

УДК 658.512

## ПРОБЛЕМА ДИАГНОСТИРОВАНИЯ МОБИЛЬНЫХ МАШИН И ПУТИ ЕЕ РЕШЕНИЯ

С. А. РЫНКЕВИЧ

Государственное учреждение высшего профессионального образования  
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Могилев, Беларусь

Современные тенденции в области автоматизации характеризуются повсеместным применением ЭВМ, созданием машин со встроенными микропроцессорными средствами, обеспечивающими широкий спектр функций по управлению, контролю и защите, диагностированию, информационному обеспечению и безопасности [1]. Стремительное внедрение на автотранспортных средствах (АТС) и машинах микроэлектроники, тем не менее, оставляет нерешенными проблемы, связанные с синтезом соответствующих систем управления и диагностирования и разработкой алгоритмов функционирования.

Несмотря на большое разнообразие и широкие возможности традиционно используемых методов диагностирования, им присущ ряд недостатков. Основные недостатки: сложность при оценке технического состояния (ТС) по измеренным параметрам; значительная трудоемкость проводимых в процессе диагностирования работ; несовершенство методов и средств диагностирования; ограниченные функциональные возможности традиционных средств диагностирования; низкая оперативность традиционных методов диагностирования; невысокая точность при постановке технического диагноза; низкая достоверность диагностирования [2].

У автоматизированных средств и систем контроля ТС также есть серьезные ограничения. Такие как: трудности с локализацией неисправностей; недостаточный объем диагностической информации; снижение функциональных возможностей человека по управлению машиной; слабые возможности средств визуализации и отображения результатов технического диагностирования; несовершенство встроенных приборных панелей мобильных машин; неудовлетворительное распознавание ТС в условиях ограниченной, неопределенной и трудноформализуемой информации и, в этой связи, невозможность раннего предупреждения неисправностей; отсутствие в используемых протоколах передачи данных конфигурационной гибкости, режима обнаружения ошибок, наличие односторонности передачи информации, невозможность восприятия информации в зависимости от ее приоритета и степени важности (в отличие от прогрессивных CAN-протоколов); несвоевременность доставки информации по назначению и неоперативность ее отображения; неполное использование возможностей современных компьютерных средств контроля информации и др. [1, 2].

Ограниченные возможности средств вывода технического диагноза связаны с наличием только простых двузначных утверждений типа «исправный» (1) – «неисправный» (0). Этого явно недостаточно, поскольку современные диагностические системы должны «уметь» распознавать опасные условия

функционирования, причины и тип возникших неисправностей. Следует отметить и некорректность вывода информации о ТС из-за неоднозначности связи между проявлениями и причинами неисправности. Зачастую одной лишь световой и звуковой сигнализации недостаточно (при достижении контролируемых параметров предельных значений), поскольку не все существующие на мобильных машинах системы мониторизированы для указания неисправного элемента и параметра, достигшего предельного значения. Трудности с локализацией неисправности возникают при попытках конкретного подробного описания, так как традиционным системам диагностирования предписано осуществлять выбор лишь из двух состояний: «исправное» и «неисправное», что не всегда обоснованно. Снижение функциональных возможностей человека по управлению машиной проявляется в том, что увеличение числа контролируемых параметров во встроенных системах диагностирования затрудняет восприятие информации и приводит к перегруженности оператора. Также, при получении общих картин функционирования объекта с использованием традиционных бортовых систем контроля и панелей приборов имеет место субъективная оценка оператора, во многом зависящая от его квалификации.

Основная проблема диагностирования связана с *многообразием и огромной сложностью происходящих при функционировании объекта процессов*. Для ее решения необходимо использовать технологии и методы, основанные на других подходах, отличных от тех, которые опираются на принципы классической теории автоматического управления.

На основе всестороннего анализа традиционной теории диагностирования можно выделить **несколько противоречий в теории диагностики**, возникших на нынешнем этапе развития научно-технического прогресса.

