

А.О. КОВАЛЕНКО,
М.Д. БАКНИН, Н.В. ДОРОФЕЕВ
**Применение виброакустического
метода для управления и контроля
транспортными потоками**

УДК 625.745

Муромский институт
(филиал) ФГБОУ ВО
«Владимирский
государственный
университет имени
А.Г. и Н.Г. Столетовых»,
г. Муром

В данной статье рассматривается новый виброакустический метод идентификации параметров транспортных средств, а именно основные алгоритмы и наиболее важные моменты, связанные с его применением. В статье затрагиваются вопросы, связанные с современным состоянием и развитием интеллектуальных транспортных систем, а также различными методами сбора транспортной информации.

Введение

В настоящее время с ростом числа крупных городов и развитием городской инфраструктуры Количество автотранспортных средств постоянно увеличивается, что приводит к необходимости контроля и управления транспортными потоками для повышения безопасности, оптимизации и сбора статистических данных. В связи с этим продолжают активно развиваться так называемые интеллектуальные транспортные системы (ИТС). [1,2] Причем в их задачи уже входит не только простое обнаружение или подсчет автомобилей, но более сложные задачи, которых с каждым годом становится всё больше и больше. Например: предупреждение водителей и различных служб о состоянии дорожной ситуации и дорожного полотна, регулирование скоростного режима, управление движением при помощи дорожных знаков или светофоров, измерение общего веса транспортного средства и нагрузки на каждую его ось непосредственно при движении и т.д. Кроме того современные транспортные системы не должны приводить к

нарушению дорожного движения как во время установки так и во время их эксплуатации, а в связи с масштабным применением и постоянством работы одними из основных характеристик таких систем являются их стоимость и срок службы.

Основой работы любой ИТС является сбор данных о параметрах каждого проезжающего транспортного средства и обо всем транспортном потоке в целом с целью дальнейшей обработки. Для сбора информации в современных системах применяется различного рода датчики, наиболее часто используемыми являются индуктивные петли, видеокамеры, радары и тензорезистивные датчики, но все они имеют ряд недостатков, более подробно рассмотренных в [3] ограничивающих их применение. Кроме того, в большинстве систем применяется сразу несколько методов получения информации, что ещё больше усложняет и увеличивает их стоимость. Таким образом, развитие новых методов и подходов в данной области остается весьма актуальным.

Виброакустический метод и его применение

Каждое транспортное средство проезжающее по автодороге создает вибрации дорожного полотна (рис. 1). Таким образом, расположенные возле обочины или скрытые в дорожное полотно виброакустические датчики регистрируют вибрации и шумы проезжающего транспортного средства, которые несут в себе достаточно большое количество информации. И при соответствующей обработке этих виброакустических сигналов можно не только обнаруживать транспортные средства, но и определять их тип, а также такие параметры как вес и скорость автомобиля.



Рис.1. Реализация виброакустического метода идентификации параметров автомобиля.

Для экспериментальных исследований была разработана схема сбора виброакустических данных представленная на рис. 2.

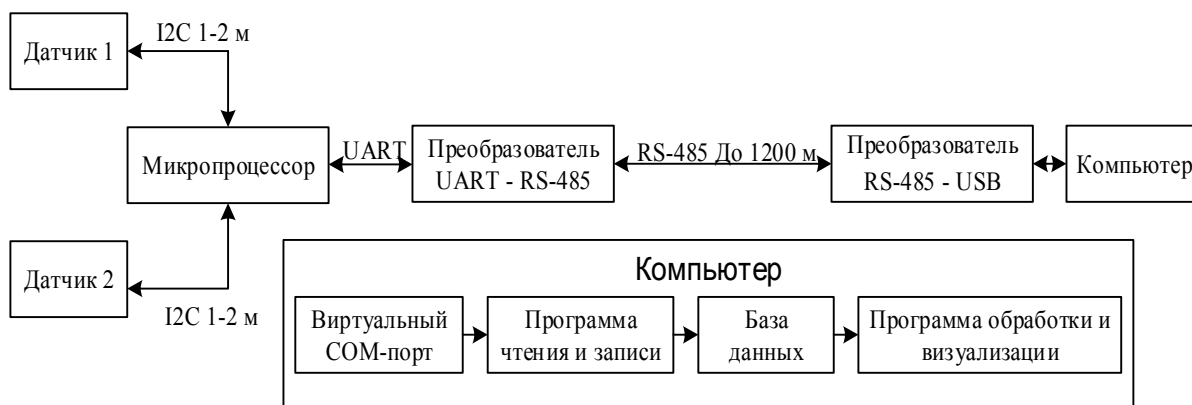


Рис. 2. Схема сбора виброакустических данных.

