

ИНФОРМАТИВНЫЕ ПРИЗНАКИ В ЗАДАЧАХ РАСПОЗНАВАНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ ОБЪЕКТОВ ПО ШУМАМ

Оксана Андреевна Копылова

Новосибирский государственный технический университет, 630073, Россия, г. Новосибирск, пр. К. Маркса, 20

Исследование относится к проблеме оценивания и предупреждения геоэкологических рисков, возникающих в результате воздействия транспортных шумов. В данной работе исследуются шумы крупных транспортных средств. Были получены спектральные, пространственно-временные характеристики шумов гусеничной и колесной тяжелой техники, железнодорожного транспорта. Определены закономерности ослабления уровня транспортного шума низких частот по расстоянию, выделены основные моды шумов тяжелой техники.

Ключевые слова: транспортные шумы, транспортные средства, железнодорожные шумы, геоэкологические риски.

INFORMATIVE SIGNS IN TASKS OF RECOGNITION OF TRANSPORT OBJECTS BY NOISE

Oksana A. Kopylova

Novosibirsk State Technical University, 630073, 20, Karl Marx Ave., Novosibirsk, Russia

The study relates to the problem of assessing and preventing geoeological risks arising from exposure to traffic noise. This paper explores the noise of large vehicles. Spectral, spatio-temporal characteristics of noise of tracked and wheeled heavy equipment, railway transport were obtained. The patterns of attenuation of the low-frequency transport noise level by distance are determined, the main modes of heavy equipment noise are highlighted.

Key words: transport noise, vehicles, railway noise, geoeological risks.

Введение

Технологии мониторинга и прогнозирования окружающей среды, снижения рисков и смягчения последствий природных и техногенных катастроф относятся к числу приоритетных направлений развития науки, технологий и техники [1, 2]. Данное исследование относится к проблеме оценивания и предупреждения геоэкологических рисков, возникающих в результате воздействия транспортных шумов. По оценкам Всемирной организации здравоохранения, около 40% населения в странах ЕС подвержены воздействию шума дорожного движения на уровнях, превышающих 55 дБ, а 20% – уровням, превышающим 65 дБ (А) в дневное время. Это связано с повышением автомобилизации населения, масштабными строительными работами в городах и пригородах, запуском новых предприятий.

В рамках данной работы исследуются шумы крупных транспортных средств, а также железнодорожного транспорта. С целью поиска информативных признаков были получены спектральные, пространственно-временные характе-

ристики шумов [3 - 5] некоторых видов тяжелой техники. Учитывая, что во вклад транспортных шумов вносятся шумы тяжелой техники (гусеничной, колесной), то были проведены специально организованные полевые экспериментальные исследования по регистрации сейсмических колебаний, источниками которых являются шумы, порождаемые гусеничной техникой и тяжелым автотранспортом типа КАМАЗ.

Объекты и материалы исследования

Шумы, порождаемые гусеничной техникой. Схема движения гусеничного транспорта и положение регистрирующих станций №№ 1, 2 представлены на рис. 1.

