

**М. Слугинов**  
ученик 7 Б класса,  
МБОУ «Кадетская школа  
по делам ГОЧС №70 г. Пензы имени 70-летия Победы в Великой  
Отечественной войне»  
(научный руководитель – **Н.А. Шарова**, учитель химии МБОУ «Кадетская  
школа по делам ГОЧС №70 г. Пензы имени 70-летия Победы в Великой  
Отечественной войне»), г. Пенза

**РЕЗУЛЬТАТЫ МОНИТОРИНГА АКУСТИЧЕСКИХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ  
ГОРОДСКИХ ТЕРРИТОРИЙ НА ПРИМЕРЕ МИКРОРАЙОНА ГПЗ Г.  
ПЕНЗЫ**

(исследовательская работа)



**Пенза 2021**

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение .....	3
1. Обзор литературы.....	4
1.1 Шум, как звуковое явление. Основные характеристики звука.....	4
1.2 Шум - неблагоприятный фактор среды обитания.....	5
1.3 Виды и пути распространения шума в городе.....	5
2. Результаты исследований.....	7
2.1 Выявление источников шума в микрорайоне.....	7
2.2 Замеры уровня шума в черте исследуемого микрорайона.....	8
2.3 Создание на основе полученных результатов шумовой карты исследуемого микрорайона.....	10
2.4. Варианты защиты от шумового воздействия отдельных участков микрорайона.....	11
Заключение .....	13
Библиографический список.....	14

## ВВЕДЕНИЕ

В XVIII в. началось бурное развитие промышленного производства. С тех пор и до сегодняшнего дня влияние человечества на биосферу возрастает с каждым годом. [1]

*Антропогенным* считают прямое или косвенное воздействие на окружающую среду, которое приводит к её изменению. Среди основных видов антропогенных воздействий на биосферу, выделяют особые виды воздействий: отходы производства и потребления, шумовое воздействие, биологическое загрязнение, воздействие электромагнитных лучей и излучений. [2]

*Шум* — совокупность непериодических звуков различной интенсивности и частоты. С физиологической точки зрения шум — это всякий неблагоприятно воспринимаемый звук. [3]

**Целью исследовательской работы** составление карты шумового загрязнения микрорайона ГПЗ г. Пензы по результатам мониторинга акустического воздействия.

**Актуальность темы** обусловлена возрастающим количеством источников шумового воздействия микрорайона и их воздействием на качество городской среды и здоровье населения.

### **Задачи проекта:**

1. Провести анализ литературных и интернет-источников по исследуемой проблеме.
2. Выбрать участки для исследования на территории микрорайона.
3. Освоить навыки практического измерения уровня шума с помощью технических средств.
4. Измерить уровень шума (в децибелах) с помощью шумомера Digital Sound Level Meter AS804 в различное время суток.
5. Выявить степень загруженности улиц исследуемого микрорайона автотранспортом.
6. Провести анализ полученных данных с целью определения наиболее безопасных территорий микрорайона от шума.
7. Составить карту акустического загрязнения микрорайона.

**Методы исследования:** наблюдение, эксперимент, статистическая обработка данных, обобщение и анализ результатов, сравнение.

**Предмет исследования:** уровень шума в окружающей среде.

**Гипотеза исследования:** в городской среде (в частности, в микрорайоне ГПЗ г. Пензы) окружающая среда подвержена шумовому загрязнению.

**Практическая значимость:** результаты исследования могут использоваться на уроках окружающего мира, биологии в разделе здоровье, на тематических классных часах по теме здоровье человека, охрана окружающей среды.

## 1 Обзор литературы

### 1.1 Шум, как звуковое явление. Основные характеристики звука.

*Звук* — это то, что мы слышим: нежная мелодия скрипки, тревожный звон колокола, грохот водопада, слова, произносимые человеком, грозные раскаты грома, землетрясения.

С точки зрения физики, звук как физическое явление представляет собой механическое колебание упругой среды (воздушной, жидкой и твердой) в диапазоне слышимых частот. Ухо человека воспринимает колебания с частотой от 16 до 20000 Герц (Гц). Звуковые волны, распространяющиеся в воздухе, называют воздушным звуком. Колебания звуковых частот, распространяющиеся в твердых телах, называют структурным звуком или звуковой вибрацией. Волны с частотой меньше 16 Гц называют инфразвуком, с частотами более 20 кГц – ультразвуком.

