

УДК 621.316.824

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ДИАГНОСТИКИ СОСТОЯНИЯ АВТОНОМНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ ОБЪЕКТОВ

Козловский В.Н., Петровский С.В., Новикова А.П.

*ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет»,
Самара, e-mail: 9vfhnf@inbox.ru*

В представленной работе рассматриваются вопросы разработки и реализации интеллектуальной информационной системы определения неисправностей в процессе эксплуатации автономных транспортных объектов. Сущность решаемой проблемы заключается в том, что в настоящее время на автомобильном транспорте начинают реализовываться разного рода электронные системы управления двигателем внутреннего сгорания, кузовной электроники и т.д. Существующий технологический уровень уже сейчас позволяет интегрировать в состав бортовой сети автомобилей сложные диагностические системы, которые будут функционировать в рамках алгоритмов контроллера электронной системы управления двигателем и решать задачи по определению отклонений в работе автомобиля в процессе эксплуатации. Настоящая работа посвящена вопросу актуализации, разработки и реализации информационной системы диагностики неисправностей системы зажигания автомобилей как одной из наиболее важных систем. Причем возможные неисправности рассматриваемой системы оказывают влияние не только на функциональные свойства автомобилей, но и влияют на окружающую среду и здоровье человека.

Ключевые слова: интеллектуальная информационная система, надежность функционирования, транспортный объект

INTELLECTUAL AND INFORMATION SYSTEM OF DIAGNOSTICS OF THE CONDITION OF AUTONOMOUS TRANSPORT OBJECTS

Kozlovskiy V.N., Petrovskiy S.V., Novikova A.P.

*Federal State Budgetary Educational Institution of higher professional education Samara State
Technical University, Samara, e-mail: 9vfhnf@inbox.ru*

In the presented work questions of development and realization of intellectual information system of determination of malfunctions in use of autonomous transport objects are considered. The essence of the solved problem, is that now, on the motor transport, any electronic control systems of an internal combustion engine, body electronics, etc. begin to be implemented. The existing technological level allows to integrate difficult diagnostic systems which will function within algorithms of the controller of an electronic control system of the engine into structure of an onboard network of cars already now and to solve problems of definition of deviations in work of the car in use. The real work, is devoted to a question of updating, development and realization of information system of diagnostics of malfunctions of system of ignition of cars as one of the most important systems. And possible malfunctions of the considered system, exert impact not only on functional properties of cars, but also influence environment and health of the person.

Keywords: intellectual information system, reliability of functioning, transport object

Вопрос о проектировании и создании интеллектуальных систем для автоматической идентификации и прогнозирования уровня электромагнитных помех в транспортных средствах является актуальным и практически значимым. Концептуальные основы моделирования данных и системного анализа позволяют решать многие технические задачи, в том числе задачи идентификации и классификации электромагнитных помех (ЭМП). Кроме того, экспериментальные результаты реализации интеллектуальных систем подтверждают целесообразность использования их для обнаружения неисправностей [1, 2].

Экспериментальный анализ механизма разряда зажигания в значительной степени зависит от настройки эксперимента в лабораторных условиях, а эффективная диагностика

неисправностей в реальных условиях эксплуатации всё ещё остается проблематичной.

Современные методы обнаружения неисправностей систем автомобиля базируются на правилах и эмпирических закономерностях, которые тяжело использовать как экспертные знания в силу их зависимости от конкретных марок автомобилей. Хотя существующие диагностические модели на базе экспертных систем достаточно точны, их выбор и настройка весьма ресурсоемки и, следовательно, слишком дороги для широкого применения. Таким образом, автомобильная промышленность нуждается в эффективной диагностике неисправностей, которая является более универсальной и использующей вычислительные возможности таких технологий, как микропроцессорные системы управления двигателем (СУД)

и интеллектуально-информационные диагностические системы.

Таким образом, целью представленной работы является разработка и реализация интеллектуальной диагностической информационной системы определения неисправностей, связанных с ЭМП автономных транспортных объектов, на примере легковых автомобилей.

