

На правах рукописи

ЛИТВИНЕНКО СВЕТЛАНА АЛЕКСАНДРОВНА

МЕТОД И СРЕДСТВА КОНТРОЛЯ УРОВНЯ ШУМОВОГО
ЗАГРЯЗНЕНИЯ ИНДУСТРИАЛЬНОГО ЦЕНТРА
(НА ПРИМЕРЕ ГОРОДА БАРНАУЛА)

05.11.13 - Приборы и методы контроля природной среды,
веществ, материалов и изделий

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Барнаул 2009

Работа выполнена в Институте водных и экологических проблем СО РАН.

Научный руководитель - доктор физико-математических наук, профессор
Суторихин Игорь Анатольевич

Официальные оппоненты: - доктор технических наук, профессор
Оскорбин Николай Михайлович

- кандидат технических наук, доцент
Зрюмов Евгений Александрович

Ведущая организация: - Институт мониторинга
климатических и экологических
систем СО РАН, г. Томск

Защита состоится 12 ноября 2009 г. в 12.00 на заседании диссертационного совета Д 212.004.06 в Алтайском государственном техническом университете им. И.И. Ползунова по адресу: 656038, Барнаул, пр-т Ленина 46.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Алтайского государственного технического университета им. И.И. Ползунова

Автореферат разослан 12 октября 2009 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета, к.т.н., доцент

Д.Е. Кривобоков

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность исследования. Сегодня шум - один из важных факторов вредного влияния нашей цивилизации на окружающую среду, он опасен не менее чем загрязнение воздуха или воды. От 30 до 40% современных горожан проживает в условиях шумового дискомфорта. Акустическое загрязнение становится причиной различных заболеваний, ведет к ухудшению качества жизни и экономическим потерям, снижает производительность труда на предприятиях.

Основным источником шума в современных городах, в том числе и в Барнауле, является автомобильный транспорт, вклад которого составляет 60 - 80% всех шумов, проникающих в места пребывания человека. Автомобильный парк города и края постоянно растет, за последнее десятилетие он увеличился на треть, в основном за счет легкового транспорта, вдвое увеличилось число автобусов. Вместе с этим продолжает увеличиваться доля автомобилей с большим сроком эксплуатации, выработавших свой технический ресурс и являющихся наиболее неблагоприятными по акустическим характеристикам.

Острой для Барнаула является проблема транзитного транспорта. Подавляющая часть загородных транспортных автомагистралей не имеют обходов города и связаны между собой в пределах городских улиц и дорог, что ведет к концентрированию транспортных потоков. Кроме этого, в г. Барнауле необходимо отметить следующие недостатки архитектурно-планировочной организации территории, негативно влияющие на акустический фон городской среды: низкую пропускную способность автомагистралей, сокращение площади зеленых насаждений, отсутствие экранирующих сооружений.

Создание акустического благополучия в городе - проблема многих отраслей градостроительства. Её решение возможно только

при комплексном подходе, максимально учитывающим все геоэкологические особенности исследуемой территории. Наиболее точно это возможно сделать при использовании геоинформационных систем и технологий.

Цель исследования – разработка информационного обеспечения для контроля шумового загрязнения г. Барнаула.

Для достижения поставленной цели были решены следующие **задачи**.

1. Проанализировать современные подходы оценки шумового загрязнения в соответствии с ГОСТом.
2. Выявить основные факторы, неблагоприятно влияющие на акустический режим.
3. Провести натурные измерения уровней шума в различных частях города Барнаула.
4. Разработать базу данных (БД) для хранения результатов натурных измерений.
5. Разработать ГИС для оценки и контроля шумовых загрязнений, связанную с БД.

Объект исследования - примагистральные территории г. Барнаула.

Предмет исследования - акустическое загрязнение, создаваемое автомобильным транспортом на примагистральных территориях города.

Методы исследования и исходные материалы. При проведении исследований на всех этапах использовались системный, сравнительно-географический, картографический, экспертный, и статистические методы. В качестве растровой подложки использовался план г. Барнаула, справочник 2 ГИС-Барнаул и космоснимки с ресурса www.google.ru. При анализе научных работ были выделены и в дальнейшем использовались различные методические подходы к оценке акустического загрязнения городской среды и разработке природоохранных мероприятий на основе

геоинформационных технологий и картографического моделирования для разработки и составления карт.

