

## ПРОТОТИП СИСТЕМЫ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ДВИГАТЕЛЕЙ АВТОМОБИЛЕЙ

Г.А. Уваров

Полоцкий государственный университет, Новополоцк

*Предлагается для диагностирования двигателей автомобилей использовать методики, основанные на измерении и анализе параметров цикловой флуктуации периодических процессов. Первичные диагностические данные анализировать совместно с данными самодиагностирования и эксплуатационными признаками посредством автоматизированной диагностической экспертной системы.*

Функции самодиагностирования электронных систем управления двигателями автомобилей не достаточно эффективны в отношении большого числа постепенных отказов. При существующей в некоторых случаях многозначной картине диагностических признаков, вызванной совокупностью постепенных отказов, постановка диагноза связана с выявлением ключевого звена.

Нами предлагается при диагностировании двигателей автомобилей опираться на анализ данных о флуктуации параметров быстропротекающих циклических процессов. Предлагаемый прототип диагностической системы опирается на методики измерения параметров флуктуации циклических процессов: определение относительной компрессии в цилиндрах по току стартера; определение исправности системы зажигания по параметрам электромагнитного импульса; определение цилиндровой мощности по параметрам виброколебаний корпуса двигателя; определение характера флуктуации процессов воспламенения и выгорания топливовоздушной смеси по ускорению отработавших газов. Первичные диагностические данные предложено анализировать автоматизировано, посредством экспертных алгоритмов, совместно с данными самодиагностирования и эксплуатационными признаками.

Автоматизация анализа диагностической информации позволяет разрешить комбинаторную сложность алгоритма диагностирования, оптимизировать проверки. При этом целесообразно опираться на методики анализа нечеткой информации [1]. Это позволяет строить более прозрачные диагностические модели, доступные для понимания инженерам-автомобилистам.

Предлагаемая концепция диагностической экспертной системы большей частью опирается на нечеткие лексические переменные, это позволяет с одной стороны, более широко учитывать субъективные данные,

что особенно важно при виброакустическом методе диагностирования, с другой стороны избегать излишней точности и сложности там, где это не востребовано [2]. Наибольшая ценность такого подхода к анализу информации заключается в ее прозрачности и модульности, позволяющей сравнительно просто настраивать систему под различные конструктивные особенности диагностируемого двигателя. При диагностировании предложено использовать двойной подход к выдвижению предположений: вероятностный и возможностный [3]. Вероятностный подход опирается на ранее имеющийся опыт диагностирования и ремонтов, возможностный – на теорию ДВС, диагностическую модель процессов двигателя. Данный подход позволяет сочетать опыт и теорию. Данные различных подходов сопоставляются (рис.).

