

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Пензенский государственный университет
архитектуры и строительства»
(ПГУАС)

В.В. Лянденбургский, Г.И. Шаронов, А.С. Ширшиков

БОРТОВЫЕ КОМПЬЮТЕРЫ АВТОМОБИЛЕЙ

Допущено УМО вузов РФ по образованию в области транспортных машин и транспортно-технологических комплексов в качестве учебного пособия для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки бакалавров 23.03.03 (190600.62) «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов» (профили подготовки «Автомобили и автомобильное хозяйство» и «Автомобильный сервис»)

Пенза 2014

УДК 629.113.004.67

ББК 39.33–08

Л97

Рецензенты: кафедра «Эксплуатация машинно-тракторного парка» Пензенской государственной сельскохозяйственной академии (зав.каф. доктор технических наук, профессор К.З. Кухмазов); кандидат технических наук, доцент И.Е. Ильина (Пензенский государственный университет)

Лянденбургский В.В.

Л97 Бортовые компьютеры автомобилей: учеб. пособие / В.В. Лянденбургский, Г.И. Шаронов, А.С. Ширшиков. – Пенза: ПГУАС, 2014. – 212 с.

ISBN 978-5-9282-1200-1

Приведен подробный анализ существующего оборудования для контроля работоспособности автомобилей. Предложен новый подход к регистрации параметров и удешевлению предлагаемого оборудования. Обосновано применение менее материалоемких и более производительных средств диагностирования автомобилей. Приведена методика определения параметров систем диагностирования топливной аппаратуры автомобилей с дизельными двигателями.

Учебное пособие подготовлено на кафедре «Эксплуатация автомобильного транспорта» и предназначено для студентов, обучающихся по направлению 23.03.03 (190600.62) «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов».

ISBN 978-5-9282-1200-1

© Пензенский государственный университет архитектуры и строительства, 2014

© Лянденбургский В.В. Шаронов Г.И., Ширшиков А.С., 2014

ПРЕДИСЛОВИЕ

На современном этапе развития мировой экономики большое значение имеет эффективная работа транспортного сектора, в первую очередь автомобильного транспорта, осуществляющего доставку грузов и пассажиров.

Основной задачей на транспорте является обеспечение безопасности, удобства и экономичности перевозок с наименьшим воздействием на окружающую среду. Выполнение этих требований возможно только на основе широкого применения на транспорте современных бортовых компьютеров, которые бурно развиваются во многих отраслях экономики ведущих стран мира. Использование таких систем на транспорте позволяет значительно повысить эффективность и безопасность работы при решении практически всех вопросов, связанных с функциональной стороной транспорта и автотранспортного комплекса.

Можно утверждать, что происходит активное замещение существовавших ранее технологий и методов организации транспортного процесса, системы обслуживания и ремонта автомобилей, рынка запасных частей и материалов, инфраструктуры информационного обеспечения транспорта и многого другого на современные технологии.

В России одной из важнейших задач развития автотранспортного комплекса является вхождение в мировые интеграционные процессы в области информационных технологий на транспорте, что обеспечит повышение конкурентоспособности предприятий, возможность прогнозирования конъюнктуры и потребностей рынка и быстрого приспособления к изменению спроса и условий окружающей среды.

Практическую ценность представляют содержащиеся в учебном пособии сведения об устройстве и принципах работы бортовых компьютеров автомобиля, знание которых позволяет принимать эффективные решения при их выборе, модернизации, диагностировании и восстановлении.

Весь учебный материал в пособии изложен в строгой логической последовательности: 1) назначение применяемых бортовых компьютеров; 2) их состав; 3) принцип действия; 4) функционирование бортовых компьютеров конкретного типа.

Результаты, полученные при модернизации существующего оборудования, могут использоваться преподавателями и аспирантами, будут полезны студентам при выполнении курсовых и дипломных работ и проектов.

Авторы выражают благодарность за ценные замечания и советы рецензентам книги – доктору технических наук, профессору, заведующему кафедрой «Эксплуатация машинно-тракторного парка» Пензенской государственной сельскохозяйственной академии К.З. Кухмазову и доценту Пензенского государственного университета, кандидату технических наук, доценту И.Е. Ильиной.

Авторы выражают свою признательность работникам РИО за помощь в подготовке пособия к изданию.

ВВЕДЕНИЕ

Уже первые самодвижущиеся экипажи имели электрическую систему зажигания, которая долгое время оставалась единственной системой электрооборудования среди механических узлов и агрегатов автомобиля. Однако уже в начале нынешнего века были усовершенствованы аккумуляторные батареи и автомобильные генераторы, изобретена газонаполнительная лампочка. С этого времени количество электрических приборов на автомобиле стало быстро расти. Электрическая энергия начала применяться не только для воспламенения рабочей смеси в цилиндрах, но и для освещения, пуска двигателя, питания других устройств и приборов.

С 1925 г. все автомобили выпускаются с электрическим освещением и электрическим стартером.

Применение на автомобиле электроники началось в 1930-х годах с ламповых радиоприемников. Однако электронные лампы плохо переносили нагрузки, возникающие на автомобиле в весьма неблагоприятных условиях их работы: изменение температур в широких пределах ($-60...+150\text{ }^{\circ}\text{C}$) при высокой относительной влажности (до 80 %); значительные вибрации с максимальным ускорением до 50 g в широком спектре частот; импульсы напряжения до 800 В; изменение напряжения питания с 8 до 15,5 В при 12-вольтовом источнике электроэнергии; грязь, вода и др. Поэтому лампы не получили широкого распространения.

Полупроводниковые приборы (диоды, транзисторы) по этим же причинам долго не находили своего применения на автомобиле. Первыми стали использоваться в качестве выпрямителей напряжения генераторов переменного тока (1960-е годы) германиевые, селеновые и кремниевые диоды. Изобретенный в 1948 г. транзистор получил широкое распространение сначала в транзисторных ключах (регуляторы напряжения, коммутаторы систем зажигания), а затем и в других электронных устройствах.

Общее число электрических приборов быстро увеличивается. Так, на автомобиле М-20 «Победа» (1946 г.) устанавливалось 44 прибора, а на автомобиле ГАЗ-24 «Волга» (1968 г.) их было уже 79.

Интегральные микросхемы на полупроводниковых элементах совершили революцию в автомобилестроении, особенно в управлении автомобильными агрегатами и автомобилем в целом. Сейчас нигде в мире не выпускается ни одного автомобиля без электронных приборов. Основные из них – регуляторы напряжения, устройства управления трансмиссией, впрыском топлива, тормозной системой, рулевым управлением, подвеской.

МикроЭВМ стала применяться для управления углом опережения зажигания (1976 г. в системах «Misar» фирмы «General Motors»). Благодаря высокой точности управления стало возможным значительно улучшить показатели двигателя.

В 1980 г. появились электронные приборные панели, системы управления подвеской, автоматические кондиционеры воздуха, радиоприемники с электронной настройкой, многофункциональные информационные системы с дисплеями на электронно-лучевых трубках и др. В настоящее время широкое распространение получили бортовые системы контроля на базе электронных блоков управления (ЭБУ). Эти же ЭБУ осуществляют диагностирование и самих себя.

Все электронные блоки по функциональному назначению могут быть классифицированы на три основные системы управления: двигателем, трансмиссией и ходовой частью, оборудованием салона.

В настоящее время в мире разработано и серийно выпускается большое разнообразие систем управления двигателями. Эти системы по принципу действия имеют много общего, но и существенно различаются. По назначению они бывают монофункциональными и комплексными. В комплексных системах один электронный блок управляет несколькими подсистемами: впрыском топлива, зажиганием, фазами газораспределения, самодиагностики и др. В монофункциональных системах ЭБУ подает сигналы только системе впрыска. По распределению топлива различают многоточечный и центральный впрыски. При многоточечном впрыске установлено по одной форсунке на каждый цилиндр, а при центральном имеется одна форсунка на все цилиндры.

Кроме того, различие состоит и в способе впрыска. Впрыск может осуществляться постоянно и импульсами. При постоянной подаче топлива его количество изменяется за счет изменения давления в топливопроводе, а при импульсной – за счет продолжительности импульса и его частоты. Таким образом, за один впрыск может быть подана полная порция топлива или ее часть (обычно половина). Если за каждый оборот коленчатого вала осуществляется один впрыск топлива в каждый цилиндр, такой впрыск называется синхронным.

В электронной системе управления трансмиссией объектом регулирования является главным образом автоматическая трансмиссия. На основании сигналов датчиков угла открытия дроссельной заслонки и скорости автомобиля ЭБУ выбирает оптимальное передаточное число трансмиссии и время включения сцепления. Электронная система управления трансмиссией по сравнению с применявшейся ранее гидромеханической системой повышает точность регулирования передаточного числа, упрощает механизм управления, повышает экономичность и управляемость.

Управление ходовой частью включает в себя управление процессами движения, изменения траектории и торможения автомобиля. Они воздействуют на подвеску, рулевое управление и тормозную систему, обеспечивают поддержание заданной скорости движения. Управление оборудованием салона призвано повысить комфортабельность и потребительскую ценность автомобиля. С этой целью используются кондиционер воздуха, электронная панель приборов, multifunctionальная информационная панель, компас, фары, стеклоочиститель с прерывистым режимом работы, индикатор перегоревших ламп, устройство обнаружения препятствий при движении задним ходом, противобликовые устройства, аппаратура связи, центральная блокировка замков дверей, стеклоподъемники, сиденья с изменяемым положением, режим безопасности и т.д.

1. ОБЗОР И АНАЛИЗ ВСТРОЕННЫХ СРЕДСТВ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ АВТОМОБИЛЕЙ

1.1. Общие сведения об автомобильных контрольно-измерительных приборах

1.1.1. Классификация приборов

Автомобильные контрольно-измерительные приборы (КИП) по способу отображения информации, которую они предоставляют водителю, разделяют на две группы: указывающие и сигнализирующие.

Указывающие приборы имеют шкалу и стрелку, по положению которой относительно шкалы определяется значение измеряемой величины. Чтобы оценить измеряемую величину, водитель должен отвлечься на некоторое время от наблюдения за движением автомобиля, посмотреть на шкалу прибора и осознать показание. Давая водителю информацию о контролируемом параметре во всем диапазоне измерения шкалы, указывающий прибор позволяет судить о состоянии контролируемого узла или системы автомобиля.

Сигнализирующие приборы (сигнализаторы) реагируют лишь на одно, как правило, аварийное значение измеряемого параметра и информируют об этом световым или звуковым сигналом. Сигнализатор удобен для водителя, поскольку не требует от него постоянного наблюдения и меньше отвлекает от процесса управления автомобилем. Однако информация от сигнализатора поступает к водителю тогда, когда нормальный режим уже нарушен или близок к нарушению [1].

В настоящее время на всех типах автомобилей наблюдается тенденция к увеличению количества сигнализирующих приборов.

Автомобильные приборы разделяют на электрические и механические.

Электрические приборы питаются от бортовой электрической сети автомобиля. Механические же приборы дают показания, используя энергию измеряемой среды (например манометры для измерения давления в системе смазки). Преимуществом электрических приборов, обеспечившим им широкое распространение на автомобилях, является простота передачи сигналов с места контроля к месту наблюдения.

Электрический контрольно-измерительный прибор автомобиля состоит из датчика и указателя, соединенных между собой проводами для передачи сигнала (рис. 1.1). В месте контроля устанавливают датчик 1 прибора, а в месте наблюдения указатель 2. Датчик имеет обычно, кроме чувствительного элемента 3, измеряющего контролируемый параметр, какой-либо преобразователь сигнала 4 в электрическую величину, передаваемую в приемник сигнала в указателе 5. Поступивший в приемник сигнал преобразуется

в перемещение стрелки, и по шкале указателя, отградуированной в избранной системе единиц, можно определить значение контролируемого параметра.

В сигнализирующих приборах указателем является сигнальная лампа, устанавливаемая на панели приборов автомобиля.

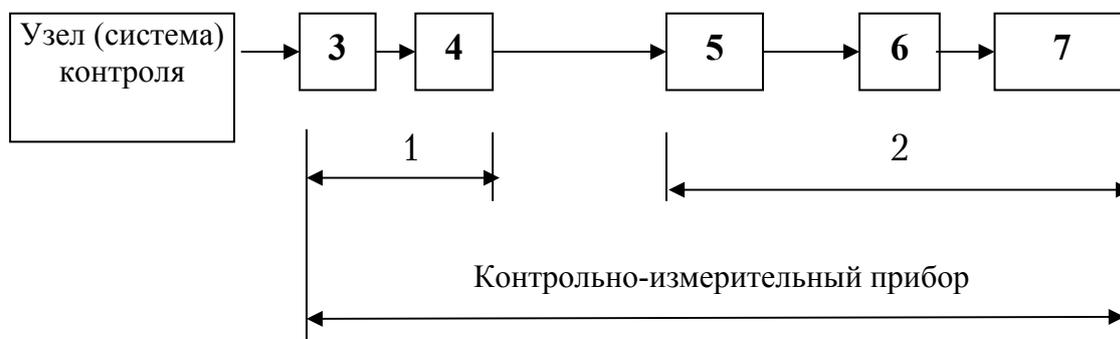


Рис. 1.1. Структурная схема КИП:

- 1 – датчик; 2 – указатель; 3 – чувствительный элемент датчика;
- 4 – преобразователь сигнала в датчике; 5 – приемник сигнала в указателе;
- 6 – преобразователь сигнала в указателе; 7 – шкала отсчета показаний указателя

По назначению все контрольно-измерительные приборы автомобилей разделяют на следующие группы: измерения температуры (термометры); измерения давления (манометры); измерения уровня топлива; контроля зарядного режима аккумуляторной батареи; измерения скорости автомобиля и пройденного пути (спидометры); измерения частоты вращения (тахометры).

Классификация датчиков. Важнейшим функциональным элементом электронных средств технического диагностирования автомобилей являются датчики (первичные преобразователи) электрических и неэлектрических физических величин. Правильный выбор типа датчика непосредственно влияет на качество получаемой диагностической информации, достоверность постановки диагноза, экономические показатели процесса диагностирования [1, 18,20].

Датчик – устройство, воспринимающее измеряемый (контролируемый) параметр и преобразующее его в сигнал, удобный для передачи по линиям связи, дальнейшего преобразования, обработки или хранения, но не поддающийся непосредственному восприятию наблюдением.

В целом, по виду измеряемой величины выходной сигнал датчика может быть электрическим, пневматическим, гидравлическим, механическим и др. В средствах технического диагностирования автомобилей широко применяются датчики с электрическим выходным сигналом (рис. 1.2). Преимущества таких датчиков заключаются в быстром действии, возможно-

сти автоматизации процесса измерения, многофункциональности и гибкости.

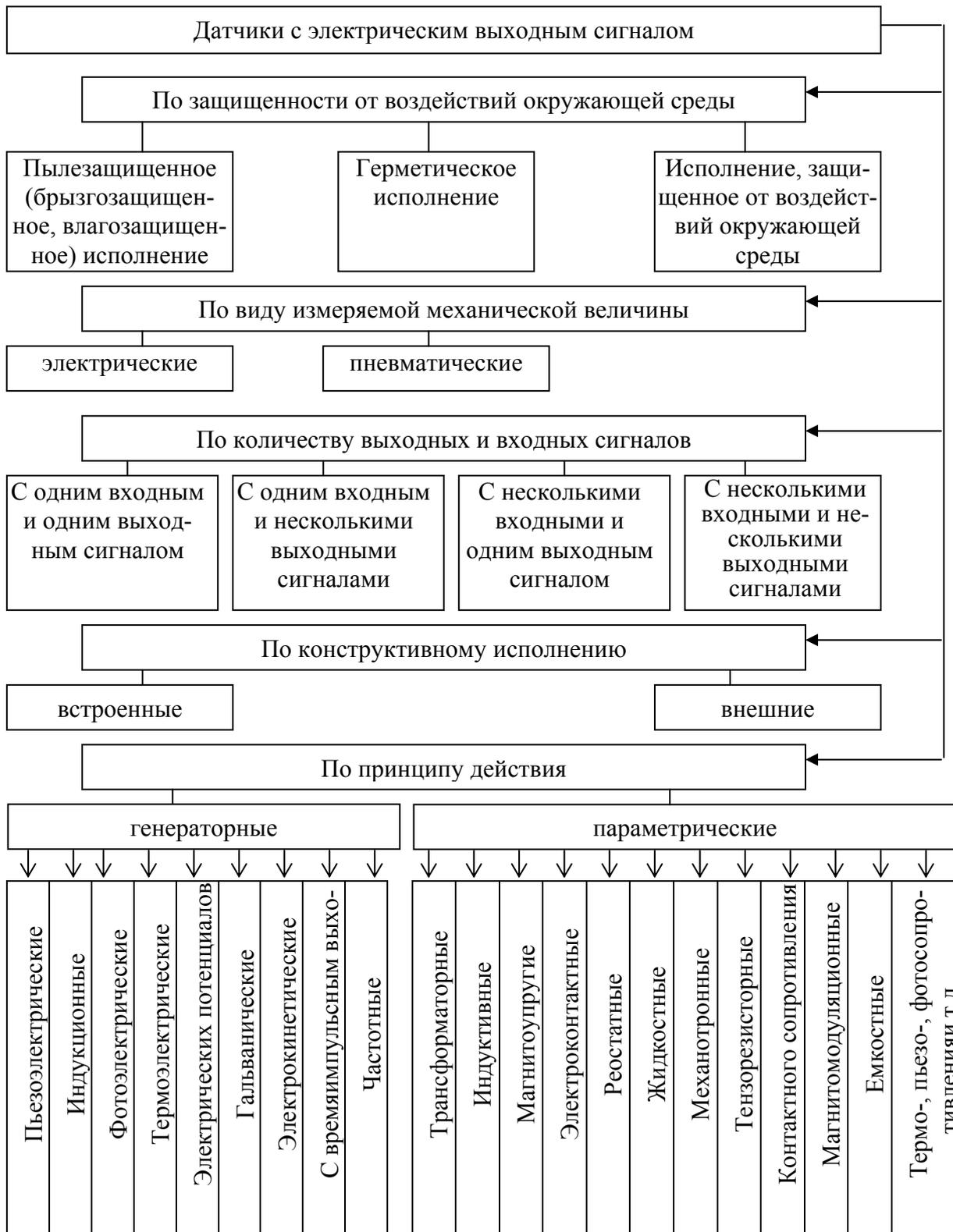


Рис. 1.2. Классификация датчиков с электрическим выходным сигналом

В зависимости от принципа действия датчики с электрическим выходным сигналом можно разделить на две основные категории: генераторные (активные) и параметрические (пассивные).

В **генераторных датчиках** осуществляется генерация электрической энергии, т.е. преобразование измеряемого параметра в электрический сигнал. К генераторным датчикам относят пьезоэлектрические, индукционные, фотоэлектрические, гальванические, электрокинетические, частотные датчики, а также датчики электрических потенциалов и датчики с времяимпульсным выходом.

В **параметрических датчиках** измеряемая величина преобразуется в параметр электрической цепи: сопротивление, индуктивность, емкость и т.п. Такие датчики питаются от внешнего источника электрической энергии. К параметрическим датчикам относятся емкостные, электромагнитные и магнитоэлектрические, электроконтактные, потенциометрические, жидкостные, механотронные, тензорезисторные, магнитомодуляционные датчики, а также датчики контактного сопротивления, термосопротивления, пьезосопротивления, фотосопротивления и др. Из перечисленной номенклатуры датчиков в средствах технического диагностирования машин (в том числе автомобилей) практически применяются потенциометрические, тензорезисторные, электроконтактные, индуктивные, трансформаторные, магнитоупругие и другие датчики (табл. 1.1).

