

УДК 629.113

В.Г. Дыгало, Е.С. Ларин, В.В. Котов, Л.В. Дыгало

ЭКСПЕРТНАЯ СИСТЕМА ДИАГНОСТИКИ АБС И СДС

Волгоградский государственный технический университет

Работа посвящена созданию экспертной системы для диагностики антиблокировочной тормозной системы и электронного контроля устойчивости автомобиля. Были проанализированы особенности электронного контроля устойчивости, основные недостатки и методы диагностики, характеристики, общие понятия, архитектура, преимущества и недостатки экспертных систем. В ходе исследования выявлено, что точность диагностики современной системы автоматизированного тормозного привода напрямую зависит от квалификации специалиста по обслуживанию. Повысить точность возможно путем применения вспомогательных интерактивных программных средств. Исследование стало основой для создания программного продукта – экспертной системы, позволяющей заменить работу специалиста в области диагностики тормозной системы, АБС с СДС автомобиля.

Ключевые слова: антиблокировочная система тормозов, диагностика, системы активной безопасности автомобиля.

Ежегодно 1,2 млн человек погибает в ДТП и 50 млн получают травмы, и это число каждый день растет. На развивающихся авторынках аварийность на порядок выше: в странах, где большинство населения не имеет возможности позволить себе приобрести качественные автомобили, системы безопасности также не столь высокого уровня. Антиблокировочная система тормозов уже давно носит обязательный характер в Европе, Америке и ряде других стран, с ноября 2011 года в список обязательного оборудования попала и система стабилизации курсовой устойчивости. Применение АБС и СДС вызывает потребность в техническом обслуживании и контроле работоспособности. Хотя системы считаются очень надежными, отказы всё же случаются. Официальная статистика ГИБДД утверждает, что процент происшествий по причине отказов сравнительно невелик. Однако реальное количество таких ДТП гораздо выше. Если ДТП вызвано несколькими причинами, нарушение ПДД фиксируется в качестве основной, а техническая неисправность – в качестве сопутствующей. Наличие технических неисправностей автомобиля опасно не только потому, что они могут явиться прямой или косвенной причиной ДТП, но и потому, что вождение такого транспортного средства затрудняет работу водителя и отвлекает его от процесса управления.

При отказе система АБС отключается и водитель, привыкший к помощнику, оказывается «тет-а-тет» с тормозной системой. При экстренном торможении он по привычке бьет по педали тормоза, срывая автомобиль в юз. Если автомобиль оборудован СДС, при отказе АБС отключается и СДС, что может быть куда опаснее: водитель привыкает к помощникам, которые незаметно компенсируют его ошибки. В случае отказа только СДС некоторые системы активной безопасности остаются активными, однако в случае аварийной ситуации умений водителя, лишённого помощника, может не хватить, и произойдет снос или занос автомобиля.

Как и любая система автомобиля, АБС и СДС нуждаются в диагностике. Для проверки работоспособности и выявления дефектов применяют сканеры. Они отображают коды неисправностей, позволяют считывать текущие параметры, а также открывают доступ к некоторым сервисным функциям. Также сканеры ориентированы только под одну марку автомобиля. В случае использования сканеров и мануалов по ремонту влияние на точность и скорость диагностики имеет квалификация персонала. При использовании технических консультантов скорость и точность диагностики возрастает вместе с затратами. Выходом из данной ситуации может стать экспертная система, которая будет удобна и проста в использовании, что позволит снизить время диагностики и затраты.

Разработанная авторами экспертная система предназначена для стандартного поста диагностики тормозной системы. Пост должен быть оборудован следующими инструментами и оборудованием:

Таблица 1

Механическое: подъемник (или смотровая яма); набор торцевых ключей.	Диагностическое: автомобильный осциллограф; мультиметр; персональный компьютер.
---	--

Экспертная система призвана заменить работу эксперта на посту диагностики неисправностей тормозной системы и АБС автомобиля.

Существует два поколения экспертных систем. Компьютерные системы, которые могут лишь повторить логический вывод эксперта, принято относить к первому поколению. Здесь знания представлены следующим образом:

- а) знаниями системы являются только знания эксперта, опыт накопления знаний не предусматривается;
- б) методы представления знаний позволяют описывать лишь статические предметные области;
- в) модели представления знаний ориентированы на простые области.