Вариантов подобной схемы может быть достаточно много, но каждая из них должна включать следующие основные блоки:

- измерительный блок
- блок сбора данных
- канал приема/передачи
- блок обработки, управления и визуализации полученных данных.

Согласно данной схеме под управлением процессора сигналы детектируются двумя датчиками и передаются на компьютер для

записи и последующей обработки. Более наглядно общие алгоритмы работы данной схемы представлены на рис.3.

Но при практической реализации возникает ряд вопросов связанных с выбором компонентов, расположением датчиков относительно друг друга, расстоянием до проезжей части, а также учетом влияния различных внешних факторов.

При выборе компонентов следует учитывать, что дорожные вибрации распространяются в трёх осях и имеют достаточно широкий диапазон частот вплоть до 4 кГц, поэтому в качестве виброакустических датчиков предлагается использовать высокочастотные трех осевые акселерометры.

Взаимное расположение датчиков, а также их оптимальное количество необходимо определить экспериментальным путем. Наибольшее влияние оказывают такие факторы как, количество полос автодороги, интенсивность движения транспорта и требуемая точность измерений. Предполагается, что для простого обнаружения и идентификации типа транспортного средства на двух полосной дороге со средней интенсивностью движения, с точностью более 95% достаточно двух датчиков на расстоянии 2-3 метров.

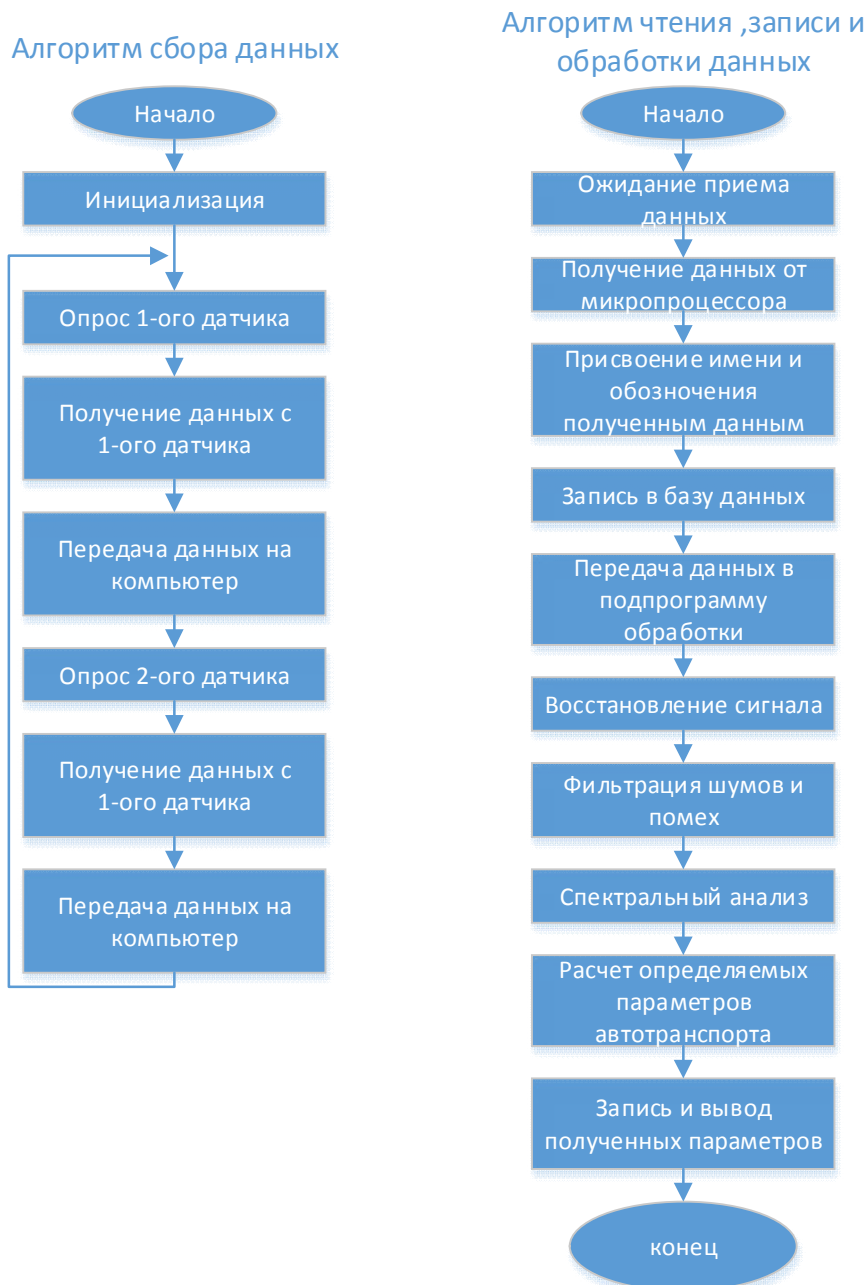


Рис. 3. Общий алгоритм работы системы.

