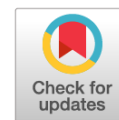


DOI: <https://doi.org/10.17816/2074-0530-108512>

Оригинальное исследование



Предпосылки для создания отечественных средств бортовой диагностики для автомобилей категории М1 и М2

В.А. Завойкин

Государственный научный центр Российской Федерации «Центральный научно-исследовательский автомобильный и автомоторный институт» «НАМИ», Москва, Россия

АННОТАЦИЯ

Обоснование. В связи с неуклонным ростом мирового парка автомобилей при усложнении их рабочих функций, и увеличением числа электронных блоков управления и их технологичности на борту транспортного средства, возрастает потребность в средствах доступа к показателям работы бортовых электронных систем на конечных стадиях их производства и эксплуатации. Данный обзор необходим для обобщения имеющихся данных из мирового опыта по построению и реализации систем бортовой диагностики.

Цель работы – состоит в формулировании общих принципов построения систем бортовой диагностики, которые позволят наметить рациональные технические решения для поставленной задачи по созданию собственной отечественной диагностической среды для транспортных средств.

Материалы и методы. В настоящей работе описано назначение и роль систем бортовой диагностики, используемых в мировой практике для современных автотранспортных средств. Выделены классы диагностических устройств по уровню реализуемых функций. Рассматриваются основания, определяющие необходимость разработки собственных систем бортовой диагностики колесных транспортных средств. Проведён обзор функционала оригинальных диагностических средств производителей зарубежных автомобилей. Определены основные требования, предъявляемые разработчикам со стороны группы стандартов ISO 27145 и ISO 14229 в рамках реализации современных диагностических систем для отечественных автотранспортных средств категории М1 и М2.

Результаты. Определён конкретный набор функций, рекомендованных для интегрирования в диагностическое оборудование, создаваемое в рамках перспективных отечественных разработок. Сформулировано содержание положительного эффекта от практической реализации мероприятий, предложенных по результатам выполненного анализа.

Заключение. Выполненный научный анализ особенностей существующего диагностического оборудования позволяет определить актуальные направления при реализации принципиально нового направления в бортовые диагностики в РФ, что способствует повышению уровня компетенции отечественных специалистов и разработок в рамках стратегии развития отечественного машиностроения.

Ключевые слова: унифицированные диагностические сервисы; бортовая диагностика; автомобильная диагностика; дилерские системы.

Для цитирования:

Завойкин В.А. Предпосылки для создания отечественных средств бортовой диагностики для автомобилей категории М1 и М2 // Известия МГТУ «МАМИ». 2022. Т. 16, № 3. С. 235–240. DOI: <https://doi.org/10.17816/2074-0530-108512>

DOI: <https://doi.org/10.17816/2074-0530-108512>

Original study article

Prerequisites for the creation of domestic onboard diagnostics tools for the M1 and M2 categories vehicles

Vladislav A. Zavoykin

Central Scientific Research Automobile and Automotive Engines Institute ("NAMI"), Moscow, Russia

ABSTRACT

BACKGROUND: Due to the steady growth of the worldwide fleet of vehicles alongside the sophistication of their operational functions and the increase in the number and manufacturability of electronic control units, used in a vehicle, the demand for means of access to the performance of on-board electronic systems at the final stages of their production and operation is increasing. This review is necessary to summarize the available data from the world experience in the development and implementation of on-board diagnostic systems.

AIMS: Formulation of general principles for the development of on-board diagnostic systems, helpful to outline reasonable technical solutions for the task of creation of proprietary domestic diagnostic environment for vehicles.

METHODS: This paper describes the purpose and role of onboard diagnostic systems used in world practice for modern vehicles. Classes of diagnostic devices are allocated according to the level of implemented functions. The grounds that determine the demand for development of proprietary onboard diagnostic systems for wheeled vehicles are considered. A review of the functionality of the original diagnostic tools of foreign vehicle manufacturers was carried out. The main requirements imposed on developers by the ISO 27145 and ISO 14229 group of standards within the framework of the implementation of modern diagnostic systems in domestic vehicles of the M1 and M2 categories are determined.

RESULTS: A specific set of functions recommended for integration into diagnostic equipment being developed as a part of promising domestic developments has been determined. The content of the positive effect of the practical implementation of the measures proposed according to the results of the analysis is formulated.

CONCLUSIONS: The performed scientific analysis of the features of the existing diagnostic equipment is helpful to determine the relevant trends in the implementation of a fundamentally new trend in on-board diagnostics in the Russian Federation, which contributes to increasing the level of competence of domestic specialists and development within the framework of the domestic engineering development strategy.