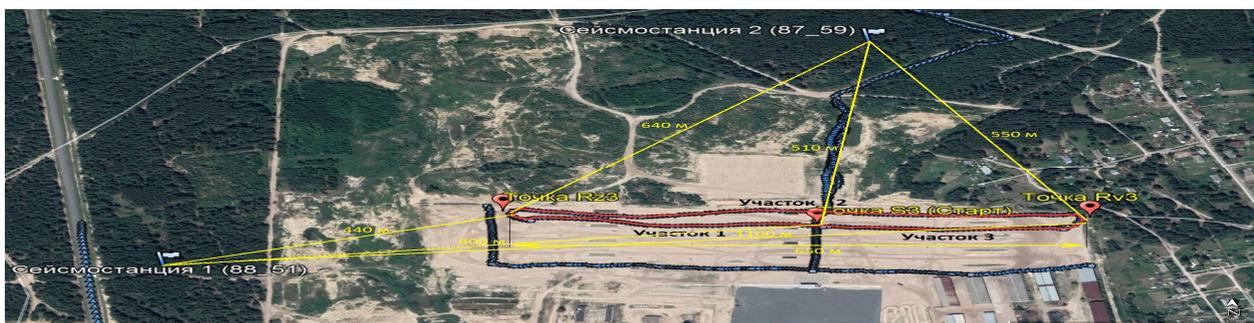


Рис. 1. Схема движения гусеничного транспорта

Звездочками обозначены участки пути, на которых проводились измерения характеристик транспортных шумов (рис.2).



Рис. 2. Схема движения гусеничного транспорта

На рис. 3 представлены графики спектрально-временного анализа, характерные для шумов гусеничного транспорта.

Основными частотами для гусеничной техники являются частоты около 17-18 Гц, что хорошо видно на графиках спектрального анализа, представленных на рис.4.

График значений основных мод шумов по компонентам X, Y, Z в зависимости от расстояния представлен на рис. 5. Из анализа представленного графика

следует, что в диапазоне расстояний 450-1100 м затухание сейсмического сигнала составляет 10-13 раз.

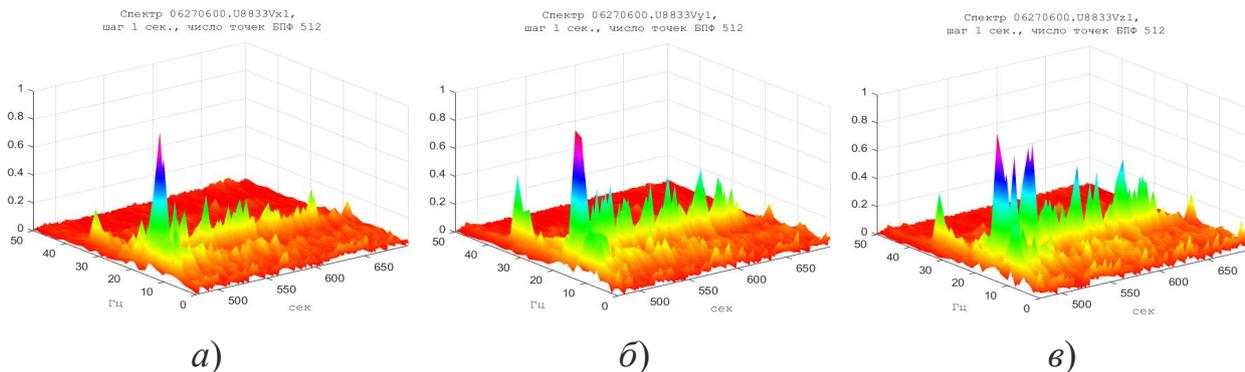


Рис. 3. Спектрально-временной анализ шумов гусеничного транспорта: а) по компоненте x; б) по компоненте y; в) по компоненте z