Относительно проезжей части датчики можно расположить как, возле дорожного полотна (на расстоянии нескольких метров) так и под ним. Кроме того, они могут быть закопаны на глубину в несколько десятков сантиметров или располагаться на каком-либо сооружении связанным с дорожным полотном для передачи вибраций. Расположение датчиков за пределами дороги или размещение их в выпуклой дорожной разметке, более

предпочтительно так как это не требует разрушения дорожной одежды при установке.

При получении виброакустических сигналов необходимо учитывать внешние факторы, которые могут повлиять на характеристики сигналов и внести дополнительные искажения сигналов. К таким факторам можно отнести погодные условия, состояние и характеристики асфальта и грунта, а также влияние расположенных поблизости крупные источников вибрации. Влияние каждого из этих факторов требует проведения отдельного исследования, в результате которого могут быть введены соответствующих поправочных коэффициенты для получение более точных и достоверных данных. Кроме того, анализ состояния дорожного полотна может быть использован для предупреждения водителей с помощью управляемых дорожных знаков (например, о гололёде) или специальные службы, в целях повышения безопасность дорожного движения.

Помимо этого, возникает ряд проблем и при обработке полученных данных, в первую очередь это связано с возникновением различных дорожных ситуаций, например, таких как обгон.

Если в случае обнаружения одного транспортного средства задача обработки практически сводится к различного рода фильтрации и определению амплитуды и частоты сигнала, то в случае нескольких транспортных средств возникает уже проблема разделения сигналов.

Для разделения сигналов от автомобилей движущихся друг за другом можно ввести оптимальный временной порог.

Для разделения параллельно движущихся автомобилей можно использовать порог чувствительности и фиксировать таким образом автомобили в каждой полосе отдельными датчиками. Проблема обгона в зоне определения может быть решена установкой нескольких датчиков на расстоянии, позволяющем автомобилям произвести обгон. Это позволит фиксировать подобную ситуацию и обрабатывать каждый автомобиль в отдельности. Кроме использования большего количества датчиков, в зависимости от сложности дороги могут применяться различные радиотехнические методы разделения нескольких полезных сигналов. [4]

В дальнейшем нами будут проведены исследования в области определения различных параметров автотранспорта: класса, веса и скорости. Алгоритм определения класса(типа) транспортного средства сводится к обнаружению автомобиля и подсчету количества осей и расстояния между ними путем определения пиков амплитуд полученного сигнала. Значение таких показателей как амплитуда, частота и энергия сигнала, так же зависят от веса транспортного средства, что позволяет измерять вес транспортного средства в движении. Скорость автомобиля можно определить через время и расстояние фиксирую сигнал от двух и более синхронизированных датчиков или используя различные дорожные индикаторы (шумовые полосы, выпуклою дорожную разметку и т.д.).

Заключение

Рассмотренный метод является достаточно простым и может быть использован в системах контроля и управления транспортными потоками. Однако в настоящее время для его практического применения требует проведения ряда экспериментальных и теоретических исследований связанных с разработкой отдельных алгоритмов и получения различных зависимостей виброакустических сигналов. Использование данного метода позволит устранить или значительно уменьшить основные недостатки присущие современным методам сбора информации о параметрах транспортного потока. Так, благодаря, компактным размерам и сравнительно низкой стоимости виброакустических датчиков, системы на их основе обладают мобильностью и могут быть развернуты в больших количествах, что дает им явную преимущество в сравнении с индуктивными петлями и системами динамического взвешивания на основе тензорезисторов. Кроме того, простая установка и возможность автономной работы при отсутствии сложных вычислительных мощностей дает возможность использовать их вместо систем видеофиксации для мониторинга и сбора транспортной статистики, в том числе за пределами крупных городов.

Литература

1. А. Э. Горев Информационные технологии на транспорте. Электронная идентификация автотранспортных средств и транспортного оборудования: учеб. пособие для студентов специальностей 190701 – организация перевозок и управление на транспорте, 190702 – организация и безопасность движения (автомобильный транспорт) / А. Э. Горев; СПбГАСУ. – СПб., 2010. – 96
2. Маркелов Г.Я., Пугачев И.Н., Салтанова Е.Д. Факторы развития интеллектуальных транспортных систем // Транспорт азиатско-тихоокеанского региона 2015 № 1(2,3) с.42-46
3. Коваленко А.О., Котов А.Н., Дорофеев Н.В. Виброакустический метод идентификации параметров автомобилей и транспортного потока // Машиностроение и безопасность жизнедеятельности 2016 №2 с.20-23
4. Обертов Д.Е., Бардов В.М. Алгоритм обнаружения транспортных средств с помощью акселерометров // Информационно-управляющие системы. 2013. № 6 (67). С. 6-13.