Доказано, что источником звука всегда служит какое-либо колеблющееся тело. Это тело приводит в движение окружающий воздух, в котором начинают распространяться упругие продольные волны. Когда эти волны достигают уха, они заставляют колебаться барабанную перепонку, и мы ощущаем звук. Механические волны, действие которых на ухо вызывает ощущение звука, называются звуковыми. Если бы на Луне были живые существа, слух им не понадобился бы: на Луне нет атмосферы, и в безвоздушном пространстве нечему колебаться, там нет звука. Раздел физики, изучающий возникновение, распространение и свойства звуковых волн, называется акустикой.

Для того чтобы вызвать звуковое ощущение, волны должны обладать некоторой минимальной интенсивностью, которая называется порогом слышимости. Он бывает различен для разных людей и сильно зависит от частоты звука. Человеческое ухо наиболее чувствительно к частотам от 1000 до 6000 Гц.

Звуковые волны распространяются со скоростью, которая зависит от среды. В сухом воздухе, при 0°C, она равна 331,5 м/с, а при 20°C – 344 м/с. А в алюминии и стали – примерно 5000 м/с. Если сказать точнее, то при 0°C скорость звука равна 330 м/с, в воде при 8°C она равна 1435 м/с, в стали – 5000 м/с.

Первое различимое качество звука – это его громкость. Для разных людей один и тот же звук может казаться громким и тихим. Но одному и тому же человеку более громкими кажутся те звуки, у которых амплитуда колебаний звуковой волны больше. Любое изменение громкости звука вызывается изменением амплитуды колебаний.

Вторым качеством звука является *высота* его тона. Звук, соответствующий строго определенной частоте колебаний, называется тоном. Тон звука определяется частотой, с которой изменяется давление в звуковой волне. Чем больше частота звука, тем более высоким является тон.

Если бы вибрирующие тела создавали при звучании в каждый момент только один тон, мы не смогли бы отличать голос одного человека от голоса другого, а все музыкальные инструменты звучали бы для нас одинаково.

Всякое вибрирующее тело создаёт одновременно звуки нескольких тонов и при этом различной силы. Самый низкий из них называют основным тоном; более высокие тона, сопровождающие основной, – обертонами. В совместном звучании основной тон и обертоны создают *тембр* звука. Каждому музыкальному инструменту, каждому человеческому голосу присущ свой тембр, своя «окраска» звука. Один тембр отличается от другого числом и силой обертонов. Чем больше их в звучании основного тона, тем приятнее тембр звука.[3]

## **1.2 Шум-неблагоприятный фактор среды обитания**

Громкие и резкие звуки в целом негативно влияют на окружающую среду, здоровье организмов и состояние экосистем. Последствия этой проблемы пока не изучены детально.

### *Влияние на человека*

По санитарным нормам полностью безопасным уровнем громкости для человеческого уха считают 55 дБ. Продолжительное воздействие более сильного шума может вызвать раздражение, повышение артериального давления, агрессию, усталость или бессонницу. Долгое воздействие громких звуков приводит к нарушениям слуха вплоть до глухоты.

Продолжительный шум на уровне около 110 дБ (громкость типичного рок-концерта) вызывает шумовое опьянение — состояние с симптомами, близкими к симптомам алкогольного отравления. Уровень громкости в 145 децибел приводит к разрыву барабанных перепонок.

Наносимый вред также зависит от частоты звука. Самым опасным является диапазон 3-5 тысяч герц. Негативному воздействию громких звуков в наибольшей степени подвержены пожилые люди, дети, а также больные (по этой причине в больницах введены строгие нормы по соблюдению тишины). Женщины, как правило, воспринимают громкие звуки хуже мужчин.

### *Воздействие на окружающую среду*

Человек может приспосабливаться к жизни в условиях шумового загрязнения, но животный мир к этому не приспособлен. Из-за отсутствия тишины сдвигаются ареалы обитания, происходит нарушение экосистем. Иногда животные дезориентируются в пространстве (пример: птицы, разгоняемые ультразвуковыми сиренами в районах аэропортов).

Известны случаи, когда киты и дельфины выбрасывались на берег, попав под действие военных сонаров на кораблях и подводных лодках. Растения нуждаются в опылении, но, если пчёлы покидают места обитания из-за шумового загрязнения, эту функцию некому выполнять. Мелкие грызуны и птицы, разносящие семена, так же покидают неблагоприятные регионы. В результате растения не могут эффективно размножаться, их популяция сокращается.