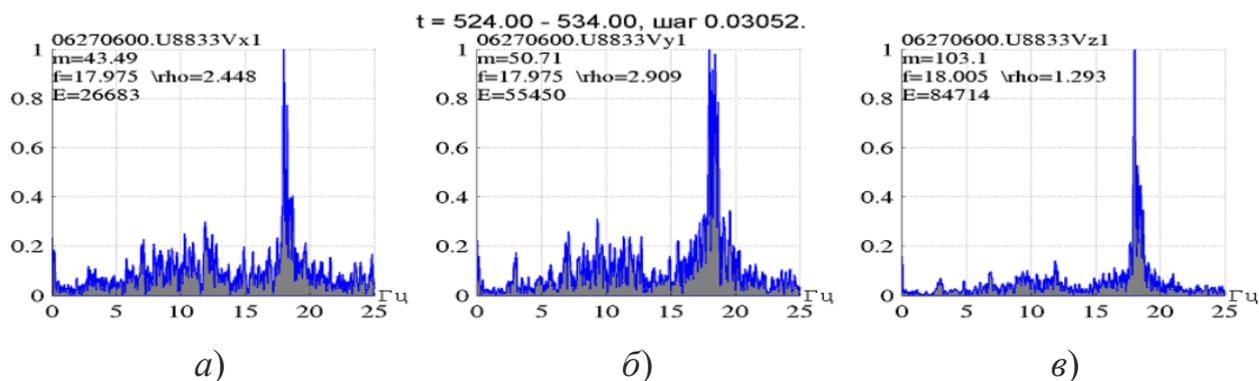


Рис. 4. Графики спектрального анализа шумов гусеничного транспорта: а) по компоненте x; б) по компоненте y; в) по компоненте z

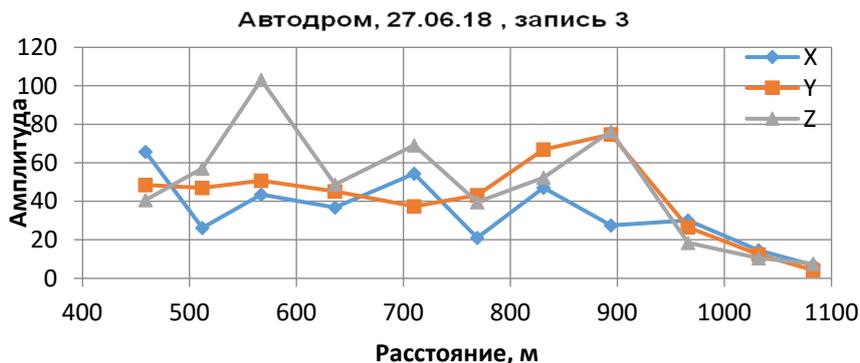


Рис. 5. График значений амплитуд основных мод шумов

Шумы КАМАЗа. Схема движения КАМАЗа и положение регистрирующих станций №№ 1,2 представлены на рис.6.



Рис. 6. Схема движения КАМАЗа

График спектрально-временного анализа представлен на рис. 7. Видно, что повышение амплитуды колебаний выражено в частотах до 150Гц.

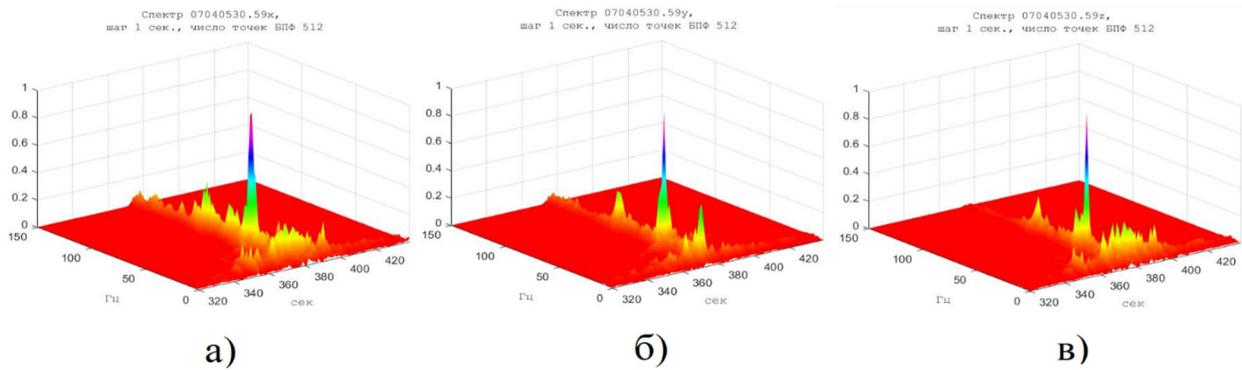


Рис. 7. Спектрально-временной анализ шумов КАМАЗа:
а) по компоненте x; б) по компоненте y; в) по компоненте z

Основными частотами для КАМАЗа являются частоты около 10 и 43 Гц, что хорошо видно на графиках спектрального анализа, представленных на рисунке.