Keywords: *Unified Diagnostic Services (UDS); On Board Diagnostics (OBD); automotive diagnostics; dealers' systems.*

Cite as:

Zavoykin VA. Prerequisites for the creation of domestic onboard diagnostics tools for the M1 and M2 categories vehicles. *Izvestiya MGTU «MAMI»*. 2022;16(3):235–240. DOI: <https://doi.org/10.17816/2074-0530-108512>

Received: 03.06.2022

Accepted: 25.06.2022

Published: 15.10.2022

ВВЕДЕНИЕ

Стратегия развития транспортного машиностроения РФ на период до 2030 года и её цели, поставленные правительством, являются предпосылками для разработки отечественной системы бортовой диагностики (БД) колесных транспортных средств (ТС) категории М1 и М2. В результате проведения анализа литературных источников в сфере автомобильных систем БД отмечено, что автор [1] охватывает только обзор ключевых понятий и параметры OBD-II стандарта, его назначение и роль в системах, оказывающих влияние на выбросы вредных веществ с отработавшими газами в атмосферу. В книге приведён набор функций, обзор технологий и методов диагностирования, включая различные режимы диагностического сканера, а также способы настройки экрана пользователя. В работах [2, 3] описана реализация информационной системы определения неисправностей в процессе эксплуатации легковых и автономных ТС, решены задачи по определению отклонений в работе автомобиля в процессе эксплуатации. Особое внимание уделено диагностике неисправностей системы зажигания автомобилей. В статье [4] освещены проблемы, возникающие при технической эксплуатации и диагностике современных автомобилей, связанные с внедрением электронных систем управления его отдельными узлами. В рамках разработки распределенной информационно-советующей системы диагностики и управления автомобилем описаны ожидаемые результаты внедрения разработанных технических решений. Анализ доступных источников показал, что работы, описывающие ключевые требования к системам и функциям БД, построенным с учетом современных стандартов (ISO 27145, ISO14229), в литературных источниках практически отсутствуют. При этом предпосылки для разработки подобных систем в имеющихся источниках информации устарели и требуют уточнений, т.к. не соответствуют новейшим требованиям, предъявляемым к системам такого типа. Исходя из вышеприведенного анализа сделан вывод о необходимости подготовки данного обзора с целью обобщения имеющихся данных из мирового опыта по построению и реализации систем БД. Данный анализ может быть значимым и актуальным в рамках стратегии развития отечественного машиностроения.

Цель настоящей работы состоит в формулировании общих принципов построения таких систем, которые позволили бы наметить рациональные технические решения для поставленной задачи по созданию собственной отечественной диагностической среды для ТС. В ходе выполнения исследования проведен анализ диагностических инструментов, используемых зарубежными производителями в условиях дилерских центров для поиска неисправностей и ремонта автомобилей категории М1 и М2. Данная работа направлена на изучение, рассмотрение и сравнение диагностических функций различных оригинальных дилерских диагностических средств, анализ

содержания определяющих их нормативных документов, с разработкой конкретных рекомендаций по созданию собственных диагностических средств, обеспечивающих эффективное импортозамещение имеющихся для этого зарубежных технологий, часто защищенных патентами.

В связи с неуклонным ростом мирового парка автомобилей при усложнении их рабочих функций, ростом числа электронных блоков управления (ЭБУ) и их технологичности на борту ТС, возрастает потребность в средствах доступа к показателям работы бортовых электронных систем на конечных стадиях их производства и эксплуатации. Такие системы, с учетом их назначения, принято именовать соответственно системами End Of Line (EOL) и диагностическими («сканирующими») системами [5]. В настоящее время такие системы широко используются при организации контроля технического состояния ТС.

Современные рационально построенные системы БД позволяют контролировать режимы работы автомобильных систем, выявляя нарушения и обеспечивая коррекцию параметров в процессе работы ТС, повышая надежность их работы. Такое оборудование должно обеспечивать полноценную реализацию всех предусмотренных функций, состав которых зависит от особенностей диагностируемых систем, уровня их совершенства и поставленных задач. Подобные системы делятся на два класса: универсальное и, так называемое, дилерское диагностическое оборудование.

Функции первого указанного выше класса диагностического оборудования жестко регламентируются международными стандартами на системы БД ТС, их задачей является устранение неисправностей электронных систем автомобилей с ДВС, влияющие на выброс вредных веществ в атмосферу.