## **1.3 Виды и пути распространения шума в городе**

### *Виды шума в городе*

Шумовое загрязнение делится на несколько отдельных видов:

- структурный шум (он же ударный или вибрационный), который возникает в результате колебательных движений по отношению к чему-либо (звук работающего перфоратора, лифта, топот ног, стук каблуков, падение тяжелых предметов на поверхность и т. д);
- воздушный шум расходится по воздуху, не вызывая вибрации на поверхностях (разговорная речь, лай собак, звук автомобильной сигнализации и шум от бытовой техники).

На организм может воздействовать сразу оба вида шума, например проведение ремонтных работ в доме и звук с улицы в открытое окно от проезжей части.

#### *Пути распространения шума*

Звук может передаваться двумя путями:

- прямым (передача звука через смежные поверхности или через окно);
- косвенным (передача звука через несущие и конструктивные элементы здания).

#### *Допустимые нормы шума*

По общепринятым санитарным нормам, допустимым уровнем шума считается звук, который при длительном воздействии на слуховой аппарат не превышает 55 децибел (дБ) в светлое время суток (с 7 утра до 23 часов вечера) и 45 дБ ночью (с 23:00 до 7:00).

## 2 РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

### 2.1 Выявление источников шума в микрорайоне

Анализ литературных источников, показал, что выделяют несколько основных источников шума в городе: *автомобильный и железнодорожный транспорт, промышленные предприятия, строительство, электрический муниципальный транспорт, авиационный транспорт*. Вклад каждого вида источника в общий уровень шума в городской среде представлен на рисунке 1. [2]

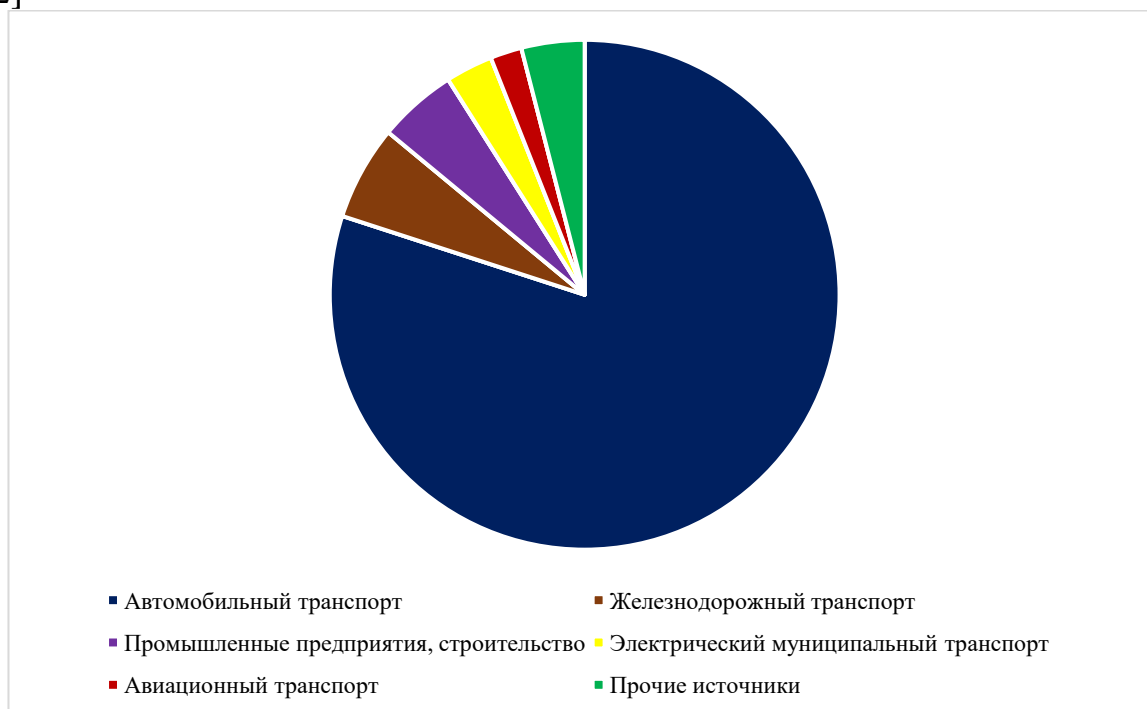


Рисунок 1- Основные источники шума в городе

Исходя из приведенного списка источников городского шума, можно выделить основные источники шума в микрорайоне ГПЗ:

1. *автомобильный транспорт* - на территории района расположены улицы Антонова и Измайлова, по которым и осуществляется основное автомобильное движение.
2. *Строительство* - одновременно несколько строительных компаний ведут строительство жилых комплексов: «Квартет», «Noorwod», «Флагман», «Сити Квартал», строительство очистных сооружений и т.д.

