

### Список литературы

1. Компьютерные методы обработки данных: обзор статистических пакетов [Электронный ресурс] URL: <http://denisvolkov.com/wp-content/uploads/2011/03/КМОД-0.pdf> доступ свободный
2. Берестнева О.Г., Фисоченко О.Н., Моисеенко А.В., Щербаков Д.О. Разработка профориентационной системы поддержки принятия решения для абитуриентов Национального исследовательского Томского политехнического университета [Электронный ресурс] // Интернет журнал Науковедение, 2013. – №. 4. – Режим доступа: <http://naukovedenie.ru/PDF/77pvn413.pdf>
3. Моисеенко А.В., Берестнева О.Г., Щербаков Д.О. Развитие информационного ресурса для оценки компетентности ИТ-специалистов//Информационные и математические технологии в науке, технике, медицине: труды Всероссийской конференции с международным участием. – Томск, 2012 г. – Т.2 – С. 12–14.
4. Берестнева О.Г., Муратова Е.А. Компьютерный анализ данных. – Томск: Изд-во ТПУ, 2010. – 144 с.
5. Zharkova O.S., Berestneva O.G., Moiseenko A.V., Marukhina O.V. Psychological Computer Testing Based on Multitest Portal // World Applied Sciences Journal. 2013. – №. 24. – P. 220–224.
6. Berestneva O.G., Marukhina O.V., Fisochenko O.N., Romanchukov S.V. Information technology assessment of competence of technical university students 2015 International Siberian Conference on Control and Communications (SIBCON): proceedings, Omsk, May 21–23, 2015. – Новосибирск: IEEE Russia Siberia Section, 2015.

УДК 004

## РАЗВИТИЕ ЧАСТОТНОГО МЕТОДА ДИАГНОСТИКИ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

Маслов В.Е.

Научный руководитель: Гончаров В.И., д.т.н., профессор каф. ИКСУ ИК ТПУ

*Национальный Исследовательский Томский политехнический университет,  
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30  
E-mail: wado93@mail.ru*

*Some of the most popular methods of engine diagnostics are presented in this article and the task of using frequency-time autocorrelation function as a method of diagnostics is set.*

**Key words:** *diagnosis, internal combustion engine, frequency analysis, frequency-time autocorrelation function*

**Ключевые слова:** *диагностика, двигатель внутреннего сгорания, частотный анализ, частотно-временная корреляционная функция*

Диагностирование автомобильного двигателя является важным мероприятием при проверке автомобилей, поскольку своевременное устранение неисправностей и дефектов существенно продлевает срок безотказной работы автомобиля, уменьшает риски, связанные с их внезапными отказами. На сегодняшний день большую популярность получают безразборные методы диагностики двигателей, поскольку они являются оперативными и безопасными, не связанными с повреждением двигателя в процессе его разборки – сборки.

В рассматриваемых двигателях цилиндропоршневая группа работает в тяжелых условиях: высокая температура, агрессивная внешняя среда, большие циклические нагрузки и т. д. Эти и другие причины обуславливают интенсивное изнашивание деталей, что может

приводить к тяжелым последствиям, например, прорыву газов из камер сгорания в картер, увеличению шума и вибрации и другим негативным явлениям.

Диагностика двигателей обычно является комплексной, использующей сразу несколько способов. Ниже перечислены некоторые наиболее распространенные методы диагностики двигателей.

Общая проверка мощности двигателя и экономичности его работы. Мощность двигателя внутреннего сгорания обуславливается следующими факторами: износ деталей цилиндро-поршневой группы, кривошипно-шатунного и газораспределительного механизмов, неисправность клапанов, седел, систем питания, охлаждения и смазки. Двигатель считают неисправным, если его мощность снижается более чем на 6 %. Недостаток метода связан с тем, что он не позволяет определить вид неисправности, лишь фиксирует ее наличие.

Диагностирование, основанное на непосредственном измерении физических параметров двигателя. Такой способ исследования по сути объединяет группу различных методов, основанных на условном разделении двигателя на несколько блоков, например, цилиндро-поршневую группу, кривошипно-шатунный механизм, топливную систему и т. д. Имеется возможность определить место и характер неисправности, однако в большинстве случаев необходимо проводить значительное число часто непростых измерений, связанных во многих случаях с разбором двигателя.

Электронная диагностика двигателя. К такой диагностике относят методы, использующие специальные устройства, например, сканеры, мотор-тестеры и подобные аппаратно-программные устройства. По сути они представляют собой регистрирующие приборы, близкие, в частности, к осциллографам, способные в автоматизированном режиме осуществлять диагностические операции. Основное отличие таких устройств друг от друга заключается в области применения этих приборов [1].