Достоверность. Результаты диссертации подтверждаются соответствием выводов с теорией распространения звука; в прикладной части – использованием современных ГИС-технологий и экспериментальной проверкой полученных результатов расчета с результатами измерений уровней шума на примагистральных территориях г. Барнаула. Измерения проводились прибором 1-го класса точности, прошедшем гос. поверку, в соответствии с ГОСТ

Научная новизна и теоретическая значимость.

1. На основе современных ГИС - технологий выбрана пространственная модель, используемая для оценки акустического режима примагистральных территорий.
2. Проблемы акустического загрязнения исследуемой территории рассмотрены с позиций дорожно-транспортного комплекса.
3. Предложен комплексный подход к оценке акустического загрязнения и разработке шумозащитных мероприятий.

На защиту выносятся:

1. Пространственно-картографическая модель на базе расчетно-аналитического модуля для оценки акустического режима примагистральных территорий с применением ГИС - технологий.
2. Геоэкологическая оценка акустического загрязнения исследуемых примагистральных территорий.
3. Результаты анализа факторов, влияющих на акустический режим примагистральных территорий.
4. Методика оценки акустического загрязнения и разработка шумозащитных мероприятий.

Практическая значимость работы. Методические разработки и созданная пространственная модель могут быть использованы для

оценки акустического режима примагистральных территорий любых населенных пунктов.

Апробация работы. Основные результаты исследования доложены на международной конференции “Измерения, моделирование и информационные системы как средства снижения загрязнений на городском и региональном уровне” Томск, ИОА СО РАН, 2002 г., конференции молодых ученых ИВЭП СО РАН 2003-05, 2009 г., Барнаул, ИВЭП СО РАН, 2003-2005, 2009 г., международной конференции “ENVIROMIS” Томск, ЦНТИ, 2004 г., конференции “Молодежь – Барнаулу” Барнаул, АлтГТУ, 2004 г., на VI Сибирском совещании по климату - экологическому мониторингу, Томск, 2005 г.

По теме диссертации опубликовано 10 работ, в том числе 2 работы – в ведущих рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК РФ.

Личный вклад автора заключается в сборе, обработке и анализе данных, использованных при написании диссертационной работы; в проведении натурных измерений; в разработке методики оценки акустического загрязнения; в разработке пространственной модели распространения звуковой волны на базе расчетно-аналитического модуля; в разработке рекомендаций по комплексу шумозащитных мероприятий.

Структура и объем работы. Работа состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованных источников, изложена на 96 страницах машинописного текста, содержит 27 таблиц, 22 рисунка. Список использованной литературы насчитывает 106 наименований, в том числе 20 на иностранном языке.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

В первой главе рассматривается звук, как физическое явление, приводится определение шума. Далее шумами будем называть звуки, образующие набор частот, непрерывно заполняющих некоторый

интервал частот (сплошной акустический спектр частот), другими словами под шумом понимают совокупность звуков различной частоты и интенсивности, с определенной величиной интервалов между составляющими его звуками. Одной из важнейших характеристик шума является среднеквадратичное значение звукового давления. Среднеквадратичное давление - это постоянное давление, превышающее давление окружающей среды, которое имеет такую же акустическую энергию, как и данное переменное звуковое давление. В акустике звуковое давление оценивается по логарифмической шкале по формуле

$$L=10 \lg (p^2/p_0^2) = 20 \lg (p/p_0)$$

где p – среднеквадратичное значение переменного звукового давления, Па;

p_0 – стандартное звуковое давление, равное 10^{-5} Па, соответствующее порогу слышимости человека на частоте 1000 Гц. Классификация шумов, действующих на человека, производится по их спектральным и временным характеристикам. По виду спектра шумы могут быть разбиты на низкочастотные, с максимумом звукового давления в области частот ниже 250 Гц, среднечастотные, с максимумом звукового давления в области частот 250-1000 Гц, и высокочастотные, с максимумом звукового давления в области выше 1000 Гц. По временным характеристикам шумы подразделяют на постоянные, уровень звука которых изменяется не более чем на 5 дБ, и непостоянные, уровень звука которых изменяется во времени более чем на 5 дБ.

Чтобы охарактеризовать транспортный шум или любой другой непостоянный шум одним числом вводится понятие эквивалентного (по энергии) уровня звука $L_{Aэкв}$ в дБА — общий уровень звукового давления, измеряемый шумомером на кривой частотной коррекции A . Ухо человека воспринимает шум несравненно более утонченно, чем шумомер снабженный коррекцией A (эта кривая коррекции A

соответствует кривой, равной громкости с уровнем звукового давления 40 дБ на частоте 1000 Гц), но простота этой единицы делает ее наиболее удобной для практического применения.