Железнодорожные линии по территории микрорайона не пролегают. Крупных промышленных предприятий также не имеется. Электрический и авиационный транспорт в исследуемом районе не является источником шума, по причине его отсутствия.

Учитывая тип застройки микрорайона (компактность и положение улиц, наличие узких улиц, снижающих пропускную способность, отсутствие промышленных построек), а также определённая в ходе исследований предыдущих лет высокая степень загруженности улицы Антонова автотранспортом, дает предпосылки для утверждения того, что автотранспорт является основным источником шумового загрязнения микрорайона ГПЗ.

## 2.2. Замеры уровня шума в черте исследуемого микрорайона

### *Оборудование и материалы*

- фотоаппарат
- шумомер Digital Sound Level Meter AS804.

На втором этапе исследования были проведены замеры уровня шума. Замеры производили при помощи прибора Digital Sound Level Meter AS804.

*Методика:* испытания проводились в сентябре 2021 года при следующих климатических условиях:

- 1) отсутствие атмосферных осадков;
- 2) температура окружающего воздуха - не ниже минус 5 и не выше плюс 30° С;
- 3) скорость ветра - не более 5 м/с.

Измерительный микрофон был размещен на тротуаре или обочине на расстоянии  $7,5 \pm 0,2$  м от оси ближней к точке измерения полосы на высоте  $1,5 \pm 0,1$  м от уровня покрытия проезжей части. Измерительный микрофон находился на расстоянии вытянутой руки и направлялся в сторону проезжающих автомобилей.

На узких улицах и дорогах допускается располагать измерительный микрофон на меньшем расстоянии от оси первой полосы движения транспортных средств, но не ближе 1 м от стен зданий, сплошных заборов и других сооружений или элементов рельефа местности, отражающих звук. Время проведения измерений установили в соответствии с задачами исследования.[6]

С помощью регистратора данных уровень шума был измерен в децибелах.

Было совершено прохождение микрорайона с регистратором данных по 8 участкам с разной антропогенной нагрузкой, т.е. как в зоне жилой застройки, на перекрестке дорог, так вдоль автомобильных дорог: **1 участок**-перекресток улиц Антонова и Измайлова; **2 участок** – АЗС ул. Антонова; **3 участок**-школа №77 ул. Антонова; **4 участок**- ул. Антонова д.16; **5 участок**- ул. Антонова (конечная остановка); **6 участок** – ДС Олимпийский; **7 участок** – магазин Магнит (ул. Антонова, д.17в); **8 участок** – школа №70 ул. Антонова.

Участки регистрации уровня шума в микрорайоне представлены на рисунке 2.

Уровень шума замеряли 3 раза в день в часы пик, когда движение наиболее интенсивное: 8—10 ч утра, 13—15 ч днём, с 18—20 ч вечером. Данные представлены на рисунке 3.



