	(50 - 55] дБА	(55 - 60] дБА
(60 - 65] дБА	(65 - 70] дБА	(70 - 75] дБА	(75 - 80] дБА
(80 - 85] дБА	(85 - 90] дБА	(90 - 95] дБА	(95 - 100] дБА
(100 - 105] дБА	(105 - 110] дБА	(110 - 115] дБА	(115 - 120] дБА
(120 - 125] дБА	(125 - 130] дБА	(130 - 135] дБА	выше 135 дБА