Экспертные системы, относящиеся ко второму поколению, называют партнерскими, или усилителями интеллектуальных способностей человека. Их общими отличительными чертами является умение обучаться и развиваться, то есть эволюционировать. Представление знаний в экспертных системах второго поколения следующее:

- а) используются не поверхностные знания, а более глубинные. Возможно дополнение предметной области;
- б) ЭС может решать задачи динамической базы данных предметной области.

Представленный программный продукт был создан по типу экспертной системы первого поколения. Это было необходимо, так как создание экспертной системы второго поколения сильно бы повысило стоимость ЭС. Поскольку диагностика не является интеллектуально сложной задачей, эффект не был бы достигнут.

Экспертная система по диагностике АБС и СДС имеет структуру, изображенную на рис. 1.

Во главе структуры находится экспертная группа инженерии знаний, состоящая из экспертов в предметной области и инженеров знаний. В функции этой группы входит заполнение базы знаний, осуществляемое с помощью специализированной диалоговой компоненты ЭС – подсистемы приобретения знаний, которая позволяет частично автоматизировать этот процесс.

- Подсистема приобретения знаний предназначена для добавления в базу знаний новых правил и модификации имеющихся. В ее задачу входит приведение правила к виду, позволяющему подсистеме вывода применять это правило в процессе работы.
- База знаний – наиболее важная компонента экспертной системы, на которой основаны ее «интеллектуальные способности». В отличие от всех остальных компонент ЭС, база знаний – «переменная» часть системы, которая может пополняться и модифицироваться инженерами знаний и опытом при использовании ЭС между консультациями.
- Подсистема вывода – программная компонента экспертных систем, реализующая процесс ее рассуждений на основе базы знаний и рабочего множества. Она выполняет две функции: во-первых, просмотр существующих фактов из рабочего множества и правил из базы знаний и добавление (по мере возможности) в рабочее множество новых фактов и, во-вторых, определение порядка просмотра и применения правил. Эта подсистема управляет процессом консультации, сохраняет для пользователя информацию о полученных заключениях и

запрашивает у него информацию, когда для срабатывания очередного правила в рабочем множестве оказывается недостаточно данных.

- Диалоговый процессор – состоит из ряда вопросов с вариантами ответа.

Цель ЭС – вывести некоторый заданный факт, который называется целевым утверждением. Работа системы представляет собой последовательность шагов, на каждом из которых из базы выбирается некоторое правило, которое применяется к текущему содержимому рабочего множества. Цикл заканчивается, когда выведено либо опровергнуто целевое утверждение. Цикл работы экспертной системы иначе называется логическим выводом. Логический вывод может происходить многими способами, из которых наиболее распространенные – прямой порядок вывода и обратный порядок вывода. Прямой порядок вывода – от фактов, которые находятся в рабочем множестве, к заключению. Если такое заключение удастся найти, то оно заносится в рабочее множество. Прямой вывод часто называют выводом, управляемым данными.