По конструктивному исполнению датчики систем и средств технического диагностирования автомобилей подразделяют на **встроенные**, являющиеся неотъемлемой частью диагностируемого автомобиля, и **внешние**, которые устанавливают на автомобиль лишь на период диагностирования.

По количеству входных и выходных сигналов различают датчики с одним входным и одним выходным сигналами; с одним входным и несколькими выходными сигналами; с несколькими входными и одним выходным сигналами; с несколькими входными и несколькими выходными сигналами.

Требования к датчикам. Условия работы датчиков при диагностировании автомобилей резко отличаются от условий работы вторичной аппаратуры СТД, преобразующей и обрабатывающей выходные сигналы датчиков. Особенно тяжелые условия работы у встроенных датчиков, которые должны иметь более высокие показатели надежности, чем диагностируемые объекты, сохранять свою работоспособность при значительных перепадах температур, вибрациях, повышенной запыленности, ударных нагрузках. Встроенные датчики не должны менять свои выходные характеристики при воздействии на них агрессивных сред, например масел, бензина и других жидкостей.

Таблица 1.1

Области применения датчиков в СТД

Наименование датчиков	Измеряемые величины
Потенциометрические	Абсолютное и избыточное давления жидких и газообразных сред, перепады давлений, различные перемещения, скорость, ускорение, и др.
Тензорезисторные	Давление, усилие, вращающий момент, относительное перемещение, линейное ускорение и др.
Электроконтактные	Временные интервалы, фазовые параметры и др.
Индуктивные	Давление, линейные перемещения и др.
Трансформаторные	Давление и расходы жидких и газообразных веществ, линейные перемещения и др.
Магнитоупругие	Усилие, вращающий момент и др.
Индукционные	Расход жидкости и газа, частота вращения и др.
Пьезоэлектрические	Давление, вибрация, расход и уровень жидкости, фиксация моментов включения и выключения и др.
Термоэлектрические	Содержание СО и СН в отработавших газах, температура и др.
Термосопротивления	Температуры жидких и газообразных сред и корпусных поверхностей и др.
Фотоэлектрические	Частота вращения, вращающий момент, линейные и угловые размеры и др.
Механотронные	Усилие, давление, малые перемещения и др.

Датчики обыкновенного исполнения не применяют в условиях интенсивных механических и температурных воздействий, в запыленной, влажной и взрывоопасной средах.

Датчики специального исполнения (вибропрочные и ударопрочные) рассчитывают на бесперебойную работу при воздействии на них вибрационных нагрузок до 10g в диапазоне частот 0...300 Гц и ударных нагрузок многократного действия с ускорением до 15g и длительностью импульса 5–10 мс.

Датчики температуропрочного исполнения рассчитывают чаще всего на воздействие температур от $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$ (при хранении и транспортировке СТД) до $+200\text{ }^{\circ}\text{C}$, а температуроустойчивого исполнения – от -30 до $+100\text{ }^{\circ}\text{C}$ (встроенные) и от $+10$ до $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ (внешние).

Датчики должны изготавливаться с унифицированными разъемами для подключения их к СТД, а внешние датчики, кроме того, должны иметь унифицированные устройства, обеспечивающие их быструю и удобную установку и фиксацию на диагностируемом объекте.

Датчики с одинаковым принципом действия, предназначенные для измерения однотипных диагностических параметров, должны быть унифицированы, и в первую очередь по выходному сигналу.

Датчик, установленный в исправном или неисправном состоянии на объект диагностирования, не должен отрицательно влиять на его работу. Установка датчика должна производиться с минимальными затратами времени, труда и средств, а процесс диагностирования по выходному сигналу датчика должен быть кратковременным.

Датчик СТД в зависимости от назначения может работать в статистическом, динамическом и статодинамическом процессах. При *статистическом* процессе к датчикам предъявляют метрологические требования по порогу чувствительности, зоне нечувствительности, стабильности выходной характеристики, вариации выходного сигнала. В целом, комплексы метрологических характеристик СТД и их датчиков выбирают из числа характеристик, приведенных в ГОСТ 8.009–84, и указывают вместе с их допускаемыми значениями в нормативно-технической документации на СТД.

Порог чувствительности датчика – минимальное изменение измеряемой величины, вызывающее изменение выходного сигнала датчика.

Зона чувствительности датчика – максимальное изменение контролируемой величины, не вызывающее изменения выходного сигнала.

Чувствительность датчика – отношение изменения выходного сигнала к вызывающему его изменению измеряемой величины. Чувствительность регламентируется государственными стандартами.

Стабильность выходной характеристики – свойство датчика, отражающее неизменность во времени его метрологических свойств. Она не должна выходить за пределы основной допустимой погрешности.

Вариация выходного сигнала – средняя разность между значениями выходного сигнала. Вариация выходного сигнала не должна превышать основной допустимой погрешности.

При *динамическом процессе* к датчикам предъявляют дополнительные требования. Они должны обладать повышенной механической погрешностью. Чтобы предотвратить искажение результатов измеряемой величины, необходимо учитывать возможное влияние собственных колебаний упругой механической системы датчика. Частота собственных колебаний датчика должна превышать частоту контролируемого процесса по меньшей мере в 6–10 раз.

При *статодинамическом процессе* к датчику предъявляют дополнительно к перечисленным требованиям по однонаправленности действия, перегрузочной способности датчика и его избирательности.

Однонаправленность действия – это сведение к минимуму обратного силового воздействия от датчика на контролируемый процесс.

Перегрузочная способность датчика характеризуется отношением предельного значения измеряемого параметра к его номинальному значению. Перегрузочная способность датчиков обычно равна 1,5–2 от рабочего диапазона измеряемой величины.

Избирательность датчика характеризует его способность реагировать только на изменение того параметра, для измерения которого он предназначен.

Важное значение имеют требования к показателям надежности датчиков: безотказности, долговечности, вероятности безотказной работы, интенсивности потока отказов. Показатели надежности датчиков должны быть значительно выше показателей надежности СТД, для которых они предназначены. Если датчики встроенные, то их надежность должна быть выше надежности диагностируемого объекта.

Значение наработки на отказ при ее нормировании в НТД выбирают из ряда 500, 600, 700, 800, 900, 1000 ч и далее через каждые 250 ч. Нормируемые показатели надежности датчиков определены в ГОСТ 27.003–83. Периодичность проверки датчиков задается в НТД.

По мере того как снижаются цены, ужесточаются правительственные требования к топливной экономичности и чистоте отработавших газов, растет потребность в датчиках электронных систем и расширяется их рынок.

Все определяется не только стоимостью, но и требованиями интеграции датчиков в систему. Чтобы резко снизить себестоимость всех составных частей электронных систем (микропроцессоров, датчиков), нужно создавать заново систему в целом. Но автомобильная промышленность развивается эволюционным путем, а не революционным. Для создания “авангардной” технологии необходимо 8–10 лет, в то время как применение традиционной для налаживания серийного производства новой электронной системы требуется только 4 года.

В большинстве случаев цену на новую продукцию удастся снизить благодаря расширению объемов выпуска и приобретению опыта. Но это затрудняет в дальнейшем перевод принятой технологии на новую основу, продлевая жизнь старой, но отлаженной. Это имеет положительную сторону. С ростом применения датчиков в автомобильных электронных системах теряет значение то, какая технология является лучшей в конкретном случае и даже какое количество датчиков и какая стратегия управления всей системой будет необходима в будущем.

Сегодня полупроводниковые датчики считаются новым компонентом, их достоинством является преобразование синусоидального сигнала в серии прямоугольных импульсов. Микропроцессоры могут воспринимать только логические единицы и нули. Поэтому на выходе синусоидальный сигнал необходимо сравнивать с пороговой величиной и в период, когда его уровень превышает пороговую величину, но меньше порогового значения, равного единице, частота импульсов характеризует скорость процесса.

Следующий шаг – обеспечение предварительной обработки сигнала перед подачей его в контроллер системы. Такие так называемые “интеллектуальные” датчики освободят центральный контроллер от предварительных вычислений, расширяя его возможности для реализации алгоритма управления и распределения информации между системами. «Интеллектуальные» датчики, вероятно, не будут непосредственно распределять информацию. Многие пользователи, подключая к одному датчику несколько систем, затрудняют его функционирование.

«Интеллектуальные» датчики будут следующим шагом вперед. Заказчики требуют от будущих датчиков способности к самодиагностике, распознаванию сбоев и ложных сигналов, удобства технического обслуживания. В настоящее время особенно растет потребность в приборах измерения ускорений – акселерометрах. В некоторых (но не во всех) случаях акселерометры могут быть заменены оптическими датчиками. Основанные на применении инфракрасных излучателей (светоизлучающих диодах) и детекторов, эти оптические датчики могут быть использованы для измерения скорости автомобиля, его положения и высоты, уровней жидкостей в гидросистемах и светового потока, для определения состава рабочей смеси в случае многотопливного двигателя.

Однако широкого распространения оптические датчики не получают до освоения волоконно-оптической технологии и мультиплексирования. До того времени оптические датчики будут применяться в тех случаях, когда они имеют очевидные функциональные или экономические преимущества.

В настоящее время имеется одна технология, которая может быть использована практически во всех существующих электронных системах – это полимерные толстые пленки (PTF) с электропроводящими наполнителями (серебро, углерод, никель, медь).

В новейших системах управления надувными подушками безопасности для измерения ударного воздействия используются акселерометры, установленные непосредственно в блоке управления, расположенном в салоне водителя. Это исключает необходимость иметь множество внешних датчиков (неэлектронные системы обычно содержат 4–5 механических датчиков), сокращает длину проводов и объем требуемого для размещения системы пространства. Снижается также и время срабатывания подушки. Механическая система обеспечивала время срабатывания около 22 мс, сейчас это время составляет 17,5 мс.

Но акселерометры используются не только в системах управления подушками. Они могут применяться также в антиблокировочных системах (АБС), системах регулирования тягового условия (РТУ), активных и полупоактивных подвесках, навигационных системах и системах контроля детонации в двигателе. А новое поколение миниатюрных датчиков (трехмерные структуры, выполнение в кремнии) может получить широкое распро-

странение в новых областях. В системе с акселерометрами, измеряющими ускорения вертикальных перемещений колес (например в активных подвесках), и датчиками, измеряющими воздействие водителя на рулевое колесо, можно определять поперечное ускорение без использования сигнала другого акселерометра для управления ABS и системой РТУ. В ближайшие годы наблюдается рост числа датчиков на автомобиле, но долгосрочная тенденция пока не ясна.

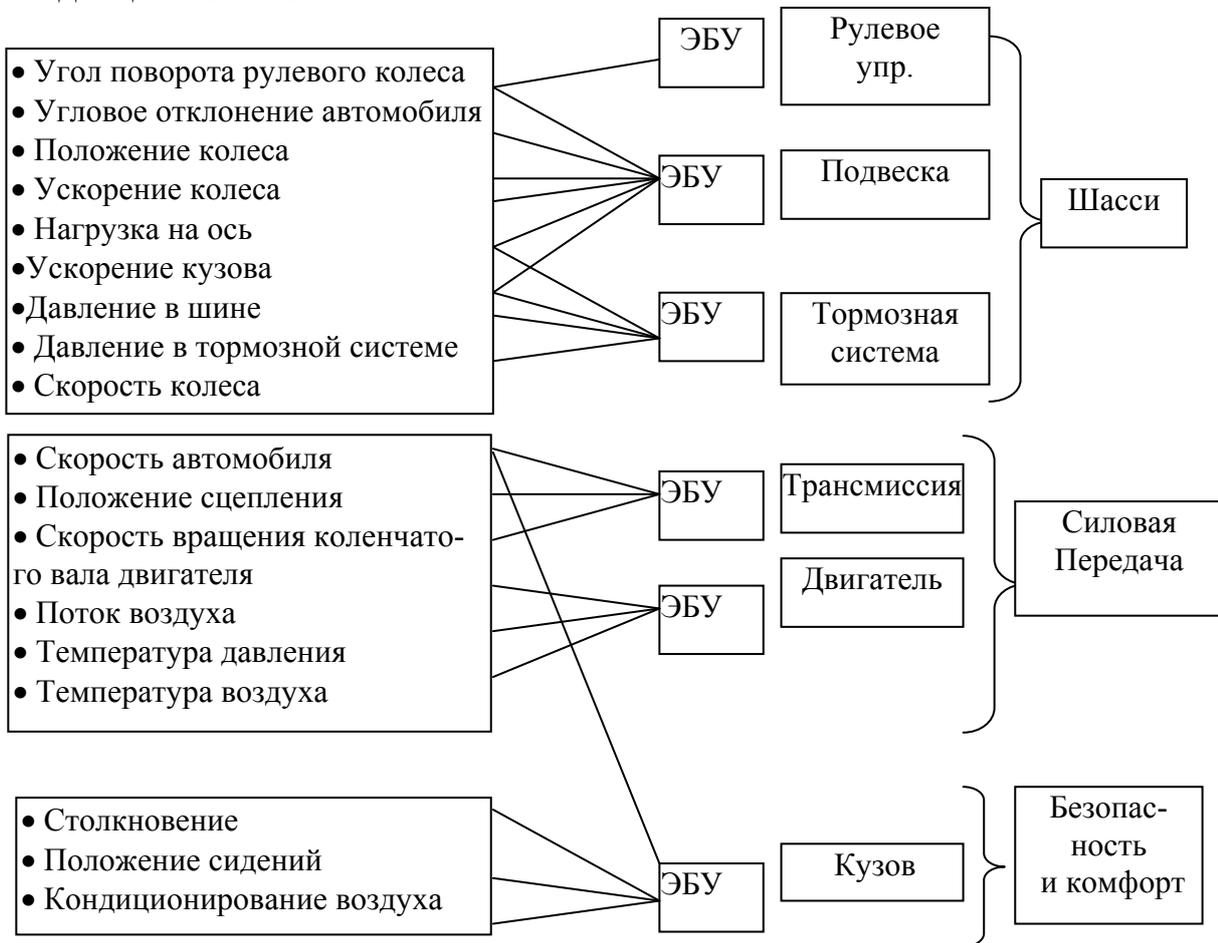


Рис. 1.3. Применение датчиков в электронных системах управления

Однако имеется одно препятствие для широкого распространения толсто пленочной технологии – высокая стоимость. В тех случаях, когда миниатюризация, сокращение числа деталей и облегчение пространственной компоновки не являются главными задачами, толсто пленочная технология не дает ощутимого выигрыша.

1.1.2. Средства индикации

Главное преимущество дисплеев перед другими средствами отображения состоит в том, что состав информации и ее количество можно изменять в зависимости от потребностей. И второе: эта информация может быть ко-

личественной (например, о скорости движения и пройденном пути, частоте вращения коленчатого вала двигателя и температуре охлаждающей жидкости, остатке топлива в баке и его среднем расходе), качественной, т.е. оценивающей состояние тех или иных систем и агрегатов (включено – выключено), и диагностической, т.е. дающей сведения о неисправностях техники (отказ тормозной системы, мало масла, охлаждающей или тормозной жидкости, низкое давление масла в смазывающей системе и воздуха в шинах и т.д.). При традиционных средствах получения информации такое ее количество и разнообразие превратили бы кабину автомобиля в кабину воздушного лайнера, сделав невозможным наблюдение за дорогой. Дисплей же эту задачу решает, так как позволяет пользователю по его выбору менять программу отображения.

Но дисплеи – дело для автомобилестроителей новое. Поэтому конструкторы автомобильной техники относятся к ним с определенной долей настороженности, в том числе и вследствие недостаточной информированности как о возможностях, так и об особенностях этих новых устройств (по сравнению с обычными контрольно-информационными приборами). Однако оснований для такой настороженности нет: существующие конструкции дисплеев предъявляют к автомобилю не чрезмерно жесткие требования.

Таких требований семь:

1. Диапазон рабочих температур дисплея на автомобиле не должен выходить за пределы 233...358 К (–0...+85 С).

2. Максимальное напряжение питания дисплея может достигать 100 В, однако, чем оно выше, тем более дорогим и менее надежным он будет. Нецелесообразно питать дисплей и от нескольких источников энергии, поскольку это усложняет схему. Самый выгодный вариант – напряжение 5 В.

3. Срок службы дисплея, устанавливаемого на автомобиль, должен превышать 100 тыс. ч.

4. Символы индикации на автомобильном дисплее должны быть хорошо различимыми при солнечном освещении. Это означает, что яркость собственной оснащенности экрана дисплея не может быть меньше 1200 кд/м².

5. Коэффициент контрастности, т.е. отношение яркости экрана (фона) дисплея к яркости символов на нем должен быть равен 1:20 – для светоизлучающих и 1:5 – для светоотражающих дисплеев (для сравнения: коэффициент контрастности для страницы с напечатанным текстом равен 1:5,6).

6. Цвет экрана должен быть красным, голубым или зеленым (за рубежом регламентируется стандартами), но не исключается желтый и белый.

7. В системе передачи сигналов к дисплею нежелательна многократная их передача, поскольку возникающие потери снижают яркость изображения или его контрастность. Лучше всего задача решается с помощью дисплея со статическим возбуждением.

Перечисленным требованиям, как показывает анализ, соответствуют в разной степени дисплеи на вакуумных люминесцентных (электронно-лучевых) трубках, на жидких кристаллах, а также электролитические дисплеи. Так, дисплеи на электронно-лучевых трубках привлекательны тем, что они хорошо освоены в производстве и широко применяются в различных информационных системах. Но для получения на них различных цветов требуется многоисточниковое питание.

У жидкокристаллических дисплеев тоже есть большое достоинство: высокая контрастность изображения даже при солнечном освещении. Однако с точки зрения диапазона рабочих температур и визуального восприятия отображенной информации пока еще решено не все. Хотя в недавно созданном дисплее «Дичройк», в котором применены встроенные поляризованные или цветофильмы, судя по сообщениям печати, удалось преодолеть трудности. Кроме того, жидкокристаллические дисплеи сравнительно дешевы.

Всеми достоинствами жидкокристаллических обладают и электролитические дисплеи. Кроме того, у них есть свои плюсы: небольшие допуски при производстве, большие углы обзора. Но управляющая схема получается сложной из-за наличия в ней запоминающего устройства, так как цифровая программа не только появляется на экране, но и должна стираться.

Существует не один способ высвечивания сигналов на дисплее. Во-первых, сигнальные символы традиционно подсвечиваются сзади цветными лучами. Способ прост, сигналы легко понимаются. Однако при одновременном появлении более пяти символов водитель в них путается. Кроме того, пока не разработаны достаточно понятные символы, обеспечивающие однозначность считываемой информации.

Во-вторых, сигнальная информация высвечивается на алфавитно-цифровом дисплее. Метод отличается простотой, размеры дисплея получаются небольшими, технология его изготовления несложная. Но при поставках системы за рубеж требуется применение разных языков. Для передачи сложной информации могут потребоваться аббревиатуры. Тогда, чтобы водитель понимал информацию о функциональных элементах, работа которых контролируется, необходимо его специальное обучение.

В-третьих, сигнальные символы образуются рядом точек (точечная матрица). При таком способе отображения информации языковых и других

ограничений нет. В то же время подобрать хорошо узнаваемые символы на все случаи трудно.

