

УДК 629.113.004.53

UDC 629.113.004.53

**ДИАГНОСТИРОВАНИЕ МОБИЛЬНОЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРИБОРА ФИРМЫ "SAMTEC"**

**DIAGNOSTICS OF THE MOBILE AGRICULTURAL TECHNIQUES USING THE DEVICE OF THE "SAMTEC" COMPANY**

Бышов Николай Владимирович  
д.т.н., профессор

Byshov Nikolai Vladimirovich  
Dr.Sci.Tech., professor

Борычев Сергей Николаевич  
д.т.н., профессор

Borychev Sergei Nikolaevich  
Dr.Sci.Tech., professor

Успенский Иван Алексеевич  
д.т.н., профессор

Uspensky Ivan Alekseevich  
Dr.Sci.Tech., professor

Синицин Павел Сергеевич  
аспирант

Sinitsin Pavel Sergeevich  
postgraduate student

Кокорев Геннадий Дмитриевич  
к.т.н., доцент  
*Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева, Рязань, Россия*

Kokorev Gennady Dmitrievich  
Cand.Tech.Sci., associate professor  
*Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostychev, Ryazan, Russia*

В статье предложена методика диагностирования мобильной сельскохозяйственной техники, основанная на внедрении электронных систем автоматического управления, и, в частности, для анализа диагностических протоколов создается трехкомпонентная схема, позволяющая облегчить специфицирование протоколов, а именно составление документации, описывающей основные параметры, структуру и константы диагностического протокола

The issue of the article is the procedure of diagnostics of the mobile agricultural techniques based on the implementation of the automatic control electronic systems. In particular, a ternary circuit is being created for the analysis of diagnostic protocols, which allows facilitating the specifying of the protocols, including compiling of documents describing the basic parameters, the structure and the constants of diagnostic protocols

Ключевые слова: МОБИЛЬНАЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ ТЕХНИКА, ЭЛЕКТРОННЫЕ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ДВИГАТЕЛЕМ, ПРОТОКОЛ ПЕРЕДАЧИ И ОБМЕНА ДАННЫХ, ДИАГНОСТИЧЕСКИЙ ПРИБОР, ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫЙ КОМПЛЕКС, ТЕХНОЛОГИЯ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ

Keywords: MOBILE AGRICULTURAL TECHNIQUES, ELECTRONIC SYSTEMS OF ENGINE AUTOMATIC CONTROL, PROTOCOL OF DATA TRANSFER AND EXCHANGE, DIAGNOSTICS DEVICE, PROGRAM AND APPARATUS COMPLEX, TECHNOLOGY OF DIAGNOSTICS

Одним из приоритетных направлений, принятой Правительством Российской Федерации концепции развития автомобильной промышленности России, являются: экологическая безопасность и меры по снижению отрицательного воздействия на окружающую среду [1].

Так, на первом этапе реализации концепции необходимо оптимизировать конструкцию и технологию изготовления автомобильной

техники, упорядочить нормативные требования по экологии и организовать выпуск автомобилей, удовлетворяющих нормам Комитета по внутреннему транспорту Европейской экономической комиссии ООН.

Принятию концепции предшествовало бурное развитие электроники и микропроцессорной техники, которое привело к широкому внедрению ее на автомобиле, МСХТ, в частности к созданию электронных систем автоматического управления (ЭСАУ) двигателем внутреннего сгорания (ДВС), трансмиссией, ходовой частью и дополнительным оборудованием.

Применение ЭСАУ позволяет снизить расход топлива, токсичность отработавших газов, повысить мощность двигателя, улучшить условия труда оператора-водителя. По средствам ЭСАУ реализуется возможность самодиагностики техники.

Также внедрению ЭСАУ в технике способствовало принятие во многих странах нормативов, ограничивающих токсичность отработавших газов и расход топлива. Соблюдение требований этих нормативов требует поддержания на большинстве режимов работы двигателя стехиометрического состава топливовоздушной смеси, частичного отключения подачи топлива на режиме принудительного холостого хода, точного и оптимального регулирования момента зажигания и впрыска топлива.