Методы оценки шума зависят в первую очередь, как отмечалось ранее, от его характера. Постоянный шум оценивается в уровнях звукового давления L в дБ в октавных полосах частот со среднегеометрическими частотами

$\nu \in N = \{3, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000, 8000\}$, где N – спектр среднегеометрических частот октавных полос, Гц.

Этот метод оценки постоянного шума является основным. Для оценки непостоянных шумов, а также для ориентировочной оценки постоянных шумов (нормирования) используют уровень звука в дБА.

Для контроля за уровнем шума рассматривается созданная геоинформационная система (ГИС). Под термином ГИС в данной работе мы будем понимать интерактивные системы, способные реализовать сбор, систематизацию, хранение, обработку, оценку, отображение и распределение данных, и как средство получения на их основе новой информации и знаний о пространственно-временных явлениях. В ГИС основой является система сбора информации о состоянии уровней шума и классификация объектов. Наличие классификаторов позволяет сформировать системы баз данных для накопления сведений об объектах исследования, а система сбора информации позволяет наполнить эти базы данными, отображающими состояние шумового загрязнения сложившейся застройки, промышленной зоны, и характер распространения шумовых полей в планируемых градостроительных решениях.

На основе проведенных исследований основных источников шумовых полей, условий их расположения, нормативных требований к уровню шумового загрязнения в дневное и ночное время, а также задач экологического контроля и необходимости обоснования градостроительных решений в диссертационной работе предложены

следующие функциональные подсистемы ГИС «Шумовая карта г.Барнаула»:

1. введения и отображения источников шума территории города и их характеристик;
2. отображения зданий, сооружений и других объектов, которые определяют условия распространения шумовых полей;
3. расчета и сравнение с экспериментальными данными уровней звука в заданный период на территории города, а также их оценки на уровне жилых зданий и в закрытых помещениях;
4. оценки экологического ущерба в случае превышения допустимых нормативов шумового загрязнения с учетом плотности населения в жилых кварталах города;
5. обоснования градостроительных решений и других методов регулирования шумовой нагрузки с целью снижения воздействия шумовых полей и улучшение экологической ситуации.
6. хранения, обработки и отображения данных шумового загрязнения города и его кварталов, реализованных с помощью соответствующих ГИС технологий.

Описание этих подсистем и раскрытие их возможностей приводятся в следующих главах.

Во **второй главе** рассматривается построение системы баз данных измерений уровня шума. На первом этапе производится сбор, систематизация и анализ материалов измерений уровней шума с целью изучения исследуемого объекта и привлечения материалов изысканий.

В данной работе измерения проводились шумомером ВШВ – 003 - М2, который предназначен для измерения уровня звука с частотными характеристиками А, В, С; уровня звукового давления в диапазоне частот от 2 до 8 кГц в свободном и диффузном полях. ВШВ – 003 – М2 относится к шумомерам 1-го класса точности.

Для наполнения базы данных был проведен ряд экспериментов по измерению уровней шума на территории г. Барнаула. Для наиболее

полного отображения акустической ситуации на территории города измерения проводились в разное время суток, на перекрестках, внутри кварталов, в промышленной зоне, также отслеживалась суточная динамика изменения звукового давления. Экспериментальная площадка выбиралась таким образом, чтобы была возможность получить оценки расчетов на открытой местности, а также в сложившейся городской застройке.

Для хранения данных натуральных измерений была создана система управления базами данных (СУБД) на основе программного продукта Microsoft Access, которая является СУБД. Данные хранятся в такой базе в виде таблиц, строки (записи) которых состоят из наборов полей определенных типов. Таблицы имеют однотипные поля, и это позволяет устанавливать между ними связи и выполнять операции реляционной алгебры.

Разработанная реляционная модель базы данных уровней шумового загрязнения индустриального центра представлена на рис. 1. Структуру реляционной модели базы данных программы можно разделить на 2 блока: исследуемый район города и уровни шумового загрязнения. В базу данных о населенном пункте входит название административной территории (района), улицы или перекрестка, точная дата проводимых измерений, а также картографическая привязка местности. Уровни шумового загрязнения представлены измеренными значениями шума при корректирующих фильтрах А, В, С и лин., а также на среднегеометрических частотах.