Выявление неисправностей, связанных с электромагнитными помехами (ЭМП) электрических систем автомобиля, возможно через получение диагностических данных сразу из нескольких источников – как с физических датчиков, радиоприёмников, фиксирующих уровень радиопомех [3], или с испытательных стендов функционирования электрических систем (СПЗ-16), так и из файлов или баз данных с сохранённой диагностической информацией. Каждый из источников представляет некий информационный ресурс, вливающийся в общий поток диагностических данных, поступающих на вход интеллектуальной информационной системы (ИИС) определения повышенного уровня ЭМП.

Для более результативной обработки этого потока данных в данной работе был предложен поэтапный системный подход, проиллюстрированный на рис. 1.

Как видно из вышеприведённого рисунка, поток диагностических данных поэтапно проходит через стадии идентификации наличия неисправностей, классификации неисправностей по возможной причине возникновения, и в завершении – прогнозирования режима дальнейшей работы диагностируемой системы. Реализация этих этапов обработки диагностических данных

производится на втором и третьем уровнях (т.е. обработки и анализа данных) концептуальной модели диагностики повышенного уровня помех.

Стадия идентификации неисправностей минимизирует затраты на диагностический анализ величины ЭМП с помощью отбора легкодоступных (т.е. не требующих ресурсоёмких измерений) данных и в результате включения быстродействующих программных средств их анализа. Если на стадии идентификации удалось обнаружить некие неисправности, в некоторых случаях представляется возможным классифицировать выявленные неисправности по причинам их возникновения. Для этого может потребоваться дополнительная диагностическая информация, предоставляемая программным средством диагностической ИИС, осуществляющей классификацию (метод опорных векторов, деревья принятия решений и тому подобное). На заключительном этапе обработки и анализа диагностической информации блок прогнозирования нацелен на оценку выходных характеристик диагностируемой системы, как количественных, так и качественных, таких, например, как необходимость и срочность ремонтно-восстановительных работ [3, 4].

Идентификация уровня электромагнитных помех. Основной обеспокоенностью в связи с автомобильными ЭМП является нежелательный шум, создаваемый автомобильными электрическими системами, в частности – системой зажигания, которая вносит негативную составляющую в работу других систем и электрооборудования в радиусе 100 метров от автомобиля.

