

УДК 004.8:629.3

С. А. Рынкевич, канд. техн. наук, доц., А. А. Славинский

СИСТЕМЫ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ АВТОСАМОСВАЛОВ С ГИДРОМЕХАНИЧЕСКИМИ ПЕРЕДАЧАМИ ВЕДУЩИХ ФИРМ

Рассмотрены автоматизированные системы диагностирования автомобилей-самосвалов с гидромеханическими трансмиссиями ведущих автомобильных корпораций. Описан элементный состав и функциональное назначение этих систем, входящих в бортовые микроэлектронные комплексы. Отмечены перспективные технические решения с элементами искусственного интеллекта.

Введение

В автомобильной электронике используются внешние и встроенные средства диагностирования [1, 2].

Встроенные средства диагностирования (ВСД) стали одним из центральных направлений компьютеризации автомобильного парка. С этим направлением связано перераспределение и автоматизация функций, которые прежде выполняли водитель и механик автотранспортного предприятия (АТП). Микропроцессорные встроенные средства призваны контролировать техническое состояние механизмов и автомобиля в целом. В результате формируются рекомендации по продолжению работы автомобиля на линии либо постановке его на техническое обслуживание (ТО) и текущий ремонт (ТР) или выполнению мелкого ремонта самим водителем в пределах ежедневного обслуживания (ЕО).

Встроенные средства подразделяются на:

- системы датчиков и контрольных точек, обеспечивающие вывод сигналов на внешние средства диагностирования;
- бортовые системы контроля для допускового контроля параметров функционирования и технического состояния с выводом результатов только на дисплей в кабине водителя;
- встроенные системы диагностирования – автономные или функционирующие комплексно со стационарными информационно-управляющими центрами. Эти системы предназначены для косвен-

ного обобщенного контролирования работоспособности узлов и агрегатов с выдачей результатов на дисплей водителю и в бортовой накопитель для последующего прогнозирования и учета ресурса и наработок узлов, корректирования режимов ТО стационарными ЭВМ.

Внешние средства диагностирования имеют ряд недостатков. Диагностирование только внешними средствами не гарантирует предотвращения эксплуатации автомобилей с неисправностями, не обеспечивает аварийных дорожных отказов, оптимизации выбора режима движения и проведения ТО и ТР. Оно не устраняет накопления неисправностей на межконтрольном пробеге, так что в среднем более 20 % парка эксплуатируется с такими неисправностями.

В связи с этим, наибольшее распространение получили встроенные системы. Причем ВСД с микропроцессорной обработкой, накоплением и выдачей информации водителю, в бортовой накопитель и на штекерный разъем. Такие системы предназначены для использования водителем или механиком АТП и выдачи данных в ЭВМ стационарного комплекса АСУ работой и техническим состоянием парка [3].

Развитие бортовой микроэлектроники позволяет осуществлять комплексную автоматизацию механизмами автомобиля, поэтому системы управления и диагностирования функционально и аппаратно объединяют [2, 3].

1 Бортовая система управления/диагностирования

В общем виде любую диагностическую систему можно представить в виде четырех взаимосвязанных блоков: подсистема сбора информации, электронный блок управления, исполнительная подсистема

и панель оператора (рис. 1).

Рассмотрим принцип построения и работу диагностической системы на примере **Коматцу**. На рис. 2 показан контроллер управления силовой передачей Коматцу (англоязычная аббревиатура: PMS). Ниже поясняется принцип работы и функции PMS.