Каждый из перечисленных выше способов, реализуемых в виде отображения предупреждающих сигналов, может иметь и дополнительные средства повышения информативности. В качестве такого средства уже используются (в авиации, например) синтезаторы речи. Здесь устраняется возможность разночтения информации, отображенной на экране дисплея. Правда, возникают языковые проблемы, а также проблемы восприятия речи водителями с нарушением слуха. Возможны помехи. Мала скорость замены информации.

Как видим, дисплей – не просто видоизмененное средство отображения информации, объединяющее в себе функции шкал приборов, сигнальных ламп и т.п. Он представляет собой централизованную систему, способную отображать данные практически обо всем, что связано с автомобилем, его состоянием и движением. Но дисплей может оказаться бесполезным и даже вредным, если законы отражения им информации будут сложнее, чем с помощью традиционных средств. Поэтому задача состоит не только в том, чтобы создать алгоритмы отображения информации. Ведь не секрет, что дисплей, являясь пока средством отображения информации, собираемой и обрабатываемой системой контроля, своих возможностей полностью не использует.

В настоящее время дисплей базируется на микропроцессорной технике, возможности которой довольно велики. Поэтому контрольная система постепенно переросла в централизованную информационную систему, способную оценивать информацию, получаемую от других контролируемых центров (например система управления двигателем, трансмиссией), и затем выдавать ее в соответствующем виде водителю. Иными словами, централизованная система неизбежно должна брать на себя функции контроля и обеспечения соответствия режимов работы автомобильных систем условиям движения. Дисплей здесь становится средством отображения рассогласования этих режимов и условий. Кроме того, дисплей отображает результаты работы централизованной информационной системы по бортовому диагностированию состояния автомобильных систем и узлов: сигналы об их неисправностях передаются в центральный информационный процессор, а после обработки – на алфавитно-цифровой дисплей.

В электронных приборных панелях современных легковых автомобилей японских фирм широко применяются микропроцессоры. В качестве дисплеев используются матрицы на жидких кристаллах и вакуумной флуоресценции.

Дисплей микропроцессорной приборной панели на модели «Soarer» отвечает современным требованиям (рис. 1.4).



Рис. 1.4. Блок-схема микропроцессорной приборной панели автомобиля «Soare»

Предварительное преобразование сигналов датчиков позволило получить нелинейные характеристики указателей температуры, дающие большую детальность отображения в наиболее ответственных участках рабочего диапазона, недостижимую для электромеханических стрелочных индикаторов. Широко использованы мигающие дисплеи. В системе применены однокристалльный 8-битовый микропроцессор и интегральные схемы управления дисплеями. Индикация производится японскими иероглифами и цифрами. Помимо обычного для электронных приборных панелей состава параметра, система дает информацию о продолжительности кратковременных остановок, исправности микропроцессорной системы управления двигателем, контролирует периодичность замены масляных фильтров и свеч

зажигания, обеспечивает ввод и своевременное воспроизведение напоминаний водителю, делаемых им для самого себя.

1.1.3. Условия работы и требования к автомобильным приборам

Контрольно-измерительные приборы, устанавливаемые на автомобилях, значительно отличаются по своей конструкции от стационарных приборов, применяемых в лабораторной практике или в технологических процессах многих производств, хотя в них, как правило, используются те же принципы действия. Особенности автомобильных приборов зависят от специфики требований, предъявляемых к ним в эксплуатации. Эти требования обусловлены следующими причинами.

На приборы, установленные на автомобилях, воздействуют значительные вибрация и тряска. Так, на приборной панели современных автомобилей вибрация может достигать величины 0,5–2 g. Датчики приборов, размещенные на двигателе или трансмиссии, подвергаются вибрации до 15 g. Поэтому приборы должны непрерывно и исправно работать в этих условиях [1].

В условиях эксплуатации приборы работают при различных температурах окружающей среды, колеблющихся от минус 50 °С в северных районах до плюс 50 °С в тропиках. При этом, в зависимости от места установки датчика прибора (например на двигателе), температура его может достигать плюс 120 °С. На приборы попадают пыль, грязь, вода, масло, топливо, соли (в условиях морского климата), насекомые и грибки (во влажных тропиках). Следовательно, материалы и покрытия приборов должны быть стойкими к перечисленным воздействиям, а внутренние части приборов уплотнены или герметизированы.

Электрические приборы с питанием от бортовой сети должны быть малочувствительны к изменениям напряжения в пределах 11–15 В в 12-вольтовой и 22–30 В в 24-вольтовой системах. Приборы также должны быть нечувствительными к пульсации питающего выпрямленного напряжения, которая возникает в случае применения генератора переменного тока.

Автомобили используют в местностях с различными высотами над уровнем моря; поэтому приборы должны работать при барометрических давлениях, практически встречающихся в районах, где есть дороги, т.е. при изменении атмосферного давления от 650 до 800 мм рт. ст.

Кроме перечисленных требований, диктуемых условиями эксплуатации автомобильных приборов, существуют и другие, возникающие вследствие особенностей их применения на транспортных средствах. К таким требованиям относят следующие:

- автомобильные приборы не должны излучать в окружающее пространство помех, мешающих радиоэффиру;

- показания стрелочных приборов должны быть удобочитаемыми, чтобы водитель мог оценить показание, не задерживая долго внимания на приборе;
- сигнализаторы в выключенном состоянии должны быть малозаметными, а при включении немедленно привлекать внимание водителя;
- расположение всех приборов в поле зрения водителя должно подчиняться определенным рекомендациям инженерной психологии и соответствовать эстетическому оформлению приборной панели автомобиля;
- комплект контрольно-измерительных приборов должен быть недорогим в производстве и простым в обслуживании;
- срок службы приборов в эксплуатации при сохранении заданной точности показаний должен быть не менее срока службы автомобиля до капитального ремонта.

На автомобилях, находящихся в настоящее время в эксплуатации, применяют большое количество различных типов контрольно-измерительных приборов. При этом, несмотря на активные меры по их унификации, продолжается увеличение их численности как за счет появления модификаций, так и за счет применения новых принципов действия. Приборы на автомобиле выполняют важную функцию, так как позволяют контролировать состояние и работоспособность агрегатов и систем, стоимость которых во много раз превышает стоимость самих приборов.

Развитие электроники и электротехники способствовало быстрому обновлению панелей автомобилей [1, 23, 24]. Они стали более удобными, компактными, возросло количество контролируемых параметров. Это можно проследить по рис. 1.5 и 1.6.

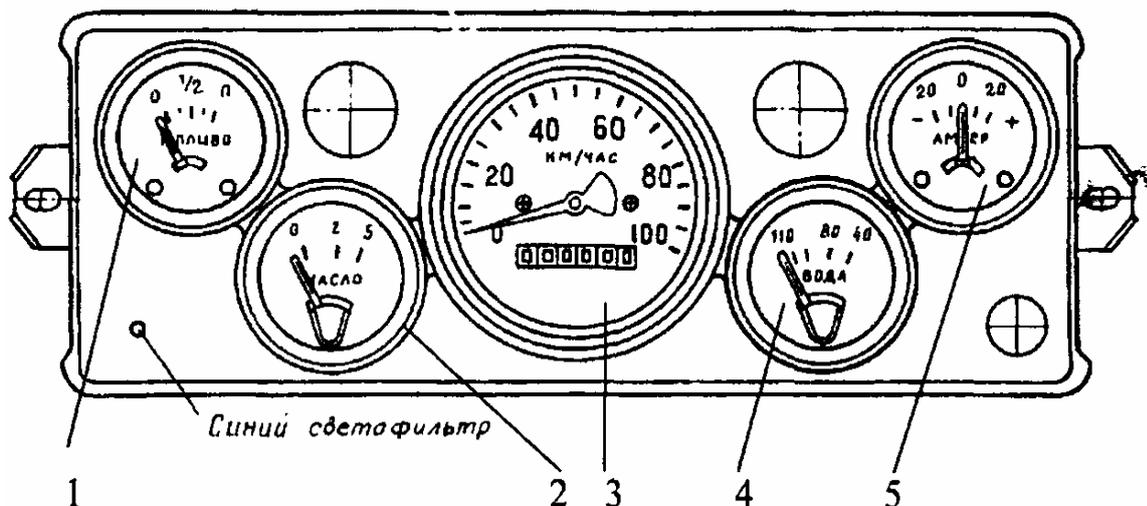


Рис. 1.5. Щиток приборов КПЗ – Е2:
 1 – указатель уровня топлива; 2 – указатель давления масла; 3 – спидометр;
 4 – указатель температуры в системе охлаждения; 5 – амперметр

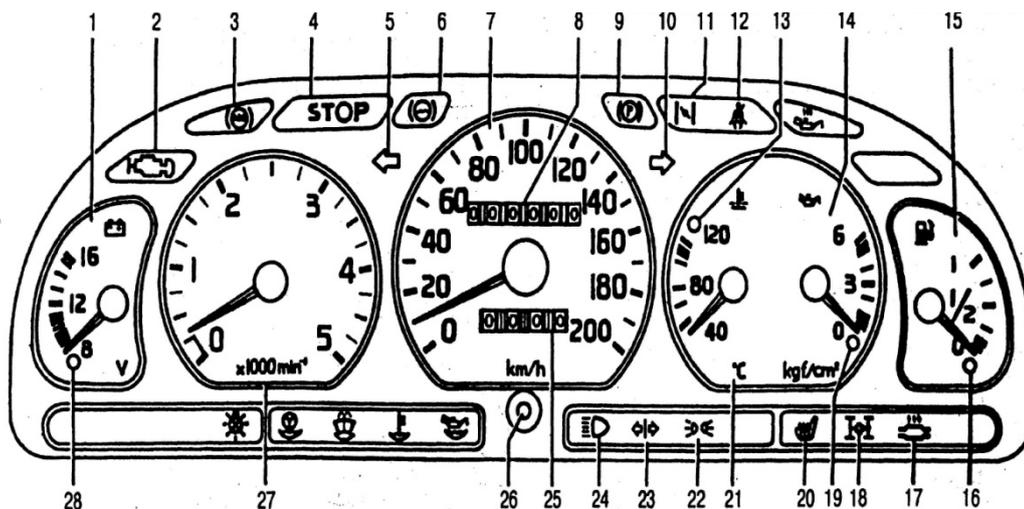


Рис. 1.6. Щиток приборов автомобилей ГАЗель:

- 1 – указатель напряжения; 2 – лампа «Check Engine»; 3, 12, 17, 18 – резервные сигнализаторы; 4 – сигнализатор "STOP"; 5 – сигнализатор левых указателей поворота; 6 – сигнализатор аварийного падения уровня тормозной жидкости; 7 – спидометр; 8 – счетчик суммарного пробега; 9 – сигнализатор включения стояночного тормоза; 10 – сигнализатор правых указателей поворота; 11 – сигнализатор прикрытия воздушной заслонки карбюратора (на автомобиле с двигателем ЗМЗ-402 и ЗМЗ 402.1); 13 – сигнализатор перегрева двигателя; 14 – указатель давления масла; 15 – указатель уровня топлива; 16 – сигнализатор минимального резерва топлива в баке; 19 – сигнализатор давления масла; 20 – сигнализатор включения обогрева сидений (если установлен); 21 – указатель температуры охлаждающей жидкости; 22 – сигнализатор включения габаритного света; 23 – сигнализатор включения и исправности ламп указателей поворота прицепа; 24 – сигнализатор дальнего света фар; 25 – счетчик суточного пробега; 26 – кнопка установки на пульте счетчика суточного пробега; 27 – тахометр; 28 – сигнализатор разряда аккумуляторной батареи

1.2. Основные требования к методам и средствам технического диагностирования автомобилей

1.2.1. Требования к техническому диагностированию автомобилей в процессе их разработки и эксплуатации

Техническое диагностирование автомобилей и их отдельных агрегатов направлено в целом на решение одной или нескольких нижеприведенных задач:

- определение технического состояния (исправное или неисправное), поиск и локализацию места отказа или неисправности;
- прогнозирование остаточного ресурса или вероятности безотказной работы на задаваемых интервалах наработки (пробега).

Для успешного осуществления указанных задач проводят определенные работы по разработке диагностического обеспечения, повышению

контролепригодности и установлению показателей и характеристик процессов диагностирования.

Оптимальным решением является проведение работ по диагностическому обеспечению автомобилей на всех стадиях, начиная от их разработки до полного списания, т.е. на стадиях разработки, производства, эксплуатации, капитального ремонта и хранения, а также при обосновании акта о списании конкретных автомобилей. Диагностическое обеспечение – это комплекс взаимосвязанных методов диагностирования, нормативов, технических (аппаратурных) и программных средств, процессов диагностирования, систем метрологического обеспечения используемых методов и средств технического диагностирования, отраженных в технической документации.

Повысить коэффициент готовности автомобильного парка можно за счет увеличения объема контрольно-диагностических работ в процессах ТО и ремонта. Для многих автомобилей он превышает 25–30 % от общего объема работ по ТО и ремонту. Как правило, время, затрачиваемое на непосредственное измерение параметров технического состояния, в среднем равно 5–10 % от общего времени диагностирования, остальные 90–95 % приходятся на установку и снятие датчиков, выбор нужного режима работы автомобиля и обработку результатов диагностирования. Это указывает на большой резерв в части снижения трудоемкости ТО и ремонта автомобилей, который в первую очередь может быть реализован повышением контролепригодности (приспособленности) автомобилей к диагностированию.

Контролепригодность автомобилей и их агрегатов обеспечивается на стадиях их разработки и изготовления в результате соблюдения требований к техническому диагностированию в части конструктивного исполнения изделий, параметров и методов диагностирования, показателей оценки контролепригодности объекта.

Контролепригодность может быть повышена за счет удобного и простого подключения датчиков к автомобилю; выбора эффективных методов диагностирования и контроля; обеспечения автомобиля универсальными специально предусмотренными присоединительными разъемами, штуцерами, заглушками и т.д.; введения в конструкцию автомобиля встроенных датчиков, к выводам которых на период диагностирования можно подключать внебортовые (внешние) средства диагностирования; комплектования автомобилей бортовыми системами контроля (БСК), выдающими водителю в любой момент времени информацию о техническом состоянии соответствующего узла, системы или агрегата. На практике представляется целесообразным комплексное использование всех трех способов повышения контролепригодности автомобилей.

Параметры и методы диагностирования включают требования к количественному и качественному составу диагностических параметров и к алгоритму диагностирования.

Номенклатуру структурных и диагностических параметров и их нормативные значения устанавливают с учетом конструктивных, технологических и эксплуатационных факторов.

Методы диагностирования определяют исходя из установленных задач и показателей диагностирования; они должны включать диагностическую модель объекта, правила измерения диагностических параметров, их анализа и обработки.

Показатели оценки контролепригодности автомобилей условно разделяют на оперативные, экономические, конструктивные и дополнительные, а также на показатели оценки уровня контролепригодности.

Требования к техническому диагностированию автомобилей включают в заявку на разработку и освоение новых автомобилей, в технико-техническое задание (ТТЗ) или в техническое задание (ТЗ) на их разработку, в стандарты на технические условия, в общие технические условия, в общие технические требования и т.д., в технические условия и в конструкторскую документацию на автомобиль.

Показатели и характеристики диагностирования задаются в ТТЗ и ТЗ и направлены на оценку достоверности, точности и экономичности процесса диагностирования. Контроль показателей и характеристик диагностирования автомобилей осуществляется при их приемочных и типовых испытаниях.

1.2.2. Общие требования к средствам технического диагностирования

Средства технического диагностирования (СТД) автомобилей классифицируют по конструктивному исполнению, функциональному назначению, степени охвата автомобиля диагностированием, степени автоматизации, виду источника питания и другим признакам [1, 4, 5].

По конструктивному исполнению средства технического диагностирования подразделяют на внешние и бортовые. К числу первых относят традиционно применяемые на АТП и СТО средства диагностирования, включающие в себя датчики сигналов, преобразователи сигналов, программные и другие устройства и индикаторы. Сюда же относят СТД со специализированными штекерными разъемами для подключения к автомобилям, оснащенным системой встроенных датчиков (СВД). В состав бортовых систем контроля входят датчики, преобразователи их сигналов, индикаторы и элементы коммутации. СТД первой группы подразделяют на переносные, передвижные и стационарные.

По функциональному назначению СТД подразделяют на комплексные для диагностирования автомобиля в целом или ряда его агрегатов, на сред-

ства диагностирования двигателей и системы электрооборудования, трансмиссии, тормозных систем, рулевого управления и элементов передней подвески, светотехнических приборов, рабочего и специального оборудования и др.

По степени охвата автомобилей диагностированием и виду применяемых систем диагностирования различают СТД, входящие в общие системы диагностирования автомобилей в целом, в локальные системы диагностирования отдельных агрегатов, систем и узлов, и отдельно применяемые средства диагностирования.

По степени автоматизации СТД с диагностируемым объектом подразделяют на автоматические, полуавтоматические, неавтоматические (с ручным или ножным направлением), комбинированные.

По виду энергии носители сигнала в канале связи различают электрические, магнитные, механические, оптические, пневматические, гидравлические, электронные, комбинированные и другие СТД. По виду источника питания: от бортовой сети автомобиля, от внешней сети, механические, пневматические.

Средства технического диагностирования автомобиля, как правило, используют на АТП и СТО в отапливаемых помещениях при температуре окружающего воздуха $(20\pm 10)^\circ\text{C}$, относительной влажности воздуха $(65\pm 15)\%$ и атмосферном давлении (100 ± 4) кПа.

СТД должны обеспечивать измерение диагностических параметров на всех режимах работы автомобиля, а также на режимах, оговоренных технологическими документами по диагностированию. Диагностирование объектов должно осуществляться с минимальной трудоемкостью, как правило, без их разборки. Для обеспечения непосредственного измерения диагностического параметра, а также для установки, крепления и съема диагностической аппаратуры допускается частичная разборка диагностируемого объекта.

Выходные сигналы СТД предназначены для информационной связи с другими СТД и системами обработки данных, а также выходные сигналы датчика должны соответствовать требованиям ГОСТ, задаваться в соответствующей нормативно-технической документации (НТД) на СТД.

Метрологические характеристики СТД должны соответствовать значениям, обеспечивающим минимальные эксплуатационные издержки на диагностирование автомобилей. Классы точности СТД или пределы допускаемых погрешностей на конкретные диагностические параметры устанавливаются в стандартах или в технических условиях.

Питание СТД осуществляется от однофазной сети напряжением 220 В и частотой 50 Гц, от трехфазной сети напряжением 220/380 В и частотой 50 Гц, от источников постоянного тока напряжением 12 и 24 В, включая питание от аккумуляторной батареи диагностируемого автомобиля.

СТД должны быть вибро- и ударопрочными, выдерживать без повреждений воздействия вибрации и периодических ударов (ГОСТ 22261–82); после прекращения внешних воздействий должны сохранять характеристики, установленные НТД на СТД.

Масса переносных приборов не должна превышать 25 кг. В случае превышения указанной массы и выполнения СТД в моноблоке их устанавливают на подвижных стойках, шкафах или на тележках.

СТД, имеющие одинаковый принцип работы и предназначенные для измерения однотипных диагностических параметров, должны быть унифицированы.

Основным показателем надежности СТД является наработка на отказ, которую выбирают и задают в НТД из ряда 500, 600, 700, 800, 900, 1000 ч и далее через каждые 250 ч. Нормируемые показатели надежности СТД устанавливаются в соответствии с действующими стандартами.