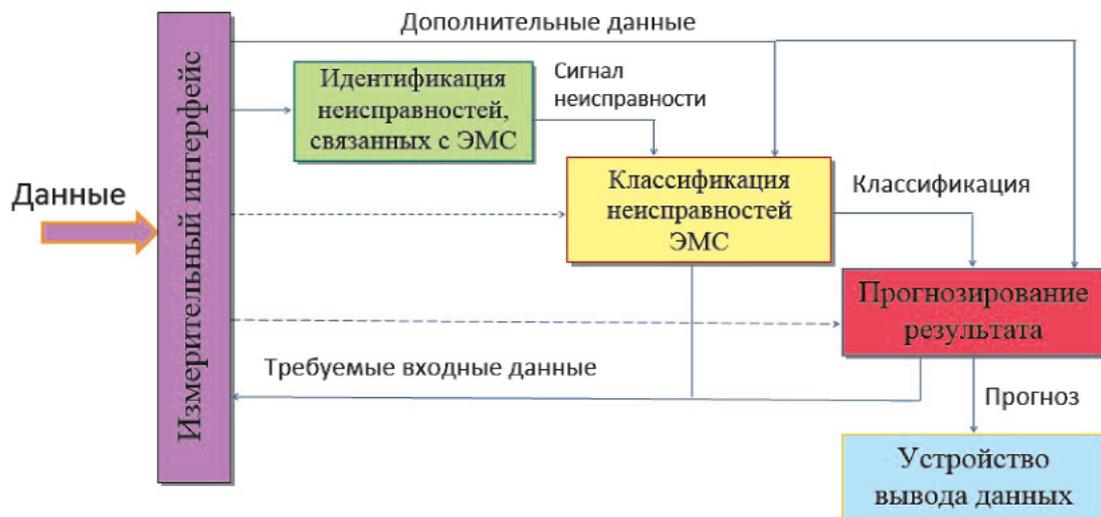


Рис. 1. Стадии процесса диагностики уровня ЭМП

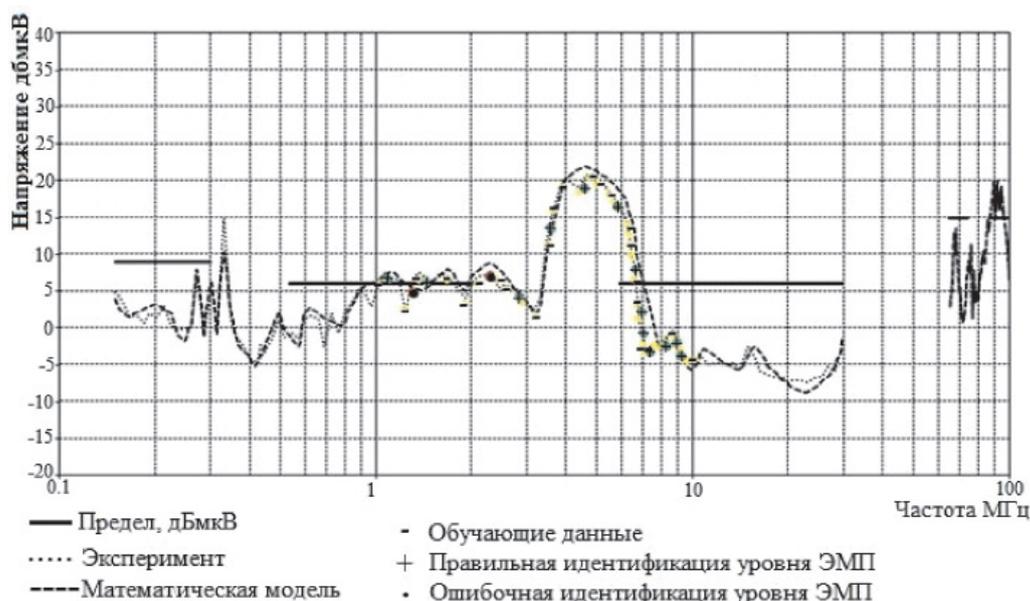


Рис. 2. Выявление уровня ЭМП

Поэтому первым проведенным экспериментом по использованию диагностических ИИС для выявления повышенного уровня помех было исследование работы интеллектуального датчика, на базе диагностических данных (ДД), указывающих на неприемлемый уровень ЭМП (рис. 2).

Для этого был выделен частотный диапазон в пределах от 1 до 10 МГц. В выделенном диапазоне были выбраны значения, характеризующие уровень электромагнитного шума, соответствующие и несоответствующие требованиям по ЭМС (обучающие данные, выделенные желтым цветом на рис. 2).

Основной целью использования ИИС является обеспечение автоматизированного обнаружения недопустимо высокого уровня радиопомех без априорного знания минимального соотношения (порогового значения) сигнал-шум на различных частотах. Настроив ИИС на наборе обучающих пар (80 значений), соотносящих уровень ЭМП с удовлетворением требований электромагнитной совместимости (ЭМС) в выбранном частотном диапазоне, можно ожидать, что для текущих значений шума на интересующих нас частотах ИИС будет способна идентифицировать, являются они удовлетворительными или нет.

Правильность идентификации повышенного уровня шума показана на рис. 2, из которого видно, что для тестируемых данных (20 значений) факт превышения допустимого уровня ЭМП был определен правильно в 18 случаях (зеленые точки на рис. 2), а ошибочно – только для двух тестовых значений (красные точки). Следует так-

же отметить, что неправильная идентификация уровня ЭМП была осуществлена для значений ЭМП, находящихся в непосредственной близости к порогу допустимости, где и моделируемые значения шума не всегда оказывались по ту же сторону порогового значения, что и экспериментальные данные. Таким образом, можно утверждать, что интеллектуальный датчик на основе ИИС способен с достаточно высокой точностью определить превышение допустимого уровня ЭМП в заданном частотном диапазоне.