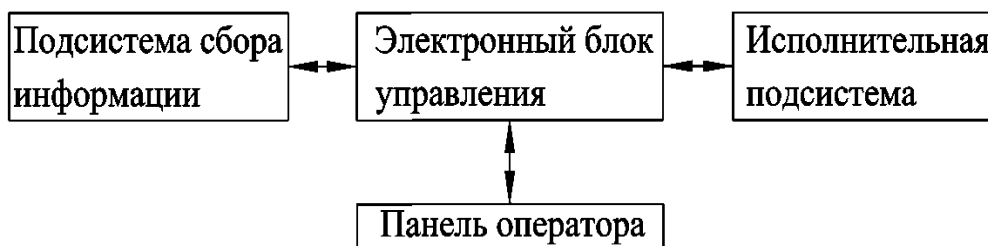


Рис. 1. Общий вид диагностической системы

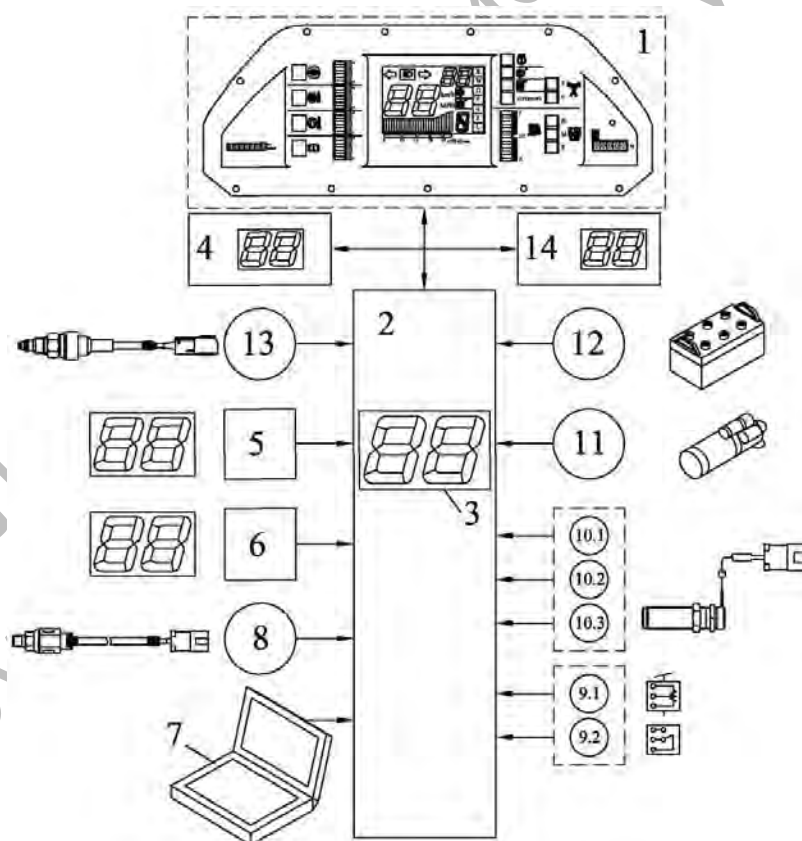


Рис. 2. Система PMS (контроллер управления силовой передачей): 1 – контрольная панель машины; 2 – контроллер управления силовой передачей; 3 – дисплей самодиагностики; 4 – контроллер коробки передач; 5 – дисплей сообщений MOM (данные по ошибке, происшествие, история и т. д.); 6 – счетчик полезной нагрузки (данные о производительности, суммарная полезная нагрузка); 7 – спецприспособление (компьютер); 8 – датчики; 9.1 – сигнал проверки режима холостых оборотов; 10 – сигналы частот вращения: 10.1 – входного вала коробки передач; 10.2 – выходного вала коробки передач; 10.3 – двигателя; 11 – сигнал от стартера; 12 – сигнал от аккумуляторной батареи; 13 – сигнал давления на подвеску; 14 – контроллер двигателя

Система РМС способна получать информацию от датчиков и включателей. Полученную информацию по сети она передает соответствующим контроллерам. При помощи линий связи система РМС последовательно подключена к жидкокристаллическому дисплею. При наличии ошибок, обнаруженных посредством обработки входящих и исходящих данных с контроллеров, выключателей, датчиков и исполнительных механизмов, РМС передает всю необходимую информацию в виде сообщения на дисплей, отображая коды пользователя и напоминая оператору о необходимости проведения проверки и техобслуживания.

Система РМС имеет большой объем памяти, и если какой-либо контроллер обнаруживает неисправность, то список неисправностей, частота вращения двигателя в указанный момент времени, грузоподъемность, скорость передвижения и прочие данные немедленно заносятся в память. При подключении спецприспособления, например, персонального компьютера (ПК), данные, хранящиеся в контроллере РМС, могут быть загружены в ПК.

РМС также осуществляет распределение функций самопроверки для каждой входящей и исходящей систем. Итоги самодиагностики отображаются двумя циф-

рами и записываются в файл, поэтому информацию о неисправности можно получить даже после выключения и последующего включения главного включателя.

