

## АКУСТИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ (НА ПРИМЕРЕ Г. БАРНАУЛА)

Литвиненко С.А. ([gsa@iwep.asu.ru](mailto:gsa@iwep.asu.ru))

Институт водных и экологических проблем СО РАН

г. Барнаул

**Аннотация.** В статье рассматривается шумовая обстановка в индустриальном центре в различные сезоны года, система сбора и хранения шумовой информации. Описывается геоинформационная система, позволяющая проводить контроль уровней шумового загрязнения.

**Ключевые слова:** геоинформационная система, шумовая карта.

Первая шумовая карта г. Барнаула была разработана Ленинградским госуниверситетом в 1987 г. расчетным путем. За последние годы существенно изменились источники шума, уровень шума, создаваемый ими, застройка, изменились площади зеленых насаждений, и вследствие этого появилась необходимость в новых данных о характере шумового загрязнения города, полученных путем экспериментальных измерений.

В современных городских условиях акустическое загрязнение является таким же весомым фактором загрязнения окружающей среды, как загрязнение атмосферы и воды. Существенный вклад по систематизации и управлению шумовыми полями города внесли такие ученые как Колесников А.Е., Осипов Г.Л., Самойлюк Е.П., Карагодина И.Л. и др.[1-4]. Ими были разработаны и внедрены экологические требования, методы измерений и совокупности приборов измерения шумового загрязнения городской среды, выявлены и систематизированы источники шума, исследованы их характеристики.

По своему негативному воздействию на население городов, в условиях все нарастающей автомобилизации населения, транспортный шум выходит на первое место.

В частности, в городе Барнауле, к негативным условиям повышения уровня шумового загрязнения следует отнести:

- низкую пропускную способность автомагистралей;
- отсутствие развязок на основных магистралях;
- уменьшение числа зеленых насаждений;
- архитектурно-планировочные недостатки (город разделен на две части железно-дорожным полотном).

Для оценки экологической обстановки и мониторинга шумовых полей был предложен комплексный подход с применением геоинформационных систем (ГИС).

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 состояния шумового загрязнения сложившейся застройки, промышленной зоны, и дать оценку распространения шумовых полей в планируемых градостроительных решениях.

Для решения поставленной задачи в ГИС были включены следующие модули:

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.

Натурные измерения уровней шума проводились метрологически обеспеченным шумомером ВШВ – 003 - М2. 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. Измерения проводились с 2002 г., в среднем на 20 объектах, по 18 измерений на каждом. Для проверки расчетов уровней шума использовалась экспериментальная площадка, выбранная таким образом, чтобы была возможность получить оценки расчетов, как на открытой местности, так и в сложившейся городской застройке.

Для хранения данных натурных измерений была создана система управления базами данных (СУБД) на основе программного продукта Microsoft Access. Данные хранятся в такой базе в виде таблиц, строки (записи) которых состоят из наборов полей определен-

ных 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 имеет два основных 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 также на среднегеометрических частотах ( $\nu_m \in N = \{31; 63; 125; 250; 500; 1000; 2000; 4000; 8000\}$ ). Заполненная форма базы данных представлена на рисунке 1.

**Наименование населенного пункта (НП)**  
г. Барнаул

**Районы НП**  
Исход: запись: 2; Железнодорожный; наименование НП: г. Барнаул  
Запись: 14 | 2 | из 5

**Пункты измерений**  
Исход: запись: 1; Железнодорожный; наименование пункта измерений: Дворец культуры и спорта

**Уровень шумового загрязнения**

фильтр А (дБ)	фильтр В (дБ)	фильтр С (дБ)	фильтр лин. (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
75	68	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	68	66	60	55	50	46

**Координаты точки наблюдения**  
X: 0; Y: 0

**Дата и время измерений**  
Дата: 5 февраля 2002 г.; Время: 11.00.00

Запись: 14 | 1 | из 51

Наименование населенного пункта: NUM

Рис.1. Заполненная форма базы данных

Объекты наблюдения представляют собой системы линейных 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). Сопоставляя полученные результаты измерений уровня шума с предельно допустимыми санитарными нормами, были выявлены зоны акустического дискомфорта на терри-