С одной стороны, появились широкие возможности диагностирования, связанные с развитием и внедрением на технических объектах современных быстродействующих систем, появлением развитого программного обеспечения, прикладных средств и программных комплексов. Применение портативного оборудования и оснащение им специализированных диагностических постов существенно ускоряет процесс оценки технического состояния механизмов и даже в некоторой степени позволяет снизить степень субъективной оценки при постановке диагноза.

В то же время возникает существенное противоречие традиционных алгоритмов диагностирования: ***чем больше полнота получаемой диагностической информации, тем длительнее сама процедура диагностирования традиционно используемыми методами и средствами***. Сюда следует отнести также *низкое быстродействие получаемого диагноза и неточность указания места локализации неисправности*. А это чревато серьезными последствиями: снижением эффективности технического диагностирования и, как следствие, возникновение неисправностей и поломок из-за необнаруженных и своевременно не предотвращенных опасных и аварийных ситуаций, что приводит к снижению безопасности.

Системы автоматизированного диагностирования, использующие традиционные и порой устаревшие методы, позволяют решать частные диагностические задачи, не обладают оперативностью, не способны

функционировать в режиме реального времени, не приспособлены к постоянно изменяющимся условиям. И хотя появились новые средства измерения и электронные устройства, это, однако, не решает проблемы в полной мере и требует поиска других подходов.

*Появление новых средств и методов получения, представления, передачи и обработки информации, увеличение возможностей бортовых компьютеров и средств микропроцессорной техники, использование новых технологий* стимулировало процесс разработки современных и перспективных диагностических систем.

В связи с качественным прогрессивным изменением уровня производительных сил общества в настоящее время назрела необходимость формирования **новой идеологии**, т.е. совокупности мировоззренческих концепций, лежащих в фундаменте соответствующей науки. Она включает: концептуальные рамки науки; основные установки; конкретные традиции научного исследования; совокупность убеждений, ценностей и технических средств; главные философские элементы и т.д. Главное направление и задача *новой идеологии автоматизации* – это обеспечение высокого технического уровня создаваемых объектов АТС, их совершенствование и повышение конкурентоспособности. *Новая идеология предусматривает совокупность интеллектуального управления, применение новых методов получения и представления информации и новых информационных технологий.* В этой связи она порождает ряд *концепций, теорий, тенденций и идей*, требующих разработки соответствующего *математического аппарата, терминологии, гипотез, методологий и методов.*

Идеология автоматизации управления и диагностирования воплощается в практику на основе создания соответствующих интеллектуальных систем (рис. 1). В настоящее время процесс автоматизации управления и диагностирования АТС должен осуществляться на основе создания интеллектуальных систем, способных одновременно учитывать большое количество различных характеристик, функционировать в режиме реального времени и реализовывать алгоритмы, подобные логике человеческого мышления. Интеллектуальные системы управления и диагностирования нового класса (ИСУД), в отличие от обычных, работают со знаниями; они наделены функциями распознавания, обучения, прогнозирования.

В основе создания ИСУД лежат принципы теории искусственного интеллекта. Использование этих принципов позволяет значительно расширить потенциальные возможности методов и средств диагностирования и получить гибкие алгоритмы диагностирования, отражающие многообразие различных факторов. Системы диагностирования, функционирующие по таким алгоритмам, способны в сложной обстановке оперативно принимать решения, свойственные логическому мышлению человека; непрерывно реагировать на всевозможные изменения внешних воздействий; осуществлять постоянный анализ и оценку текущих ситуаций; идентифицировать и распознавать их; обеспечивать с человеком взаимопонятный диалог и давать рекомендации водителю или оператору; осуществлять анализ речевых команд и т.д.