Пионером в законодательной защите окружающей среды явилось Ведомство по поддержанию чистоты воздуха федерального штата Калифорния (США) (CARB - California Air Research Board), которое с 1970 г. активно разрабатывает законодательные инициативы с целью сокращения содержания вредных веществ в воздухе. В 1975 г. в США был разработан 3-х компонентный катализатор, а в 1988 г. была введена система самодиагностирования On Board Diagnostics (OBD).

Отечественная промышленность при производстве МСХТ приступила к активному внедрению ЭСАУ в конце 90х годов прошлого

века. Прототипом многих отечественных разработок явились зарубежные аналоги. Так, например, на базе системы Bosch Motronic, появилась отечественная разработка Январь 5.1 [2]. Использование ЭСАУ обусловлено необходимостью проведения системной диагностики с целью, не только контроля выброса вредных веществ, но и выявления дефектных компонентов системы.

Так как производители МСХТ не разглашают протоколы передачи и обмена данных между ЭСАУ и диагностическим сканером с целью реализации собственных концепций сервисного обслуживания, возникает потребность в легальной дешифрации таких протоколов для создания универсальных сканирующих устройств. Слабое развитие протоколов обмена данных ЭСАУ ДВС привело к отсутствию единого диагностического стандарта.

В настоящее время системы впрыска постоянно совершенствуются. Производители МСХТ ограничивают монопольную зависимость от одного поставщика комплектующих и придерживаются концепции нескольких поставщиков, из-за этого на рынке много систем впрыска.

Целью исследования диагностических протоколов является создание легальной дешифрации протокола обмена данными между блоком управления любой МСХТ и предписанным для него производителем диагностическим прибором. После чего, для дешифрованного протокола обмена данными создается базовая программа, которая устанавливается в универсальный блок – сканер.

Стандарт оговаривает, что производитель МСХТ может реализовывать свою версию протокола, выбрав необходимую кодировку и физический смысл передаваемых параметров, где это возможно. Иерархия исследования определяет вложенность реализации проекта применительно к протоколу обмена данными с ЭБУ МСХТ.

Сервисы (режимы работы системы), используемые в диалоге между тестером и блоком управления, разбиваются на уровни (рис. 1).

Для адаптации диагностического прибора к работе с новым протоколом необходимо создать спецификацию этого протокола в стандартах организации, создающей прибор.

Чаще всего исследование протокола происходит в условиях полной или частичной неопределенности, так как всегда существует некоторое разногласие между стандартами и договоренностями по диагностике внутри различных стран и между производителями МСХТ.