2 Индикация диагностической информации

Взаимодействие диагностической системы и оператора (диагноста) возможно только посредством передачи диагностической информации через органы чувств человека (оператора, диагноста), такие как зрение, слух, осязание и обоняние. Таким образом, можно дифференцировать диагностическую информацию по способу воздействия на тот или иной орган чувств, а также по техническому уровню интеллектуализации диагностической информации. К тому же для увеличения эффективности восприятия данных есть возможность воздействовать на оператора на эмоционально-ассоциативном уровне посредством вариации параметров эмоционально-ассоциативных эффектов.

В общем виде способы взаимодействия оператора и диагностической системы можно представить в виде табл. 1.

Табл. 1. Способы взаимодействия диагностической системы с оператором (диагностом) и их классификация по техническому уровню

Наименование способа		Технический уровень (уровни интеллектуализации)		
		Низший	Высший	Наивысший
1.	Зрение	Стрелочно-аналоговая визуализация	Цифровая и мнемоническая визуализация	Голограмма
	Параметры эмоционально-ассоциативных эффектов	1. Цветовые (контраст, яркость, цвет) и световые (интенсивность, период мерцания либо пульсации) 2. Образные (форма, образ, эффекты границ, объемность)		
2.	Слух	Зуммер	Звуки высокого уровня (мелодии)	Синтезатор речи
	Параметры эмоционально-ассоциативных эффектов	1. Периодичность	1. Сила звука либо громкость	1. Тембр
3.	Осязание и обоняние	Вибрация	Пульсация, толчок (отличается от пульсации меньшим периодом и большей силой)	Запахи
	Параметры эмоционально-ассоциативных эффектов	1. Частота	1. Периодичность 2. Сила	1. Резкость

Примером технических средств взаимодействия системы и человека (объекта и субъекта) может служить панель

оператора Коматцу.

Общий вид панели оператора показан на рис. 3.