СТД должны укомплектовываться запасными частями по номенклатуре, обеспечивающей надежность их работы в заданном интервале наработки.

В зависимости от необходимой точности измерения диагностического параметра и динамики измерения последнего результат измерения выдается на одном или нескольких индикаторах: аналоговом, цифровом, на экране осциллографа или дисплея, на цифropечатающем устройстве.

На первом этапе развития электронных СТД в преобладающем большинстве использовалась аналоговая индикация. Объясняется это ее низкой стоимостью, неплохими метрологическими характеристиками, возможностью получения не только количественной, но и качественной информации о контролируемом процессе, о динамике протекания этих процессов и т.д. На шкалах аналоговых индикаторов для облегчения работы оператора наносят вспомогательные метки, обозначают и выделяют рабочие и нерабочие зоны.

Аналоговая индикация эффективна при измерении диагностических параметров быстро меняющихся процессов. При измерении параметров медленно меняющихся процессов, в которых за 8–10 последовательных циклов измерений значение параметра меняется не более чем на ± 2 единицы младшего разряда индикатора, преимущества цифровой индикации явно не выражены.

Практика показала, что, если основными составляющими погрешности измерения являются погрешности датчика и блока преобразования, существенного метрологического выигрыша при переходе на цифровую индикацию нет.

В приборах с аналоговой индикацией, когда индикатор перегружен шкалами (т.е. на один индикатор поочередно выводятся результаты измерения нескольких параметров), считывание результатов измерений услож-

няется, увеличиваются время и вероятность ошибки считывания результата оператором-диагностом.

Резкое снижение стоимости приборов с цифровой индикацией (в ряде случаев они дешевле аналоговых) привело к широкому внедрению их при создании СТД нового поколения.

Цифровая индикация обеспечивает большую скорость и высокую точность измерения и считывания. Эти преимущества наиболее полно проявляются в многопредельных и многофункциональных измерительных приборах, так как в них результаты измерения индицируются непосредственно с положением запятой, с указанием вида и размерности измеряемой величины. В свою очередь, цифровая индикация, обладая рядом существенных недостатков, не может быть признана единственно эффективной.

В современных СТД применяют и комбинированную индикацию, когда результаты измерений одних параметров выдаются на аналоговых индикаторах, других – на цифровых индикаторах, а третьих – на экранах осциллографа.

В ряде случаев используют параллельную индикацию, когда результаты измерения выдаются на индикаторы различных видов. Например, угол замкнутого состояния контактов прерывателя выдается иногда на экран осциллографа и на аналоговый или цифровой индикатор.

В настоящее время широко применяют дисплеи, которые позволяют выводить алфавитно-цифровую и графическую информацию.

На современных СТД результаты измерений часто выводят на специально встроенные в них (или подключаемые к ним) цифropечатающие устройства или самописцы.

1.3. Диагностические параметры

1.3.1. Классификация диагностических параметров

В процессе эксплуатации трущиеся сопряжения автомобиля изнашиваются, происходит разрегулировка его систем, узлов и агрегатов, т.е. изменяются значения его структурных параметров, непосредственно характеризующих исправность объекта диагностирования. К ним относят зазоры в сопряжении, величину износа поверхностей детали и другие параметры, измерение которых связано с необходимостью проведения разборочных работ. Это повышает трудоемкость контроля и существенно снижает (иногда на 5–10 %) ресурс контролируемого агрегата. Последнее объясняется появлением дополнительного цикла приработки поверхностей контролируемого сопряжения.

Изменение структурных параметров сопровождается изменениями параметров рабочих и сопутствующих выходных процессов автомобиля, ко-

которые могут наблюдаться и измеряться извне без разборки (или с частичной разборкой) контролируемого агрегата (рис. 1.7). Например, из-за износа сопряжений цилиндропоршневой группы двигателя внутреннего сгорания снижается компрессия в цилиндрах и, как результат, уменьшается эффективная мощность на коленчатом валу двигателя. В результате износа сопряжений коренных и шатунных подшипников коленчатого вала увеличиваются утечки масла из системы смазывания двигателя и снижается давление масла в системе.



Рис. 1.7. Классификация диагностических параметров

Если эти функциональные параметры несут достаточную и однозначную информацию о состоянии контролируемого объекта, то они могут быть отнесены к числу диагностических параметров, косвенно характеризующих исправность объекта диагностирования.

Из всего многообразия возможных диагностических параметров выбирают и используют в практических целях лишь те параметры, которые от-

вечают требованиям однозначности, стабильности, широты изменения, доступности и удобства измерения, информативности и технологичности. Смысл перечисленных требований графически показан на рис. 1.8.

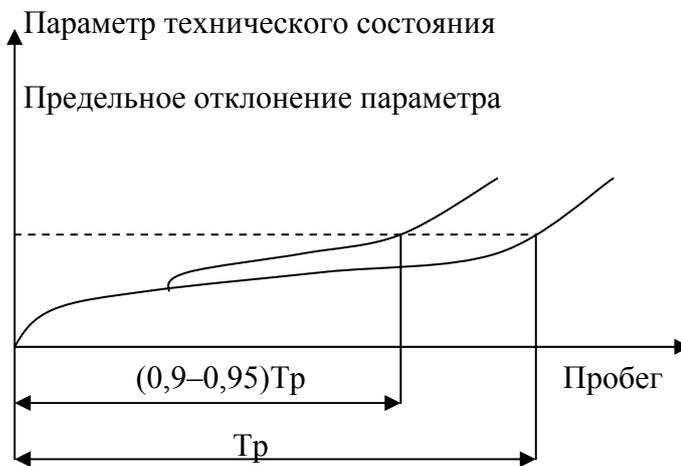


Рис. 1.8. Схема изменения структурного параметра в зависимости от пробега автомобиля

Требование однозначности предусматривает соблюдение условия, когда каждому значению структурного или функционального параметра соответствует одно-единственное значение диагностического параметра. Так, параметры кривых 1 и 2 (рис. 1.9, а) не соответствуют критерию однозначности, а параметр кривой 3 – соответствует, т.е. диагностическому параметру Д2 могут соответствовать четыре различных значения структурного параметра ($S_2', S_2'', S_2''', S_2''''$), параметру Д1 – два значения структурного параметра (S_1', S_1''), а любому диагностическому параметру Д3 соответствует одно-единственное значение структурного параметра S_3 .

Требование стабильности устанавливает возможную величину отклонения диагностического параметра от своего среднего значения, характеризующую рассеивание параметра при неизменных значениях структурных параметров и условиях их измерения (рис. 1.9, б).

Требование широты изменения устанавливает диапазон изменения диагностического параметра, соответствующего заданной величине изменения структурного параметра. Чем больше диапазон изменения диагностического параметра, тем выше его информативность. На рис. 1.9, в, параметр кривой 6 имеет большую широту диагностического параметра $\Delta Д4$, чем параметр кривой 7 $\Delta Д5$. Аналитически отмеченное условие выражается следующей зависимостью: $dД4/dS > dД5/dS$.

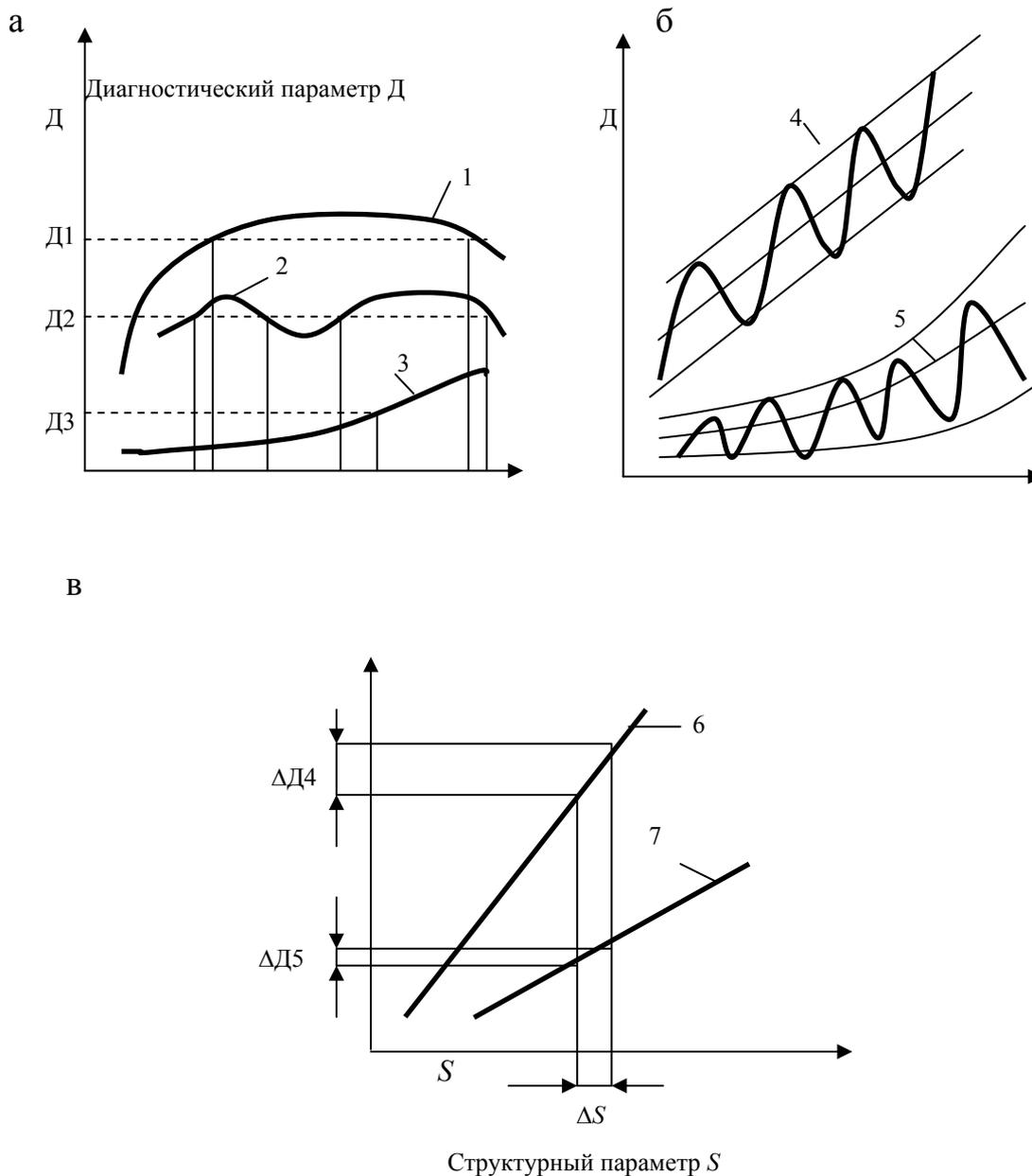


Рис. 1.9. Графическая иллюстрация основных требований к диагностическим параметрам по:

- а – однозначности; б – стабильности; в – широте изменения;
- 1, 2 – кривые неоднозначной зависимости; 3 – кривая однозначной зависимости;
- 4 – равный коридор рассеивания; 5 – возрастающий коридор рассеивания;
- 6 – кривая большей широты изменения; 7 – кривая меньшей широты изменения

По объему и характеру передаваемой информации диагностические параметры классифицируют на частные, общие и взаимозависимые.

Частные диагностические параметры независимо от других указывают на вполне определенную конкретную неисправность. Например, угол замкнутого состояния контактов определяет зазор в контактах прерывателя.

Общие диагностические параметры характеризуют техническое состояние диагностируемого объекта в целом. Например, люфт на выходном валу коробки перемены передач характеризует ее общее техническое состояние, но не состояние конкретной зубчатой пары.

Взаимозависимые диагностические параметры оценивают неисправность только по совокупности нескольких измеренных параметров. Например, износ поршневых колец определяется давлением в цилиндре в конце такта сжатия, относительными утечками отработавших газов в картер двигателя, наличием «хлопков» в карбюраторе при пуске двигателя.

Естественно, что чем больше измеряемых диагностических параметров, тем шире информация о состоянии объекта, но при этом повышаются трудоемкость и стоимость диагностирования.

По содержанию передаваемой информации диагностические параметры разделяют на три группы: параметры, дающие информацию о техническом состоянии объекта, но не характеризующие его функциональные возможности; параметры, дающие информацию о функциональных возможностях объекта, но не дающие информацию о его техническом состоянии; параметры (комбинированные), дающие информацию как о техническом состоянии, так и о его функциональных возможностях.

Таким образом, определяемое значение структурного параметра P_c есть функция от каких-то $j - x$ ($j=1, 2, \dots, m$) диагностических параметров P_d , т.е. $P_c = f(P_d)$. Из всего многообразия диагностических параметров выбирают в первую очередь те, у которых функциональная зависимость приближается к линейной и однозначной и в меньшей степени зависит от сопутствующих (не учитываемых) и рабочих параметров.

1.3.2. Выбор диагностических параметров

Выбор диагностических параметров (табл. 1.2) для оценки технического состояния автомобилей осуществляют из номенклатур, рекомендуемых государственными стандартами, а также другой нормативно-технической документацией.

При выборе диагностических параметров можно применять метод, сущность которого заключается в следующем. Выбирают основные структурные параметры D_i и параметры K_j , которые можно использовать в качестве диагностических. По данным статистики отказов определяют «вероятностные веса» структурных параметров при различных состояниях диагностируемого объекта, а также устанавливают вероятность возникновения этих состояний при различных комбинациях диагностических параметров.

В настоящее время автомобили оснащаются бортовыми и встроенными системами диагностирования, при этом не теряют актуальность и традиционные системы внешнего диагностирования. В связи с этим при выборе диагностических параметров необходимо определить, какие из них целесообразно контролировать бортовыми системами, а какие – с помощью внешних средств технического диагностирования.

Рассматриваемая задача может решаться по методике, предложенной филиалом НАМИ. Методика носит рекомендательный характер и основана на критерии экономичности диагностирования.

Таблица 1.2

Номенклатура диагностических параметров автомобилей

Наименование	Единица измерения
1	2
<i>Автомобиль в целом</i>	
<ul style="list-style-type: none"> • Время разгона автомобиля в задаваемом интервале скоростей • Время (или путь) выбега автомобиля в задаваемом интервале скоростей • Контрольный расход топлива • Мощность (или тяговая сила) на ведущих колесах автомобиля • Общий уровень шума в кабине автомобиля 	с с (или м) л/100 км кВт дБ
<i>Двигатель и система электрооборудования</i>	
<ul style="list-style-type: none"> • Эффективная мощность на коленчатом валу • Мощность, затрачиваемая на прокручивание двигателя • Удельный расход топлива • Ускорение вращения коленчатого вала в режиме свободного разгона (выбега) • Давление в конце такта сжатия в цилиндрах двигателя • Разность давлений в конце такта сжатия между отдельными цилиндрами • Расход или падение давления сжатого воздуха, подаваемого в цилиндры • Давление масла в главной масляной магистрали • Расход масла на угар • Уровень масла в картере двигателя • Содержание продуктов изнашивания в масле (качественный и количественный состав) • Содержание СО в отработавших газах • Содержание СН в отработавших газах • Минимально устойчивая частота вращения коленчатого вала • Изменение частоты вращения коленчатого вала при последовательном отключении каждого из цилиндров • Разряжение во впускном трубопроводе • Давление, создаваемое топливным насосом • Количество газов, прорывающихся в картер двигателя 	кВт кВт кг/с (или л/с) с ⁻² кПа кПа м ³ /с или кПа кПа кг/ч мм по ГОСТ 20759–75 % % мин ⁻¹ мин ⁻¹ (или %) кПа кПа л/мин

Продолжение табл. 1.2

1	2
<ul style="list-style-type: none"> • Уровень вибрации • Свободный ход поршня относительно оси коленчатого вала • Скорость изменения температуры охлаждающей жидкости • Установившаяся температура охлаждающей жидкости • Скорость падения давления сжатого воздуха в системе охлаждения (при проверке герметичности) • Утечка охлаждающей жидкости • Перепад температур на входе и выходе теплообменника • Давление (разрежение) срабатывания воздушного или парового клапана теплообменника • Начальный угол опережения зажигания • Угол опережения зажигания, создаваемый центробежным или вакуумным регулятором • Зазор между контактами прерывателя • Угол замкнутого состояния контактов прерывателя • Падение напряжения на контактах прерывателя • Напряжение аккумуляторной батареи • Напряжение, ограничиваемое реле-регулятором • Напряжение в сети электрооборудования • Напряжение в первичной цепи • Напряжение во вторичной цепи • Пробивное напряжение на свечах зажигания • Максимальное вторичное напряжение катушки зажигания • Сопrotивление в цепи электрооборудования • Сила тока в цепи электрооборудования • Электрическая емкость конденсатора • Мощность генератора (стартера) • Частота вращения коленчатого вала при запуске двигателя • Ток, потребляемый стартером • Прогиб ремня вентилятора при заданном усилии 	<p>м/с² (м/с, дБ) мм °С/с °С кПа/с кг/ч °С кПа град град мм град В В В В В кВ кВ кВ Ом А мкФ Вт мин⁻¹ А мм</p>

Продолжение табл. 1.2

1	2
<i>Сцепление</i>	
<ul style="list-style-type: none"> • Свободный и рабочий ход педали сцепления • Уровень рабочей жидкости в расширительном бочке 	<p>мм мм</p>
<i>Трансмиссия</i>	
<ul style="list-style-type: none"> • Мощность, затрачиваемая на прокручивание трансмиссии и ведущих колес автомобиля • Угловой зазор в карданной передаче • Биение карданного вала • Уровень вибрации • Суммарный люфт главной передачи • Суммарный люфт коробки передач на различных передачах • Усилie включения скорости • Угловое ускорение вращения в динамическом (знакопеременном) режиме • Установившаяся температура в агрегатах трансмиссии • Уровень масла в агрегатах трансмиссии • Содержание продуктов изнашивания в масле агрегатов трансмиссии 	<p>кВт град мм м/с² (м/с, дБ) град град Н с⁻² °С мм по ГОСТ 20758–75</p>
<i>Ходовая часть и рулевое управление</i>	
<ul style="list-style-type: none"> • Суммарный люфт в рулевом управлении • Усилie прокручивания рулевого колеса при выборке люфта в рулевом управлении • Усилie прокручивания рулевого колеса при рабочем повороте управляемого колеса • Люфт в шарнирах рулевых тяг • Боковая сила на передних колесах • Увод управляемых колес на 1 км пробега • Уровень масла в редукторе рулевого механизма • Содержание продуктов изнашивания в редукторе рулевого механизма • Схождение (угол схождения) колес • Угол развала колес • Угол продольного наклона оси поворота колес • Угол поперечного наклона оси поворота колес • Соотношение углов поворота управляемых колес • Параллельность осей передних и задних колес 	<p>град Н Н мм Н м мм по ГОСТ 20759–75 мм (град) град град град град град</p>

Продолжение табл. 1.2

1	2
<ul style="list-style-type: none"> • Параллельность смещения осей Амплитуда колебаний амортизаторов колес • Осевой и радиальный люфты в подшипниках колес • Биение (дисбаланс) колес • Давление воздуха в шинах • Глубина протектора на шинах 	<ul style="list-style-type: none"> мм мм мм мм(га) кПа мм
<p style="text-align: center;"><i>Тормозная система</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Тормозной путь • Замедление (установившееся замедление) • Тормозная сила на колесах • Суммарная тормозная сила на колесах • Общая удельная тормозная сила • Коэффициент неравномерности тормозных сил колес оси • Коэффициент распределения осевой тормозной силы • Время срабатывания тормозного привода • Время растормаживания тормозов • Рабочий (свободный) ход педали тормоза • Тормозная сила, развиваемая ручным тормозом • Коэффициент неравномерности времени срабатывания колес одной оси • Производительность источника энергии • Давление в системе тормозного привода • Давление включения (и выключения) регулятора давления • Скорость изменения давления в контуре тормозного привода • Зазор в фрикционной паре тормозного механизма • Уровень тормозной жидкости в резервуаре • Сила сопротивления вращению незаторможенного колеса • Путь свободного выбега колеса • Овальность тормозного барабана 	<ul style="list-style-type: none"> м м/с² Н Н – – – с с мм Н – м³/с кПа кПа кПа/с мм мм Н м мм

Окончание табл. 1.2

1	2
<ul style="list-style-type: none"> • Биение тормозного диска • Толщина диска (стенки тормозного барабана) • Внутренний диаметр тормозного барабана • Толщина тормозной накладки • Давление в приводе, при котором тормозные накладки касаются барабана (диска) • Усилie на тормозные педали <p style="text-align: center;"><i>Светоосветительная аппаратура</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Направление максимальной силы света фар • Суммарная сила света, измеренная в направлении оси отсчета • Сила света светосигнальных огней (фар, габаритных фонарей, торможения, поворота) • Частота следования проблесков указателей поворота • Время от момента включения указателей поворота до появления первого проблеска 	<ul style="list-style-type: none"> мм мм мм мм кПа Н <ul style="list-style-type: none"> град кд кд мин⁻¹ с

Рассматриваемая методика предусматривает три возможных метода диагностирования с помощью внешних традиционных средств, систем встроенных датчиков (СВД) и бортовых систем контроля.