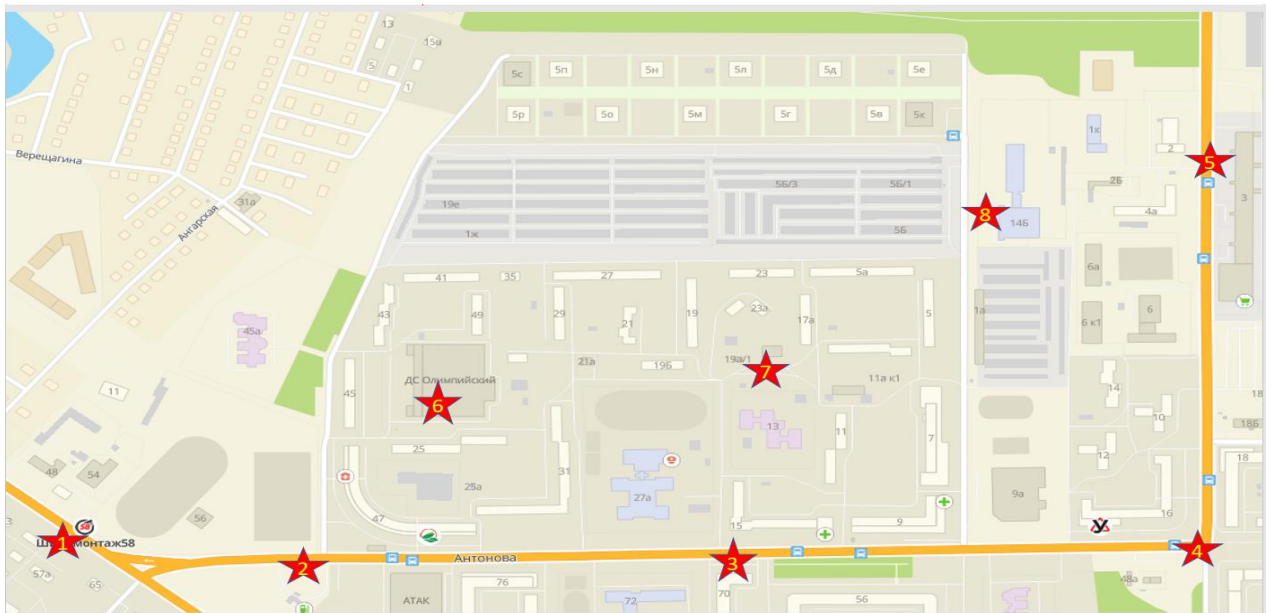


Рисунок 2- Участки регистрации уровня шума в микрорайоне ГПЗ

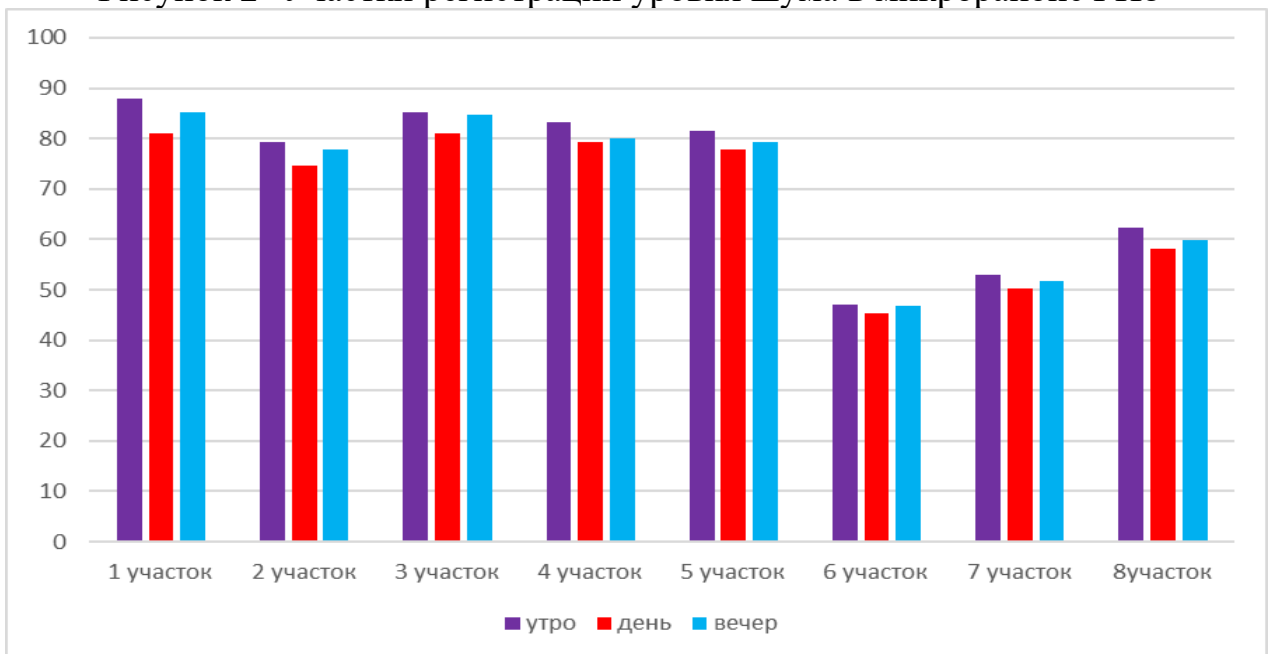


Рисунок 3 -Показатели уровня шумового воздействия

Уровень шума на улицах микрорайона колеблется в пределах от 45, 2 дБ, что незначительно превышает ПДУ (предельно допустимый уровень), равный 40 дБ до 85,2 дБ, что более чем в 2 раза превышает ПДУ. (Рисунок 4)

Наиболее подвержены шумовому загрязнению участки, прилегающие к ул. Антонова в утреннее часы (от 81,5 дБ до 85,8 дБ), наименьшие результаты наблюдаются в вечерние часы (от 77,7 дБ до 82,3 дБ). Это объясняется большим количеством автотранспорта, движущимся на работу, в школу, в детские сады утром. Возвращение домой после рабочего дня происходит в разные часы: дети возвращаются в послеобеденное время на общественном транспорте или пешком, а взрослые вечером. Поэтому уровень шума в обеденные часы ниже, чем в вечерние.