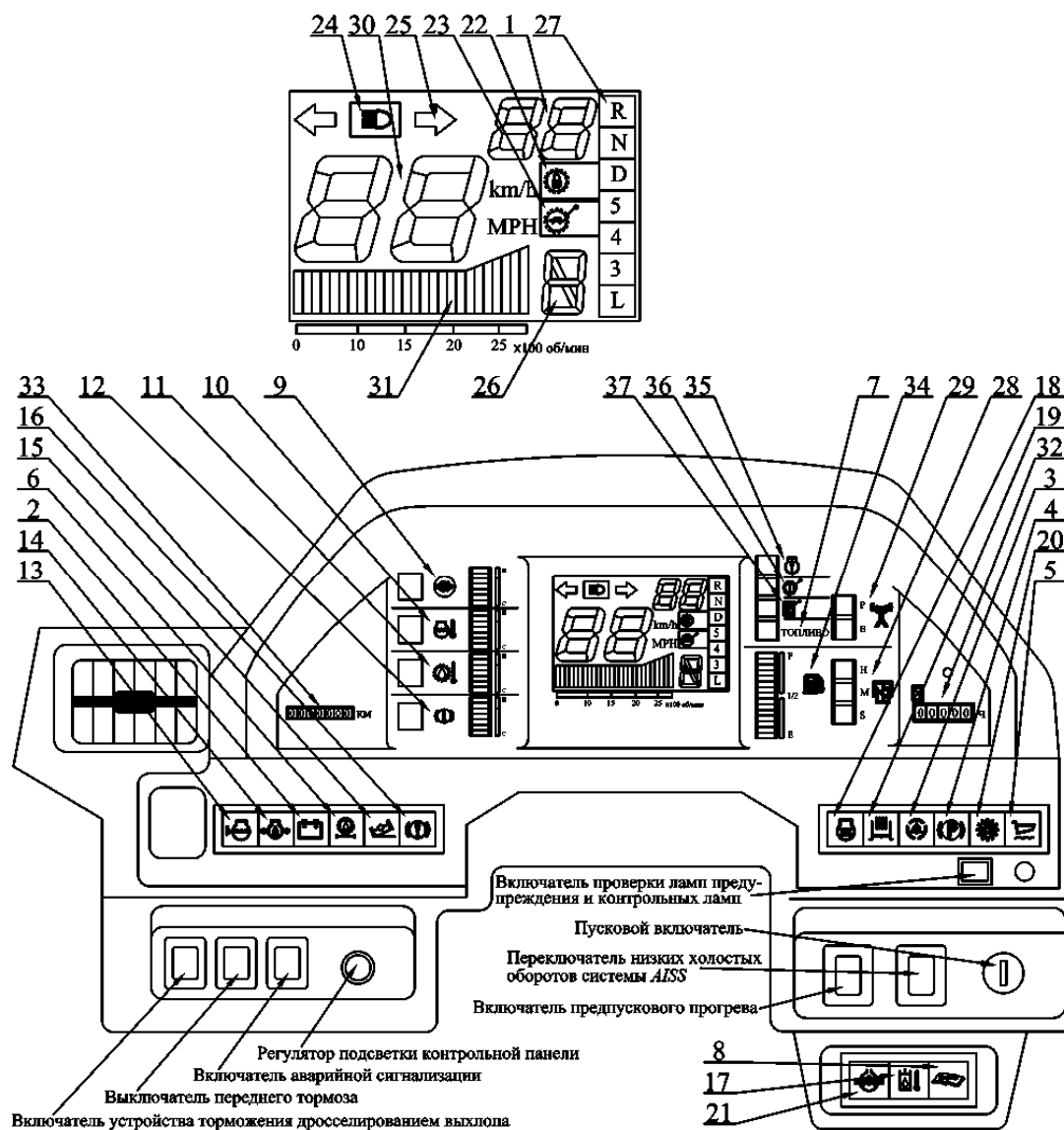


Рис. 3. Панель оператора

Всю индикацию контрольной панели оператора можно разделить на группы по значимости диагностической информации. Рассмотрим их.

А. Индикатор кодов действия (позиция 1).

Если возникла какая-либо неисправность и требуется проверка или техобслуживание, то на индикаторе отображается код действия, указывающий соответствующее

корректирующее действие. При этом загорается или мигает соответствующая контрольная лампа и в то же время мигает центральная лампа предупреждения.

В. Группа ламп предупреждения (позиции 2–8).

Если загорится любая из этих контрольных ламп, то необходимо как можно скорее провести проверку и техобслуживание соответствующего механизма.

Если имеется неисправность в любом узле, имеющем лампу предупреждения, то загорится соответствующая лампа предупреждения.

С. Группа ламп аварийной остановки (позиции 9–17).

Если загорится любая из этих контрольных ламп, то нужно немедленно прекратить рабочие операции и провести проверку и техобслуживание соответствующего узла согласно коду действия.

Если имеется неисправность в любом узле, имеющем лампу аварийной остановки, то будет прерывисто звучать зуммер предупреждения, загорится или будет мигать соответствующая контрольная лампа и начнет мигать центральная лампа предупреждения.

Д. Панели контрольно-измерительных приборов и группы контрольных ламп (позиции 18–34).

Эти панели состоят из воздушного манометра, указателя температуры охлаждающей жидкости, указателя температуры масла ГТ, указателя температуры масла замедлителя, спидометра, контрольной лампы указателя поворота, счетчика моточасов, тахометра, одометра, индикатора переключения скоростного диапазона (с индикацией блокировки), контрольной лампы положения рычага переключения скоростного диапазона, контрольной лампы ограничителя переключения скоростного диапазона, указателя уровня топлива, лампы индикации рабочего режима (если она установлена), лампы индикации режима подвески, контрольной лампы предпускового подогрева, контрольной лампы устройства торможения дросселированием выхлопа, контрольной лампы заднего тормоза и контрольной лампы блокировки дифференциала.

Е. Группа ламп предупреждения мехатронной системы (позиции 35–37).

Если возникнет какая-либо неисправность мехатронных устройств системы управления, то начнет мигать соответствующая контрольная лампа.

Если мигают эти контрольные лампы,

то это предписывает производить необходимое действие согласно коду действия.

Ф. Центральная лампа предупреждения.

Эта лампа будет мигать, и в то же время может прерывисто звучать зуммер предупреждения, если машина находится в одном из нижеуказанных состояний:

1) если возникла неисправность в любом узле группы ламп предупреждения В;

2) если возникла неисправность в любом узле группы ламп аварийной остановки С;

3) если мигает группа ламп предупреждения мехатронной системы Е;

4) если включен стояночный тормоз, а рычаг переключения скоростного диапазона не находится в нейтральном положении;

5) если рычаг разгрузки не находится в положении «плавающий режим», а рычаг переключения скоростного диапазона не находится в нейтральном положении;

6) если загорается красный сектор шкалы тахометра.

Примеры некоторых индикаторов ГМП изображены и описаны в табл. 2.