Рис. 1. Идеология автоматизации управления и диагностирования на основе создания интеллектуальных систем класса ИСУД

В качестве научной основы создания таких систем используется научное направление «Теория искусственного интеллекта», включающее в себя ряд информационных технологий. Широко используются экспертные системы, теория нечетких множеств и теория искусственных нейронных сетей [3]. Это позволяет выйти на новый уровень проектирования систем диагностирования. Создание интеллектуальных диагностических систем класса ИСУД позволяет решить ряд проблем. Во-первых, создаются системы диагностирования, использующие большое количество информации различной физической природы. Во-вторых, возникают условия для реализации гибких алгоритмов, позволяющих приспосабливаться к изменению ситуаций и условий эксплуатации. В-третьих, упрощается конструкция систем и снижается стоимость создаваемых изделий. В-четвертых, появляются возможности использования программ диагностирования в режиме реального времени. В-пятых, системы, наделенные интеллектуальными качествами, приобретают способность к обучению. Это выражается в расширении и значительном пополнении базы знаний таких систем в процессе эксплуатации; накоплению и осмыслению информации; распознаванию различных ситуаций, в том числе проявлений неисправностей, причин и условий их возникновения.

В рамках новой идеологии автоматизации были разработаны стратегия и методология синтеза интеллектуальных систем управления и диагностирования (ИСУД) для АТС (рис. 2). Стратегия включает в себя несколько важнейших этапов: разработка концепции ИСУД; разработка общей структуры ИСУД; синтез алгоритмов функционирования ИСУД; создание ИСУД в виде готового изделия; его реализация на объекте.