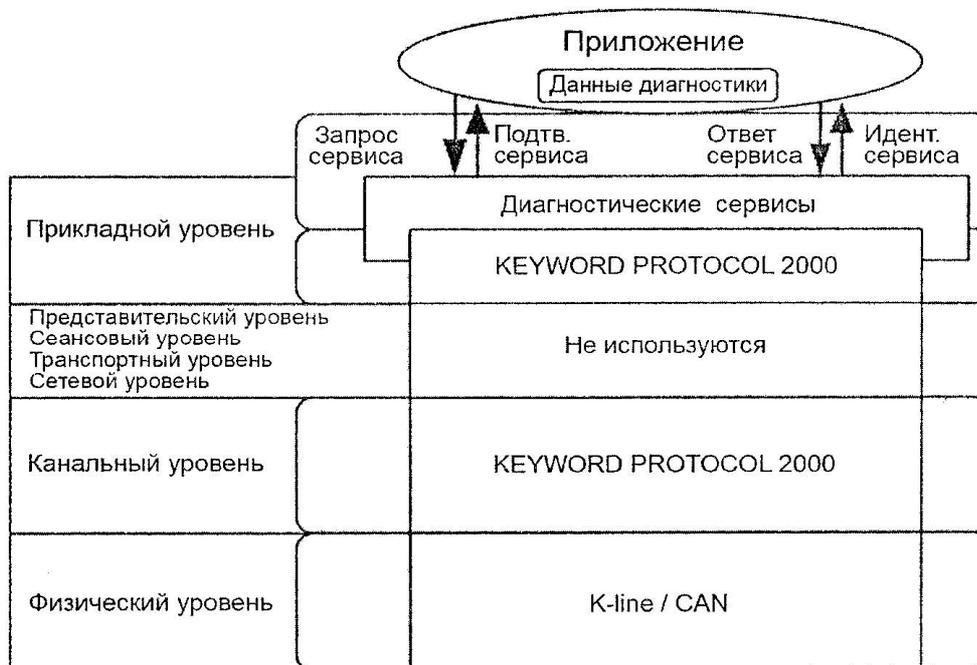


Рисунок 1. Различные уровни взаимодействия сервисов [3].

Подобные ситуации были нередкими, когда не было общих стандартов диагностики. Для полноценного исследования диагностических протоколов необходимо создать следующую трехкомпонентную систему:

- диагностический прибор - сканер (эталонный прибор);
- электронный блок управления (ЭБУ) одной из систем;
- интерфейс автоматизированного исследования протоколов обмена данными (программно-аппаратный комплекс).

Всеобщая стандартизация диагностики существенно облегчает специфицирование протоколов, так как, по крайней мере, один из уровней модели взаимодействия открытых систем OSI заранее известен. Тогда порядок распознавания сигнала можно представить в следующем виде.

1. В качестве эталона в создаваемой диагностической системе используется прибор, имеющий наиболее широкий выбор функций по диагностике МСХТ. Такой прибор получил название "дилерский прибор".

В создаваемой нами экспериментальной исследовательской системе анализируются функции (сервисы) эталонного диагностического прибора, которые являются типовыми по стандарту ISO 14230 (для протокола E-OBD KWP2000). В случае с нестандартным оборудованием, которое использует старые протоколы передачи диагностических данных необходимо классифицировать существующие сервисы и привести их к стандартному виду.

2. Вторым элементом трехкомпонентной системы является ЭБУ той системы, которую мы собираемся подвергнуть анализу и дешифровать.

ЭБУ, как правило, позволяет вести диагностический обмен без их подключения к соответствующей системе, сигнализирует о полном отсутствии сигналов со всех внешних устройств.

3. Для решения задачи автоматизированного исследования диагностических протоколов передачи данных используется программно-аппаратный комплекс, состоящий из устройств (интерфейса) преобразования уровня и формата сигналов и программного модуля для протоколирования обмена и выдачи обратных сигналов (реакций) в диагностическую линию. Этот комплекс позволяет анализировать обмен диагностическими данными по наиболее распространенным на сегодняшний день линиям диагностики. Пример подключения по шине CAN (последовательная передача данных) приведен на рисунке 2.