Анализ неисправностей и отказов электрооборудования автомобиля, связанный с уровнем электромагнитного возмущения, показывает, что примерно 40–45% всех отказов происходит из-за ошибок, допущенных при конструировании, 20% – из-за ошибок в процессе производства, 30% – в результате неправильной эксплуатации, 5–10% – вследствие естественного износа и старения [5, 6, 7].

В данном исследовании рассмотрены конструкционный и эксплуатационный отказы, обусловленные наличием экспериментальных данных возникновения неисправностей, приводящих к увеличению уровня электромагнитных возмущений ЭМВ. В качестве конструкционного отказа рассмотрен пример ненадежного крепления антенны к корпусу автомобиля, а в качестве эксплуатационного отказа – проблемы, возникающие из-за недостаточной емкости помехоподавляющего конденсатора системы зажигания. Данный конденсатор соединяет положительные выводы отдельных свечей зажигания с заземлителем, функцию

которого выполняют цилиндры двигателя. Наличие такого конденсатора должно ослаблять магнитное поле вокруг свечи, тем самым снижая уровень ЭМП. Задача диагностической классификации ставилась как анализ амплитудно-частотной характеристики соотношения сигнал-шум с целью определения: надёжности крепления антенны; степени уменьшения шума помехоподавляющим конденсатором.

Электромагнитный сигнал радиопомех – фактический уровень шума, на-

водимый на антенну коаксиальным кабелем, – был измерен как в отсутствии помехоподавляющего конденсатора (линия, составленная из точек на рис. 3), так и при подключении конденсатора ёмкостью 1 мкФ (пунктирная линия), а затем конденсатора 4,7 мкФ (сплошная линия на том же рисунке). Сплошные горизонтальные линии (имеющие большую толщину) представляют собой пороговые значения шума на различных частотах, полученные из [8, 9].