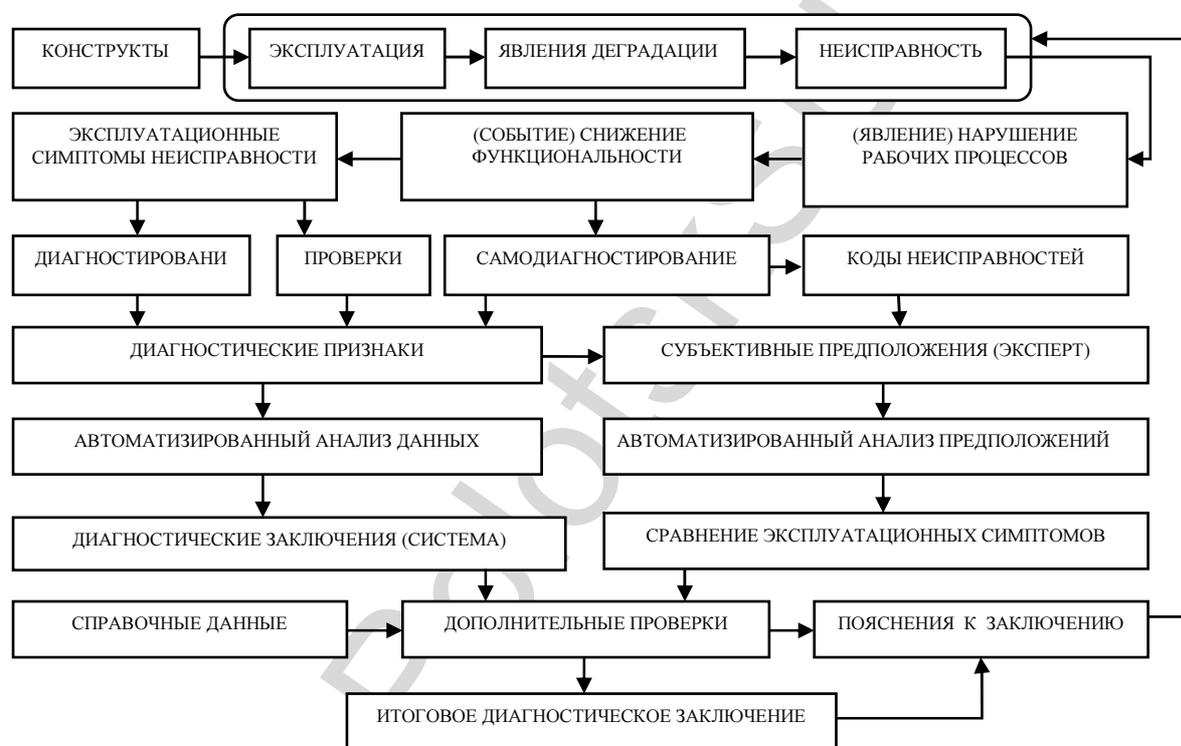


Рис. Функционально-логическая схема диагностической экспертной системы

Для описания характера флуктуации параметров циклических процессов мы измеряли длительность и амплитуду одиночного колебания сигнала в характерных точках сигналограммы, а также разницу между различными сигналами в одном цикле. Затем определяли нечеткость данных параметров в последовательных циклах. Результаты исследования оформляли в виде соответствующих таблиц, схем, графиков. Флуктуацию как явление предложено характеризовать следующими параметрами (при этом использовать лексические термины): частота (постоянно, часто, редко), цикличность (циклически, стохастически), локализация (в одном цилиндре, в нескольких, во всех). При этом необходимо указывать условия флуктуа-

ции: температурные (двигатель горячий, холодный), скоростные (на холостом ходу, на средних оборотах, на высоких, при резком ускорении), условия нагрузочные (без нагрузки, под нагрузкой, при любых нагрузках). Системообразующим является процесс сгорания топливовоздушной смеси в цилиндрах. Действительные процессы двигателя представлены в виде совокупностей перцептронов образующих кластеры диагностических событий. Исследование флуктуации быстропротекающих циклических процессов газообмена, сжатия, воспламенения и выгорания топливовоздушной смеси позволяет соотнести сложные симптомы неисправности к отдельным системам, подсистемам и элементам. Что позволяет повысить достоверность диагностирования при одновременном снижении трудоемкости, повышает эффективность выявления постепенных и комплексных неисправностей.

**Заключение.** Предложена диагностическая модель рабочих процессов в двигателе с опорой на предикаты нечеткой логики; предложена нечеткая модель оценки характера флуктуации рабочих процессов двигателя; методики диагностирования по ускорению отработавших газов и виброколебаниям двигателя. Прототип диагностической системы реализован в среде Excel-2010 пакета Microsoftoffice-2010.

#### Литература

1. Тарасик, В.П. Технологии искусственного интеллекта в диагностировании автотранспортных средств: моногр. / В.П. Тарасик, С.А. Рынкевич. – Могилев: Белорус.-Рос. ун-т, 2007. – 280 с.
2. Уваров, Г.А. Компьютерные технологии в виброакустическом диагностировании автомобилей / Г.А. Уваров // Вест. Полоц. гос. ун-та. Сер. В. Прикладные науки. – 2011. – № 11. – С. 25 – 30.
3. Иванов, В.П. Совершенствование системы диагностирования бензиновых автомобильных двигателей / В.П. Иванов, Г.А. Уваров // Вест. Брест. госуд. ун-та. – Машиностроение. – 2014. – № 4. – С. 35 – 38.

**УДК 621:681.5:658.512**

## **ПРОЕКТИРОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО И ПРИМЕНЕНИЕ МЕХАТРОННЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ**

**М.Л. Хейфец<sup>1</sup>, В.И. Бородавко<sup>1</sup>, А.М. Пынькин<sup>1</sup>,  
Л.М. Акулович<sup>2</sup>, Е.З. Зевелева<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>ГНПО «Центр» НАН Беларуси, Минск

<sup>2</sup>Белорусский государственный аграрный технический университет, Минск

<sup>3</sup>Полоцкий государственный университет, Новополоцк

*Разработана методология оптимизационного синтеза мехатронных технологических комплексов, включающая: структурный синтез технологических комплексов высокоэффективной обработки; анализ адаптивного*