

*Францев С.М.,*

*кандидат технических наук,*

*доцент кафедры «Организация безопасности движения»*

*Пензенский государственный университет*

*архитектуры и строительства*

*Россия, г. Пенза*

*Никонов А.Н.,*

*студент магистратуры*

*1 курс, специальность «Технология транспортных процессов»*

*Пензенский государственный университет*

*архитектуры и строительства*

*Россия, г. Пенза*

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОГРАММНЫХ ПРИЛОЖЕНИЙ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ СПЕКТРАЛЬНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТРАНСПОРТНОГО ШУМА**

**Аннотация:** Проведены натурные исследования спектральной характеристики транспортного шума при помощи программного приложения “Спектральный анализатор”. Спектр транспортного шума приходится на частотный диапазон от 1 до 20 кГц с увеличенным на 20 дБ значением уровня шума в диапазоне 1-4 кГц. Таким образом, шум, фиксируемый около проезжей части, является, вероятно, широкополосным. При этом, увеличенный уровень шума приходится на диапазон 1-4 кГц.

**Ключевые слова:** транспортный шум, спектр звука, спектральный анализ, уровень звука.

**Annotation:** Field studies of the transport noise spectral characteristics were carried out using the software application “Spectral Analyzer”. The spectrum of transport noise falls in the frequency range from 1 to 20 kHz with the noise level

*increased by 20 dB in the range of 1-4 kHz. Thus, the noise recorded near the carriageway is probably wide frequency. At the same time, the increased noise level falls in the range of 1-4 kHz.*

**Key words:** *transport noise, sound spectrum, spectral analysis, sound level.*

Спектральная характеристика – это вычленение из сигнала частотных составляющих.

Выявление спектральной характеристики позволит разрабатывать детекторы транспорта. Наиболее простыми и дешевыми при реализации являются пассивные акустические детекторы, для которых требуется вовлечение в их состав направленного микрофона [1].

Шум – это акустическая характеристика потока, включающая в себя неупорядоченное сочетание различных по силе и частоте звуков.

Шумы дорожного движения – это звуковой сигнал, создаваемый различными транспортными средствами. Другие источники звука от транспортных средств – автомобильный звуковой сигнал, охранный сигнализация и т.п.

Шум от автотранспорта генерируется рядом источников: силовая установка (двигатель, шум впуска-выпуска), вентилятор системы охлаждения, трансмиссия (коробка передач и задняя ось), шум качения шин, срабатывание тормозного привода и т.д. Они обычно группируются по двум категориям: источники, связанные с силовой установкой и трансмиссией, и все другие источники называемые шинные/дорожные шумы. Относительное соотношение этих источников зависит от условий эксплуатации, а также от типа транспортного средства.

Уровень и характеристики шинного / дорожного шума зависят от большого диапазона параметров, не в последнюю очередь от скорости транспортного средства. Существует чрезвычайно сложное сочетание механизмов и связанных с ними явлений, которые имеют некоторое влияние на шум шин / дорог.

Механизмы генерации шинного / дорожного шума можно разделить на две основные группы: структурные механические колебания и воздушные аэродинамические явления [2].

Вибрации и шумы автомобиля классифицируются на три раздела, базируясь на способе их передачи (восприятия) и частотном диапазоне (табл. 1). Это разделение может быть отнесено к тому факту, что виброакустическое поведение структуры транспортного средства различно на этих трех частотных диапазонах.

Таблица 1

### Классификация вибраций и шумов автомобиля

Описание	Способ передачи	Частотный диапазон
Низкочастотные	Производимые структурой ( <i>Structure-Born</i> )	0-150 Гц
Среднечастотные	Порождаемые структурой и воздухом ( <i>Structure and Air born</i> )	150-1000 Гц
Высокочастотные	Порождаемые воздухом ( <i>Air born</i> )	Более 1000 Гц

Рассматриваемая структурная вибрация (*Structure-Borne Vibration*) производимая компонентами автомобиля подразделяется на следующие диапазоны:

- 1) диапазон частот: до 1000 Гц;
- 2) передается через структурные пути;
- 3) «источник звука» является источником вибраций;
- 4) поверхности излучают звук в салон;
- 5) эффект низкого акустического поведения модальных частот [3].

Акустический баланс поршневой ДВС является сложным источником шума. Его звуковое поле формируется совокупностью акустического излучения ряда независимых источников. В ДВС по механизму образования различают следующие виды шума [4]:

1. Аэродинамический шум возникает в результате газообмена двигателя с окружающей средой при впуске и выпуске, а также при взаимодействии лопастей вентилятора с воздухом. 2. Структурный шум излучается наружными поверхностями деталей двигателя при механических колебаниях его структуры. Вклад в звуковое поле автотракторных двигателей и характер шумоизлучения каждого из этих акустических излучений неодинаков. Он определяется техническими и эксплуатационными характеристиками двигателя:

- акустическое излучение;
- аэродинамический шум;
- структурный шум;
- шум системы охлаждения;
- шум от колебания ДВС на подвеске;
- шум от колебания наружных поверхностей;
- впуск;
- выпуск;
- вентилятор;
- удары в подвижных сочленениях;
- рабочий процесс;
- шум от процессов газообмена;
- назначением (в составе машины или установки, где будет работать ДВС);
- типом воспламенения топлива: от сжатия или от искры;
- способом организации смесеобразования и сгорания;
- типом системы охлаждения: жидкостной или воздушной; мощностными показателями, степенью форсирования;
- особенностями конструкции и технологии изготовления как двигателя в целом, так его отдельных узлов и деталей.