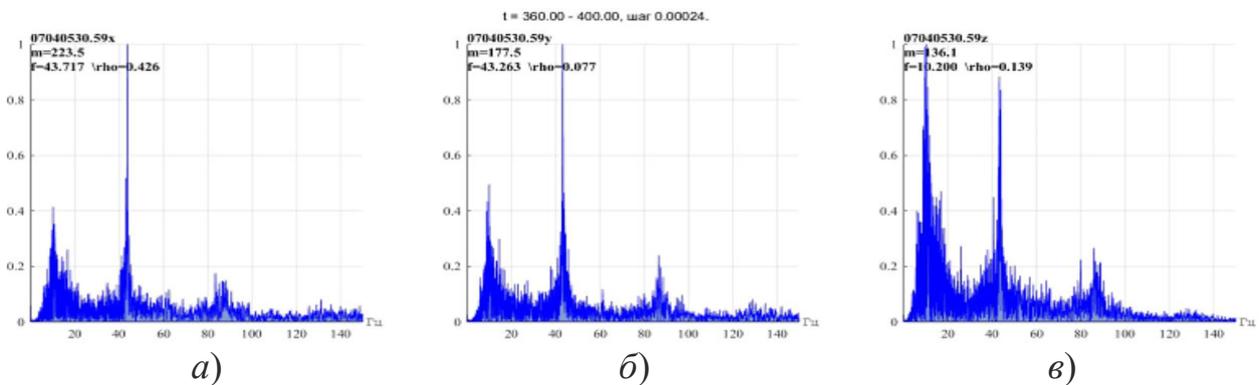


Рис. 8. Графики спектрального анализа шумов КАМАЗа:
а) по компоненте x; б) по компоненте y; в) по компоненте z

Шумы железнодорожного транспорта. Запись данных для анализа шумов, создаваемых железнодорожным транспортом, проводилась с 13.00 30 октября до 13.00 31 октября 2019г. Примерное местоположение сейсмостанции указано на рисунке:

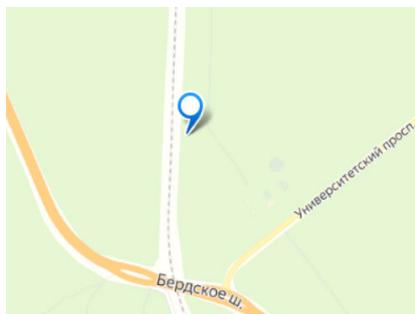


Рис. 9. Местоположение сейсмостанции

Во время работы сейсмостанции были получены записи шумов движущихся электропоездов, пассажирских и грузовых поездов. Для каждого вида железнодорожного транспорта были получены графики спектрального и спектрально-временного анализа.

На графиках спектрально-временного анализа при приближении поездов к сейсмостанции можно заметить резкое увеличение амплитуды колебаний. При движении электропоезда возникает широкополосный шум в пределах примерно от 5 до 45 Гц.