тории жилой застройки и примагистральных территориях города. Предложена схема размещения стационарных постов экологического мониторинга акустического загрязнения индустриального центра на наиболее нагруженных участках, где наблюдается наибольшее превышение допустимых уровней шума. В частности, предполагается размещение 7 шумомерных постов, работающих в автоматическом режиме (Новый рынок, пл. Октября, Вокзал, перекрестки пр. Ленина – ул. Молодежная, пр. Строителей - ул. Сов. Армии - Павловский тракт, пр. Красноармейский - ул. Партизанская, пр. Ленина - ул. Партизанская). Посты предлагается разместить на площади в 14 км<sup>2</sup>, и таким образом один пост будет охватывать в среднем 2 км<sup>2</sup>. Эти наблюдения дополняются замерами на маршрутных постах в разных точках города.

В качестве примера в таблице 1 приведены экспериментальные данные уровней шума на площади Октября, полученные в разное время суток, в разные сезоны года, на протяжении нескольких лет.

Таблица 1

Уровень шума на пл. Октября

	Частота (Гц)									Дата проведения измерений чч.мм.гг. чч.мм.
	31	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Район	Уровень шума (дБ)									
пл. Октября	88	80	82	72	74	70	69	67	60	12.02.02 13.45
	78	80	76	80	72	70	70	66	60	15.03.02 14.00
	70	68	62	60	58	56	58	52	50	01.06.02 12.30
	62	56	80	74	68	68	64	60	57	26.02.02 11.00
	60	62	64	52	49	45	42	40	38	26.02.02 11.40
	80	78	80	74	72	70	70	66	60	20.09.03 12.00
	68	66	62	78	74	70	68	66	57	20.03.04 11.00
	72	76	70	72	70	68	64	56	50	09.09.04 12.00
	80	78	77	70	68	66	64	52	50	10.09.04 11.00
	80	78	80	80	78	70	70	66	60	25.04.05 11.00
	78	80	76	80	72	70	70	66	60	15.03.06 14.00
СанПиН	---	75	66	59	54	50	47	45	43	

Проводя сравнение экспериментальных данных можно увидеть, что уровень шума на частотах до 31 Гц соответствует нормам СанПиНа, на остальных частотах наблюдается превышение допустимого уровня шумового загрязнения.

В летние месяцы отмечается уменьшение уровня шума по сравнению с весенне-осенним периодом на 15-20 дБ на различных частотах, что объясняется поглощающим эффектом зеленых насаждений [5].

На основании проведенных исследований установлено, что уровень шума на магистрали зависит не только от интенсивности, но и от состава транспортного потока. В будние дни, в дневное время, 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.

ГИС «Шумовая карта г. Барнаула», связанная с базой данных натуральных измерений, и использующая эти данные для проведения расчетов, позволяет проводить анализ акустической ситуации на примагистральных территориях и внутри жилых кварталов. Разработанная ГИС позволяет рассчитывать зоны акустического комфорта и дискомфорта, а также уровни шума на различных расстояниях от источников шума.

В основу при создании ГИС были положены: «карта-схема города Барнаула», данные из справочника «Дубль ГИС» и космоснимки с Интернет-сервиса «Google map». На основе этих материалов были построены векторные слои ГИС.

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). Кроме этого было учтено влияние на акустическую обстановку возрастание автотранспортного потока в часы пик.

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

После этого производился расчет уровней шума и производится сравнение полученных расчетным путем значений уровней шума с санитарными нормами.

На основании существующих ограничений строятся зоны акустического дискомфорта, которые накладываются на космоснимки и растровые подложки и позволяют визуализировать зону дискомфорта. Пример выделенной зоны акустического дискомфорта представлен на рисунке 2.