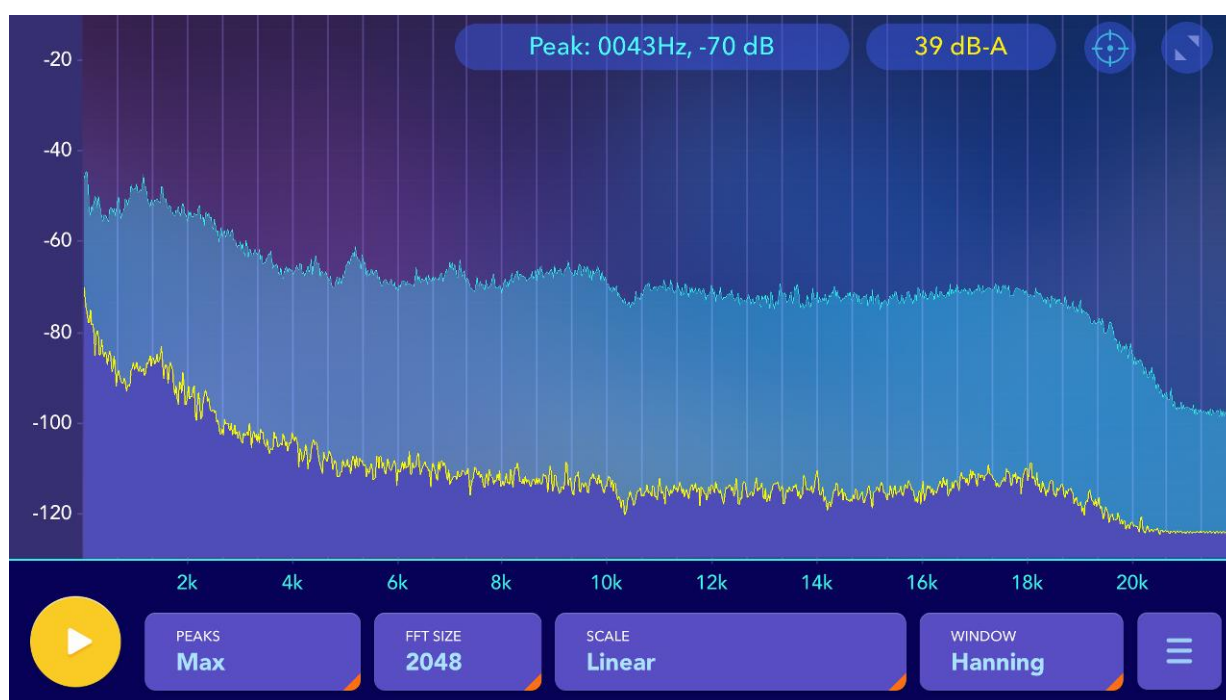
Аэродинамический шум возникает в результате колебания давления и скорости в газовых потоках и объемах. Источниками аэродинамического происхождения являются: входные и выходные отверстия систем впуска и выпуска соответственно; вентилятор системы охлаждения.

Для исследования спектральной характеристики транспортного шума разработаны различные программные приложения.

Авторами проведены исследования спектральной характеристики транспортного шума при помощи программного приложения “Спектральный анализатор” (Разработчик Elena Polyanskaya) для iOS 12 [5].

Исследования спектральной характеристики транспортного шума на проезжей части проведены 20.01.2019г. в с. Бессоновка Пензенской области на участке автомобильной дороге г. Пенза – р.п. Лунино в 19.00.

Результаты, полученные на расстоянии 3 м от края проезжей части, приведены на рис. 1.



***Рисунок 1. Результаты исследований спектральной характеристики транспортного шума: верхняя кривая – при проезде автомобиля через зону контроля транспортных средств; нижняя кривая – при отсутствии в зоне контроля транспортных средств***

Из рис. 1 видно, что при проезде транспортных средств через зону контроля уровень шума приблизительно в 2 раза выше, чем при отсутствии в зоне контроля транспортных средств. Спектр транспортного шума приходится

на частотный диапазон от 1 до 20 кГц с увеличенным на 20 дБ значением уровня шума в диапазоне 1-4 кГц.

Таким образом, шум, фиксируемый около проезжей части, является широкополосным. При этом, увеличенный уровень шума приходится на диапазон 1-4 кГц.

## ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Францев С.М., Савенков А.В. Исследование шумовых характеристик транспортного потока на базе направленного микрофона типа “бегущая волна”. Инженерный вестник Дона, №2, часть 2 (2015). URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2p2y2015/2956](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2p2y2015/2956) (дата обращения: 23.01.2019).

2. Duffner, Orla (2006) Using audio-based signal processing to passively monitor road traffic. PhD thesis, Dublin City University. URL: [http://doras.dcu.ie/17378/1/orla\\_duffner\\_20120704102526.pdf](http://doras.dcu.ie/17378/1/orla_duffner_20120704102526.pdf) (дата обращения: 23.01.2019).

3. Шапкина Ю.В., Вахидов У.Ш., Шапкин В.А. Обоснование концепции “источник-путь-получатель” для анализа структурной вибрации автомобиля. Труды Нижегородского государственного технического университета имени Р.Е. Алексеева №4 (101), 2013.

4. Шум автомобильных двигателей внутреннего сгорания: учеб. пособие / М.Г. Шатров, А.Л. Яковенко, Т.Ю. Кричевская. – М.: МАДИ, 2014. – 68 с.

5. Спектральный анализатор. Разработчик Elena Polyanskaya. Режим доступа: App Store (дата обращения: 23.01.2019).