Уровень шумового загрязнения - [np]

Файл Правка Вид Вставка Формат Записи Сервис Справка Видите вопрос

Times New Roman Cyr 10 Ж А Ч

Наименование наследного пункта (НП)
г. Барнаул

Районы НП

Идент. запись	Наименование района НП	наименование НП
2	Железнодорожный	г. Барнаул

Запись: 1 | 2 | 3 | 4 | 5

Пункты измерений

идент. запись	Наименование района НП	Наименование пункта измерений
1	Железнодорожный	Дворец культуры и спорта

Уровень шумового загрязнения

фильтр А (дБ)	фильтр В (дБ)	фильтр С (дБ)	фильтр. пункт (дБ)
65	70	82	86

октава 1 Гц	октава 2 Гц	октава 4 Гц	октава 8 Гц	октава 16 Гц	октава 31 Гц	октава 63 Гц
73	69	64	62	70	72	74

октава 125 Гц	октава 250 Гц	октава 500 Гц	октава 1000 Гц	октава 2000 Гц	октава 4000 Гц	октава 8000 Гц
74	69	66	60	55	50	46

Координаты точки наблюдения

X	Y
0	0

Дата и время измерений

Дата	Время
5 февраля 2002 г.	11.00.00

Запись: 1 | 2 | 3 | 4 | 5

Наименование наследного пункта

Рис. 1 - Заполненная форма базы данных

Пользовательский интерфейс базы данных оформлен в виде форм, содержащих элементы управления и поля наборов данных, позволяющих редактировать и просматривать информацию базы данных. При открытии базы данных появляется начальная форма «наименование НП», содержащая дочернюю форму «районы НП». Данные формы служат для просмотра и редактирования соответствующих таблиц динамической базы данных.

Для связи БД и ГИС были введены следующие классификаторы - **“Допустимые уровни шумового загрязнения территории города”**. Данный классификатор содержит классы территорий города, к которым применяются различные ограничения по уровням шума в дневное и ночное время суток. Классификатор состоит из 2 таблиц. Для выделения полного спектра шумового загрязнения городской среды был построен классификатор **“Характеристика источников шума”**, состоящий из 12 таблиц. В этих таблицах приведены уровни шума, характерные для различного

типа транспортных средств, ж/д транспорта, водного транспорта, авиатранспорта, промышленных объектов, расположенных на территории города. Классификатор *“Поправки к уровням шума”*, состоящий из 8 таблиц, позволяет учесть вносимые искажения в результате измерений за счет отражения звуковых волн от препятствий. Классификатор *“Объекты наблюдения”* определяет структуру системы объектов наблюдения, административную и географическую привязку объектов, перечень наблюдаемых негативных процессов и их показателей.

Объекты наблюдения представляют собой системы линейных источников и точечных источников, расположенных на территории города. В качестве основных объектов были выбраны главные магистрали города: пр. Ленина, пр. Красноармейский, пр. Комсомольский, пр. Строителей и др.

На экспериментальном участке проводится серия наблюдений в различных точках, которые обеспечивают репрезентативность наблюдений на участках и достоверность (в пределах допустимых отклонений) картирования объектов наблюдения (эталонный участок).

В третьей главе проводится анализ результатов натуральных измерений и приводятся математические выкладки для расчета уровней шумового загрязнения.

Сопоставляя полученные результаты измерений уровня шума с предельно допустимыми санитарными нормами, были выявлены зоны акустического дискомфорта на территории жилой застройки и примагистральных территориях города.

В ходе проведения исследования отслеживалась динамика изменения уровня шума. В качестве примера на рисунке 2 приведен суточный ход транспортного уровня шума на частоте 1000 Гц и допустимый уровень шума на перекрестке пр. Социалистический - пр. Строителей.