При этом функции систем автомобиля, напрямую не связанных с экологическими требованиями (например, системы обеспечения комфорта), остаются за пределами регламентированной зоны и контролируются оборудованием другого класса, т.е. специализированным дилерским оборудованием разработанным производителем для конкретной марки или семейства ТС. В настоящее время в мировой практике известно большое число подобных систем, отличающихся разнообразием построения и содержания решаемых задач. В данном обзоре рассмотрены диагностические устройства компаний, относящихся к трём основным автомобильным рынкам Европы, Азии и Северной Америки.

В настоящей статье в качестве объектов для проведения научного анализа рассматривались диагностические системы [6]:

1. Mercedes Xentry – система диагностики, которая является официальным дилерским программным обеспечением (ПО) Mercedes, Smart, Maybach.
2. ODIS (Offboard Diagnostic Information System) – современная версия дилерской диагностики для VAG группы (Audi, Seat, Skoda, Volkswagen).

3. Renault CanClip – диагностическая система используется дилером Renault.
4. HDS (Honda Diagnostic System) – программа диагностики используемая дилерами Honda и Acura в своих представительствах.
5. IDS – (Integrated Diagnostic System) – это текущий оригинальный инструмент дилеров (Ford, Lincoln, Jaguar, Mazda).

Использование оригинального инструмента, предоставляет доступ к диагностике высокого уровня, с максимальным набором функций, справочного материала, функцией консультации в службе поддержки, руководства пользователя, схемам, диаграммам и трёхмерной модели компонентов, их функций и месторасположения, описанию известных неисправностей, в том числе процедурам предписанной (ведомой) диагностики, а также доступ по VIN к составу ТС. Такие сканирующие инструменты обеспечивают доступ ко всем диагностическим кодам неисправностей автомобиля (не только по OBD-II, но также и UDS протоколу) и позволяют сканировать ЭБУ в том числе системы: кузовной электроники, курсовой устойчивости, подушек безопасности, трансмиссии, активной безопасности и ассистентов помощи водителю, управления подвеской, климатом и прочих [7, 8].

Дилерские системы позволяют просматривать потоки данных, функционировать в качестве графических мультиметров или цифровых осциллографов. Выполнять построение графиков, делать мгновенные снимки (стоп-кадры) необходимых параметров, считать и записывать произошедшие сбои в процессе работы. Профессиональные инструменты сканирования способны одновременно отображать осциллограмму и до восьми значений диагностируемых параметров (данные датчиков, состояние системы и т.д.).

Инструменты БД дилера работают в двунаправленном режиме, т.е. способны управлять исполнительными механизмами и выполнять различную самодиагностику, например, командовать выходами и инициировать модуль ТС для выполнения таких задач, как:

- управление кузовной электроникой (включение-выключение фар, управление работы дворников, работа приводов дверных замков, изменение цвета стилиевой подсветки);
- регулирование уровня пневмоподвески;
- проверка работоспособности топливной системы;
- запуск вентилятора(ов) охлаждения;
- изменение оборотов холостого хода двигателя;
- открывание и закрытие соленоидов системы рециркуляции выхлопных газов;
- диагностика топливных форсунок;
- тесты утечки и управление продувкой системы улавливания паров топлива;
- проверка работоспособности предпускового подогревателя;
- проверка работоспособности климатической установки.

При замене модуль-блока оригинальный инструмент сканирования позволяет выполнять процедуры инициализации и адаптации различных систем. Процесс «кодировки» включает в себя процедуры обучения: датчика угла поворота рулевого колеса после операции развал-схождения колес, датчиков рыскания (угловой скорости), системы ADAS, датчиков давления в колёсах, мультимедийной системы, ключей и иммобилайзера системы бесключевого доступа, доступные только при использовании заводского инструмента диагностики.

Возможность перепрограммирования ЭБУ на автомобилях вторичного рынка – преимущество дилерского ПО. Только представители производителя оригинальной БД могут предоставить корректные, стабильные и проверенные флэш-файлы для перепрограммирования ЭБУ современных ТС в их числе ABS, ACU, BCM, CCU, ECU, TCM, SCU и прочее.

Несмотря на различия рассматриваемых средств диагностики, набор функций связи, для оригинальных устройств идентичен и соответствует ISO 15765 и ISO 14229. На основании проведённой работы, была составлена таблица 1, в которой представлен сравнительный анализ типичных функций дилерского диагностического ПО.

В ходе выполнения работы рассмотрены функциональные возможности дилерской БД, в результате, анализ позволяет выдвинуть ключевые требования к отечественной системе диагностики с учетом специфических особенностей и условий эксплуатации ТС, для чего в первую очередь необходимо провалидировать функции:

- сигнализатора неисправностей;
- обнаружения диагностических кодов с учетом их статуса;
- записи и обновления кадров, сохраненных диагностических данных;
- обнаружения, хранения и удаления диагностических кодов и другой диагностической информации;
- чтения параметров управления силовым агрегатом, включая статусы диагностических мониторов;
- отображения результатов автоматических контрольных тестов;
- отображения паспортных данных по системе управления силовым агрегатом, включая значения эксплуатационной эффективности мониторов.