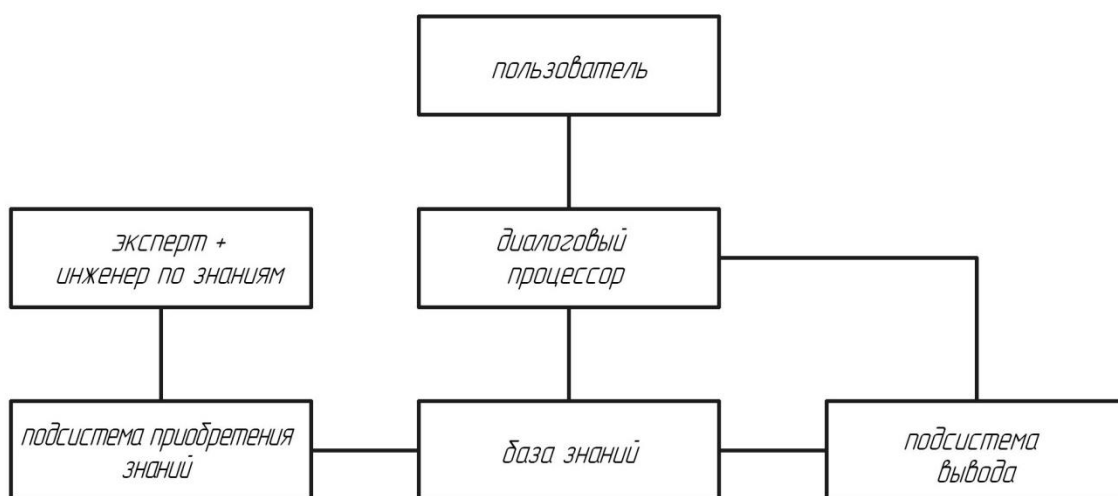


Рис. 1. Структура экспертной системы

В системах диагностики чаще применяется прямой вывод, в то время как в планирующих системах более эффективным оказывается обратный вывод. В некоторых системах вывод основывается на сочетании обратного и ограниченно-прямого. Такой комбинированный метод получил название циклического. В данном программном продукте применялся прямой порядок вывода.

Экспертная система была построена на основе модели графа дерева. Блок-схема алгоритма имеет три основных разветвления: диагностика АБС и СДС, а также диагностика тормозной системы. Диагностика начинается с визуального осмотра и анализа поведения автомобиля в ходе дорожных испытаний. В случае, если после этого дефект не выявлен, система запрашивает данные показаний измерительных приборов без разборки. При необходимости дальнейшей диагностики производится снятие показаний измерительных приборов с разборкой узлов и агрегатов, и делается окончательное заключение о неисправности. В результате прохождения всего теста идет программный анализ ответов пользователя и в конце тестирования высвечивается результат – искомый дефект. Также в программном продукте есть пособие по диагностике для облегчения труда слесаря или мастера.

На рис. 2 представлен пример работы программы. Дефект «окисление контактов от датчиков» может быть выявлен пользователем, отвечающим на вопросы в ходе работы ЭС.

