

О точности анализа акустических шумов в урбанизированном пространстве

И.Н. Кириллов, М.В. Калиниченко, М.С. Панова

Муромский институт (филиал) Владимирского государственного университета 602264,
Муром, ул. Орловская, 23.

E-mail: dedvanya@mail.ru

В докладе рассмотрены вопросы точности анализа акустического шума на урбанизированной территории.

The report addresses issues of accuracy analysis of acoustic noise in the urbanized territory.

Создание акустического благополучия в городе – проблема многих отраслей градостроительства. Ее решение возможно только при комплексном подходе, максимально учитывающем все геоэкологические особенности исследуемой территории. Наиболее точно это возможно сделать при использовании геоинформационных систем и технологий, которые позволяют выявить проблемные участки и причину (источник) их загрязнения. Поэтому в больших городах требуется постоянно проводить мониторинг уровня акустического шума.

Классификация шумов, действующих на человека, производится по их спектральным и временным характеристикам. Методы оценки шума зависят в первую очередь от его характера. В настоящее время основным является метод оценки постоянного шума с оценкой в уровнях звукового давления L в дБ в октавных полосах частот со среднегеометрическими частотами.

Целью доклада является предварительный анализ точности результатов контроля акустического шума на урбанизированной территории при различных вариантах реализации измерительного канала.

Анализ проводился по первым результатам контроля акустошумовой обстановки в характерных зонах города Мурома.

При проведении предварительного исследования зашумленности на основных автомагистралях, измерительный канал системы моделировался на основе двух методов измерения. Первый метод основан на использовании обычного шумомера марки ВШВ-003. Его упрощенная функциональная схема показана на рис. 1.

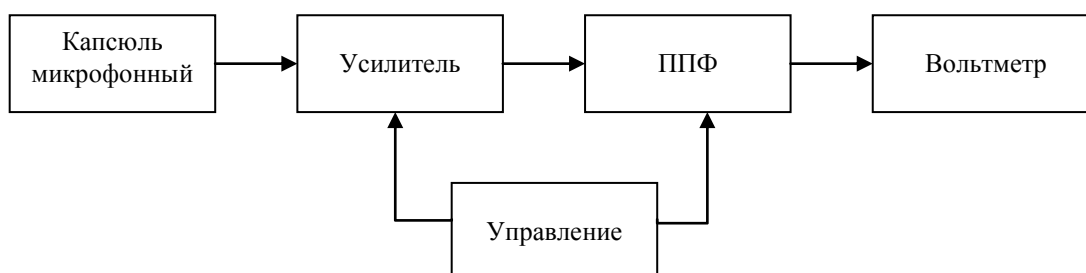


Рис.1. Функциональная схема измерения по первому методу

Измерительный канал состоит из ненаправленного микрофона, усилителя, набора корректирующих фильтров и индикатора (в данном случае вольтметр). Фактически шумомер представляет собой микрофон, к которому подключен вольтметр, отградуированный в децибелах. Поскольку электрический сигнал на выходе с микрофона пропорционален исходному звуковому сигналу, то прирост уровня звукового давления, воздействующего на мембрану микрофона, вызывает

соответствующий прирост напряжения электрического тока на входе в вольтметр, что и отображается посредством индикаторного устройства, отградуированного в децибелах. Для измерения уровней звукового давления в контролируемых полосах частот в октаву или долю октавы, а также для измерения уровней звука (дБА), скорректированных по шкале А (ГОСТ Р 53188.1-2008) с учётом особенностей восприятия человеческим ухом звуков разных частот, сигнал после выхода с микрофона, но до входа в вольтметр, пропускают через соответствующие электрические фильтры.

Такой принцип измерения заведомо вносит определенную погрешность, поскольку любой вольтметр независимо от того, аналоговый он или цифровой, показывает усредненное значение напряжения (амплитуды) в измеряемой полосе частот.

Второй метод базируется на принципиально другом принципе измерения, который показана на рис. 2.