Частотные методы и приборы на их основе можно рассматривать как развитие предыдущего – электронного – направления в диагностике двигателей. Общим для них является исследование частотных свойств сигналов, генерируемых двигателем. На сегодняшний день в качестве измеряемых параметров чаще всего фигурируют частота вращения коленчатого вала и уровень акустического шума, создаваемого двигателем [2, 3].

Недостатки методов и подходов, реализующих это направление, связаны с необходимостью получения показаний двигателей, работающих на фиксированной частоте, которую не всегда можно точно выставить. Кроме того, а также в большинстве своем они требуют знания виброакустических характеристик исправного двигателя.

Развитие частотного подхода основано на привлечении корреляционного анализа, который в своей основе обеспечивает повышение точности измерений [4]. Трудность практического использования этого аппарата связана с проблемой выделения спектров полезного сигнала и помехи. В этом отношении важна работа [5], в которой используется частотно-временная корреляционная функция, позволяющая частично уменьшить указанные трудности.

Суть метода заключается в следующем: при помощи двух или более датчиков вибрации, установленных на двигателе, фиксируются сигналы, используемые в дальнейшем для получения автокорреляционной и частотно-временной автокорреляционной функций. Их анализ, во-первых, позволяет достаточно обоснованно осуществить фильтрацию сигналов и, позволяет оценить место, в котором расположен источник сигналов, т. е. узел, который приближается к отказу. Имеются положительные результаты экспериментов применения метода для диагностики двигателей автомобилей [6, 7].

Применение метода может существенно увеличить скорость технического обслуживания и его качество, а также позволит точно определить месторасположение дефекта в двигателе без его разбора. Еще одно преимущество метода заключается в локализации неисправности, не требуя эталонного сигнала, полученного с исправного двигателя.

В данной работе были рассмотрены основные диагностики двигателей внутреннего сгорания. Выделен метод частотно-временной автокорреляционной функции как имеющий существенные практические преимущества. В то же время очевидна необходимость развития этого подхода, т. к. проблема фильтрации помех остается резервом для повышения точности локализации узлов и механизмов, которые могут быть неисправными.

### Список литературы

1. Диагностирование двигателей внутреннего сгорания. «Строй-техника.ру». [Электронный ресурс] URL: <http://stroy-technics.ru/article/diagnostirovanie-dvigateleri-vnutrennego-sgoraniya>. Дата обращения: 02. 03.2016.
2. Диагностика двигателя по сигналу датчика частоты вращения коленвала. «Injectorservice.com.ua» [Электронный ресурс] URL: [http://injectorservice.com.ua/docs/publications/2010\\_09\\_10\\_css\\_script.pdf](http://injectorservice.com.ua/docs/publications/2010_09_10_css_script.pdf). Дата обращения: 02. 03.2016.
3. Чабан А.С., Ничога Л.А. Устройство для виброакустической диагностики двигателей. Электронная библиотека патентов «FindPatent.ru» URL:<http://www.findpatent.ru/patent/71/714207.html>. Дата обращения: 02. 03.2016.
4. Сергиенко А.Б. Цифровая обработка сигналов. // Изд. «Питер», Санкт-Петербург, 2002 г.
5. Аврамчук В.С., Чан В.Т. Частотно-временной корреляционный анализ цифровых сигналов // Известия Томского политехнического университета. – 2009. – С. 112–115.
6. Аврамчук В.С., Казьмин В.П. Анализ сигналов вибрации двигателя внутреннего сгорания // Известия Томского политехнического университета. – 2013. – С. 69–73.
7. Ле Ван Туа. Диагностика двигателя внутреннего сгорания при анализе сигналов вибрации // Молодежь и современные информационные технологии. – 2014. – С. 252–253.

УДК 004

## РАСПОЗНАВАНИЕ ОБРАЗОВ С ПОМОЩЬЮ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

Маткасым Н.Н.

Научный руководитель: Аксёнов С.В.

*Национальный Исследовательский Томский политехнический университет,  
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30  
E-mail: Nazerke\_vip777@mail.ru*

За последние несколько лет интерес к искусственным нейронным сетям возрастает ввиду возможностей их применения в задачах распознавания образов, задачах управления, прогнозирования и т. д. Алгоритмы обучения построены на основе принципов организации и функционирования биологических нейронных сетей. Мозг человека состоит из очень большого числа *нейронов*, соединенных многочисленными связями. Каждый нейрон обладает множеством свойств, общих с другими органами тела. Однако ему присущи абсолютно уникальные способности: принимать, обрабатывать и передавать электрохимические сигналы по нервным путям, которые образуют коммуникационную систему мозга. Искусственные нейронные сети индуцированы биологией, так как состоят из элементов, функциональные возможности которых аналогичны большинству элементарных функций биологического нейрона [1].