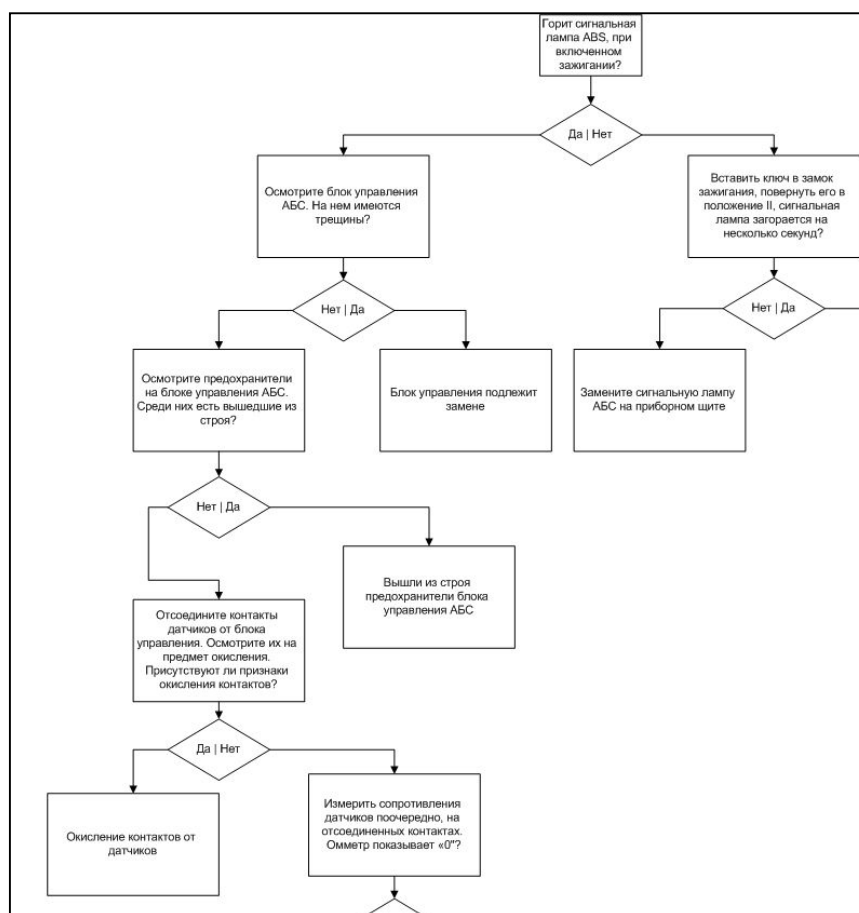


Рис. 2. Фрагмент алгоритма поиска дефектов

Интерфейс программы (рис. 3) разработан с учетом удобства работы для пользователя. Система навигации позволяет легко управлять ходом выполнения программы. В результате прохождения всего теста идет программный анализ ответов пользователя, и в конце тестирования высвечивается результат – искомый дефект. Данный программный продукт предназначен для поста диагностики, пользователь – слесарь со средним специальным образованием, с опытом работы не менее двух месяцев. В настоящее время при возникновении затруднений у слесаря в ходе диагностики, он вынужден обращаться к техническому консультанту. Время диагностики увеличивается так как мастеру необходимо объяснить проблему, и, если специалист не может с ходу решить сложность, приходится использовать специальную литературу. При использовании экспертной системы рабочий обращается к базе знаний программного продукта и пошагово диагностирует систему. Также слесарь может использовать пособие по диагностике, встроенное в экспертную систему, где подробно указаны методика диагностики, необходимый инструмент и места расположения узлов, агрегатов и разъемов. Это позволит сократить время диагностики.

В перспективе база знаний может охватить все системы автомобиля. В таком случае диагностика может производиться быстро и с довольно высокой точностью без привлечения технических консультантов. Это позволит сократить время, затрачиваемое на диагностику и сократить затраты.