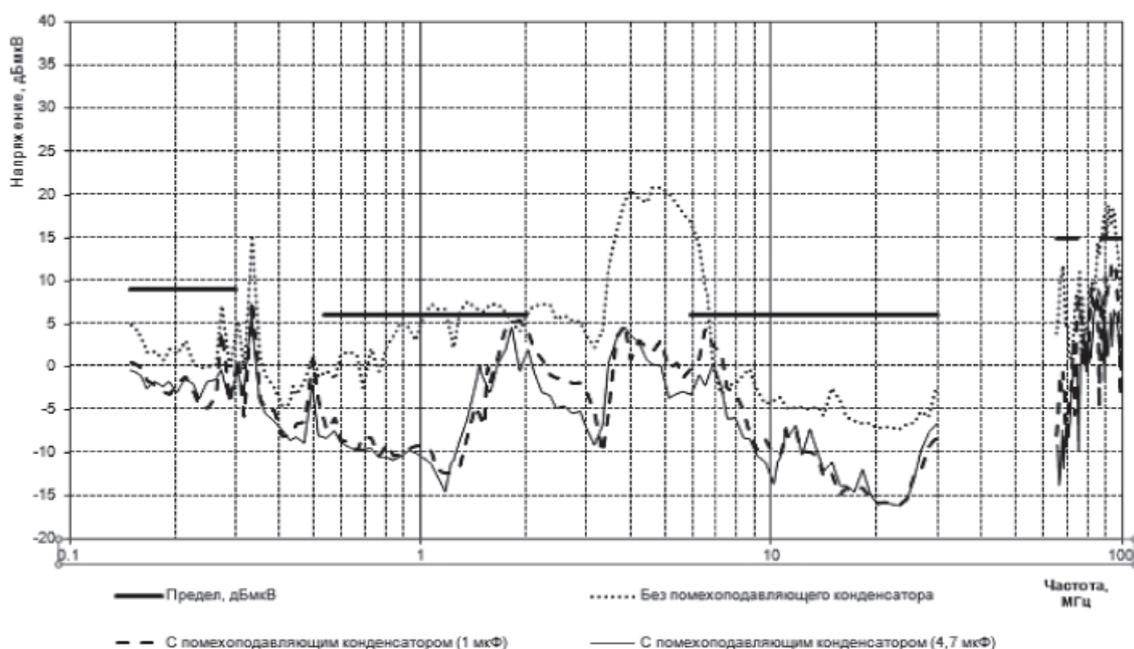


Рис. 3. Спектральные распределения напряженности ЭМП от системы зажигания

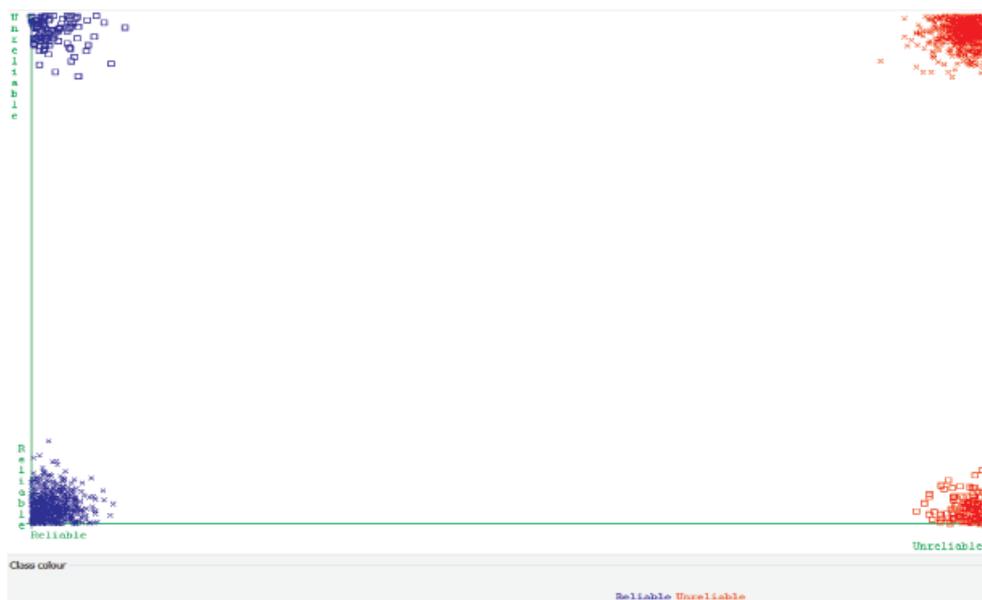


Рис. 4. Классификация надёжности заземления антенного кабеля к кузову автомобиля

Для реализации диагностической ИИС использовались интеллектуальные компоненты (т.е. интеллектуальные датчики), оперирующие внутри программных оболочек WEKA и ENCOG. Вычислительный эксперимент по использованию инструментов интеллектуальной диагностики проводился на ноутбуке Lenovo v580c с двухъядерным процессором Intel Core i5 3230M 2.6 ГГц и 8GB оперативной памяти. Помимо основной задачи диагностики повышенного уровня ЭМП, экспериментальные исследования были направлены и на оценку пригодности методов вычислительного интеллекта для практического использования в бортовых системах диагностики автомобилей.

Рис. 4 иллюстрирует возможности диагностической ИИС в определении качества крепления антенного кабеля к крыше кузова автомобиля на основе частотной характеристики сигнала радиопомех. Указанный рисунок – это по существу матрица неточностей классификаторов WEKA: синие «крестики» в левом нижнем углу представляют случаи правильного определения надежного крепления антенны к кузову автомобиля (надёжный контакт – 699 из 801 точек данных) лучшим классификационным алгоритмом в оболочке WEKA с интеллектуальным датчиком на основе алгоритма J-48 (реализующим деревья принятия решений). Красные «крестики» в верхнем правом углу показывают правильно определенные случаи (700 из 801) выявления ненадежных контактов; «кружки» (синие и красные) в двух оставшихся углах рисунка символизируют неправильно классифицированные (102 и 100 из 801 соответственно) диагностические данные.