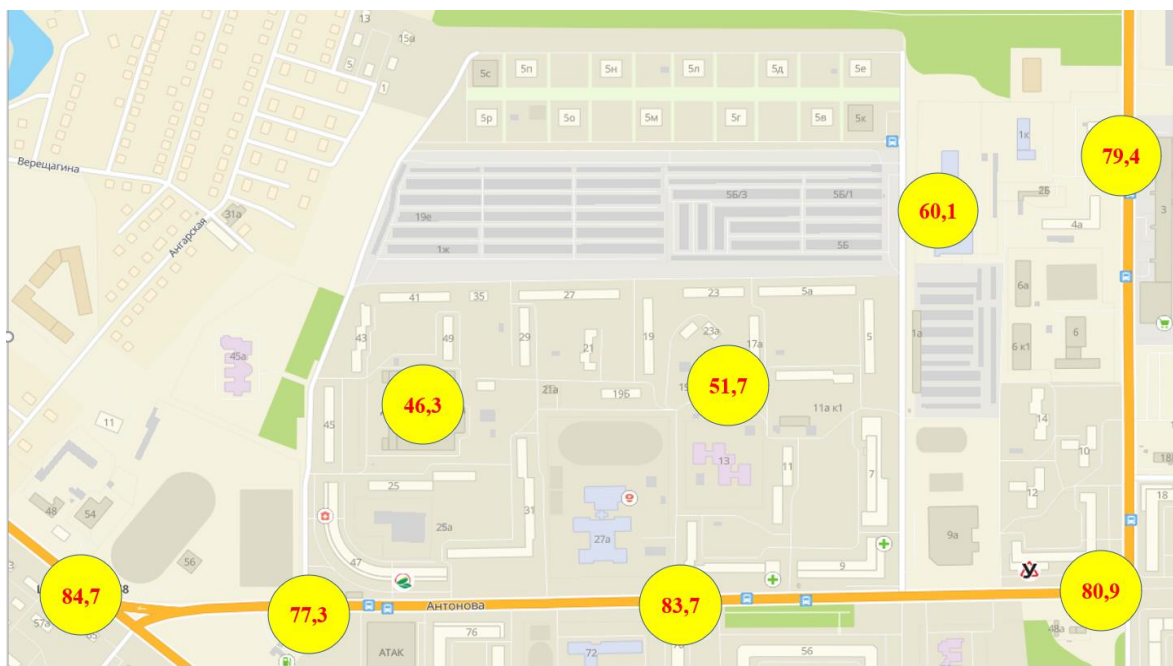


Рисунок 4 – Результаты мониторинга шумового загрязнения микрорайона ГПЗ г. Пензы

Для сравнения измерения уровня шума проводили также в отдалении от ул. Антонова во дворах многоквартирных домов (6 участок – ДС Олимпийский; 7 участок – магазин Магнит (ул. Антонова, д.17в). Результаты измерений показали, что уровень шумового загрязнения колеблется от 45,2 до 52,9 дБ, что незначительно превышает допустимый показатель. Это объясняется наличием второстепенных дорог.

Таким образом, полученные данные, еще раз показали, что основным источником шума в микрорайоне является автотранспорт. Поэтому при определении наиболее безопасного маршрута отдыха от шума нужно избегать, по возможности, пересечения этой улицы.

### 2.3 Создание на основе полученных результатов шумовой карты исследуемого микрорайона

Шумовая карта является одним из основных инструментов шумового мониторинга. Она предоставляет информацию об источнике шума, о размещении шума в пространстве и во времени, а также может служить основой для разработки мер по защите жилой застройки от шума. На её основе можно выявить наиболее дискомфортные и наиболее благоприятные районы в плане шумового загрязнения.

Рекомендуется разбивать весь диапазон уровней звука на группы, например от 65 до 70, от 70 до 75, от 75 до 80 дБ, и для каждой группы устанавливать определенный цвет (таблица 1).