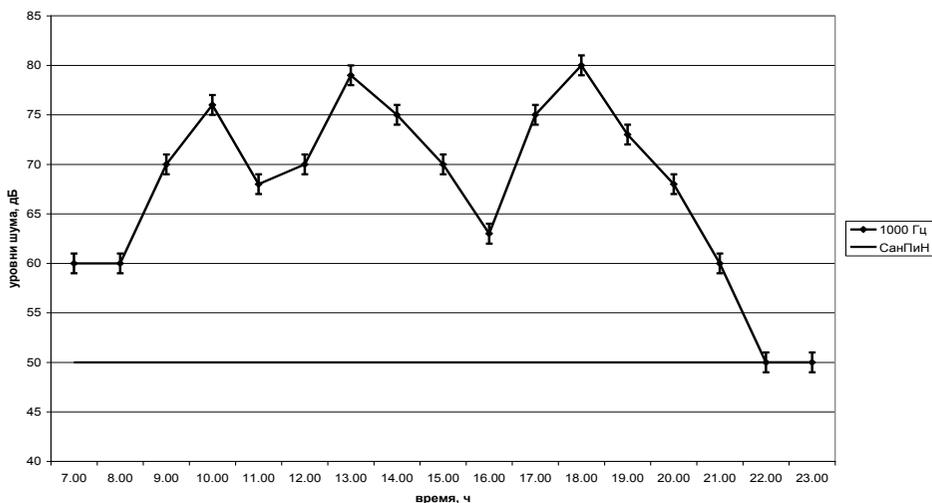


Рис. 2 - Суточное изменение шума на перекрестке пр. Строителей – пр.Социалистический на частоте 1000 Гц

Наиболее высокий уровень шума наблюдается в утренние и вечерние часы пик и в период от 11.30 до 14 часов ($L=80$ дБ), что обусловлено интенсивностью транспортного потока. Также следует отметить, что в дневные часы наблюдается превышение допустимого уровня шума, а уровень шума, соответствующий санитарным нормам, регистрируется только в ночные часы.

Проводя сравнение экспериментальных данных за март 2002 года и март 2003 года, было установлено, что кривые измеренных уровней шума на частотах свыше 250 Гц совпадают (рис. 3). Различия уровня шума на частотах от 31 до 250 Гц обусловлены разным временем схода снежного покрова. Следует отметить, что на частотах около 31 Гц уровни шума соответствуют нормам СанПиНа, на остальных частотах наблюдается превышение допустимого уровня шума.

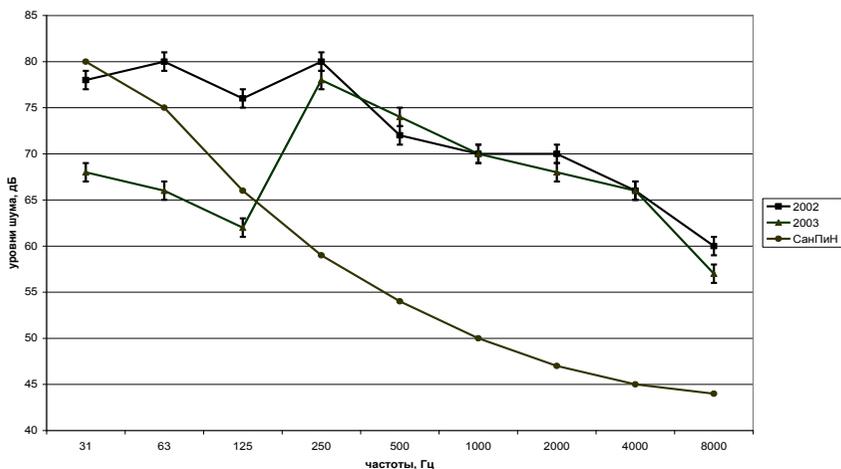


Рис.3 - Сравнение изменения уровня шума за март 2002 и март 2003 гг.

В летние месяцы отмечается уменьшение уровня шума по сравнению с весенне - осенним периодом на 15-20 дБ на различных частотах, что объясняется поглощающим и экранирующим эффектом зеленых насаждений (рис. 4).