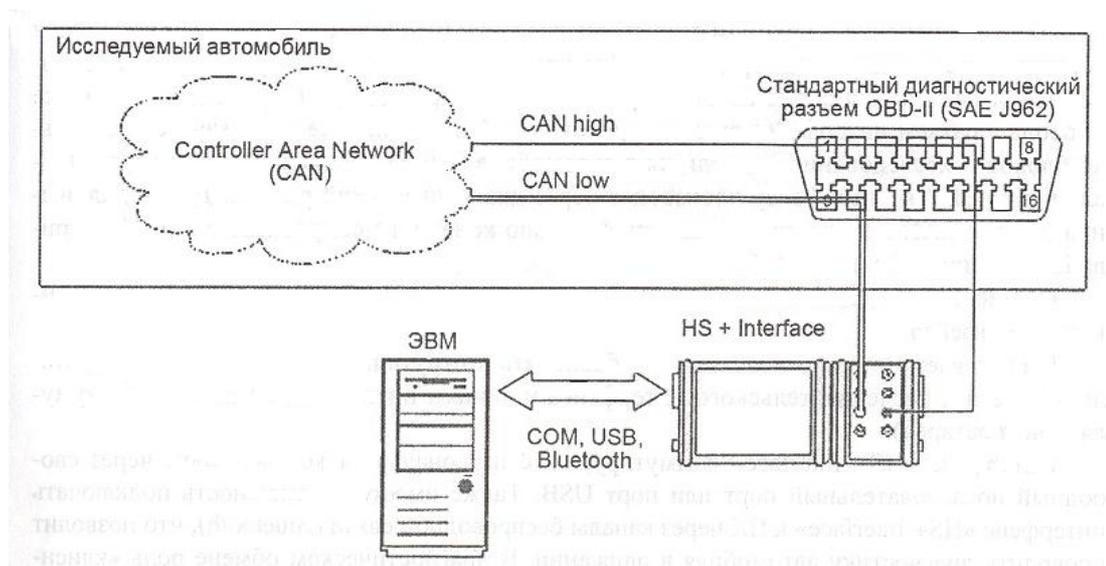


Рисунок 2. Подключение по шине CAN через интерфейс "HS+Interface".

В описании методик исследования протоколов и в описании практической части работы использован прибор с наиболее широкими возможностями - "HS + Interface" фирмы SAMTEC. Это устройство имеет интегрированную Flash - память, которая позволяет ему выполнять функции любого устройства на шине.

Интерфейс представляет собой систему накопления данных, то есть прочитанные данные могут храниться в оперативной или Flash памяти устройства и передаваться по требованию либо на программный модуль, либо по каналам связи. Такое накопление данных и последующая их передача, может позволить проводить удаленную диагностику систем МСХТ. На этапе подготовки интерфейса к работе драйвер загружает оперативную память интерфейса (микропрограмму), которая и управляет преобразованием данных из формата линии диагностирования в формат для передачи их в программный модуль.

Управление интерфейсом происходит посредством программного пакета "SamDia".

Этот интегрированный пакет для сбора и обработки информации получаемый при анализе данных, передаваемых по диагностическим

шинам. Благодаря этому пакету возможно осуществление независимой легальной дешифрации сигналов блока управления. В его состав входят различные модули (программы):

- конфигуратор аппаратной части;
- анализатор потока данных (Analyzer);
- эмулятор блока управления (Simulator);
- эмулятор тестера диагностики (Stimulator).

Диагностический обмен между тестером и блоками управления осуществляется по принципу запрос-ответ, где опрашивающим устройством является диагностический прибор-сканер, а блок управления формирует ответ исходя из текущего состояния.

Процесс исследования диагностического обмена данными можно разделить на несколько последовательных частей:

- электрическая коммутация линий диагностики ЭБУ МСХТ, эталонного прибора и интерфейса анализа протоколов;
- анализ потока данных между эталонным прибором и ЭБУ МСХТ;
- имитация реакции ЭБУ МСХТ в диагностическом обмене данными с эталонным прибором;
- имитация запросов диагностического прибора в диагностическом обмене данными с эталонным прибором;
- систематизирование полученной информации и описание диагностического протокола;
- программирование универсального диагностического прибора-сканера.

Для анализа потока данных в диагностической шине исследовательского интерфейса используется программный модуль - Analyzer. Принцип его работы заключается в том, что аппаратная часть исследовательского интерфейса преобразует последовательность сигналов из формата шины (например, стандарт ISO 9141) в последовательность шестнадцатеричных

символов, а программный модуль выводит их на экран в виде последовательности сообщений.

В этом режиме существует возможность определения направления потока по разнице опорных напряжений сигналов и автоматического определения скорости передачи. Данный этап нужен для исследования протоколов на канальном уровне модели взаимодействия открытых систем OSI. Данные, полученные при этом, использованы далее как базис для определения протоколов более высокого уровня.

Исследование на этапе имитации ЭБУ происходит уже на более высоком уровне модели OSI (прикладном уровне). В программном модуле взаимодействие с эталоном тестером определяется по схеме "запрос-ответ", где в роли сервера выступает программный интерфейс исследования протоколов, как бы заменяя собой ЭБУ с точки зрения диагностики. На этом этапе определяется тип и содержание информации в полях данных диагностического протокола, например, частота вращения вала двигателя или поле идентификационного номера блока управления. Таким образом, путем последовательного изменения содержания тела кадра мы можем определить по изменению состояния эталон тестера, какой параметр кодируется данным полем данных.