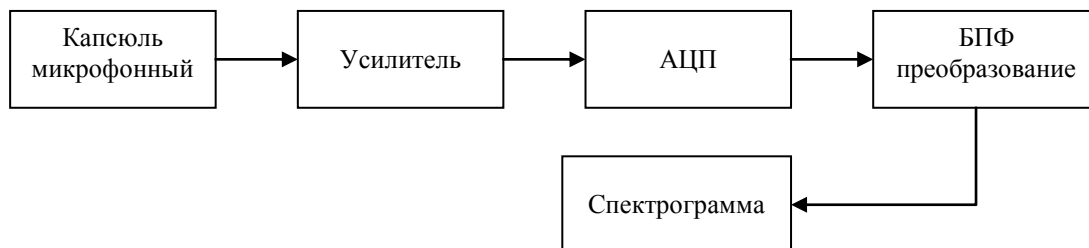


Рис. 2. Функциональная схема измерения вторым методом

Прибор представляет собой пассивный измерительный канал, состоящий из капсуля микрофонного МК-265, усилителя ПМ-207, аналого-цифрового преобразователя и программно-аппаратного комплекса, обеспечивающего алгоритм БПФ преобразования.

В обработке сигналов и связанных областях преобразование Фурье (в частности алгоритм БПФ) обычно рассматривается как декомпозиция сигнала на частоты и амплитуды, то есть, обратимый переход от временного пространства в частотное пространство. В данном случае это позволяет наблюдать и анализировать весь спектр сигнала с большим динамическим диапазоном, что значительно повышает точность и достоверность проводимых измерений.

Главное достоинство данной методики, заключается в том, что использование БПФ дает возможность наблюдать и отслеживать узкополосные амплитудные всплески на различных частотах, а не среднее значения в некой полосе частот (как например в обычных шумомерах). Так же прибор позволяет с большей точностью определить частоту и амплитуду пиков, после чего можно с некоторой долей вероятности определить природу происхождения повышенного акустического дискомфорта.

При проведении анализа полученных спектрограмм, было выявлено, что до 30-40% всех шумов составляют именно непостоянные, где наблюдаются непродолжительные узкополосные амплитудные всплески, уровень которых достигает до 40 дБ от постоянного шума. На рис. 3 показана 3D спектрограмма одной из записей уличного шума, где непостоянные шумы наиболее выражены и имеют большую амплитуду.

На рис. 4 показана спектрограмма участка с ярко выраженными узкополосными амплитудными всплесками. Из рис. 4 видно, что наибольший амплитудный всплеск находится на частоте равной 2,348 кГц и составляет примерно 35-40 дБ от постоянного шума (за исключением мнимых всплесков в области ультранизких частот, поскольку они могут обрабатываться программой, но фактически не обрабатываются звуковой картой ПК (от 0 до 20-30 Гц); так же в сигнале могут присутствовать различные

низкочастотные радиоимпульсы имеющие частоту 50 Гц, например от широко распространенных ЛЭП).