1.4. Бортовые системы контроля, встроенные средства диагностирования и индикации

1.4.1. Встроенные системы диагностирования

Микропроцессорным встроенным средствам отводится задача контроля за техническим состоянием агрегатов, узлов и автомобиля в целом. В результате формируются рекомендации по продолжению работ автомобиля на линии либо постановке его на техническое обслуживание (ТО) и текущий ремонт (ТР) или выполнение мелкого ремонта самим водителем в пределах ежедневного обслуживания (ЕО).

Встроенные средства подразделяются на:

- системы датчиков и контрольных точек, обеспечивающих вывод сигналов на внешние средства диагностирования;
- встроенные системы диагностирования – автономные или функционирующие комплексно со стационарными информационно-управляющими центрами. Эти системы предназначены для косвенного обобщенного контроля работоспособности узлов и агрегатов с выдачей результатов на дисплей водителю и в бортовой накопитель для последующего прогнозирования и учета ресурсов и наработок узлов, корректирования режимов ТО стационарными ЭВМ.

Широкое распространение получили встроенные системы 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.

Диагностирование только внешними средствами не обеспечивает предотвращение эксплуатации автомобилей с неисправностями, аварийных дорожных отказов, оптимизации выбора режима движения и проведения ТО и ТР. Оно не устраняет накопление неисправностей на межконтрольном пробеге, так что в среднем более 20 % парка эксплуатируется с такими неисправностями. Ухудшение технического состояния автотранспортных средств является причиной дорожно-транспортных происшествий (ДТП) и дорожных отказов. Более частому проведению диагностирования препятствуют ограничения экономического характера. Кроме того, значительная доля парка эксплуатируется вообще без диагностирования, нередко в от-

рыве от АТП и станций технического обслуживания (СТО), в мелких ведомственных и личных плохо оснащенных гаражах.

Снять указанные ограничения, обеспечив практически непрерывным контролем наименее надежные узлы, можно путем внедрения встроенных средств диагностирования. Имеющиеся в настоящее время разработки показывают целесообразность диагностирования встроенными средствами двигателя и узлов, основных функциональных качеств автомобиля по функциональным параметрам агрегатов и движению автомобиля, обобщенных показателей работоспособности важнейших агрегатов.

Микропроцессорные встроенные системы диагностирования должны с упреждением выявлять предотказные состояния узлов, определяющих наибольшую частоту обращений в ремонтную зону АТП или на СТО, а также снижение функциональных качеств, представляющих угрозу для безопасности движения. В частности, следует контролировать топливную экономичность, состояние аккумуляторной батареи, неравномерность действия тормозов и суммарную тормозную эффективность с выдачей рекомендаций водителю по ограничению скорости движения и др.

Первоначально в ФРГ, а затем в США и Японии в 1969–1970 гг. на легковых автомобилях были внедрены системы встроенных датчиков и контрольных точек (СВД и КТ). С 1971–1973 гг. японскими и американскими, а впоследствии и западноевропейскими фирмами применяются электронные бортовые системы контроля (БСК). В начале 1980-х годов разработаны встроенные системы диагностирования (ВСД) с микропроцессорной обработкой и накоплением информации.

Автомобильные ВСД и КТ имеют бортовую сеть встроенных в конструкцию автомобилей датчиков и контрольных точек системы электрооборудования, подключаемую при диагностировании к внешней вторичной диагностической аппаратуре.

Автономные СД первого поколения обеспечивали допусковой прямой контроль раздельно по 10–12 параметрам с синхронной выдачей результатов на приборную панель. БСК выполняли проверку технического состояния узлов по структурным параметрам, а правильность функционирования – по выходным параметрам, прямо и однозначно отражающим контролируемый процесс.

1.4.2. Средства индикации

Бортовая система контроля является составной частью современного автомобиля и предназначена для сбора, обработки, хранения и отображения информации о режиме движения и техническом состоянии транспорт-

ного средства, а также окружающих его внешних факторах. Сегодня система «водитель – автомобиль – дорога – среда» начинает рассматриваться как единая. В развитых странах происходит осознание того, что улучшение движения на перегруженных автомагистралях возможно только в том случае, если водитель будет иметь оперативную информацию о состоянии дороги и транспортных потоках [1, 5, 8, 9].

Безопасность, эффективность, пропускная способность. Иногда в этой связи говорят о концепции интеллектуальной транспортной системы (Intelligent Transportation System – ITS). Например, в США и Японии такой проект называется ITS, а в Европе – Telematic. Проекты включают создание инфраструктуры и необходимой бортовой электронной аппаратуры для оптимальной организации движения транспортных средств единичными потоками (platoon), передачи водителям рекомендаций, предупреждений и т.д. Для их осуществления требуются датчики определения интенсивности транспортных потоков, компьютеры для обработки больших массивов информации и генерации сообщений, средства связи, автомобильные дисплеи и многое другое. В некоторых проектах (Telematic) предполагается, что информация, необходимая для функционирования интеллектуальной транспортной системы, будет поступать с самих автомобилей, оснащенных телематическими комплексами. Что даст реализация программы ITS в будущем, не совсем ясно, но имеющиеся технологии позволяют уже сегодня реализовать современную информационную систему водителя.

На рис. 1.10 приведен вариант блок-схемы информационной системы водителя, однако ее практическая реализация для конкретного автомобиля может быть иной. В информационную систему входит несколько подсистем, включая противоугонную и навигационную системы, дистанционное управление дверными замками, систему связи «автомобиль – дорога», цифровой аудио/видео комплекс, систему передачи срочной информации водителю по радио. На бортовой компьютер поступают также сигналы от гироскопа, датчика скорости вращения колес, датчика положения руля и др.

Современные информационные системы водителя с их широкими возможностями сейчас все чаще называют телематическими (образовано от слов «телекоммуникации» и «информатика»). Телематика (телематические системы) объединяет устройства обмена информацией между системами автомобиля, водителем и окружающим миром. Как правило, это бортовой компьютер, навигационная система, средства связи и т.д. Взаимодействие электронных блоков управления узлами автомобиля (двигатель, ABS и т.д.) с телематическими системами происходит по шине данных. Ожидается, что к 2012 году большинство автомобилей, производимых в развитых странах, будут иметь минимальный пакет телематики.



Рис. 1.10. Блок-схема информационной системы водителя

Система связи «автомобиль – дорога» обеспечивает передачу сообщений от дорожных информационных служб водителю по радио. Система представляет собой инфраструктуру из приемопередатчиков небольшой мощности на дорогах и средств для генерации сообщений. Локальный приемопередатчик имеет ограниченный набор фиксированных сообщений. Различные сообщения может генерировать большой компьютер и передавать их локальным точкам (например о пробках на данном маршруте). Приемопередатчики информационной системы могут также автоматически получать данные от проходящих мимо автомобилей с помощью установленных на них транспондеров. Транспондером в данном случае называется специальный автоматический приемопередатчик, устанавливаемый на подвижных объектах. В ответ на кодовую посылку транспондер передает требуемую информацию об объекте, на котором он установлен. В авиации транспондеры используются уже довольно давно для автоматической передачи параметров движения самолета наземным службам.

В автомобилях транспондеры уже сейчас используются для дистанционного взимания платы за проезд по шоссе, получения информации о загрузке проходящих грузовиков. Имеется возможность дистанционно получать и передавать информацию от бортовой диагностической системы сервисным предприятиям. В случае обнаружения отклонений водитель предупреждается соответствующим текстом на дисплее или прочтением этого текста компьютером.

Система передачи сообщений по радио использует дополнительный канал в УКВ диапазоне, что требует специального приемника. По радиоканалу передается различная предупредительная информация (например метеосводка). Имеется возможность передачи корректирующей информации для данной местности сигналами от спутниковой глобальной позиционирующей системы (GPS). Это позволяет увеличить точность определения координат автомобиля с ± 100 метров до ± 5 метров.

Пользоваться сотовым телефоном или компьютером затруднительно и опасно во время движения автомобиля, так как это отвлекает внимание водителя от дороги, особенно при напряженном движении в черте города. Существует программное обеспечение, позволяющее распознавать речь человека. Человек говорит в микрофон, а компьютер выполняет несложные команды. До недавнего времени подобные системы могли распознавать один-два голоса после специального обучения компьютера.

Одной из лучших программ для распознавания голоса и чтения текста на сегодня является программа ViaVoice фирмы IBM. Фирма модернизировала программу под сложные условия автомобильного салона с его высоким уровнем шума. Программа хорошо понимает голоса различных людей. ViaVoice позволяет водителю давать голосом команды многим автомобильным системам и получать ответ в виде синтезированной речи. Допустимы, например, такие команды: запереть двери, включить CD-проигрыватель, настроиться на такую-то радиостанцию, запросить направление движения или сведения о дорогах от Web-сервера или иных источников, зачитать поступившую электронную почту, запросить спортивные или биржевые новости и прочесть их, связаться телефону с определенным номером и т.д.

В концептуальном автомобиле Buick Bengal (General Motors) используется программное обеспечение фирмы Visteon. Программа распознает 118 команд на шести языках, включая местные диалекты, в условиях открытого или закрытого салона. Водитель, не выпуская из рук руль и не отрывая глаз от дороги, голосом может подать различные команды: от управления режимом CD-проигрывателя или кондиционера, подъема крыши до изменения скорости автомобиля. Технология управления голосом позволила отказаться от многих кнопок и индикаторов на приборной панели.

Бортовой компьютер (иногда называемый маршрутным или путевым процессором) выдает водителю различную информацию о состоянии автомобиля, управляет средствами связи автомобиля с внешним миром, навигационной системой и т.д. Обычно бортовой компьютер выдает информацию на цифровой дисплей, управляется с пульта управления на приборном щитке автомобиля. На рис. 1.11 показан пульт управления с жидкокристаллическим дисплеем для одного из типов бортовых компьютеров. Начинают применяться и более удобные цветные графические сенсорные дисплеи с программируемыми органами управления (рис. 1.12). Кроме того, выпускаются портативные коммуникаторы и органайзеры, которые можно подключать к шине данных автомобиля. Соответствующее программное обеспечение делает их частью автомобильной информационной системы. Все услуги связи, реализуемые в стационарном офисе, сегодня доступны и для автомобилей: факсимильная связь, автоответчик и т.д. Компьютер в автомобиле может быть подключен к сети Internet. Электронная почта становится доступной для водителя. При подключении через спутниковую антенну (direct PC) скорость передачи данных достигает 440 килобайт в секунду. Автомобиль превращается в офис на колесах.

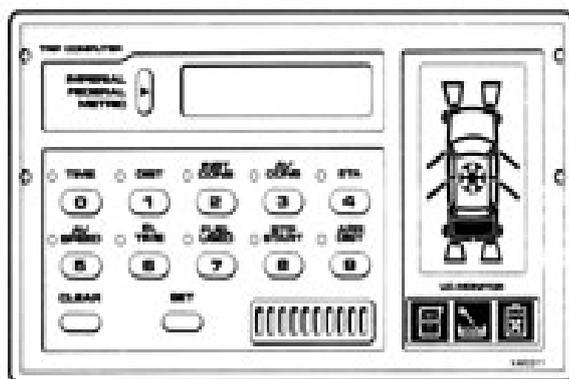


Рис. 1.11. Органы управления бортового компьютера с ЖК дисплеем



Рис. 1.12. Сенсорный дисплей

Бортовой компьютер определяет точное время и дату, расход топлива по сумме длительностей открытого состояния форсунок, скорость и пройденное расстояние. На дисплей обычно выводится следующая информация:

- Время, день и дата.
- Средняя скорость на маршруте.
- Время в пути.
- Средний расход топлива на маршруте.
- Мгновенный расход топлива.
- Расход топлива на маршруте.
- Расстояние, которое можно пройти на оставшемся запасе топлива.

Если при выезде на маршрут водитель с клавиатуры ввел расстояние до пункта назначения, бортовой компьютер будет выдавать также информацию об ожидаемом времени прибытия в пункт назначения и расстоянии, оставшемся до пункта назначения.

Информация о состоянии систем автомобиля

Бортовой компьютер автоматически осуществляет контроль за состоянием систем автомобиля и выдает полученную информацию на жидкокристаллический дисплей (см. рис. 1.11). Информация представляется в удобном графическом виде, при необходимости привлечения внимания водителя издается звуковой сигнал или включается синтезатор речи.

Какие именно контролируемые функции реализует бортовой компьютер, зависит от модели и производителя автомобиля, но, как минимум, имеются следующие возможности:

- Индикация неисправности сигналов торможения.
- Индикация неисправности осветительных приборов.
- Индикация открытого состояния двери или багажника.
- Индикация низкой температуры окружающего воздуха.
- Индикация низкого уровня охлаждающей жидкости в двигателе.
- Индикация низкого уровня масла в картере.
- Индикация чрезмерного износа тормозных колодок.

Дисплей на рис. 1.11 показывает, что в автомобиле открыты четыре двери, включены фары, температура забортного воздуха низкая (символ «снежинка» на крыше).

Контроль за состоянием электрических цепей осветительных приборов обычно осуществляется путем измерения электрического тока в проводах, подключенных к соответствующим лампам. Ток измеряется обычно двумя методами:

- В цепь питания лампы последовательно включается низкоомный резистор, сигнал с которого усиливается и подается на компаратор. При обрыве цепи ток не идет, что приводит к низкому уровню сигнала на выходе

компаратора и появлению соответствующей предупредительной информации на индикаторе или дисплее.

- В цепь питания лампы последовательно включается обмотка геркона или иного токового реле для контроля за температурой забортного воздуха. Температура окружающего воздуха измеряется термистором с отрицательным температурным коэффициентом. Он размещается в закрытых местах, вдали от источников тепла, обычно за передним бампером. При уменьшении температуры сопротивление термистора увеличивается и после прохождения уровня $+4\text{ }^{\circ}\text{C}$ на дисплее появляется предупреждение о возможном оледенении дороги.

Контроль за уровнем эксплуатационных жидкостей (масла, охлаждающей жидкости и омывателя стекол) осуществляется с помощью датчиков на основе геркона и плавающего кольцевого магнита. Геркон помещают в герметичный цилиндр, по которому перемещается пластиковый поплавок с кольцевым постоянным магнитом. При нормальном уровне эксплуатационной жидкости поплавок фиксируется в верхнем положении стопором, магнит замыкает контакты геркона. При понижении уровня жидкости ниже критического, поплавок опускается, контакты геркона размыкаются, на дисплее появляется соответствующее предупреждение.

Уровень масла в двигателе компьютер измеряет за несколько секунд до пуска двигателя, так как уровень масла в картере работающего двигателя низок и колеблется на поворотах и при торможении, что может приводить к генерации ложных сообщений компьютером.

Состояние электрических цепей автомобиля постоянно контролируется ЭБУ. Для того чтобы можно было различить закрытое и открытое состояние геркона от неисправностей в цепи датчика, в его цепь вводятся дополнительные резисторы. Датчики износа тормозных колодок бывают двух типов: размыкающие и замыкающие контролируемую цепь. В размыкающем датчике провод заложен в колодку на глубину, соответствующую минимально допустимому износу, и при наступлении последнего перетирается и размыкает контролируемую цепь. Замыкающий датчик при наступлении предельного износа замыкает контролируемую цепь через тормозной диск или барабан на массу. Недостатком замыкающего датчика является ненадежность контакта, который образуется только в момент применения тормозов.

Система предупреждения сна за рулем

Статистика показывает, что водители, уснувшие за рулем, виновны лишь в 3 % случаев от общего числа дорожных происшествий, но 50 % этих происшествий заканчиваются летальным исходом. Система предупреждения сна за рулем строит свою работу на различении стилей вождения дремлющего и бодрствующего водителей. Бодрствующий водитель постоянно корректирует движение автомобиля небольшими поворотами

руля. У дремлющего водителя стиль езды иной: отсутствие активности несколько секунд, затем внезапный резкий поворот вправо или влево. Бортовой компьютер постоянно контролирует действия водителя, и, если стиль вождения начинает совпадать со стилем дремлющего человека, издается предупреждающий сигнал.

Средства отображения информации на автомобилях

Основной задачей любого индикатора является представление информации с заданной точностью. Большинство автомобильных индикаторов должны оперативно выдавать информацию водителю, требования к точности при этом относительно невысокие. Аналоговые индикаторы представляют информацию в форме, более удобной для быстрого считывания водителем. Например, если стрелка указателя температуры охлаждающей жидкости находится в районе середины шкалы, водителю достаточно одного взгляда на указатель, чтобы понять, что температура охлаждающей воды находится в пределах нормы. Точность в данном случае не важна. Отсчет 98 °С (на цифровом указателе температуры) не так просто интерпретировать, нужно еще успеть сообразить, много это или мало. Этот пример наглядно показывает, почему на автомобилях, несмотря на наличие современных контроллеров и цифровой обработки информации, информация представляется в аналоговой форме.

Цифровые и графические индикаторы (дисплеи) используются на автомобиле для решения, например, таких задач, как:

- Выдача картографической информации в навигационных системах.
- Дисплей бортового компьютера.
- Часы.
- Дисплей магнитолы и т.д.

Эти дисплеи могут иметь различную конструкцию. Для управления отдельными сегментами и частями дисплеев применяется мультиплексная система передачи информации.

Приборные панели

Водитель получает информацию о режиме движения и техническом состоянии автомобиля с помощью контрольно-измерительных устройств и индикаторов приборов, размещенных на панели. Панель приборов современного легкового автомобиля содержит от 3 до 6 стрелочных приборов и 5–7 световых индикаторов, размещение которых основывается на следующих принципах:

- группировке в центре панели средств отображения информации, связанных с безопасностью дорожного движения;
- размещении приборов и индикаторов тем ближе к центру панели, чем выше частота обращения к ним водителя;
- группировке в единые блоки функционально связанных приборов и индикаторов.