На основании анализа свойств известных примеров дилерского оборудования можно сформулировать следующие требования к разрабатываемым собственным средствам диагностики, которые должны обеспечивать:

- связь со всеми входящими в состав ТС блоками управления, подключенными к диагностической шине CAN через межсетевые интерфейсы;
- оценку работоспособности линии связи с входящими в состав ТС ЭБУ;
- конфигурирование состава (упорядочивание списка и идентификационных признаков) ЭБУ, объединенных шиной CAN на конкретном ТС;
- инициализацию (сброс адаптивных и пользовательских настроек к исходным значениям) для каждого ЭБУ;

Таблица 1. Сравнительный анализ типичных функций дилерского диагностического программного обеспечения

Table 1. Benchmarking analysis of typical functions of dealers' diagnostics software

Параметры сравнения	ODIS (VAG)	Xentry (Mercedes)	CanClip (Renault)	IDS (Ford)	HDS (Honda)
Считывание и расшифровка диагностических кодов неисправностей. Удаление информации об ошибках (DTC). Доступ к каждому диагностическому коду неисправности и его заводскому описанию	+	+	+	+	+
Вывод текущих значений параметров в графическом виде	До 6	+	+	До 6	До 2
Вывод текущих значений параметров в цифровом виде	До 8	+	+	До 6	До 8
Программирование блоков управления	+	+	+	+	+
Кодирование (запись особенностей комплектации) блоков управления	+	+	+	+	+
Автоматическое распознавание VIN автомобиля	+	+	+	+	+
Процедура предписанной («ведомой») диагностики	+	+	–	+	–
Принудительная активация исполнительных устройств	+	+	+	+	+
Адаптация блоков и исполнительных устройств	+	+	+	+	+
Интуитивность интерфейса	+	+	+	–	–
Сохранение и распечатки данных	+	+	+	+	+
Наличие справочной базы	+	+	+	–	–
Централизованная персонализация настроек	+	+	–	–	–
Централизованное чтение параметров адаптации	+	+	–	–	–
Программирование и кодирование ключей и брелоков, выполнение задач, связанных с иммобилайзером	+	+	+	+	+
Сервисные функции, сброс сервисного интервала	+	+	+	+	+

- выполнение адаптивных настроек систем и компонентов на автомобиле;
- чтение пользовательских настроек, содержащихся в ЭБУ на ТС;
- редактирование пользовательских настроек для имеющих данную функцию ЭБУ;
- осуществление пользовательских функций и принудительно-выполняемых корректирующих процедур;
- чтение в защищенном режиме содержимого основной, условно разрешенной для модифицирования части ПО каждого ЭБУ входящего в состав ТС;
- запись в защищенном режиме ПО в каждый ЭБУ входящий в состав ТС;
- чтение диагностической информации, статусов, значимости и класса параметров, содержимого сохраненных «стоп-кадров» и диагностических счетчиков от каждого ЭБУ входящего в состав ТС.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Инструменты диагностики производителя оригинального оборудования обладают обширным функционалом и являются совершенными средствами. Они способны

выполнять все предусмотренные производителем функции на автомобилях данной марки. Учет мировых тенденций в части внедрения передовых методов диагностики, позволяет развивать принципиально новые инструменты для создания отечественной диагностической среды. В рамках реализации системы диагностирования необходимо опираться на перспективные протоколы по стандартам ISO 27145 и ISO 14229.

Реализация разработанных в рамках настоящей работы рекомендаций по составу и содержанию функций отечественных средств диагностики позволит достигнуть следующих результатов:

Создать собственные компетенции, сформировать научно-технологический задел в области разработки собственных систем диагностики с учетом свойств аналогичных систем зарубежных разработчиков.

Улучшить организацию процесса диагностики, уменьшив затраты времени на проведение работ, снизив непроизводительные потери при локализации неисправностей, используя сервисы предписанной («ведомой») диагностики с доступом к схемам автомобиля.

Обеспечить безопасную эксплуатацию ТС, организовав мониторинг за техническим состоянием автомобилей.

Повысить качество диагностического обслуживания автомобилей в результате получения возможности контролировать прямые и косвенные диагностические параметры систем автомобиля, выполнять процедуры калибровки и перепрограммирования в условиях производства и обслуживания.