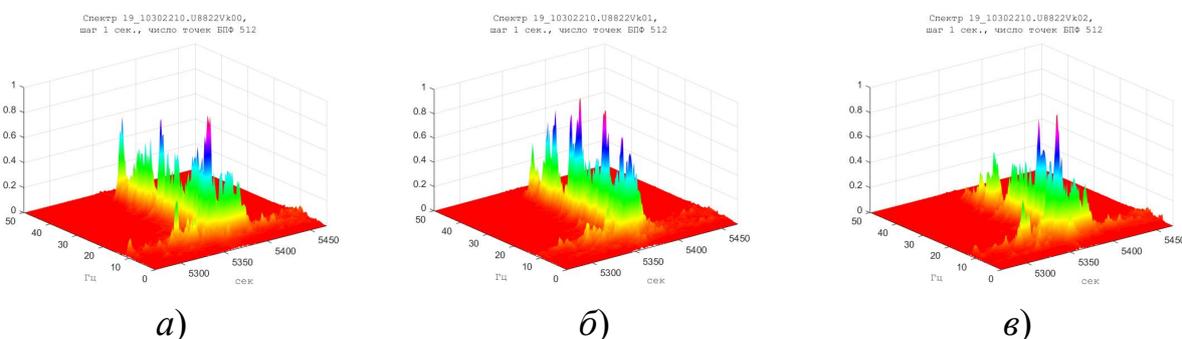


Рис. 10. Графики спектрально-временного анализа шумов электропоезда:
а) по компоненте x; б) по компоненте y; в) по компоненте z

Анализ данных, полученных с сейсмических датчиков, показывает, что наиболее выраженными частотами для электропоездов являются частоты около 7-11 Гц, а также заметно повышение амплитуды колебаний на частотах около 16-20, 25-28, 33-38 Гц.

На рис. 11 приведены графики, полученные в результате усреднения значений амплитуды колебаний в диапазоне частот до 50 Гц для электропоездов.

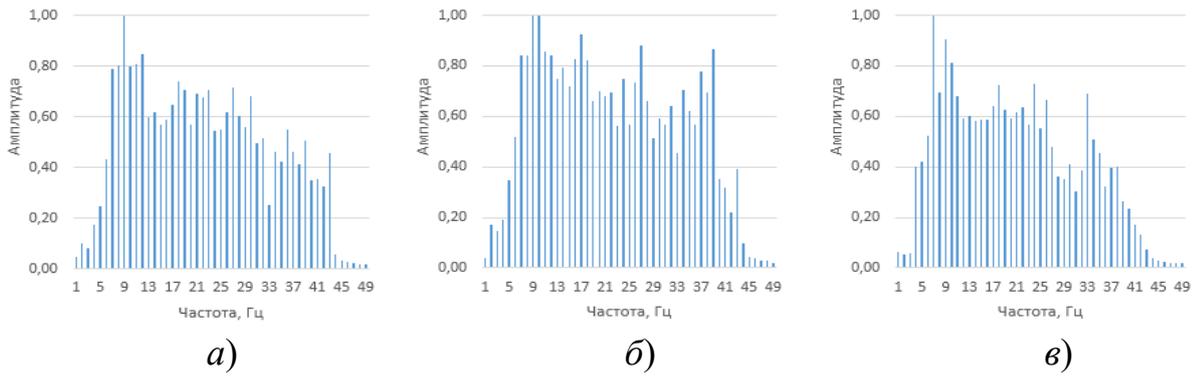


Рис. 11. Результат усреднения данных, полученных с помощью сейсмического датчика:

а) по компоненте x ; б) по компоненте y ; в) по компоненте z

При движении пассажирских поездов также возникает широкополосный шум в пределах примерно от 4 до 45 Гц, что видно на рис. 12.