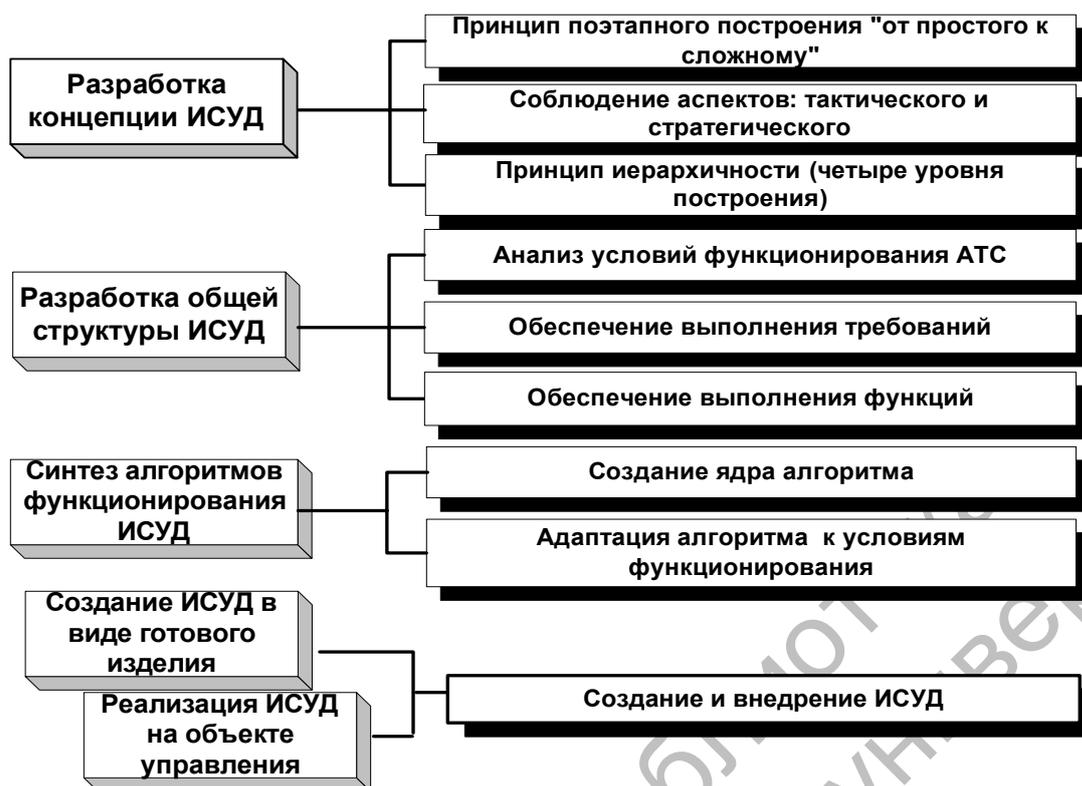


Рис. 2. Стратегия синтеза систем диагностирования для АТС

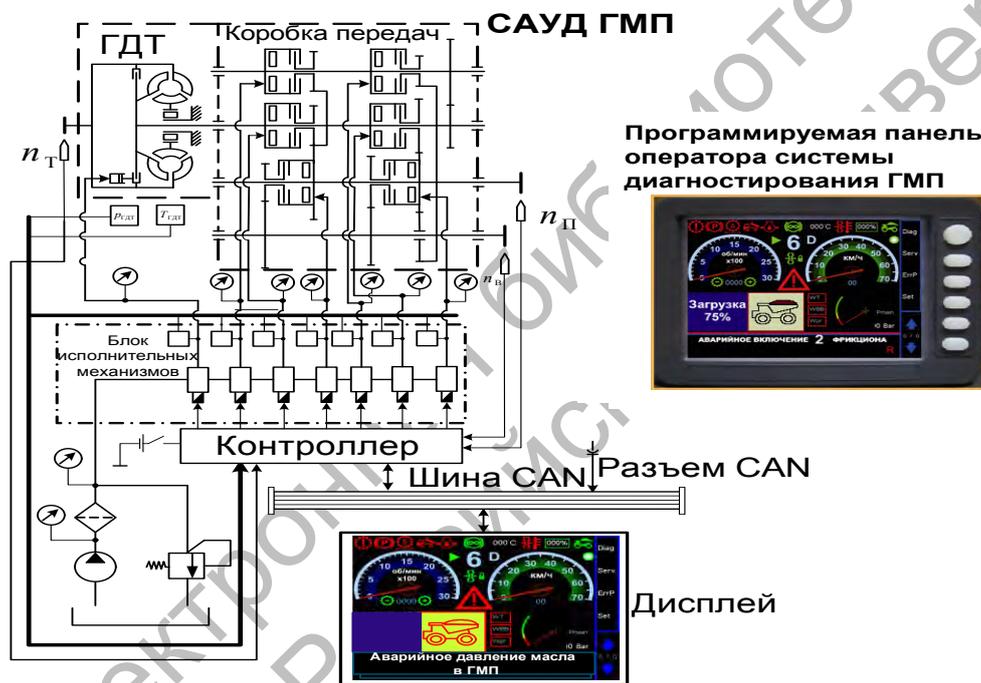
Применительно к сфере автомобилестроения разрабатываемые системы технического диагностирования должны обеспечивать следующие функции:

- оперативное определение ТС основных механизмов автомобиля;
- осуществление непрерывного контроля основных параметров механизмов;
- идентификация и предотвращение опасных ситуаций;
- осуществление защиты от ошибочных управляющих действий водителя;
- анализ информации о текущих процессах с выдачей водителю сигналов отклонений от технических требований;
- осуществление измерения пробега автомобиля, расхода топлива, количества перевозимого за смену груза и других параметров;
- обеспечение приема информации от других измерительных систем по любому из стандартных интерфейсов;
- выдача результатов диагностирования в текстовом и графическом виде;
- отображение текущего состояния объектов диагностирования в графическом режиме на дисплее в виде вербальной, символьной информации;
- осуществление диспетчеризации и ведения протоколов работы системы;
- хранение в памяти результатов текущего диагностирования и результатов технического состояния, в котором находился автомобиль в

прошлом, с возможностью выведения их на печать или перезаписи на электронные носители информации.

Для обеспечения отмеченных выше функций ИСУД должна иметь оригинальную конфигурацию и структуру [3]. Помимо традиционных микропроцессорных модулей, в ее состав должна входить экспертная система, реализующая новые информационные технологии (нечеткой логики, искусственных нейронных сетей и др.). Экспертная система может выполняться на основе нечеткого контроллера с интеллектуальным интерфейсом и вычислительной системой верхнего уровня (RS-232, RS-485, CAN 2.0 В) и подсистемой нижнего уровня (CAN 2.0 В, RS-485) с возможностью подключения локальных микропроцессорных устройств, поддерживающих стандартный протокол CAN 2.0 В.