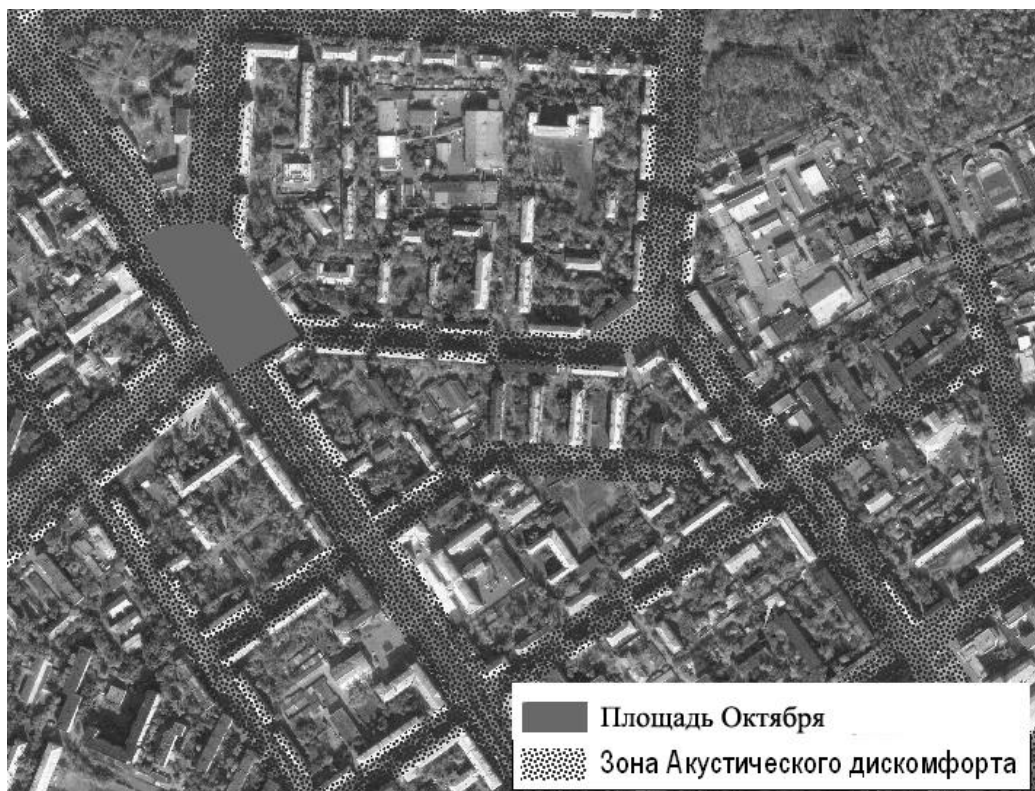


Рис.2. Фрагмент выделенной зоны акустического дискомфорта

Таким образом показано, что данная ГИС позволяет проводить мероприятия по планированию снижения уровней шума, добавлять в нее проектируемые шумозащитные сооружения, вычислять уровни шума после установки данных сооружений, определяя их эффективность. Кроме этого данная система позволяет провести оптимизацию источников шумового загрязнения путем ограничения скорости транспортного потока, изменения доли грузового транспорта в суммарном потоке в определенное время суток.

### Список литературы

1. Колесников А.Е. Шум и вибрация. - Л.: Судостроение, 1988. 248 с.
2. Осипов Г.Л., Коробков В.Е., Краг Й. Распространение автотранспортного шума в малоэтажной застройке примагистральных территорий: Исследования по строительной акустике: Тр. Ин-та НИИСФ Госстроя СССР. М., 1981.
3. Самойлюк Е.П., Денисенко В.И., Пилипенко А.П. Борьба с шумом в населенных местах. Киев: Будивельник, 1981.
4. Карагодина И.Л Борьба с шумом и вибрацией в городах. М., Медицина, 1979. 160 с.
5. Горячева С.А., Петров А.В. Мониторинг шумового загрязнения городской среды. Ползуновский вестник №4, 2005, С. 137-141.