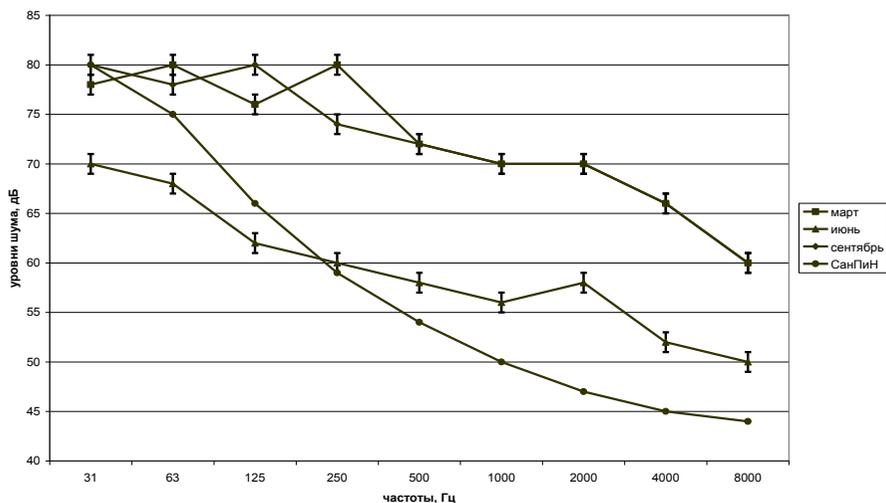


Рис. 4 - Сравнение изменения уровня шума март, июнь 2004 и сентябрь 2005 гг.

Сравнение экспериментальных данных за сентябрь 2004 года и сентябрь 2005 года позволяет говорить о снижении уровня шума в среднем на 10 дБ. В осенние месяцы также наблюдается превышение допустимых норм уровней шума. Максимальные превышения находятся на частотах около 2 кГц и составляют 20-25 дБ.

На основании проведенных исследований установлено, что уровень шума на магистрали зависит не только от интенсивности, но и от состава транспортного потока. В дневное время в будние дни, несмотря на увеличение интенсивности движения транспортных средств, уровни шума остаются практически постоянными за счет уменьшения доли грузового транспорта в потоке (исключение составляет «красная» линия – пр. Ленина, где уровень шума с 8 до 20 часов остается практически постоянным). В вечернее время при существенном снижении интенсивности движения транспортных средств уровень шума у транспортных магистралей остается практически постоянным.

Для определения уровней шумового загрязнения вне точек натуральных измерений проводился расчет величин звуковых полей по следующей методике.

Из выражения для уровень звука (L (дБ))

$$L = 20 \lg \frac{P}{p_0} = 20 \lg p - 20 \lg p_0,$$

получаем выражение для давления и нормальной составляющей колебательной скорости:

$$\frac{L}{20} + \lg p_0 = \lg p \Rightarrow p = p_0 \cdot 10^{L/20} \Rightarrow v_n = \frac{p_0}{\rho c} 10^{L/20},$$

где c – скорость звука в воздухе (м/с).

Зависимость скорости распространения звука от температуры среды:

$$c = 331,8 \cdot \sqrt{1 + \Theta/273}, \text{ где } \Theta - \text{температура газа в } ^\circ\text{C}.$$

Так как уровень звука источника зависит от интенсивности движения транспортных средств, получаем:

$$L_{уст} = L(I(t)),$$

где $I(t)$ – общая интенсивность движения автомобилей в час.

Величина $L_{уст}$ определяется в октавных полосах со среднегеометрическими частотами ν_m (Гц), $m = 1, 2, \dots, 8$, то есть:

$$\nu_m \in \mathbb{N} = \{63; 125; 250; 500; 1000; 2000; 4000; 8000\}.$$

Запишем $L_{уст}$ как функцию от параметра ν_m :

$$L_{уст} = L(I(t), \nu_m).$$

Учитывая, что $k = \frac{\omega}{c}$, $\omega = 2\pi\nu_m$ получаем:

$$\Phi = \frac{1}{4\pi} \iint_S \left[\frac{p_0}{\rho c} 10^{L_{уст}/20} \left(e^{i2\pi \frac{\nu_m}{c} r} \right) \right] \frac{1}{r} dS \quad (3.1)$$

Таким образом выражение для звукового давления имеет вид:

$$p \langle m \rangle = -i\omega\rho\Phi,$$

учитывая, что $e^{i2\pi \frac{\nu_m}{c} r} = \cos 2\pi \frac{\nu_m}{c} r + i \sin 2\pi \frac{\nu_m}{c} r$, получаем

соответствующие значения:

$$\begin{aligned} \bar{X} &= \omega\rho \cdot \frac{1}{4\pi} \iint_S \left[\frac{p_0}{\rho c} 10^{L_{уст}/20} \left(\sin 2\pi \frac{\nu_m}{c} r \right) \right] \frac{1}{r} dS, \\ \bar{Y} &= -\omega\rho \cdot \frac{1}{4\pi} \iint_S \left[\frac{p_0}{\rho c} 10^{L_{уст}/20} \left(\cos 2\pi \frac{\nu_m}{c} r \right) \right] \frac{1}{r} dS \end{aligned} \quad (3.2)$$

где \bar{X} – составляющая p по оси X, а \bar{Y} , соответственно по оси Y, ω – угловая скорость звука.

$$p_{\text{ш}} = \sqrt{\bar{X}^2 + \bar{Y}^2},$$

здесь $p_{\text{ш}}$ – звуковое давление, создаваемое источником шума на частоте $\nu_m \in \mathbb{N}$.