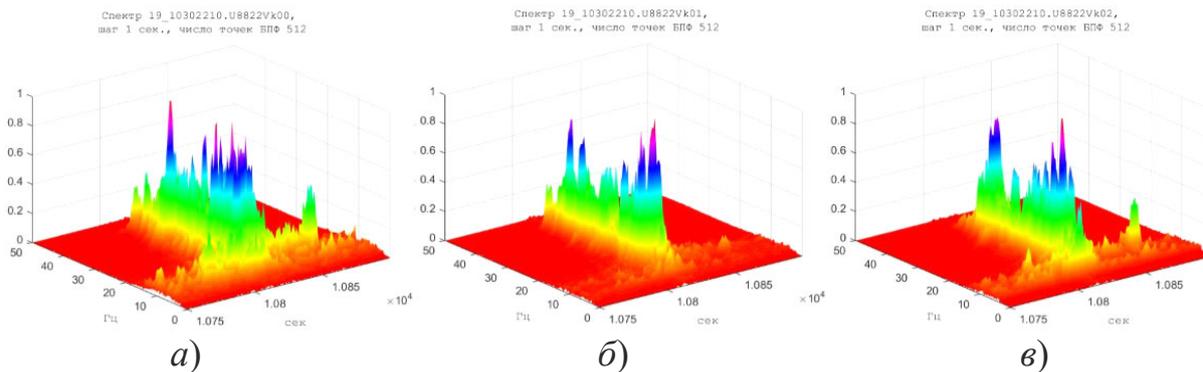


Рис. 12. Спектрально-временной анализ шумов пассажирских поездов:
а) по компоненте x ; б) по компоненте y ; в) по компоненте z

Основными частотами для пассажирских поездов являются частоты около 7-9, 14-18, 31-33 Гц, что хорошо видно на рис. 13, полученных в результате усреднения значений амплитуды колебаний в диапазоне частот до 50 Гц.

Для грузовых поездов также характерен шум в пределах примерно от 4 до 45 Гц, однако наиболее выраженными частотами для них являются частоты около 4 – 6 Гц. Это хорошо видно на графиках, спектрально-временного анализа, представленных на рисунке 14, а также на графиках, полученных в результате усреднения значений амплитуды колебаний в диапазоне частот до 50 Гц, представленных на рис. 15.

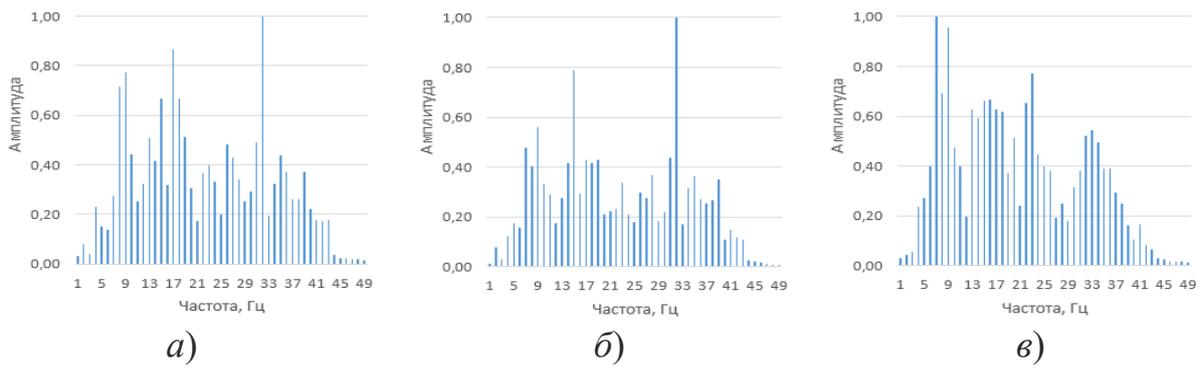


Рис. 13. Результат усреднения данных, полученных с помощью сейсмического датчика:
 а) по компоненте x ; б) по компоненте y ; в) по компоненте z