Развитие и внедрение в автомобилестроение электроники дало возможность конструкторам и дизайнерам создать электронную панель приборов, в которой вместо привычных электромеханических приборов устанавливаются электронные информационные устройства и индикаторы. Электронные индикаторы, кроме функций, выполняемых электромеханическими приборами, способны предоставлять водителю информацию в цифровой, графической и текстовой формах. С помощью электронных устройств возможны синтез человеческой речи, индикация показателей, для определения которых требуются сложные вычисления, анализ целесообразности передачи информации водителю.

Электромеханические приборы, как правило, предназначены для отображения только одного параметра, так как при использовании нескольких шкал ухудшается возможность считывания с них показаний. Кроме того, они имеют значительные габаритные размеры, что делает сложным их размещение на панели приборов. Электронные индикаторы при меньших размерах могут информировать о значениях не одного, а нескольких параметров, передавать разнообразные сообщения и поэтому позволяют резко увеличить информативность панели при тех же габаритах. Необходимо также отметить, что электронные информационные устройства предоставляют водителю более достоверные данные. Это связано как с повышением точности приборов, так и с цифровым предоставлением информации.

Проблема оптимальной компоновки приборов на панели в автомобиле постоянно изучается. Важным моментом здесь является время, затрачиваемое водителем на то, чтобы отвести взгляд от дороги, найти на панели приборов нужный и получить от него информацию. На рис. 1.13 показана типичная панель приборов современного автомобиля. Она компактна, все находится в поле зрения водителя. Качество дизайна приборной панели учитывается потребителем при покупке автомобиля. Отметим, что с цифровых дисплеев информация плохо усваивалась водителями и увлечение ими быстро прошло. На рис. 1.14 и 1.15 показаны некоторые варианты электронных приборных панелей. Появились и все чаще используются электронные аналоговые дисплеи, но они увеличивают цену автомобиля на 200–400 долларов.

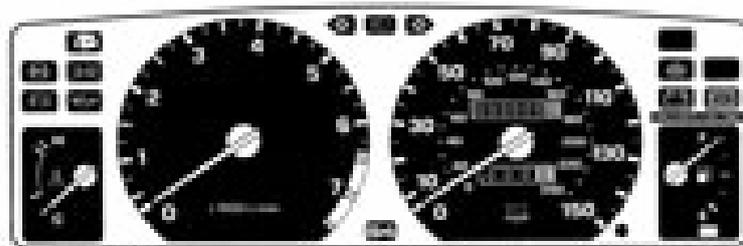


Рис. 1.13. Приборная панель автомобиля Rover

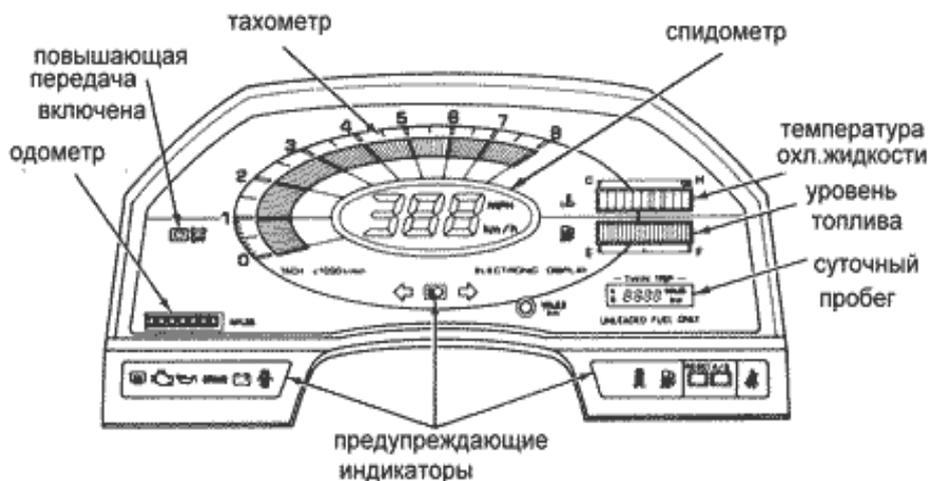


Рис. 1.14. Жидкокристаллический дисплей одной из моделей Toyota

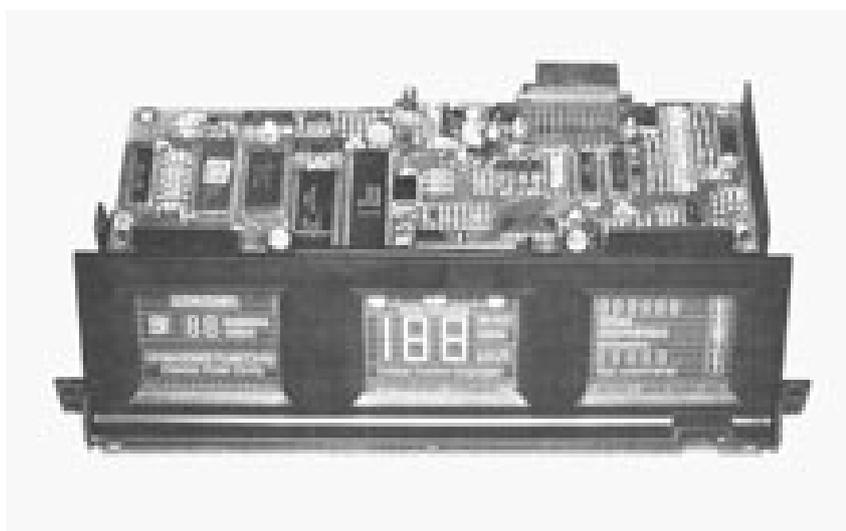


Рис. 1.15. Информационная панель маршрутного компьютера автомобиля Cadillac

Отображение информации на лобовом стекле

При пользовании автомобильными приборами и дисплеями всегда существует следующая проблема: с одной стороны, водитель должен как можно реже отводить взгляд от дороги в целях безопасности, с другой, если на приборы вообще не смотреть, можно пропустить предупреждающую информацию, например о низком давлении масла и т.д. Имеются способы решения этой проблемы, такие, как подача звуковых сигналов, размещение приборов всегда в поле зрения, но наиболее совершенным методом на сегодня считается отображение информации на лобовом стекле (Head Up Display или HUD). Первоначально эта технология была использована в

авиации, когда конструкторы столкнулись с необходимостью размещения до 100 предупреждающих индикаторов в кокпите истребителя. Принцип отображения информации на лобовом стекле проиллюстрирован на рис. 1.16. Изображение с проектора (электронно-лучевая трубка, жидкокристаллическая матрица) проецируется на лобовое стекло, являющееся после специальной обработки полупрозрачным зеркалом. Водитель видит дорогу через это стекло-зеркало при включенном и выключенном проекторе. Яркость изображения автоматически подстраивается под наружное освещение.

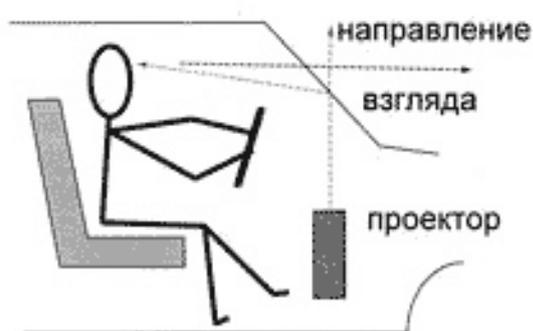


Рис. 1.16. Отображение информации на лобовом стекле

На рис. 1.17 показана система HUD в работе. Для реализации этой системы требуется индивидуальная подборка передних стекол, иначе возникает двоение и изображение на лобовом стекле получается нечетким. На серийных автомобилях HUD применяется с 1988 года.



Рис. 1.17. Вид через ветровое стекло автомобиля с HUD.
Модель Pontiac Bonneville SSEi

Какую именно информацию и когда выводить на лобовое стекло, решает бортовой компьютер в зависимости от ситуации. Например, спидометр имеет смысл проецировать постоянно, а индикатор давления масла в

двигателе – только если оно (давление) понижается до критической отметки. Современные системы HUD выводят информацию непосредственно перед водителем. В качестве дисплеев предупреждающей информации также используются жидкокристаллические зеркала заднего вида, автоматически меняющие коэффициент отражения при освещении их в темное время фарами идущего сзади автомобиля.

General Motors выпустила систему, облегчающую водителю ориентирование на местности на основе HUD и синтезатора речи. Синтезатор голосом выдает подсказку типа «повернуть налево на следующем перекрестке», а на лобовом стекле схематично представляется эта часть пути с указывающей стрелкой. Система может также выдавать предупреждения типа «до поворота 0,3 мили» или «впереди дорожные работы». В этом она не отличается от аналогичных разработок других фирм, но применение HUD делает ее более удобной. Разрабатываются методы, позволяющие определять, куда именно направлен взгляд водителя в любой момент времени, и проецировать необходимую информацию с помощью HUD именно в эту точку на лобовом стекле. Метод предполагает использование портативной видеокамеры и лазера. Луч лазера отражается от роговой оболочки глаза водителя, что позволяет точно определить, куда именно смотрит водитель. Вероятно, детектор движения взгляда также может использоваться для определения самочувствия водителя. Тогда, при обнаружении отклонений будет подан сигнал тревоги (звуковой или световой).

Перспективные средства отображения информации

При продолжающейся компьютеризации автомобильных систем все больше функций становятся доступными. Уже сегодня имеется возможность регулировать поток информации водителю, то есть на один и тот же дисплей выводить различные данные, необходимые водителю именно в это время. Какая именно информация в данной ситуации нужна водителю, определяет программное обеспечение компьютера. Скажем, если на дисплей выведено расстояние, которое может пройти автомобиль с имеющимся запасом топлива, то незачем показывать количество топлива в баке и т.д. Однако водитель может вызывать нужные ему блоки данных на дисплей и самостоятельно. Например, если температура охлаждающей жидкости находится в норме, нет необходимости выводить показания на дисплей, но по запросу водителя это возможно. Кроме того, компьютер может при необходимости прервать нормальный процесс вывода информации и сгенерировать на дисплей предупреждающее сообщение типа: «топлива осталось только на 50 км пробега» или «упало давление в левой задней шине». Применение программ синтезаторов речи позволяет делать такие сообщения голосом, причем водитель при конфигурации системы может установить желаемые параметры голоса: мужской или женский, высокий или низкий и

т.д. Для привлечения внимания водителя используются и более простые звуковые сигналы.

Голографическое изображение является трехмерным представлением реального объекта, при этом используются лазерные излучатели – проекторы и подходящий экран. В настоящее время проводятся исследования и разработка аппаратуры с целью повысить безопасность езды в темное время суток. Один из вариантов таков: информация снимается с инфракрасных видеокамер, обрабатывается, голографическое изображение проецируется на лобовое стекло перед водителем. За счет использования этого своеобразного прибора ночного видения управление автомобилем в темное время суток упрощается.

Вместе с тем электроника в автомобиле не только помогает, но иногда и мешает. Исследования, проведенные в группе водителей возрастной категории старше 60 лет, показали, что пользование электронной картой сильно отвлекает водителя от дороги. Реакция пожилого водителя, который во время движения вынужден отвлекаться на телематику, снижается на 30–100 процентов по сравнению с его 18–30-летними коллегами.

Как ожидается, проведенные исследования позволят выбрать оптимальный режим пользования телематическими устройствами. Это будет полезно не только пожилым, но и молодым водителям, которые в случае возникновения сложной дорожной ситуации должны быстро разобраться во всех сигналах, подаваемых компьютером, и правильно среагировать.

1.4.3. Анализ существующих бортовых систем контроля автомобиля

1.4.3.1. Маршрутный бортовой компьютер GAMMA GF115

Бортовой компьютер (БК) GAMMA GF115 предназначен для установки на инжекторные автомобили ВАЗ ГАЗ. БК совместим с контроллерами BOSCH M1.5.4 / MP7.0 / M7.9.7 / Январь 5.1 / VS 5.1 / Январь 7.2 «Ителма» / «Автэл».

БК выполняет функции часов с календарем и будильником, термометра, маршрутного компьютера, диагностического тестера и аварийного сигнализатора и определяет сроки технического обслуживания автомобиля.

Функциональные особенности

Часы и термометр

- мультидисплей
- часы с календарем и будильником
- температура воздуха вне автомобиля

Техническое обслуживание

- замена масла ДВС
- замена масла КПП
- замена свечей

- замена воздушного фильтра
- замена топливного фильтра
- замена ремня ГРМ

Маршрутный компьютер

- мультидисплей
- остаток топлива в баке
- прогноз пробега на остатке топлива
- общий расход топлива
- расход топлива за одну поездку
- пройденное расстояние за поездку
- средний расход топлива за поездку
- цифровой спидометр
- средняя скорость движения
- время поездки

Диагностический тестер

- мультидисплей
- текущий (мгновенный) расход топлива
- температура охлаждающей жидкости
- напряжение бортовой сети
- частота вращения вала двигателя
- положение дроссельной заслонки
- массовый расход воздуха
- угол опережения зажигания
- положение регулятора холостого хода

Ошибки системы

- диагностические коды системы впрыска

Аварийный сигнализатор

- опасный перегрев двигателя
- недопустимое напряжение в бортсети
- превышение порога скорости

Технические характеристики

Напряжение питания, В	6–18
Средний ток потребления, мА	
– при включенной подсветке	200
– при выключенном зажигании	20
Точность хода часов, с/сут.	±10
Точность измерения наружной температуры, °С	1
Диапазон измерения наружной температуры, °С	–40...+50
Рабочая температура, °С	–20...+85
Масса, г	не более 110

1.4.3.2. Многофункциональное устройство Multiset

Многофункциональное устройство (МФУ) контроля заданной топливной экономичности двигателя. Маршрутный компьютер для инжекторных автомобилей любых иномарок и отечественных с электронной системой управления двигателем (ЭСУД).

Функциональные особенности

Измеритель времени электрических импульсов	0,01...400,0 мс
Тахометр	100...9900 об./мин
Часы	текущее время суток
Скорость	0...400 км/ч
Средняя скорость на выбранном отрезке	0,1...400,0 км/ч
Высшая скорость на выбранном отрезке	1... 00 км/ч
Расход топлива на простой	от 0,001.....3333 л
Монитор коррекции топливоподачи	-99 %...-1 % < 0 % > +1 %...+999 %
Скорость потребления топлива	от 0,1... до 99,9 л/ч или л/100 км
Время работы двигателя	до 99 ч 59 мин

1.4.3.3. Бортовая система контроля с речевым выводом информации БСК-3

Бортовая система контроля (БСК) предназначена для непрерывного контроля работоспособности основных систем автомобиля и выдачи информации об обнаруженных неисправностях в речевой форме. Сообщения озвучиваются женским голосом. Выдача каждого сообщения предваряется музыкальным сигналом для привлечения внимания водителя. В случае одновременного возникновения активных сигналов на нескольких входных линиях БСК соответствующие сообщения выдаются последовательно. Для сообщений предусмотрена блокировка повторного срабатывания, поэтому при «неустойчивом» отказе эти сообщения выдаются только один раз (коллонка «Блокировка фразы»). Повторная выдача данных сигналов производится только после снятия блокировки при выключении зажигания автомобиля (естественно, если соответствующий отказ не был устранен).

Схема БСК предусматривает вывод речевых сообщений как на дополнительный динамик, специально устанавливаемый для этих целей в автомобиле, так и на один из штатных динамиков автомагнитолы, не препятствуя ее нормальному функционированию. Переключение динамика на БСК производится при этом автоматически только на время вывода сообщений.

Подключение БСК производится в основном к штатным датчикам и приборам. Устройство работает в широком диапазоне питающих напряже-

ний за счет встроенного стабилизатора, имеет защиту от перегрева и перегрузки по выходу.

Функциональные особенности

- Пониженный уровень тормозной жидкости (срабатывание датчика разгерметизации тормозной системы)
- Низкое давление масла при частоте вращения коленвала более 900 об./мин
- Температура двигателя более 98°C
- Напряжение в бортовой сети больше 15 В
- Напряжение в бортовой сети меньше 11 В или сработал датчик отсутствия зарядки при частоте вращения коленвала более 900 об./мин
- Не полностью открыта воздушная заслонка карбюратора (включен «подсос») при температуре двигателя более 80°C
- Срабатывание датчика резервного остатка топлива (стрелка указателя уровня топлива находится в красной зоне)
- Обрыв цепи ламп задних габаритных фонарей
- Обрыв цепи ламп стоп-сигнала
- Обрыв цепи ламп фонарей заднего хода
- Трогание с затянутым «ручником» (отпускание педали сцепления при включенном стояночном тормозе)
- Не выключены габаритные сигналы при открывании двери водителя
- Отмечены функции, требующие установки блока контроля исправности ламп.

Техническая характеристика

Напряжение питания	8,5–18 В
Потребляемый ток:	
– в дежурном режиме	не более 60 мА
– в режиме выдачи сообщений	не более 400 мА
Максимальная выходная мощность	3 Вт
Сопротивление нагрузки	не менее 4 Ом
Диапазон воспроизводимых частот	80–5000 Гц
Входное сопротивление:	
– по входу FREQ	не менее 10 кОм
– по остальным входам	не менее 100 кОм

1.4.3.4. Маршрутный бортовой компьютер ДИ-8

Маршрутный компьютер с функцией чтения переменных и функцией отображения ошибок КМСУД. Прибор предназначен для совместной работы со следующими электронными блоками управления при отсутствии иммобилизатора. Автомобили «Волга» ГАЗ 3110, ГАЗ 3102 с двигателями ЗМЗ 4062.10 с блоками управления:

МИКАС 5.4 201.3763 001; МИКАС 7.1 241.3763 000-01 301.3763 00-01.

Автомобили «ГАЗЕЛЬ», «СОБОЛЬ» с двигателями ЗМЗ 4063.10 с блоками управления:

МИКАС 5.4 209.3763 001; МИКАС 7.1 243.3763 000-01.

Прибор имеет энергонезависимую память, позволяющую сохранять значение общего расхода топлива при отключении аккумулятора.

Функциональные особенности

- Мгновенный расход топлива, л/ч (только для 4062.10)
- Общий расход топлива в литрах (только для 4062.10)
- Температура охлаждающей жидкости, град °С
- Угол опережения зажигания
- Поправка угла опережения зажигания (октан – корректор)
- Обороты двигателя об./мин.
- Бортовое напряжение, В
- Коды неисправностей системы

Техническая характеристика

Напряжение питания	7–16 В
Потребляемый ток в рабочем режиме	не более 0,12 А
В дежурном режиме	не более 0,015 А
Высота цифр 10 мм, цвет свечения	зеленый или красный
Диапазон рабочих температур	–20 +40 °С
Дискретность представления информации	
а) расход топлива	0,1 л
б) температура охлаждающей жидкости	1 °С
в) угол опережения зажигания	0,5°
д) бортовое напряжение	0,1 В

Точность измеряемых параметров определяется электронным блоком управления, совместно с которым работает прибор.