Используя данные по уровню шума на участках регистрации микрорайона, была составлена карта шумового загрязнения (рисунок 5).

На карте видно, что преобладающими цветами вдоль ул. Антонова являются черный и бордовый, соответственно лидируют высокие уровни шума от 74,7 до 87,8 дБ. Зеленый и желтые цвета на карте отмечены на

участках регистрации во внутридомовых территориях, которые достаточно удалены от главной автомобильной дороги микрорайона.

Таблица 1 – Использование на карте цвета в зависимости от уровня звука

Уровень звука, дБ	Цвет
40-45	светло-зеленый
45-50	темно-зеленый
50-55	светло-желтый
55-60	темно-желтый
60-65	оранжевый
65-70	розовый
70-75	красный
75-80	бордовый
>80	черный

Наибольший уровень шума присутствует на участке регистрации № 1 и составляет 87,8 дБ. Этот участок представляет собой перекресток с двумя регулируемыми светофорами и характеризуется высокой степенью интенсивности движения автомобильного транспорта.

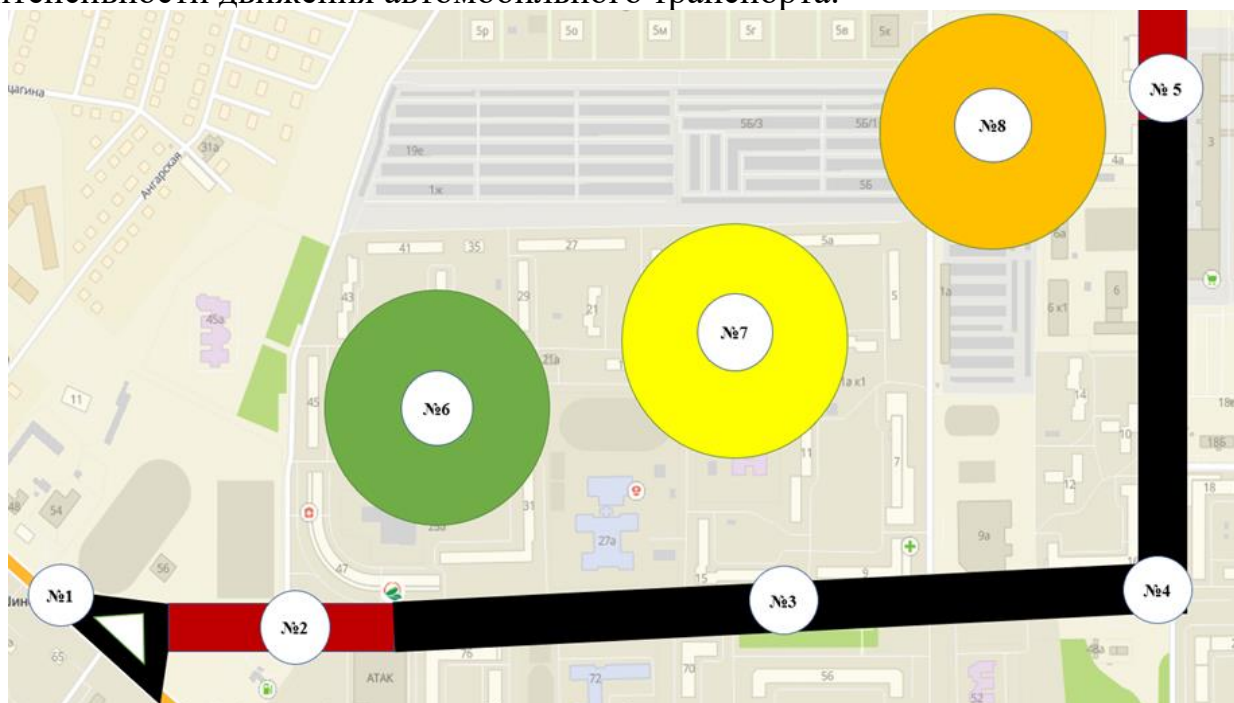


Рисунок 5- Карта шумового загрязнения микрорайона ГПЗ г. Пензы

#### 2.4. Варианты защиты от шумового воздействия отдельных участков микрорайона.

##### Участок 1

*(улица Измайлова до перекрестка с двумя регулируемыми светофорами)*

На участке дороги от строящихся жилых комплексов «Сити Квартал» и «Noorwod» до пересечения с улицей Антонова, здания жилой застройки находятся в непосредственной близости с проезжей частью.