Таким образом, разработка и реализация интеллектуальной информационной системы диагностики неисправности автономного транспортного объекта обеспечивает возможность создания более сложного комплекса определения неисправностей автомобилей в процессе эксплуатации, что создает предпосылки для повышения эффективности транспортных процессов с учетом факторов, определяющих особенности эксплуатации как единицы, так и группы объектов.

Список литературы

1. Бобров В.И. Надежность технических систем: учебное пособие – М.: МГУП, 2004.
2. Кечиев Л.Н. ЭМС: стандартизация и функциональная безопасность / Л.Н. Кечиев, П.В. Степанов. – М.: МИЭМ, 2001. – 82 с.
3. Никифоров В.О., Ушаков А.В. Управление в условиях неопределенности: чувствительность, адаптация, робастность. – СПб., 2003.
4. Певницкий В.П. Аналитическая модель суммарного распределения процесса промышленных радиопомех. Электромагнитная совместимость радиоэлектронных средств связи: сборник статей / В.П. Певницкий, Ю.В. Полозок. – М.: Радио и связь, 1980. – С. 14–21.
5. Петровский С.В. Исследование качества заземления автомобильной антенны на уровень наведенных помех // Вестник СамГТУ Серия «Технические науки». – Самара: СамГТУ, 2012. – № 4 (36).
6. Пупков К.А., Коньков В.Г. Интеллектуальные системы: исследование и создание. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2003.
7. Сычев Е.И. Проблемы технических измерений // Измерительная техника. – 1995. – № 4. – С. 15–17.
8. Тельнов Ю.Ф. Интеллектуальные информационные системы в экономике: учебное пособие. – М.: СИНТЕТ, 1998.
9. Чураков Е.П. Оптимальные и адаптивные системы: учеб. пособие для вузов. – М.: Энергоатомиздат, 1987. – 256 с: ил.

References

1. Bobrov V.I. Nadezhnost tehniceskikh sistem: uchebnoe posobie M.: MGUP, 2004.
2. Kechiev L.N. JeMS: standartizacija i funkcionalnaja bezopasnost / L.N. Kechiev, P.V. Stepanov. M.: MIJeM, 2001. 82 p.
3. Nikiforov V.O., Ushakov A.V. Upravlenie v usloviyah neopredelennosti: chuvstvitelnost, adaptacija, robnost. SPb., 2003.
4. Pevnickij V.P. Analiticheskaja model summarnogo raspredelenija processa industrialnyh radiopomeh. Jelektromagnitnaja sovmestimost radioelektronnyh sredstv svjazi: sbornik statej / V.P. Pevnickij, Ju.V. Polozok. M.: Radio i svjaz, 1980. pp. 14–21.
5. Petrovskij S.V. Issledovanie kachestva zazemlenija avtomobilnoj anteny na uroven navedennyh pomeh // Vestnik SamGTU Serija «Tehniceskije nauki». Samara: SamGTU, 2012. no. 4 (36).
6. Pupkov K.A., Konkov V.G. Intellektualnye sistemy: issledovanie i sozdanie. M.: Izd-vo MGTU im. N.Je. Baumana, 2003.
7. Sychev E.I. Problemy tehniceskikh izmerenij // Izmeritel'naja tehnika. 1995. no. 4. pp. 15–17.
8. Telnov Ju.F. Intellektualnye informacionnye sistemy v jekonomike: uchebnoe posobie. M.: SINTET, 1998.
9. Churakov E.P. Optimalnye i adaptivnye sistemy: ucheb. posobie dlja vuzov. M.: Jenergoatomizdat, 1987. 256 p: il.