На этапе имитации запросов диалог происходит между ЭБУ МСХТ и программным исследовательским интерфейсом, где блок управления опрашивает с заранее заданной последовательностью диагностических сообщений (запросов). В результате определяется правильность формы сообщений и последовательности поступления их в ЭБУ.

Важным в работе является точное специфицирование исследованного протокола, а именно составление документации, описывающей основные параметры, структуры и константы диагностического протокола, так как работа по программированию диагностического оборудования может вестись на большом удалении от

места, где исследуются протоколы. Результатом является протокол диагностирования конкретного образца МСХТ, содержащий информацию о фактическом техническом состоянии узлов, агрегатов, систем и образца в целом.

Произведен расчет экономической эффективности от внедрения новой технологии диагностирования с использованием прибора фирмы Samtec.

Расчет экономической эффективности определен по известной методике [3].

$$\mathcal{E} = \frac{З_{п}}{З_{д}} \cdot 100\% , \tag{1}$$

$$\mathcal{E}_3 = 100\% - \mathcal{E} , \tag{2}$$

где:  $\mathcal{E}$  – экономическая эффективность от внедрения методики;

$З_{п}$  - заработная плата после внедрения;

$З_{д}$  - заработная плата до внедрения оборудования;

$\mathcal{E}_3$  - увеличение заработной платы.

Внедрение новой технологии позволяет существенно увеличить количество обслуживаемых единиц МСХТ ежемесячно с 6 до 8, что подтверждают представленные данные наших исследований в таблице 1

Таблица 1. Статьи затрат.

	До внедрения	После внедрения
Число рабочих дней в году, дней	305	305
Число сотрудников выполняющих операцию по диагностированию, человек	2	1
Зарботная плата + налоговые отчисления, руб.	850000	700000
Стоимость работ по диагностированию, руб.	1000	1000
Стоимость оборудования для диагностирования, руб.	40000	60000

Продолжение таблицы 1

Дополнительные затраты [обслуживание и ремонт, руб.	250000	175000
Кол-во автомобилей в день, штук	6	8
Общие затраты, руб.	1140000	935000
Доход, руб.	1830000	2500000
Экономический эффект диагностирования	1,61	2,67

Простота в обращении с устройством позволяет сократить количество сотрудников, выполняющих операции по диагностированию МСХТ с 2 до 1, при этом снижается статья затрат на заработную плату. При исследованиях проводимых на "пилотных" предприятиях этот показатель снизился на 18%. Внедрение установки, на "пилотном" предприятии, позволило сократить общие затраты в среднем на 18%, за счет сокращения такой статьи затрат, как обслуживание и ремонт оборудования.

После внедрения нового устройства экономический эффект составляет 2.67, что больше, чем до внедрения (1.61) на 66%.

Исследование протоколов диагностирования позволяет оперативно реагировать на требования рынка как по созданию или модернизации диагностического оборудования, так и постоянному совершенствованию знаний обслуживающего персонала [3]. Решением проблемы поисков неисправностей и ремонта образцов МСХТ может быть создание глобализированной экспертной системы, банка данных по диагностированию, ремонту и обслуживанию МСХТ различных марок. Также стоит отметить, что ведутся разработки для создания унифицированного прибора-сканера, который работая под управлением

подобной экспертной системы, будет не зависеть от марки диагностируемого образца МСХТ.

#### Список литературы.

1.<http://www.bizinvest.ru/biz1027148068.html>. Концепция развития автомобильной промышленности России до 2010 года.

2.Otto-Management. Ausgabe 3.Robert Bosch GmbH.2005.

3.Рузавин Г.Е., Ютт М.В. Предпосылки создания и дальнейшее развитие диагностических протоколов электронных систем автоматического управления автомобилем: Материалы Международной конференции и Российской научной школы.- М.: Радио и связь, 2004.