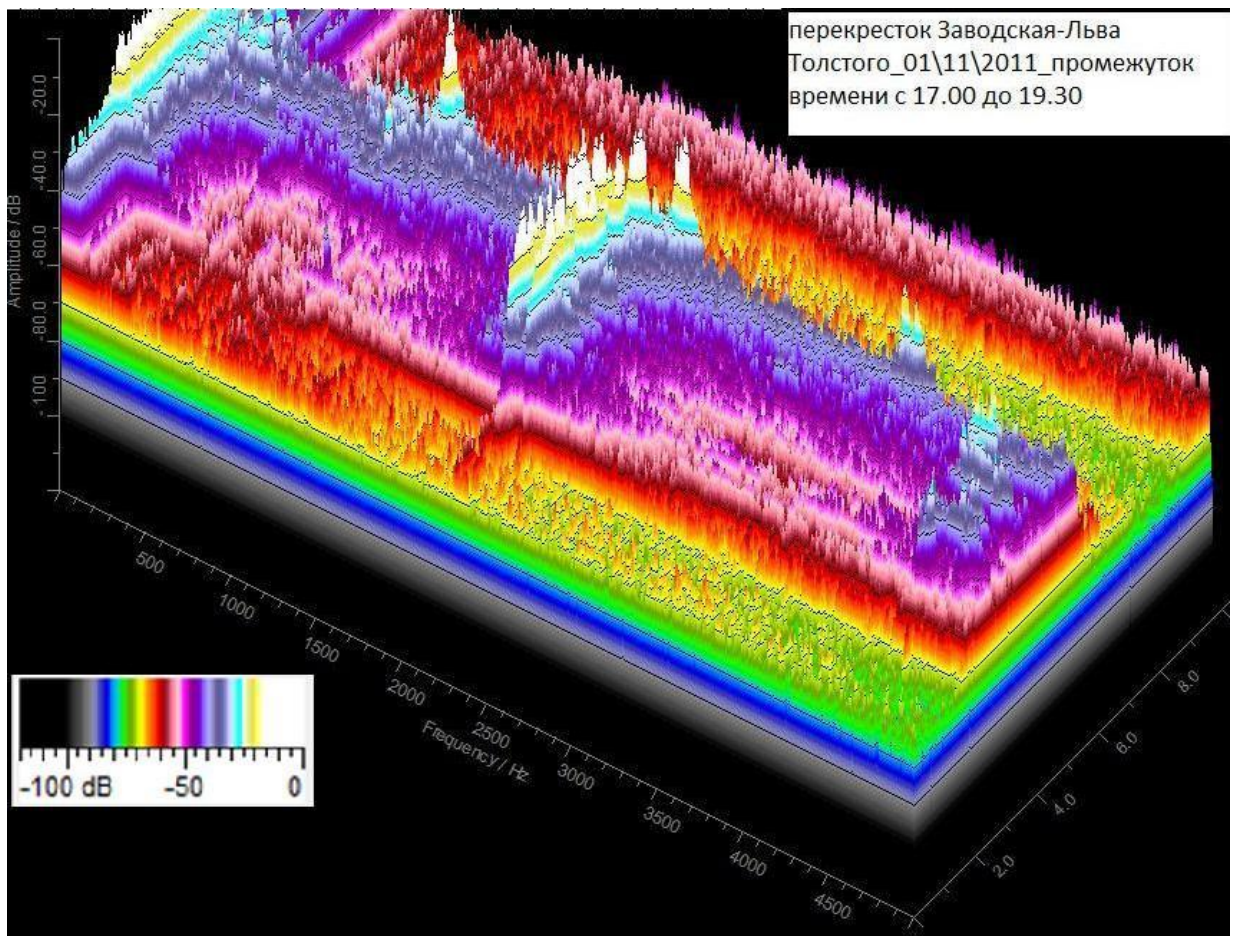


Рис. 3. 3D спектрограмма уличного шума.

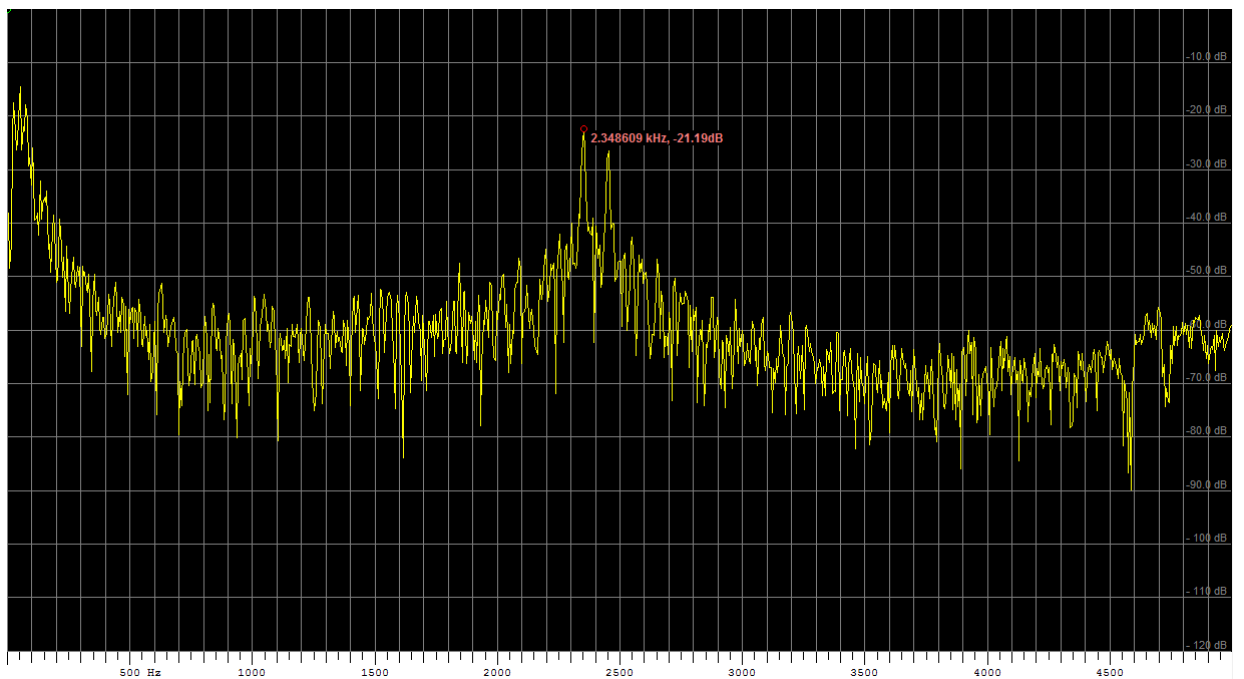


Рис. 4. Спектрограмма участка с амплитудными всплесками.