а)



б)

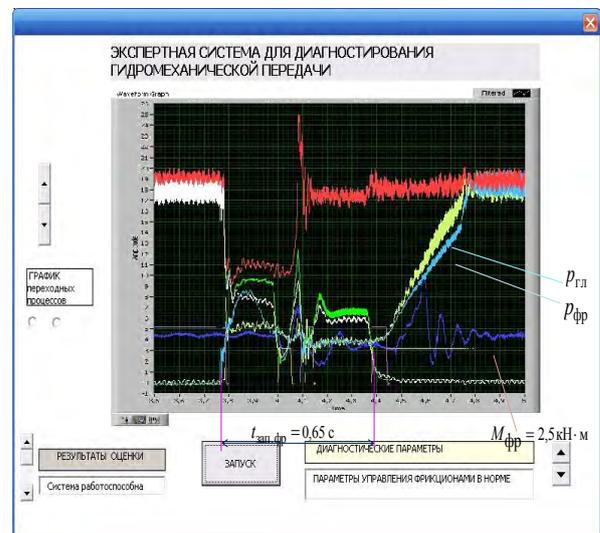
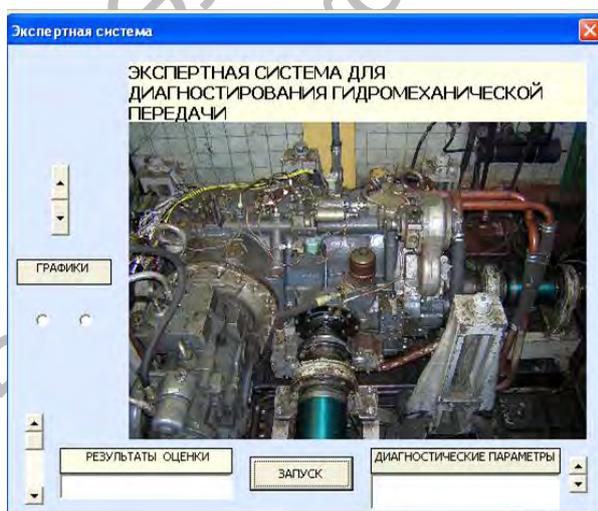




Рис. 3. Структура ИСУД и экспертной системы для определения технического состояния гидромеханической передачи карьерного самосвала: *а* – схема ИСУД ГМП автосамосвала; *б* – исходное состояние экспертной системы; *в, г* – диалоговые окна экспертной системы в случае отклика на нормальное (*в*) и опасное (*г*) состояние

На кафедре «Автомобили» Белорусско-Российского университета разработаны группы диагностических и контролируемых параметров ИСУД гидромеханической передачи (ГМП) карьерного самосвала БелАЗ (рис. 3). Основные диагностические параметры, такие как частота вращения вала двигателя, турбинного вала гидротрансформатора, входного и выходного вала коробки передач; положение педали акселератора; положение педали тормоза; скорость автомобиля; степень загрузки; давление в подвеске и другие, описываются функциями принадлежности нечеткой логики [4].

Варианты построения экспертных систем ИСУД и реализуемые в них методы могут быть различными. На рис. 3, *б* показан пример созданной экспертной системы для диагностирования гидромеханической передачи мобильной машины. Для вывода оператору сообщений экспертной системы могут создаваться специальные диалоговые окна (рис. 3, *в, г*).

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Тарасик, В. П.** Интеллектуальные системы управления автотранспортными средствами / В. П. Тарасик, С. А. Рынкевич. – Минск : УП «Технопринт», 2004. – 512 с.
2. **Тарасик, В. П.** Технологии искусственного интеллекта в диагностировании автотранспортных средств / В. П. Тарасик, С. А. Рынкевич. – Могилев : Белорус.-Рос. ун-т, 2007. – 280 с.
3. **Рынкевич, С. А.** Новые технологии и проблемы науки на транспорте / С. А. Рынкевич. – Могилев: Белорус.-Рос. ун-т, 2009. – 337 с.
4. Диагностирование гидромеханических передач мобильных машин / Н.Н. Горбатенко [и др. ] ; под общ. ред. В. П. Тарасика. – Могилев : Белорус.-Рос. ун-т, 2010. – 511 с.