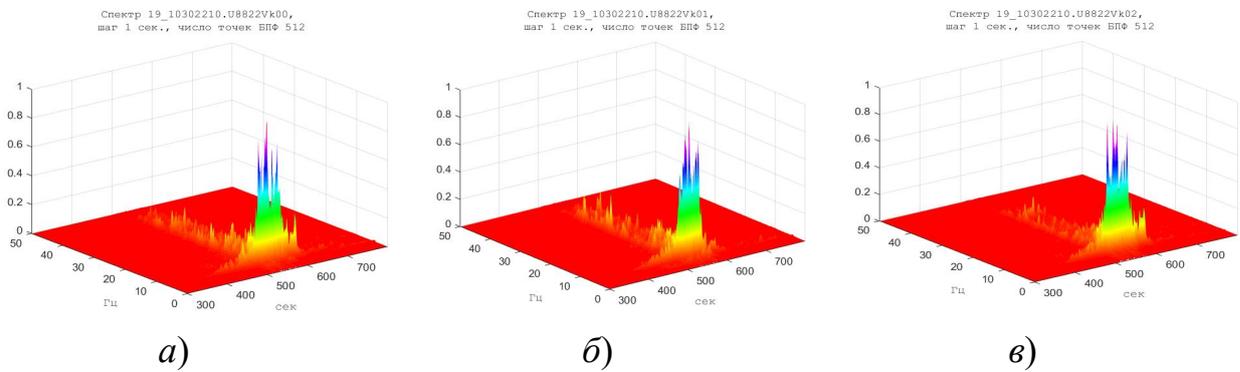


Рис. 14. Графики спектрально-временного анализа грузовых поездов:
 а) по компоненте x ; б) по компоненте y ; в) по компоненте z

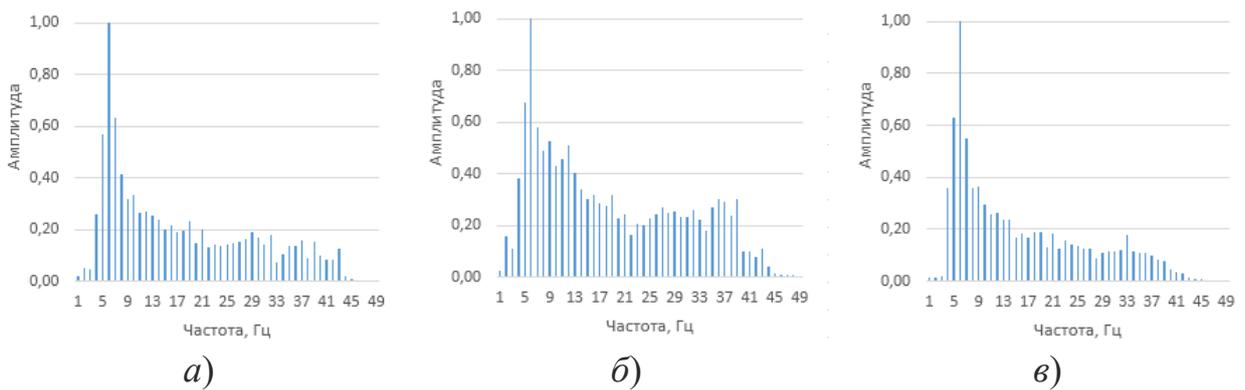


Рис. 15. Результат усреднения данных, полученных с помощью сейсмического датчика:
 а) по компоненте x ; б) по компоненте y ; в) по компоненте z

Результаты и обсуждения

В ходе работы были обнаружены характерные особенности сейсмических шумов тяжелого колесного, гусеничного, а также железнодорожного транспорта. На основе полученных данных были выявлены наиболее отличительные информативные признаки, позволяющие проводить классификацию данных типов объектов.

При прохождении гусеничной техники наблюдается заметное повышение амплитуды колебаний в пределах частот около 10-25Гц. Основными частотами являются частоты около 17-18Гц.

КАМАЗ имеет широкополосный шум в пределах до 150Гц. Основными частотами являются частоты около 10 и 43 Гц.

Для классификации электричек, пассажирских и грузовых поездов были выбраны следующие признаки:

1. Отношение среднего значения амплитуды колебаний на промежутке частот от 3 до 7 Гц к среднему значению амплитуды колебаний на промежутке от 19 до 49 Гц

2. Отношение среднего значения амплитуды колебаний на промежутке частот от 19 до 29 Гц к среднему значению амплитуды колебаний на промежутке от 30 до 33 Гц

Первое условие направлено на выделение грузовых поездов, поскольку это отношение дает наибольшее значение именно для этого вида железнодорожного транспорта.