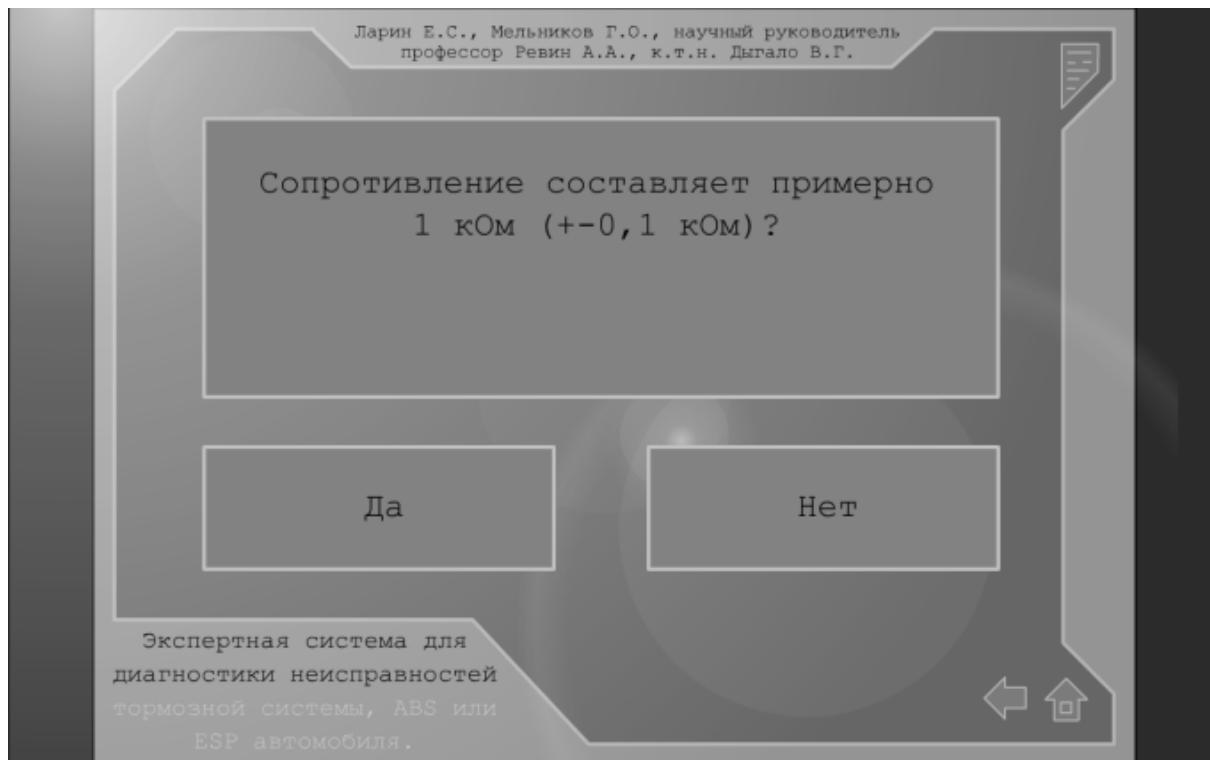


Рис. 3. Интерфейс программы

Разработанная нами экспертная система имеет ряд преимуществ и недостатков перед бортовой диагностикой и техническим консультантом. Они представлены в табл. 2.

Таблица 2

Вид диагностики	Бортовая диагностика	Экспертная система	Технический консультант
Диагностика электрических цепей	+	+	+
Диагностика тормозной системы	-	+	+
Диагностика блока управления ABS	-	-/+	+
Диагностика гидромодулятора ABS	-	-/+	+
Стоимость	+	+	-
Универсальность	-	+	+
Сохранность знаний	-	+	-
Необходимость в специальных знаниях	-	+	-
Возможность альтернативных методов диагностики	-	-	+
Скорость диагностики	-	+	+
Диагностика специфических неисправностей	-	-	+

В результате проделанной работы создана таблица возможных дефектов, составлен алгоритм поиска дефекта, разработано программное средство – экспертная система, реализующая данный алгоритм диагностики тормозной системы, ABS и СДС автомобиля.