3 Дисплей данных по эксплуатации и техобслуживанию (МОМ)

Дисплей данных по эксплуатации и техобслуживанию (англоязычная аббревиатура – МОМ) предназначен для вывода информации для оператора или специалиста по техобслуживанию и оснащен сенсорными переключателями, расположенными на его поверхности.

Дисплей МОМ предоставляет оператору различные данные следующего характера.

1. Состояние машины: а) при повороте пускового выключателя в положение ON до запуска двигателя. Запуск двигателя характеризуется индикацией OK или WAIT (ждите) (в этом случае выводится причина задержки запуска двигателя); б) при работе двигателя до начала пере-

движения машины. Трогание с места характеризуется индикацией ОК или WAIT (ждите) (в этом случае выводится причина откладывания начала передвижения).

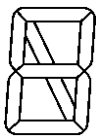
2. Технологические показатели при управлении машиной (в том случае, если машина оснащена устанавливаемым по дополнительному заказу счетчиком полезной нагрузки PLMII): а) фактическая по-

лезная нагрузка; б) суммарная полезная нагрузка; в) общее количество циклов.

3. Информация о неисправности при ее возникновении: а) код обслуживания и его описание; б) код действий и его описание.

4. Прочее (часы и т. п.).

Табл. 2. Индикаторы контрольной панели оператора

Номер позиции	Наименование	Индикатор	Описание
6	Засорение фильтра коробки передач		Эта индикация предупреждает оператора о том, что засорен фильтр коробки передач
11	Температура масла гидротрансформатора и ее указатель		Эта индикация предупреждает оператора о том, что повысилась температура масла в гидротрансформаторе. Указатель показывает температуру масла в гидротрансформаторе. Во время работы должен гореть зеленый диапазон. Если во время работы загорится красный диапазон, то одновременно зазвучит зуммер предупреждения и начнут мигать центральная лампа предупреждения и контрольная лампа температуры масла в гидротрансформаторе
13	Уровень охлаждающей жидкости в гидротрансформаторе		Эта индикация предупреждает оператора о том, что упал уровень охлаждающей жидкости в радиаторе
22	Контрольная лампа блокировки гидротрансформатора		Эта лампа загорается при включении блокировки гидротрансформатора и переключении коробки передач на прямую передачу
26	Индикатор переключения передач		На индикаторе отображается диапазон переключения передач (диапазон скоростей)

В качестве примера рассмотрим некоторые изображения, отображаемые дисплеем MOM в процессе эксплуатации автомобиля.

Изображение исходного сообщения **i1**.

На дисплее в этот момент указывается номер изображения **i1**, название устройства и номер программной версии. По истечении 3 с изображение **i1** автоматически меняется на изображение **i2** (первоначальная проверка).

Изображение первоначальной проверки **i2**.

Это изображение сообщает оператору, возможен ли в данный момент запуск двигателя. Если запуск двигателя будет признан возможным, то на дисплее MOM отобразится надпись: «ENGINE START OK». Если запуск двигателя в данный момент нежелателен, то появится надпись: «ENGINE START WAIT». Одновременно на дисплей выводится причина, по которой запуск двигателя откладывается (не включен стояночный тормоз, рычаг переключения скоростного диапазона не находится в нейтральном положении).

Изображение исходного сообщения **i3**.

Это изображение появляется после запуска двигателя и до перемещения рычага переключения скоростного диапазона из нейтрального положения в любое другое и сообщает оператору, возможно ли в данный момент начать передвижение. Если трогание машины с места будет признано возможным, то на дисплее MOM появится надпись: «DEPARTURE OK». Если трогание машины с места в данный момент нежелательно, то появится надпись «DEPARTURE WAIT». Одновременно на дисплей выводится причина, по которой начало передвижения машины задерживается (система двигателя обнаруживает серьезную неисправность, понижающую выходную мощность двигателя).

Рабочее изображение **i4**.

Это изображение появляется на дисплее при передвижении машины после того, как рычаг переключения передач переводится из нейтрального поло-

жения в любое другое. Начиная с этого момента и до поворота пускового выключателя в положение OFF, изображение **i4** удерживается на дисплее даже при перемещении рычага переключения передач в нейтральное положение.

Изображение предупреждающего сообщения **i6**.

При обнаружении каким-либо контроллером неисправности о ее возникновении сообщается оператору следующим образом.