С помощью второго условия проводится отделение шумов электричек от шумов пассажирских поездов. На промежутке частот около 30 - 33 Гц отчетливее наблюдались всплески амплитуды колебаний шумов пассажирских поездов. Повышение амплитуды колебаний на промежутке около 19 – 29 Гц лучше выражено у электричек.

Результат разбиения по данным признакам для компоненты x представлен на рис. 16. На данном рисунке по оси абсцисс откладывались значения, полученные при расчете первого отношения, по оси ординат – значения, полученные при расчете второго отношения.

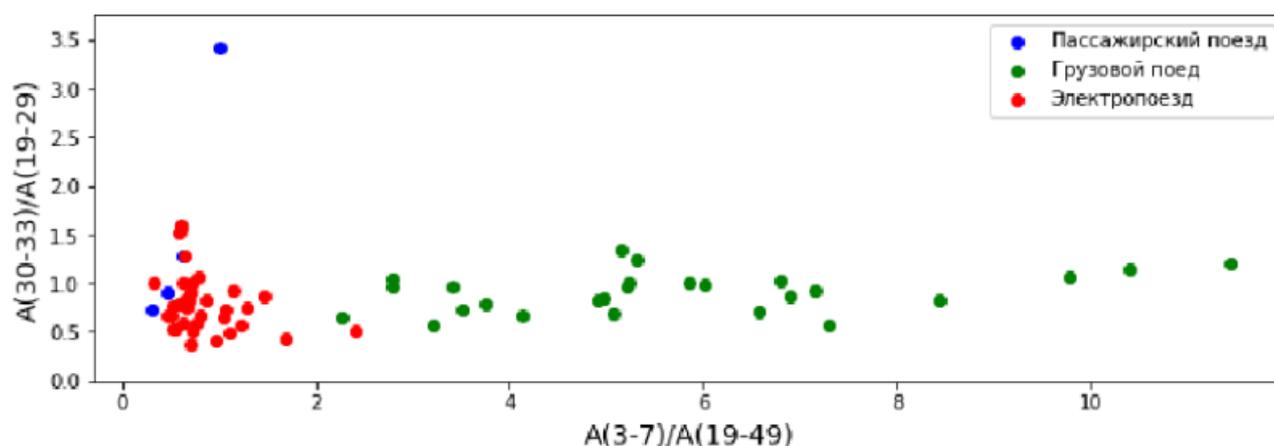


Рис. 16. Определение информативных признаков

Заключение

В ходе работы получены спектральные, пространственно-временные характеристики шумов некоторых видов тяжелой техники и железнодорожного транспорта, определены закономерности ослабления уровня транспортного шума низких частот по расстоянию, выделены основные моды шумов тяжелой техники. Были определены характерные особенности сейсмических шумов рассматриваемого транспорта.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Оценка и пути снижения негативных последствий экстремальных природных явлений и техногенных катастроф. Монография под ред. акад. Лаврова Н.П., М.: ИФЗ РАН, 2011.-220 с.
2. Хайретдинов М.С., Ковалевский В.В. Вибрационные технологии в экологоохранном прогнозировании. «Инновационные, информационные и коммуникационные технологии» Сборник трудов XIV международной научно-практической конференции, 2017, с. 20-25
3. Авроров С.А., Хайретдинов М.С. Автоматизированная процедура поточного обнаружения и идентификации сейсмических событий. //Вестник НЯЦ РК, 2008-2. – С.70-75.
4. Авроров С.А., Хайретдинов М.С. Распределённая обработка данных в мониторинговых системах и сетях. // Научный вестник НГТУ. - 2010. - № 1 – С. 3-12.
5. Сергиенко А.Б. Цифровая обработка сигналов. – СПб.: Питер, 2003. – 604 с.

© О. А. Копылова, 2020