Библиографический список

1. ГОСТ Р 41.13–99 (Правила ЕЭК ООН №13). Единообразные предписания, касающиеся официального утверждения механических транспортных средств категорий М, N и O в отношении торможения. – Введен впервые; введ. 01.07.00. – М.: Стандартиформ, 2006. – 113 с.
2. ГОСТ Р 51709–2001. Автотранспортные средства. Требования безопасности к техническому состоянию и методы проверки. – Введен впервые; введ. 01.01.02. – М.: Стандартиформ, 2008. – 39 с.
3. **Дворянкин, А.М.** Искусственный интеллект. Базы знаний и экспертные системы: учеб. пособие / А.М. Дворянкин и др. – Волгоград: РПК «Политехник», 2002. – 140 с.
4. Диагностический комплекс для проверки ABS и ESP [Электронный ресурс] / Г.О. Мельников, В.Г. Дыгало, А.А. Ревин, Е.С. Ларин // SCI-ARTICLE.RU: электронный периодический научный журнал. – 2013. – № 3. – С. 17-22. – URL: http://sci-article.ru/stat.php?i=diagnosticheskiy_kompleks_dlya_proverki_ABS_i_ESP. (дата обращения 09.09.2018).
5. Диагностический комплекс систем активной безопасности автомобиля. Диагностика ABS и ESP / Г.О. Мельников, Е.С. Ларин, А.А. Ревин, В.Г. Дыгало // 63-я Открытая студенческая научно-техническая конференция «СНТК Университета машиностроения 2013»: сб. работ. – М., 2013. – С. 220-224.
6. **Дыгало, В.Г.** Виртуально-физическая технология лабораторных испытаний систем активной безопасности автотранспортных средств: монография / В.Г. Дыгало, А.А. Ревин. – Волгоград, 2006. – 316 с.
7. **Дыгало, В.Г.** Виртуально-физическая технология моделирования в цикле проектирования автоматизированных тормозных систем / В.Г. Дыгало // Известия Волгоградского государственного технического университета. – 2007. – Т. 8, № 2. – С. 13-15.
8. **Дыгало, В.Г.** Средства виртуальных испытаний автоматизированных тормозных систем / В.Г. Дыгало, А.А. Ревин // Известия Волгоградского государственного технического университета: Межвуз. сб. науч. ст. – Волгоград, 2004. – С. 67-73.
9. **Дыгало, В.Г.** Стенд для комплексных лабораторных испытаний ЭГТС / В.Г. Дыгало, А.А. Ревин, А. Сорниотти, М. Веллардокиа // Автомобильная промышленность. – 2006. – № 3. – С. 34-35.
10. Комплекс для диагностики систем активной безопасности автомобиля / Г.О. Мельников, Е.С. Ларин, В.Г. Дыгало, А.А. Ревин // Известия ВолгГТУ. Серия "Наземные транспортные системы". – 2013. – Вып. 6, № 10 (113). – С. 102-105.
11. Компьютерный метод диагностики систем активной безопасности автомобиля. Диагностика ABS и ESP / Г.О. Мельников, Е.С. Ларин, А.А. Ревин, В.Г. Дыгало // Актуальные направления фундаментальных и прикладных исследований = Topical areas of fundamental and applied research: матер. междунар. науч.-практ. конф. (Москва, 4-5 марта 2013 г.). – Vol. 2 / spc Academic. – North Charleston (SC, USA), 2013. – С. 81–85.
12. **Ревин А.А.** Виртуальные испытания в цикле проектирования автоматизированных тормозных систем / А.А. Ревин, В.Г. Дыгало // Наука – производству. – 2005. – № 1. – С. 43-47.
13. **Ревин А.А.** Исследование тормозной динамики автомобиля методами комплексной технологии моделирования: Учебное пособие / А.А. Ревин, В.Г. Дыгало. – Волгоград, 2001. – 122 с.
14. **Ревин, А.А.** Комплексное моделирование в цикле проектирования автомобилей и их систем / А.А. Ревин, В.Г. Дыгало // Автомобильная промышленность. – 2002. – № 11. – С. 29-30.
15. **Ревин, А.А.** Комплексная технология моделирования тормозной динамики автомобиля: Монография. – Волгоград, 2000. – 92 с.
16. **Ревин, А.А.** Теория эксплуатационных свойств автомобилей и автопоездов с ABS в режиме торможения: монография / А.А. Ревин. – Волгоград: РПК «Политехник», 2002. – 372 с.
17. Экспертная система для диагностики неисправностей тормозной системы автомобиля с ABS / Е.С. Ларин, Г.О. Мельников, А.А. Ревин, В.Г. Дыгало // 62-я открытая студенческая научно-техническая конференция СНТК МАМИ – 2012, Москва, 16-27 апр. 2012 г.: тез. избран. докл. – М., 2012. – С. 9-10.
18. A Revin et al 2018 IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng. 315 012020
19. Bosch, Automotive Braking Systems, Robert Bosch GmbH, 1995.
20. Martin Maier and Klaus Müller, Robert Bosch GmbH, ABS 5.3: The New and Compact ABS5 Unit for Passenger Cars, SAE Technical Paper Series 950757, 1995.

21. Mitsubishi Lancer X Service Manual & Body Repair Manual, MY 2011-2015 [Электронный ресурс]. – 2015. – URL: http://mmc-manuals.ru/manuals/lancer_x/online/Service_Manual_2008-2012/2015/index_M1.htm (дата обращения 09.09.2018).
22. Reiner Emig, H. Goebels, and H. J. Schramm, Robert Bosch GmbH, Antilock Braking Systems (ABS) for Commercial Vehicles – Status 1990 and Future Prospects, SAE Technical Paper Series 901177, 1990.
23. V Dygalo et al 2018 IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng. 315 012007

*Дата поступления
в редакцию: 09.10.2018*

V.G. Dygalo, E.S. Larin, V.V. Kotov, L.V. Dygalo

EXPERT DIAGNOSTIC SYSTEM ABS AND ESP

Volgograd state technical university

Purpose: The method of automatic control of the braking system with ABS and ESP is described.

Methodology. It is proposed to improve the accuracy of the brake system diagnostics with ABS and ESP using a software and computer complex.

Research implications: The study served as the basis for creating a software product - an expert system.

Conclusions: The accuracy of diagnosis of modern automated brake system directly depends on the qualification of a technical specialist. Increase in accuracy is possible due to the use of additional interactive software.

Keywords: antiblocking system, diagnostics, active safety systems.