1. На дисплей MOM выводится изображение предупреждающего сообщения (**i6**) с указанием кода неисправности, кода действия и их описания.

2. Код действия также отображается на электронном дисплее.

3. При необходимости загорается и гаснет центральная лампа предупреждения и включается зуммер предупреждения.

Если для индикации данного типа неисправности предназначена отдельная лампа предупреждения на панели приборов или отдельно выделенная область на электронном дисплее, то они также загораются.

Коды действия и их описание:

01: выполните проверку и техобслуживание;

02: остановите машину в безопасном месте;

03: снизьте частоту вращения двигателя;

04: отключите двигатель;

05: подождите, установив частоту вращения двигателя на средние обороты;

06: запустите двигатель на низких холостых оборотах;

07: не поднимайте кузов.

Одновременно на дисплей могут выводиться данные о двух неисправностях.

Указания и сообщения, выводимые на дисплей MOM, настоятельно рекомендуется выполнять для обеспечения безопасности при работе и хорошего состояния машины, а также во избежание возникновения серьезных неисправностей.

4 Контроллер коробки передач

Для повышения эффективности системы диагностирования вместо специализированных логических схем с неизменяемым алгоритмом в последнее время широко применяют микропроцессоры (МК). Это обеспечило универсальность систем, а также сделало доступными более эффективные и сложные вычислительные алгоритмы, требующие значительных объемов памяти и развитого интерфейса.

Рассмотрим функции МК на примере контроллера коробки передач Коматцу.

1. Индикация самодиагностики, индикация предупреждения.

Содержание самодиагностики и предупреждения отображается с помощью двухзначного светодиодного кода. Если во время самодиагностики обнаружена какая-либо неисправность, то данные о возникновении неисправности передаются в сеть и на контрольной панели отображается код пользователя. Кроме того, на контрольной панели может загореться индикация неисправности механики, а также могут включиться лампа предупреждения и зуммер. Предупреждающая индикация означает обнаружение неисправностей в системах датчиков индикации контрольных ламп, предупреждений и предупреждающих операций. Если обнаружены неисправности, то могут также включиться лампа предупреждения и зуммер.

2. Индикация режима срабатывания.

Контроллер коробки передач всегда отображает нормальный или низкий температурный режим работы коробки передач.

3. Сохранение индикации самодиагностики в памяти.

Если обнаружена неисправность (даже если эта неисправность устранена), индикация самодиагностики сохраняется на дисплее в течение 5 мин.

4. Сохранение кода неисправности в памяти.

Контроллер коробки передач имеет функцию сохранения в памяти кода неис-

правности, времени возникновения неисправности (сервисные данные) и числа неисправностей и удержания их в памяти даже после отключения (OFF) пускового выключателя. Если пусковой выключатель включен (ON), то можно проверить детали неисправностей, которые произошли до настоящего момента, с помощью режима индикации данных о неисправности сервисной функции контрольной панели и светодиодов контроллера.

Порядок сохранения и индикации кода неисправности (светодиодная индикация контроллера коробки передач) показаны на рис. 4.

Считывание данных из памяти происходит посредством подключения сервисного инструмента (персонального компьютера).

5 Отображение индикации неисправности во время работы

При возникновении неисправности во время работы загорается лампа предупреждения о техобслуживании и отображается индикация кода обслуживания и его описание. Контроллер РМС обнаруживает неисправность среди пунктов техобслуживания и выводит код обслуживания и его описание на дисплей МОМ, соединенный с контроллером РМС. Если какой-либо другой контроллер обнаруживает неисправность, то код обслуживания и его описание вместе с необходимой информацией о соответствующем управлении машиной также выводятся на дисплей МОМ. Примеры индикации неисправностей при помощи индикации контрольной панели и индикации контроллера показаны в табл. 3.

Вывод

Ведущими зарубежными фирмами широко используются встроенные системы диагностирования и передовые информационные технологии для анализа текущего состояния гидромеханических трансмиссий.