Снизить влияние человеческого фактора в сфере технического обслуживания эксплуатируемого транспорта.

Выполненный научный анализ особенностей существующего диагностического оборудования позволяет определить актуальные направления при реализации принципиально нового направления в БД в РФ, что способствует повышению уровня компетенции отечественных специалистов и разработок в данной области.

На этой основе специалисты ФГУП «НАМИ», учитывая имеющийся опыт зарубежных производителей и опираясь на законодательную базу, смогут использовать собственный подход к построению систем БД, максимально

адаптированный к условиям эксплуатации автомобилей в России.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Конфликт интересов. Автор декларирует отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Источник финансирования. Автор заявляет об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследований.

ADDITIONAL INFORMATION

Competing interests. The author declares no any transparent and potential conflict of interests in relation to this article publication.

Funding source. This study was not supported by any external sources of funding.

ЛИТЕРАТУРА

1. Santini A. *OBD-II: Functions, Monitors and Diagnostic Techniques*. Delmar: Delmar Cengage Learning, 2010.
2. Petrovsky S.V., Kozlovsky V.N., Kritsky A.V., et al. On-Board Intelligent Information System for Diagnosing Faults in the Ignition System of a Passenger Car // 2021 Intelligent Technologies and Electronic Devices in Vehicle and Road Transport Complex, TIRVED 2021 – Conference Proceedings. Moscow: IEEE, 2021. doi: 10.1109/TIRVED53476.2021.9639141
3. Козловский В.Н., Петровский С.В., Новикова А.П. Интеллектуальная информационная система диагностики состояния автономных транспортных объектов // *Фундаментальные исследования*. 2016. № 6–1. С. 73–77.

4. Сергеев Д.В., Левкин И.В. Разработка распределенной информационно-советующей системы диагностики и управления автомобилем // *Вестник алтайской науки*. 2010. № 2. С. 20–26.
5. ISO 27145-1:2012 Road vehicles – Implementation of World-Wide Harmonized On-Board Diagnostics (WWH-OBD) communication requirements – Part 1: General information and use case definition.
6. OEM tools. <https://oemtools.com> [internet] (дата обращения: 04.04.2022).
7. ISO 15765-3:2004 Road vehicles – Diagnostics on Controller Area Networks (CAN) – Part 3: Implementation of unified diagnostic services (UDS on CAN).
8. ISO 14229-1:2020 Road vehicles – Unified diagnostic services (UDS) – Part 1: Application layer.

REFERENCES

1. Santini A. *OBD-II: Functions, Monitors and Diagnostic Techniques*. Delmar: Delmar Cengage Learning, 2010.
2. Petrovsky SV, Kozlovsky VN, Kritsky AV, et al. On-Board Intelligent Information System for Diagnosing Faults in the Ignition System of a Passenger Car. *2021 Intelligent Technologies and Electronic Devices in Vehicle and Road Transport Complex, TIRVED 2021 – Conference Proceedings*. Moscow: IEEE, 2021. doi: 10.1109/TIRVED53476.2021.9639141
3. Kozlovskiy VN, Petrovskiy SV, Novikova AP. Intelligent information system for diagnosing the state of autonomous transport objects. *Fundamentalnye issledovaniya*. 2016;6–1:73–77. (in Russ).

4. Sergeev DV, Levkin IV. Development of a distributed information-advising system for diagnostics and vehicle control. *Vestnik altayskoy nauki*. 2010;2:20–26. (in Russ).
5. ISO 27145-1:2012 Road vehicles – Implementation of World-Wide Harmonized On-Board Diagnostics (WWH-OBD) communication requirements – Part 1: General information and use case definition.
6. OEM tools. <https://oemtools.com> [internet] (accessed: 04.04.2022).
7. ISO 15765-3:2004 Road vehicles – Diagnostics on Controller Area Networks (CAN) – Part 3: Implementation of unified diagnostic services (UDS on CAN).
8. ISO 14229-1:2020 Road vehicles – Unified diagnostic services (UDS) – Part 1: Application layer.

ОБ АВТОРЕ

Завойкин Владислав Анатольевич, инженер, аспирант;
адрес: Россия, 125438, Москва, ул. Автомоторная, д. 2;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2624-9280>;
eLibrary SPIN: 7703-0195;
e-mail: vlad.zavoykin@nami.ru

AUTHOR'S INFO

Vladislav A. Zavoykin, engineer, post graduate;
address: 2 Avtomotornaya street, 125438 Moscow, Russia;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2624-9280>;
eLibrary SPIN: 7703-0195;
e-mail: vlad.zavoykin@nami.ru