Так как в современных проектах жилых комплексов наверняка запланированы оптимальные варианты способов защиты от шума и запыленности многоэтажных построек, то следует обратить внимание на старые двухэтажные жилые постройки, которые располагаются вдоль улицы Измайлова. Единственным решением на данном участке дороги остается установка звукопоглощающих панелей.

Более актуальным мероприятием для данного участка является строительство альтернативного маршрута от города Спутника до ГПЗ.

### **Участок 2**

*(АЗС ул. Антонова)*

Между перекрестком с двумя регулируемыми светофорами и АЗС отмечен участок, на котором расположены опоры ЛЭП и посадки тополя белого. В соответствии с правилами устройства электроустановок (ПУЭ-7 "Правила устройства электроустановок") насаждения тополя на данном участке уместны, необходимы и располагаются на допустимом расстоянии.

Для более эффективной защиты от шумового загрязнения предлагается проведение либо выборочных санитарных рубок, либо сплошных рубок, в случае если деревья потеряли биологическую устойчивость.

### **Участок 3**

*(Ул. Антонова от АЗС до Церкви Дмитрия Донского)*

На участке дороги по ул. Антонова от АЗС до Церкви имени Дмитрия Донского мероприятий не требуется, так как защитные насаждения имеются практически на всем протяжении участка: насаждения перед корпусами школы №77, перед домом №31, 27а. Высажена аллея, посвященная 100-летию войск РХБЗ и облагорожен парк Семейный.

### **Участок 4**

*(от Церкви Дмитрия Донского до конечной остановки городского транспорта)*

На данном участке мероприятий также не требуется, так как по правой стороне улица ведет во внутридомовые территории и непосредственно в близости с дорогой располагаются парковки: дома № 26, 20,18, 18б, ТЦ Семейный, №3, ТЦ J&M MARKET. По левой стороне улицы перед жилыми многоэтажными постройками высажены защитные насаждения: дом 16, 10, колледж технологический ПензГТУ. Так как микрорайон достаточно молодой и расширяющийся, то все защитные насаждения высажены недавно. Поэтому основными мероприятиями на данный момент являются поддержание и сохранение защитных насаждений.

## **Заключение**

Основным источником шума микрорайона является автотранспорт. В настоящее время ведется активная застройка микрорайона. Увеличение жилых комплексов на территории района ведет к непрерывному увеличению автотранспорта. Поэтому проблема акустического загрязнения остается актуальной и малоизученной.

Результатом работы стала карта уровня шума, составленная по результатам натурных наблюдений. Карта шума имеет большое практическое значение, так как дает представление о распространении шума даже в отдельном микрорайоне города.

## Библиографический список

1. Якласс. <https://www.yaklass.ru/p/biologia/obschie-biologicheskie-zakonomernosti/osnovy-ekologii-13908/vliianie-cheloveka-na-okruzhaiushchuiu-sredu-okhrana-prirody-18622/re-920f385f-b985-457f-85e4-386f9a3fef72> (дата обращения 12.10.21)
2. Коробкин В. И., Передельский Л.В. Экология: учебник. Изд. 11-е допол. - Ростов н/Д: Феникс, 2006. – 603 с.
3. Википедия. <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A8%D1%83%D0%BC> (дата обращения 10.09.21)
4. Касаткина И.В. Экология. <https://litresp.com/chitat/ru/%D0%9A/kasatkina-i-v/ekologiya-shpargalka/36> (дата обращения 01.11.21)
5. ТИОН. [https://tion.ru/blog/shumovoe-zagryaznenie-kak-shum-vliyaet-na-nashe-zdorove/\(1.3\)](https://tion.ru/blog/shumovoe-zagryaznenie-kak-shum-vliyaet-na-nashe-zdorove/(1.3)) (дата обращения 04.11.21)
6. ГОСТ 20444-2014 «Транспортные потоки. Методы определения шумовой характеристики». <https://docs.cntd.ru/document/1200114240> (дата обращения 20.08.21)
7. ГОСТ- 17.2.2.03-87. ОХРАНА ПРИРОДЫ. АТМОСФЕРА. НОРМЫ И МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЙ СОДЕРЖАНИЯ ОКСИДА УГЛЕРОДА И УГЛЕВОДОРОДОВ В ОТРАБОТАВШИХ ГАЗАХ АВТОМОБИЛЕЙ С БЕНЗИНОВЫМИ ДВИГАТЕЛЯМИ\*. <https://docs.cntd.ru/document/1200005818> (дата обращения 15.08.21)