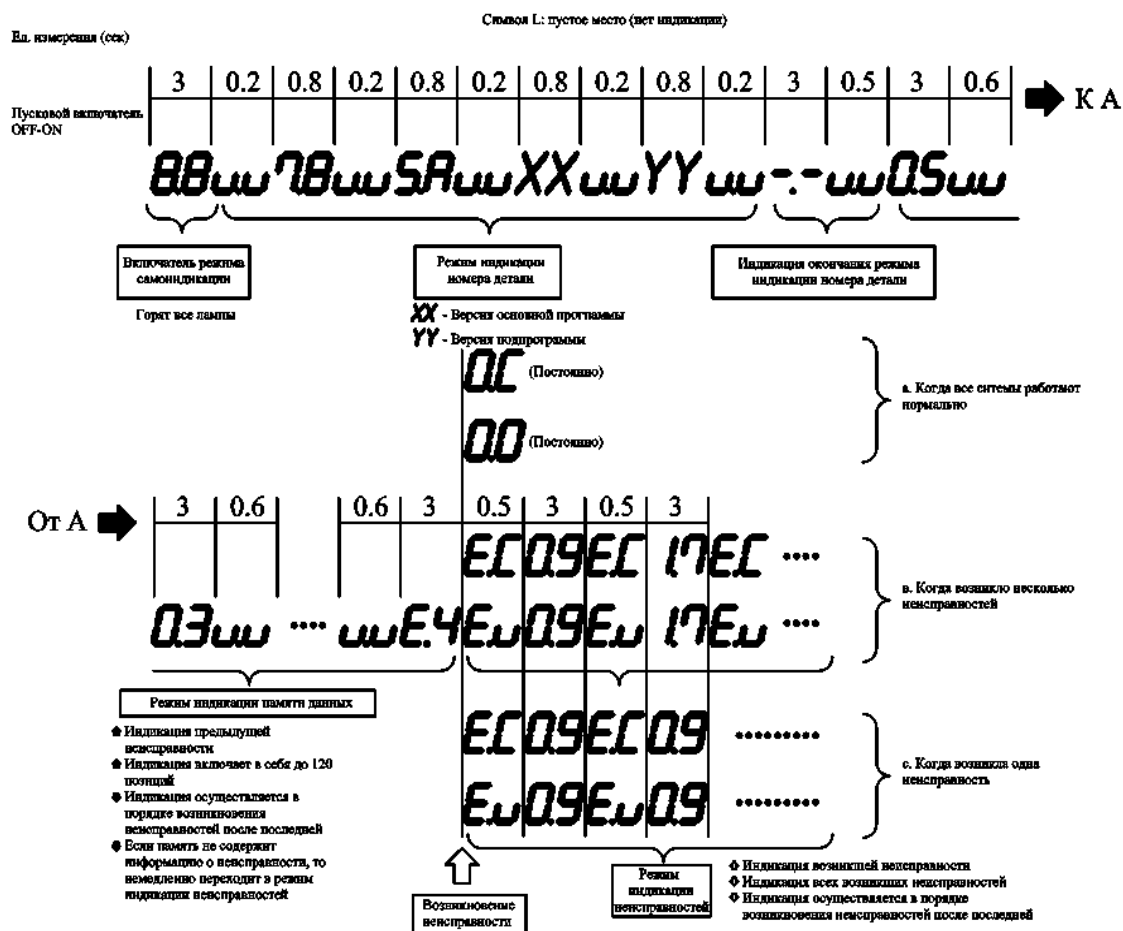


Рис. 4. Порядок сохранения в память и индикации кода неисправности

Табл. 3. Индикация неисправностей

Индикация контрольной панели водителя	Индикация контроллера	Описание неисправности
		Неисправность датчика частоты вращения двигателя
		Неверное подключение разъема
		Неисправность контроллера

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Тарасик, В. П.** Интеллектуальные системы управления автотранспортными средствами / В. П. Тарасик, С. А. Рынкевич. – Минск : Технопринт, 2004. – 512 с. : ил.

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. : ил.

3. **Рынкевич, С. А.** Создание электронных систем управления и диагностирования для мобильных машин / С. А. Рынкевич // Сб. тр. науч.-метод. конф., посвященной 45-летию Белорус.-Рос. ун-та. – Могилев, 2007. – С. 3–7.

Белорусско-Российский университет
Материал поступил 22.02.2008

S. A. Rynkevich, A. A. Slavinski
Systems of diagnostics of the trucks with
hydromechanical transmission of chief firms

Automatic systems of diagnostics of dump trucks with hydromechanical transmissions of leading automobile corporations are considered. The element structure and functional purpose of these systems entering on-board microelectronic complexes are described. Perspective technical decisions with artificial intellect elements are noted in the paper.