1.4.3.5. Тестер диагностический ДСТ-6С

Тестер ДСТ-6С предназначен для диагностики двигателей внутреннего сгорания автомобилей, оснащенных системами электронного управления двигателем (ЭСУД); для проверки работоспособности форсунок, шаговых (обычно на автомобилях ВАЗ) и моментных (обычно на автомобилях ГАЗ)

двигателей регуляторов холостого хода (РХХ), состояния резистора датчика положения дроссельной заслонки (ДПДЗ), датчиков массового расхода воздуха (ДМРВ) с аналоговым и частотным выходами, датчика абсолютного давления ГАЗ, датчика кислорода (L-зонд) ВАЗ; для имитации сигналов датчика положения коленчатого вала (ДПКВ), датчика-распределителя зажигания (датчика Холла) и датчика положения распределительного вала (ДПРВ); для измерения постоянного напряжения в пределах от 0 В до 20 В; для проверки работоспособности катушек и модулей зажигания; для имитации выходного напряжения аналоговых датчиков. Тестер DST-6С используется для проведения технического обслуживания и ремонта автомобилей на станциях технического обслуживания, автосервиса, владельцем автомобиля, а также на предприятиях, производящих автомобили.

Функциональные особенности

- Тест работоспособности форсунок автомобилей ВАЗ и ГАЗ
- Тест шаговых и моментных двигателей регуляторов холостого хода (РХХ) автомобилей ВАЗ и ГАЗ
- Тест состояния переменного резистора датчика положения дроссельной заслонки (ДПДЗ) автомобилей ВАЗ и ГАЗ
- Тест датчиков массового расхода воздуха автомобилей ВАЗ и ГАЗ
- Режим вольтметра: измерение напряжения аккумулятора, тест датчика кислорода, тест датчика абсолютного давления
- Имитация датчика положения коленчатого вала (ДПКВ), датчика-распределителя зажигания (датчика Холла) и датчика положения распределительного вала (ДПРВ)
- Тест цепей зажигания: катушек и модулей зажигания
- Аналоговый имитатор: имитация выходного напряжения аналоговых датчиков

Техническая характеристика

Номинальное напряжение питания от источника постоянного тока, В	12
Максимально допустимое напряжение питания, В	20
Минимально допустимое напряжение питания, В	7
Потребляемая мощность не более, ВА	15
Габаритные размеры, мм	145×87×43
Масса, кг	0,22
Класс точности тестера по напряжению, согласно ГОСТ 8.401	0,5/0,05
Класс точности тестера по частоте, согласно ГОСТ 8.401	1/0,0016
Класс точности тестера по установке выходного напряжения, согласно ГОСТ 8.401	0,4/0,4

1.4.3.6. Тестер диагностический ДСТ-8

Тестер диагностический ДСТ-8 предназначен для диагностики двигателей внутреннего сгорания отечественных автомобилей ВАЗ, ГАЗ и УАЗ, оснащенных системами электронного управления впрыском топлива.

Тестер предназначен для владельцев автомобилей. Кроме того, тестер используется для проведения технического обслуживания и ремонта автомобилей на станциях технического обслуживания. Портативные габариты, доступная цена, простой и удобный интерфейс, система помощи обеспечивают простоту и удобство в работе.

Тестер позволяет проводить диагностику автомобилей ВАЗ, оснащенных ЭБУ:

- семейства BOSCH M1.5.4: BOSCH M1.5.4, Январь-5.1.x, VS 5.1 R83;
- семейства BOSCH M1.5.4N: BOSCH M1.5.4N, Январь-5.1, VS 5.1 E2;
- GM ISFI-2S, GM EFI4, GM ITMS6F;
- семейства Январь-4: Январь-3.0, 3.1, 4.0 и 4.1;
- Январь-7.2;
- Bosch M7.9.7 Euro2, Euro3 – BOSCH MP7.0 Euro2,
- Bosch MP7.0 Euro3

автомобилей ГАЗ и УАЗ, оснащенных ЭБУ:

- Микас-5.47;
- Микас-7.1, Микас-7.2;
- СОАТЭ Автрон;
- VDO Steyr;
- МКД-105.

Тестер ДСТ-8 позволяет:

- считывать системные данные: параметры с датчиков и паспортные данные электронного блока управления и автомобиля;
- обрабатывать коды ошибок, сбрасывать коды ошибок;
- управлять исполнительными механизмами автомобиля;
- вручную или автоматически определять тип контроллеров и систем управления.

Функциональные особенности

- **ТИП ЭБУ.** Режим позволяет произвести ручной выбор типа ЭБУ или выполнить его автоопределение.
- **ОШИБКИ.** В этом режиме можно просматривать полученные от ЭБУ ошибки – коды неисправностей с описанием их значений.
- **ТЕКУЩИЕ ОШИБКИ.** Режим выводит на экран текущие ошибки, принятые от ЭБУ.
- **НАКОПЛЕННЫЕ ОШИБКИ.** Режим позволяет просматривать ошибки, накопленные электронным блоком управления.

- СБРОС ОШИБОК. Запуск этой функции приведет к сбросу всех накопленных в памяти ЭБУ ошибок.
- ПАСПОРТА. Просмотр информации о программе, находящейся в ПЗУ ЭБУ.
- ВСЕ ПАРАМЕТРЫ. Режим позволяет просмотреть все параметры, считываемые с ЭБУ тестером ДСТ-8.
- ПРОСМОТР ГРУПП. Режим позволяет просматривать параметры группами. Всего можно задавать 10 настраиваемых групп, по два параметра в группе.
- КОНТРОЛЬ ИСПОЛНИТЕЛЬНЫХ МЕХАНИЗМОВ (ИМ). Контроль ИМ и управление ими. Этот режим позволяет управлять исполнительными механизмами, подключенными к ЭБУ, и некоторыми параметрами работы двигателя. Перечень доступных устройств выводится после выбора этого режима.

Техническая характеристика

Номинальное напряжение питания от источника постоянного тока	12 В
Максимально допустимое напряжение питания от источника постоянного тока	18 В
Минимально допустимое напряжение питания от источника постоянного тока	6,5 В
Потребляемая мощность	не более 1,5 ВА
Габаритные размеры	145×86×43 мм
Масса	не более 0,22 кг
Поддерживаемые интерфейсы	k-line
Условия эксплуатации:	
- температура	от -20 до +50°C
- относительная влажность	до 90 % при +25°C

1.5. Считывание кодов неисправностей на автомобилях

Контрольная лампа CHECK ENGINE на автомобилях ВАЗ-2110 находится в комбинации приборов, а на автомобилях ВАЗ-2108, ВАЗ-2109 расположена на панели приборов.

Лампа CHECK ENGINE (чек-лампа) выполняет следующие функции:

- оповещает водителя о неисправности и необходимости проведения технического обслуживания (ТО) в возможно короткий срок. Включение лампы не означает, что двигатель необходимо заглушить;
- отображает диагностические коды неисправностей, хранящиеся в памяти ЭБУ.

При включении зажигания контрольная лампа загорается на 0,6 с и гаснет, что свидетельствует об исправности лампы и системы диагностики. Если лампа продолжает гореть, это означает, что система самодиагностики обнаружила неисправность. Если неисправность самоустранивается, то в большинстве случаев лампа выключается через 10 с, но диагностический код сохраняется в памяти ЭБУ.

В случае непостоянной неисправности лампа CHECK ENGINE включается на время не менее 10 с и затем выключается. Однако при этом соответствующий код сохраняется в памяти ЭБУ до отключения от него электропитания – аккумуляторной батареи – или до очистки кодов диагностическим сканером ДСТ-2М. Если в процессе считывания кодов возникают случайные (неожидавшиеся) коды, можно предполагать, что данные коды вызваны непостоянной неисправностью, которая повторилась непосредственно во время тестирования.

Для связи с бортовыми электронными и электрическими устройствами предусмотрена колодка диагностики. На заводе ВАЗ колодка диагностики используется для получения информации с контроллера и для контроля параметров двигателя перед отправкой автомобиля потребителю.

Коды, хранящиеся в памяти бортового ЭБУ, можно считывать с помощью сканера ДСТ-2М. Это портативный диагностический прибор, подключаемый к колодке диагностики. Может использоваться и стационарный компьютерный сканер, работающий по программе «Мотор-Тестер».

Для того чтобы считать коды неисправностей с помощью контрольной лампы, необходимо замкнуть выводы А и В колодки диагностики и включить зажигание, не заводя двигатель. В этот момент чек-лампа должна выдать код 12 три раза подряд. Код 12 не является кодом неисправности, он свидетельствует о том, что система самодиагностики работоспособна. Если код 12 отсутствует, это означает, что система самодиагностики неисправна.

После выдачи кода 12 чек-лампа начнет выдавать обнаруженные коды неисправности в порядке возрастания их номера. Каждый код выдается трижды. И так по кругу. Если нет обнаруженных кодов неисправностей, будет выдаваться только код 12.

Следует отметить, что считывание кодов ошибок с помощью чек-лампы поддерживается не всеми типами ЭБУ, применяемыми на автомобилях ВАЗ.

На российском рынке имеется достаточное количество недорогих устройств, обычно называемых маршрутно-диагностическими компьютерами, для двигателей автомобилей ВАЗ с электронным управлением. Они закрепляются на приборной панели, подключаются к диагностической колодке и способны индицировать часть кодов ошибок и параметров режима работы двигателя. Например, маршрутный диагностический компьютер МКД

выдает в трехразрядном формате часть кодов ошибок, напряжение бортовой сети, температуру охлаждающей жидкости и угловое положение дроссельной заслонки (в %). Приборы, подобные компьютеру МКД, могут заменить тестер-сканер лишь отчасти, т.к. они не производят записи параметров и не управляют исполнительными механизмами.

Имеются два метода очистки кодов из памяти контроллера автомобиля ВАЗ после завершения ремонта или в целях контроля на повторное возникновение. Необходимо либо отключить питание контроллера на время не менее 10 с, либо стереть коды с помощью сканера, который дает такую возможность без отключения аккумуляторной батареи или предохранителей.

Питание контроллера можно отключить путем отсоединения отрицательного провода от аккумуляторной батареи. При отсоединении этого провода другие данные бортовой памяти, такие, как электронная настройка радиоприемника и т.п., также теряются.

Для предотвращения повреждения бортового ЭБУ при отключении или подключении его к бортовому жгуту зажигание должно быть выключено.

1.6. Классификация кодов ошибок по виду неисправности

Коды ошибок, как и коды неисправностей, могут быть классифицированы по признаку их принадлежности к виду неисправности на пять типов.

Тип 1. Код, соответствующий постоянной неисправности, т.е. проявляющейся постоянно, пока не устранят неисправность, называется **активным кодом** (hard code). Если каким-либо способом стереть из памяти ЭБУ все коды ошибок, активные коды восстановятся, т.к. постоянная неисправность по-прежнему существует и вновь определится компьютером. В первую очередь следует искать именно постоянные неисправности. Большинство диагностических карт, разработанных производителями автомобилей, предназначено для нахождения именно постоянных неисправностей по активным кодам.

Тип 2. Коды неисправностей, которые проявляются при определенных условиях (скорость автомобиля, температура двигателя, расход топлива и т.д.) и не существуют постоянно, называются кодами непостоянных неисправностей (ошибок). После стирания всех кодов из памяти ЭБУ такие коды ошибок могут и не восстановиться, т. к. неисправность в данное время не проявляется. Коды непостоянных неисправностей называются **историческими** (historic, soft codes). Они запоминаются в ЭБУ на некоторое число циклов «запуск – останов двигателя» (обычно 50–60) и при неповторении за это время стираются.

Тип 3. Специфические коды ошибок (circuit specific codes) соответствуют неисправностям, которые имеют место только в одной цепи и не связаны с неисправностями в других цепях (подсистемах).

Хорошими примерами специфических кодов ошибок являются коды 14 и 15 для автомобилей General Motors. Коды 14 и 15 соответствуют неисправностям в цепи датчика температуры охлаждающей жидкости: 14 – высокий уровень сигнала датчика температуры охлаждающей жидкости; 15 – низкий уровень сигнала датчика температуры охлаждающей жидкости.

Существует два условия для занесения одного из этих кодов в память ЭБУ:

- замыкание (код 15) или обрыв (код 14) в датчике или в его соединительных цепях;
- неисправность в ЭБУ.

Сигнал с датчика температуры охлаждающей жидкости является входным для ЭБУ и используется при управлении подачей топлива, углом опережения зажигания, расходом воздуха через регулятор оборотов холостого хода, продувкой адсорбера, электроклапаном и т.д. Неисправность в цепи датчика температуры охлаждающей жидкости влияет на работу двигателя и ездовые характеристики автомобиля. При этой неисправности могут создаваться условия для записи кодов ошибок в других зависимых подсистемах. Но неисправности в зависимых подсистемах не приводят к появлению в памяти ЭБУ кода 14 или 15.

Как правило, специфические коды ошибок относятся к сравнительно простым цепям, входным по отношению к ЭБУ. Обнаруживать такие неисправности несложно, нужно только точно знать, при каких условиях устанавливается тот или иной код. Информация эта содержится в сервисной документации и меняется в зависимости от модели и года выпуска автомобиля.

Тип 4. Неспецифические коды ошибок (multiple circuit codes) записываются в память ЭБУ при ненормальной работе системы, причиной которой может быть и неисправность в другой системе. Хорошими примерами являются коды 33 и 34 для датчика (MAP) абсолютного давления, индицирующие или высокое напряжение выходного сигнала, или недостаточное разрежение (33) и низкое напряжение выходного сигнала, или чрезмерное разрежение (34). Перед тем как записать один из кодов ошибки для основной системы, ЭБУ проверяет исправность связанных с ней подсистем; в данном случае это обороты двигателя, скорость автомобиля, положение дроссельной заслонки. Неспецифический код ошибки для основной системы не будет занесен в память, если выявлена неисправность в связанной подсистеме, влияющая на работу основной системы. Сигналы в подсистеме на пределе нормы способны привести к записи неспецифического кода ошибки для основной подсистемы. В такой ситуации следует

разбираться со значениями необходимых параметров режима работы двигателя, получаемых с помощью сканера.

Тип 5. Симптоматические коды ошибок отражают скорее степень механической неисправности двигателя, чем нарушения обмена электрическими сигналами. Такие коды ошибок обычно являются следствием попыток автоматической электронной системы управления компенсировать неконтролируемые с помощью ЭБУ механические неисправности или неисправности в неконтролируемых электрических цепях. Эти неисправности трудно диагностировать. Код ошибок 44 (высокое содержание кислорода в выхлопных газах) и код 45 (пониженное содержание кислорода в выхлопных газах) – пример симптоматических кодов. Коды 44 и 45 могут появиться в результате неисправности датчика кислорода или его электропроводки. Но чаще условия для их установки возникают по другим причинам. Задача диагностирования усложняется из-за того, что коды 44 и 45 неспецифические. Подсистемами по отношению к датчику кислорода являются датчик абсолютного давления во впускном коллекторе и датчик положения дроссельной заслонки.

Код 44, указывающий на высокое содержание кислорода в выхлопных газах, необязательно означает, что датчик кислорода неисправен. Типичные неисправности в подсистемах, приводящие к установке кода 44, таковы:

- низкое давление топлива;
- наличие влаги в топливе;
- пропуски воспламенения;
- засорение топливного фильтра;
- негерметичность впускного тракта.

Код 45 устанавливается при пониженном содержании кислорода в выхлопных газах. Неисправности в подсистемах могут быть такими:

- повышенное давление топлива;
- утечка топлива через форсунки;
- неисправность регулятора давления топлива;
- перенасыщенность адсорбера;
- негерметичность уплотнительных колец на поршнях.

При диагностировании неисправностей по симптоматическим кодам важно хорошо понимать ситуацию в целом, нужно суметь отличить причину от следствия. Для всех пяти типов кодов ошибок производителями автомобилей разрабатываются диагностические карты. Для непостоянных неисправностей карты пока не разработаны.

1.7. Бортовые диагностические системы

Стандарт OBD-I

В 1985 г. в штате Калифорния (США) был принят первый законодательный акт, направленный на решение автомобильных экологических проблем. На его основе в 1988 г. был разработан первый автомобильный экологический стандарт «OBD-I (Onboard diagnostic-I), который стал обязательным в Калифорнии с 1989 г. Требования стандарта OBD-I сводились к четырем основным пунктам:

- обязательно наличие диагностической системы на борту автомобиля;
- необходима установка на щитке приборов автомобиля светового индикатора, предупреждающего о появлении неисправностей в одной из систем управления двигателем;
- бортовая диагностическая система должна записывать, хранить в памяти и выдавать коды ошибок для всех неисправностей, ведущих к увеличению загрязнения окружающей среды;
- бортовая диагностическая система должна в первую очередь (приоритетно) обнаруживать неисправности клапана рециркуляции выхлопных газов и топливной системы, отказ которых связан с неизбежным загрязнением окружающей среды.

Применение стандарта OBD-I на практике не было эффективным. Связано это с тем, что электронные системы автоматического управления двигателем (ЭСАУ-Д) были в 1980-х годах еще недостаточно совершенными: не осуществлялся мониторинг каталитического нейтрализатора, отсутствовал контроль утечек паров бензина, пропусков воспламенения. Чувствительность и быстродействие диагностических систем OBD-I были недостаточными. Например, к тому времени, когда включался индикатор Check Engine, автомобиль с неисправными средствами очистки токсичных отходов успевал достаточно долго поехать и бесконтрольно загрязнять окружающую среду.

Кроме того, стандарт OBD-I не предъявлял требований к унификации диагностических систем и единообразию их компонентов, что привело к разработке большого числа вариантов бортовых диагностических систем для разных моделей автомобилей. Как следствие, для проведения диагностики различных автомобилей нужно было иметь большое количество разнообразного дорогостоящего специализированного оборудования, соединительных кабелей, адаптеров, сканеров и т.д.

Стандарт OBD-II

Разработка требований и рекомендаций по стандарту OBD-II велась под эгидой EPA (Environmental Protection Agency – агентство по защите

окружающей среды при правительстве США) при участии CARB и SAE (Society of Automotive Engineers – Международное общество автомобильных инженеров). Стандарт OBD-II предусматривает более точное управление двигателем, трансмиссией, каталитическим нейтрализатором и т.д. Доступ к системной информации бортового ЭБУ можно осуществлять не только специализированными, но и универсальными сканерами. С 1996 г. все продаваемые в США автомобили стали соответствовать требованиям OBD-II.

В Европе аналогичные документы традиционно принимаются с запаздыванием по отношению к США. Тем не менее аналогичные правила EOBD (European On Board Diagnostic) вступили в силу и в Европе с 1 января 2000 г.

С применением стандартов EOBD и OBD-II процесс диагностики электронных систем автомобиля стал унифицироваться: теперь можно один и тот же сканер без специальных адаптеров использовать для тестирования автомобилей всех марок.

Требования стандарта OBD-II предусматривают:

- стандартный диагностический разъем;
- стандартное размещение диагностического разъема;
- стандартный протокол обмена данными между сканером и автомобильной бортовой системой диагностики;
- стандартный список кодов неисправностей;
- сохранение в памяти ЭБУ кадра значений параметров при появлении кода ошибки («замороженный» кадр);
- мониторинг бортовыми диагностическими средствами компонентов, отказ которых может привести к увеличению токсичных выбросов в окружающую среду;
- доступ как специализированных, так и универсальных сканеров к кодам ошибок, параметрам, «замороженным» кадрам, тестирующим процедурам и т.д.;
- единый перечень терминов, сокращений, определений, используемых для элементов электронных систем автомобиля и кодов ошибок.