Уровень звука $L_{\text{ш}}$, создаваемый источником с уровнем $L_{\text{ист}}$ в (дБ) на частоте $\nu_m \in \mathbb{N}$, вычисляется по формуле:

$$L_{\text{ш}} = 20 \lg \frac{p_{\text{ш}}}{p_0}.$$

Общий уровень звука $L_{\text{общ}}$ на частоте $\nu_m \in \mathbb{N}$ для нескольких источников вычисляется по формуле:

$$L_{\text{общ}} = 20 \lg \frac{\sum_{q=1}^n p_q}{p_0},$$

где p_q – звуковое давление по источнику q на частоте $\nu_m \in \mathbb{N}$.

На основании этих формул производится расчет уровней звуковых полей.

В четвертой главе описывается модель, разработанная на основе ГИС «Шумовая карта г. Барнаула», которая позволяет проводить анализ акустической ситуации на примагистральных территориях и внутри жилых кварталов. ГИС связана с базой данных натуральных измерений и использует эти данные для проведения расчетов. ГИС позволяет рассчитывать зоны акустического комфорта и дискомфорта, а также уровни шума на различных расстояниях от источников шума. Схема ГИС приведена на рисунке 5.

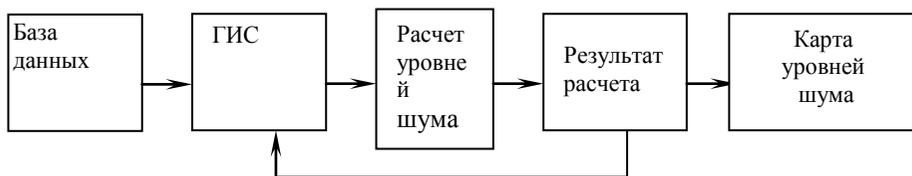


Рис. 5 - Структурная схема работы ГИС

В основу при создании ГИС были положены: «карта-схема города Барнаула» (рис 6). В связи с тем, что это последнее официальное издание, сделанное в 1991 году устарело: изменилась застройка, появились новые улицы, изменился характер зеленых насаждений, дополнительно в ГИС были включены данные из справочника «Дубль ГИС» и космоснимки с Интернет-сервиса «Google map» (рис. 7). На основе этих материалов были построены векторные слои ГИС.



Рис. 6 - Фрагмент карты-схемы города Барнаула.



Рис. 7 - Фрагмент космоснимка Quick Bird с сервиса Google Map

При построении векторных слоев было произведено разбиение линейных объектов на различные классы, были выделены: железнодорожное полотно, улицы с трамвайными путями, основные автомагистрали (4 полосы движения), второстепенные магистрали (2 полосы с интенсивным движением), вспомогательные автомагистрали (2 полосы движения и небольшой поток автомобилей) (рис 8).

Кроме этого было учтено влияние на акустическую обстановку возрастание автотранспортного потока в часы пик. Так как для определения величины автотранспортного шума необходимо знать

количество автомобилей в транспортном потоке нами было использовано два решения: проводился подсчет автомобилей движущихся в потоке непосредственно на автомагистралях и проводился подсчет автомобилей на космоснимке для выяснения характера загруженности автомагистралей. После этого проводилось осреднение и высчитывалось среднее количество автомобилей для определенного участка автомагистрали (рис. 9.).



Рис. 8 - Основные магистрали



Рис. 9 - Космоснимок с основными автомагистралями

Данные по количеству автотранспорта заносились в расчетный блок ГИС, кроме этого туда заносились точки измерения уровней шума с пространственной привязкой.

После этого производится расчет уровней шума и сравнение полученных значений с санитарными нормами. На основании существующих ограничений строятся зоны акустического дискомфорта, которые накладываются на космоснимки и растровые подложки и позволяют визуализировать зону дискомфорта (рис. 10).