На рис. 5, на примере полученного ранее спектра (рис. 4), схематично показан общий алгоритм работы обычного шумомера.

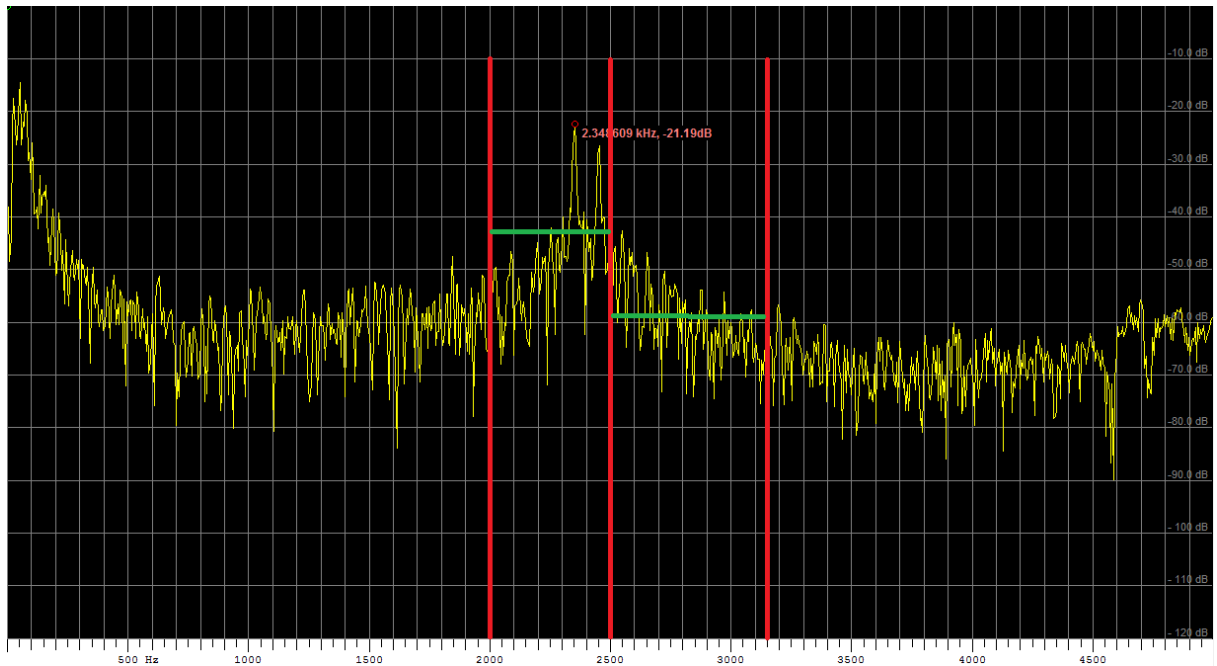


Рис. 5. Схема алгоритма работы обычных шумомеров.

Вертикальными линиями красного цвета выделены граничные полосы частот для шумомера с третьоктавным фильтром, в которые попадает участок с амплитудным всплеском. Отметим его в двух поддиапазонах 2-2,5 кГц и 2,5-3,15 кГц согласно ряду R10 (ГОСТ P53188.1-2008). Горизонтальными линиями зеленого цвета показаны усредненные значения амплитуд в данных диапазонах, т.е. именно то значение, которое и зафиксируется обычным шумомером (измерения по первой методике)

Из рисунка видно, что разница между амплитудой всплеска и средним значением, которую не зафиксирует шумомер, составляет порядка 20 дБ. Если учесть, что согласно ГОСТ 31295.1-2005 затухание звука α на данной частоте в атмосфере составит приблизительно 11,8 дБ/км при нормальных условиях (температура 20 °С, влажность воздуха 70%), то ошибка оценочных расчетов распространения звука на местности составит $\approx 1,7$ км. В условиях города такая погрешность является недопустимой.

В целом использование методики полного спектрального анализа позволяет получить более точную и достоверную информацию об акустической обстановке на улицах города.