Рис. 10 - Фрагмент выделенной зоны акустического дискомфорта

Данная модель, реализованная с помощью ГИС технологий, позволяет проводить мероприятия по планированию снижения уровней шума, добавлять в нее проектируемые шумозащитные сооружения и вычислять уровни шума после установки данных сооружений, определять их эффективность. Кроме этого, данная ГИС позволяет проводить оптимизацию источников шумового загрязнения путем ограничения скорости транспортного потока, изменения доли грузового транспорта в суммарном потоке в определенное время суток, и т.п.

Основные выводы и результаты работы

1. Для оценки акустического режима примагистральных территорий разработана пространственно-картографическая модель на базе расчетно-аналитического модуля с применением ГИС-технологий, позволяющая повысить точность расчетов и наглядно отразить получаемые результаты в удобной для пользователя форме. Разработана принципиальная схема ГИС, необходимая для осуществления мониторинга акустических параметров окружающей среды.

2. Разработано методическое, техническое, приборное и информационное обеспечение для региональной системы экологического мониторинга уровня шума на примагистральных территориях г. Барнаула.

3. Для более точной оценки акустического загрязнения примагистральных территории необходим комплексный подход, включающий систему натуральных измерений, базу данных результатов измерений, блок расчета уровней шумового загрязнения и превышение допустимых значений, графическое отображение результатов и зонирование исследуемых территорий по степени комфортности.

4. Проведенные натурные измерения подтверждают, что исследуемые примагистральные территории г. Барнаула находятся в зоне акустического дискомфорта. Негативное влияние высоких уровней транспортного шума на здоровье и работоспособность жителей примагистральных территорий объективно подтверждается данными социологического опроса и словесно-ассоциативного эксперимента.

5. Проведенный анализ факторов, влияющих на акустический режим примагистральных территорий, позволяет утверждать, что для территорий сложившейся городской застройки определяющими являются интенсивность движения автомобильного потока и его состав. Наиболее эффективной основой шумозащитных мероприятий является перераспределение транспортных потоков.

По материалам диссертации опубликованы следующие работы

1. С.А. Горячева (С.А. Литвиненко), И.А. Суторихин Измерение уровня шума как фактора загрязнения окружающей среды на территории индустриального центра//Измерения, моделирование и информационные системы как средства снижения загрязнений на

городском и региональном уровне: Материалы Международной конференции , г.Томск: Изд-во ИОА СО РАН, 2002.- С.96

2. С.А. Горячева (С.А. Литвиненко), И.А. Суторихин Гигиеническая оценка шумового загрязнения г.Барнаула// Измерения, контроль, информатизация: Материалы Международной конференции, г.Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2002.- С.25

3. С.А. Горячева (С.А. Литвиненко), И.А. Суторихин Шумовые характеристики Барнаула//55 лет центру ГСЭН в Алтайском крае: Материалы научно-практической конференции, г.Барнаул: Изд-во Аз Бука, 2003. - С.92-94

4. С.А. Горячева (С.А. Литвиненко) Уровни шумового загрязнения Барнаула// ENVIROMIS 2004: Материалы Международной конференции, г. Томск: Изд-во ЦНТИ, 2004. - С.82

5. С.А. Горячева (С.А. Литвиненко), И.А. Суторихин Шумовое загрязнение г.Барнаула// Молодежь - Барнаулу: Материалы конференции – г. Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2004.- С.37

6. С.А. Горячева (С.А. Литвиненко), И.А. Суторихин Природные и климатические факторы, влияющие на распространение акустических волн//VI Сибирское совещание по климато-экологическому мониторингу: Материалы конференции – г. Томск, 2005. - С.54

7. С.А. Горячева (С.А. Литвиненко), А.В.Петров Мониторинг шумового загрязнения городской среды//Ползуновский вестник. Вопросы экологии и устойчивого развития №4(ч.2), г. Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2005. - С. 137-141

8. С.А. Горячева (С.А. Литвиненко), А.В.Петров, И.А. Суторихин Мониторинг акустической обстановки г. Барнаула//География и природопользование Сибири. Выпуск восьмой. г. Барнаул: Изд-во АлтГУ, 2006. - С.24-32

9. С.А. Литвиненко Мониторинг шумового загрязнения индустриального центра//Мир науки, культуры, образования. №1(13)г. Горно-Алтайск: Изд-во ГАГУ, 2009. - С.15-16

10. С.А. Литвиненко Разработка метода контроля уровня шумового загрязнения индустриального центра (на примере г. Барнаула)// Естественные и технические науки №4 (42), г.Москва 2009. – С.307-310