Обмен информацией между сканером и автомобилем производится согласно международному стандарту ISO 1941 и стандарту SAE J1850. Стандарт J1979 устанавливает список кодов ошибок и рекомендуемую практику программных режимов работы для сканера.

В соответствии с требованиями OBD-II бортовая диагностическая система должна обнаруживать ухудшение работы средств доочистки токсичных выбросов. Например, индикатор неисправности Malfunction Indicator Lamp – MIL (аналог прежней лампы Check Engine) включается при увеличении содержания CO или CH в токсичных выбросах на выходе каталитического нейтрализатора более чем в 1,5 раза по сравнению с допустимыми

значениями. Такие же процедуры применяются и к другому оборудованию, неисправность которого может привести к увеличению токсичных выбросов.

Структура программного обеспечения ЭБУ двигателя

Программное обеспечение ЭБУ двигателя современного автомобиля, отвечающего требованиям OBD-II, является многоуровневым. Первый уровень – программное обеспечение функций управления, например реализация впрыска топлива. Второй уровень – программное обеспечение функций электронного резервирования основных сигналов управления при отказе управляющих систем. Третий уровень – бортовая самодиагностика и регистрация неисправностей в основных электрических и электронных узлах и блоках автомобиля. Четвертый уровень – диагностика и самотестирование в тех системах управления двигателем, неисправность в работе которых может привести к увеличению выбросов автомобильных токсигенов в окружающую среду. Диагностика и самотестирование на четвертом уровне осуществляется подпрограммой, которая называется Diagnostic Executive (Diagnostic Executive – исполнитель диагностики, далее по тексту – подпрограмма DE). Подпрограмма DE с помощью специальных мониторов (emission monitor EMM) контролирует до семи различных систем автомобиля, неисправность в работе которых может привести к увеличению токсичности выбросов. Остальные датчики и исполнительные механизмы, не вошедшие в эти семь систем, контролируются восьмым монитором (comprehensive component monitor – ССМ). Подпрограмма DE выполняется в фоновом режиме, т.е. в то время, когда бортовой компьютер не занят выполнением основных функций – функций управления. Все восемь упомянутых мини-программ – мониторов – осуществляют постоянный контроль оборудования без вмешательства человека.

Каждый монитор может осуществлять тестирование во время поездки только один раз, то есть во время цикла «ключ зажигания включен – двигатель работает – ключ выключен», при выполнении определенных условий. Критерием на начало тестирования могут быть: время после запуска двигателя, обороты двигателя, скорость автомобиля, положение дроссельной заслонки и т.д.

Многие тесты выполняются на прогревом двигателе. Производители по-разному устанавливают это условие; например, для автомобилей Ford это означает, что температура двигателя превышает 70 °С и в течение поездки она повысилась не менее чем на 20 °С.

Подпрограмма DE устанавливает порядок и очередность проведения тестов:

- Отмененные тесты – подпрограмма DE выполняет некоторые вторичные тесты (тесты по программному обеспечению второго уровня) толь-

ко в том случае, если прошли первичные (тесты первого уровня), в противном случае тест не выполняется, т.е. происходит отмена теста.

- Конфликтующие тесты – иногда одни и те же датчики и компоненты должны быть использованы разными тестами. Подпрограмма DE не допускает проведения двух тестов одновременно, задерживая очередной тест до конца выполнения предыдущего.

- Задержанные тесты – тесты и мониторы имеют различный приоритет, подпрограмма DE задержит выполнение теста с более низким приоритетом, пока не выполнит тест с более высоким приоритетом.

В табл. 1.3 приведены условия (критерии) для выполнения или задержки тестов монитора каталитического нейтрализатора для автомобилей Chrysler.

Т а б л и ц а 1 . 3

Условия (критерии) для выполнения или задержки тестов монитора каталитического нейтрализатора для автомобилей Chrysler

Разрешающие критерии
<ul style="list-style-type: none"> • Температура охлаждающей жидкости более 75 °С • Скорость автомобиля в течение более 2 мин превышает 20 миль в час • Дроссельная заслонка открыта • Система управления двигателем работает в режиме с обратной связью • Обороты двигателя в пределах 1248–1952 для автоматической коробки передач и 1248–2400 для механической • Напряжение на выходе датчика абсолютного давления во впускном коллекторе в пределах 1,5–2,6 В
Критерии отмены
<ul style="list-style-type: none"> • Наличие кодов ошибок из-за пропусков воспламенения • Наличие кодов ошибок, установленных монитором датчиков кислорода • Наличие кодов ошибок из-за неисправности датчика кислорода на входе каталитического нейтрализатора • Наличие кодов ошибок из-за неисправности датчика кислорода на выходе каталитического нейтрализатора • Наличие кодов ошибок из-за работы топливной системы на переобогащенной ТВ-смеси • Наличие кодов ошибок из-за работы топливной системы на переобедненной ТВ-смеси • Система управления двигателем работает в аварийном режиме, имеются коды ошибок от датчиков: абсолютного давления во впускном коллекторе, положения дроссельной заслонки, температуры охлаждающей жидкости • Наличие кодов ошибок из-за нерациональности сигнала датчика кислорода на входе каталитического нейтрализатора • Наличие кодов ошибок из-за нерациональности сигнала датчика кислорода на выходе каталитического нейтрализатора

Конфликты
<ul style="list-style-type: none"> • Работает монитор системы рециркуляции выхлопных газов • Работает монитор системы улавливания паров бензина в баке • Двигатель заведен менее 60 секунд назад • В предыдущей поездке был получен код ошибки из-за пропуска воспламенения • В предыдущей поездке монитором датчиков кислорода был получен код ошибки • В предыдущей поездке был получен код ошибки из-за неисправности нагревателя входного датчика кислорода • В предыдущей поездке был получен код ошибки из-за неисправности нагревателя выходного датчика кислорода • В предыдущей поездке был получен код ошибки из-за работы двигателя на переобедненной ТВ-смеси • В предыдущей поездке был получен код ошибки из-за работы двигателя на переобогащенной смеси
Условие задержки
<ul style="list-style-type: none"> • Данные, полученные монитором, не записываются до окончания действия монитора датчиков кислорода (монитор датчиков кислорода имеет приоритет)

Подпрограмма DE осуществляет три вида тестов:

1. Пассивный тест, когда выполняется простое наблюдение (мониторинг) за значениями параметров системы или цепи.

2. Активный тест реализуется вслед за пассивным, когда система не проходит пассивный тест. При этом осуществляется подача тест-сигнала и регистрация реакции системы на него. Тест-сигнал должен оказывать минимальное воздействие на текущую работу исследуемой системы.

3. Совмещенный тест. Если активный и пассивный тесты не проходят, то подпрограмма DE выполнит тест, во время которого режимы двигателя и его подсистем могут меняться.

Результаты выполнения тестов, полученные с помощью мониторов, кодируются подсистемой DE. Коды ошибок записываются в память ЭБУ, и зажигается лампа MIL, если неисправность подтверждается в двух поездках подряд.

Восьмой монитор (ССМ) контролирует входные и выходные сигналы компонентов и подсистем вне деятельности первых семи мониторов. В зависимости от вида цепи ССМ может установить обрыв, замыкание или несоответствие сигнала норме. Проводятся также тесты на «рациональность» для входных и «функциональность» для выходных сигналов. Эти тесты проверяют соответствие сигналов их штатным значениям в различных режимах работы системы. Например, проверка на рациональность выходного сигнала датчика положения дроссельной заслонки в системе управления впрыском топлива с определением массы воздуха по его объему (speed density) предполагает сравнение сигнала с проверяемого датчика (положения дроссельной заслонки) с сигналом датчика абсолютного давления во

впускном коллекторе. По мере открывания дроссельной заслонки разрежение во впускном коллекторе уменьшается, сигнал с датчика абсолютного давления должен это подтверждать. При нормальной работе сигналы этих двух датчиков соответствуют друг другу, что и проверяется монитором ССМ.

В зависимости от типа ЭБУ ССМ может контролировать следующие устройства:

- датчик массового расхода воздуха;
- датчик температуры охлаждающей жидкости;
- датчик температуры воздуха;
- датчик положения дроссельной заслонки;
- датчик положения коленчатого вала;
- датчик положения распределительного вала;
- бензонасос.

Обычно подпрограмма DE включает лампу MIL после обнаружения неисправности в двух поездках подряд.

С помощью сети ЕММ подпрограмма DE контролирует подсистемы автомобиля, неисправность которых может увеличить количество выбрасываемых в окружающую среду токсичных веществ. Мониторы ЕММ способны обнаружить ухудшение характеристик обслуживаемых подсистем, приводящее к превышению норм на токсичность в 1,5 раза. Мониторы ЕММ контролируют:

- каталитический нейтрализатор;
- датчики кислорода;
- пропуски воспламенения;
- топливную систему;
- систему улавливания паров топлива;
- систему рециркуляции выхлопных газов;
- систему подачи воздуха в выпускной коллектор.

Монитор каталитического нейтрализатора. Газоанализаторы на автомобилях не устанавливаются по экономическим соображениям. Для контроля исправности каталитического нейтрализатора на его выходе установлен второй датчик кислорода (рис. 1.18). Система управления подачей топлива в двигатель содержит релейный стабилизатор стехиометрического состава топливовоздушной смеси (ТВ-смеси), который формирует сигнал для коррекции длительности впрыска и реализован с применением первого (входного по отношению к нейтрализатору) датчика кислорода. Сигнал этого датчика колеблется между уровнями 0,1–0,9 В на частоте 4–10 Гц в соответствии с изменениями концентрации кислорода в выхлопных газах. В исправном нейтрализаторе кислород участвует в химических реакциях, его концентрация в выхлопных газах уменьшается; как следствие, сигнал второго датчика кислорода (на выходе нейтрализатора) имеет очень ма-

ленькую амплитуду или другую частоту колебаний (рис. 1.18, 1.19). Чем более неисправен (отравлен) нейтрализатор, тем более похожи сигналы входного и выходного датчиков (они совпадают как по амплитуде, так и по частоте). В зависимости от типа измерительной системы монитор каталитического нейтрализатора или просто подсчитывает и сравнивает частоты колебаний двух сигналов, или производит статистическую обработку. Монитор через подпрограмму DE запишет код ошибки при обнаружении неисправности в трех поездках подряд.

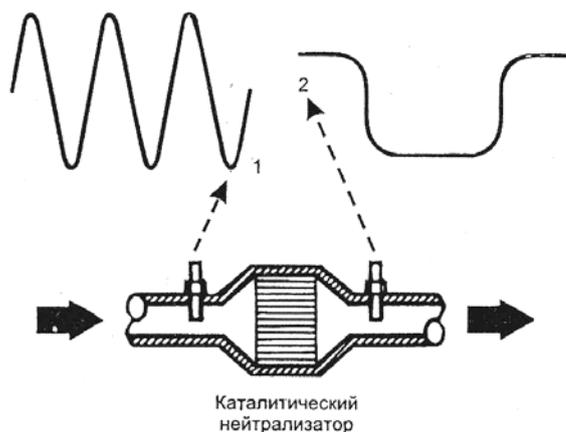


Рис. 1.18. Датчики кислорода на входе (1) и выходе (2) каталитического нейтрализатора с соответствующими выходными сигналами

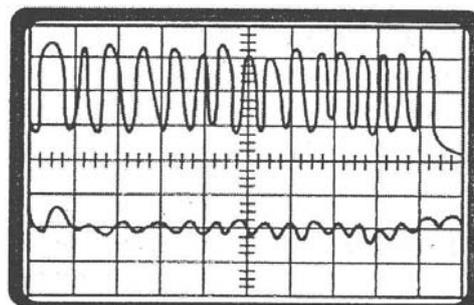


Рис. 1.19. Сигнал входного датчика кислорода (сверху) и выходного датчика кислорода (снизу)

Монитор датчиков кислорода реализует различные тесты в зависимости от того, где расположен датчик, — на входе или на выходе каталитического нейтрализатора. Для обоих датчиков проверяется исправность цепей нагревателей. Для датчика кислорода на входе нейтрализатора проверяются напряжения по высокому и низкому уровням сигнала и частота переключений. Частота определяется по числу пересечений сигналом с датчика среднего уровня 450 мВ за определенное время. Полученное значение сравнивается со значением в предыдущем тесте. Кроме того, монитор определяет длительности фронтов сигнала, т.е. длительность перехода «обедненная смесь — обогащенная смесь» и обратного перехода «обогащенная смесь — обедненная смесь». Обычно фронт «обедненная смесь — обогащенная смесь» короче. Монитор определяет также среднее время реакции датчика кислорода на входе нейтрализатора.

Для датчика кислорода на выходе нейтрализатора, сигнал с которого почти не флуктуирует, монитор проводит два теста: для обогащенной смеси монитор следит за тем, чтобы сигнал имел фиксированное низкое значение, а при обедненной смеси — фиксированное высокое значение.

Для обоих датчиков кислорода монитор включает лампу МПЛ и записывает код ошибки при обнаружении неисправности в двух поездках подряд.

Монитор пропусков в системе зажигания. Причиной пропусков могут быть: недостаточная компрессия, несоответствующее количество подаваемого в цилиндры топлива, неисправная свеча зажигания, плохая (слабая) искра. Пропуски приводят к увеличению количества углеводорода (СН) в выхлопных газах на входе каталитического нейтрализатора, что ускоряет его деградацию и увеличивает содержание токсичных веществ в выхлопе.

При пропуске воспламенения давление в цилиндре во время рабочего хода ниже нормы, движение поршня и коленчатого вала замедляется. Именно по этим признакам монитор определяет наличие пропуска. Информация снимается с датчика положения коленчатого вала (рис. 1.20, а). Равномерное следование импульсов с выхода датчика положения коленчатого вала (рис. 1.20, б) при пропуске зажигания нарушается, и несколько импульсов подряд будут иметь большую длительность. Сравнение выходных сигналов от двух датчиков (положения распределительного и коленчатого валов) позволяет идентифицировать цилиндр с пропуском.

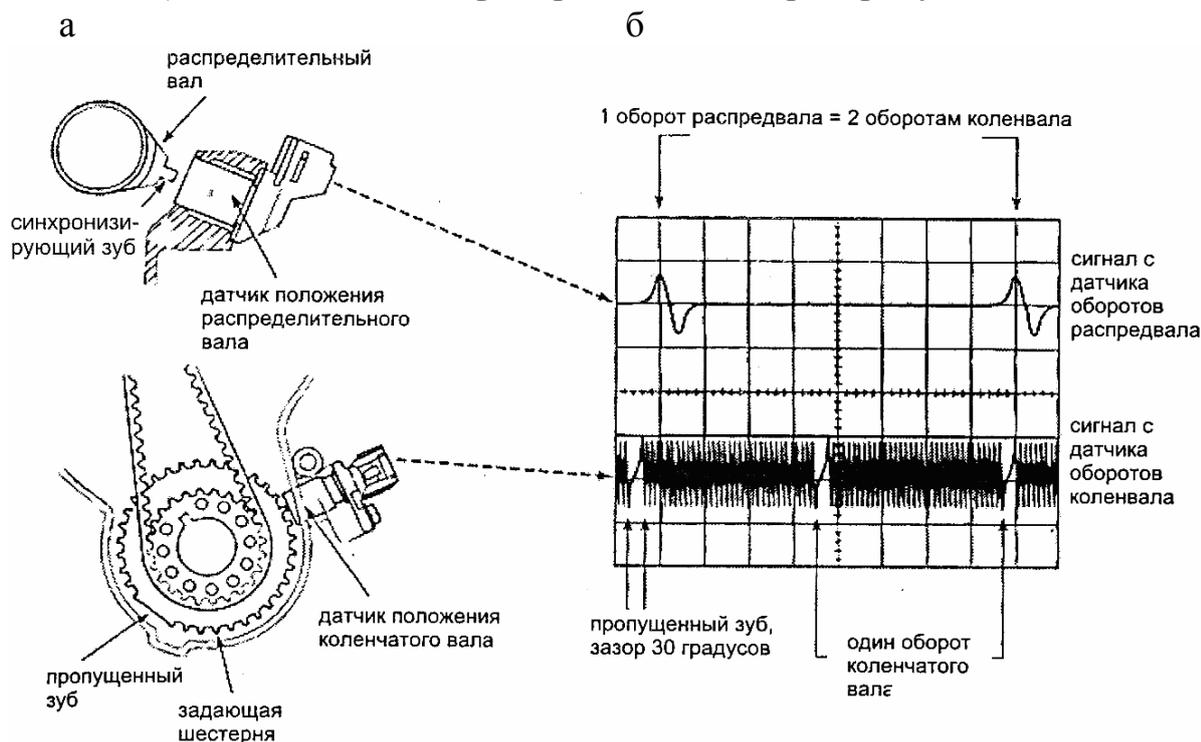


Рис. 1.20. Схема определения пропусков в системе зажигания (а) и временные диаграммы сигналов (б)

Монитор учитывает возможность вибраций на плохих дорогах. Для повышения помехозащищенности в системе имеются программные счетчики. Для каждого цилиндра в счетчиках хранится число пропусков за последние 200 и 1000 оборотов распределительного вала. Каждый раз, когда монитор

фиксирует пропуск, подпрограмма DE опрашивает счетчики и сравнивает содержимое счетчиков с предыдущими показателями. Монитор не допускает переполнения счетчиков.

Монитор различает неисправности, когда пропуски воспламенения могут вывести из строя каталитический нейтрализатор, а также когда нормы на токсичность превышены более чем в 1,5 раза. Подпрограмма DE немедленно запишет в память ЭБУ код ошибки. Лампа MIL будет мигать, если в более 15 % случаев за время последних 200 оборотов были зафиксированы пропуски. В терминах стандарта OBD-II это неисправность (и код ошибки) типа А.

Неисправность (и код ошибки) типа В устанавливается, если в двух подряд поездках монитор зафиксировал более 2 % пропусков на 1000 оборотов. В этом случае подсистема DE включает лампу MIL постоянно и записывает соответствующие коды ошибок в память ЭБУ.

Монитор топливной системы. ЭБУ в режиме работы с обратной связью осуществляет стабилизацию стехиометрического состава топливовоздушной (ТВ) смеси. Это релейная стабилизация, т.е. состав смеси постоянно колеблется между уровнями в диапазоне «богатая смесь – бедная смесь», но в среднем состав поддерживается стехиометрическим. Частота колебаний не более 10 Гц.

При релейной стабилизации стехиометрического состава ТВ-смеси ЭБУ постоянно меняет его в пределах $\pm 20\%$. Это нормально, такие переключения состава смеси требуются и для работы каталитического нейтрализатора. Колебания состава смеси отражаются мгновенными значениями коэффициента коррекции топливоподачи. Эти значения колеблются относительно среднего значения в интервале $\pm 20\%$ при нормальной работе. При отключении зажигания мгновенные значения коэффициентов коррекции подачи топлива не сохраняются.

Во время эксплуатации автомобиля в двигателе накапливаются различные изменения характеристик, которые компьютер в ЭБУ компенсирует, изменяя средние значения коэффициентов топливокоррекции, хранящиеся в памяти ЭБУ. Коэффициент коррекции топливоподачи +21 % (рис. 1.21) означает, что ЭБУ подает в двигатель в среднем на 21 % больше топлива для поддержания стехиометрического состава смеси, чем требуется по расчету для данного режима (или определено экспериментально для заведомо исправного двигателя). В данном случае причиной может быть, например, утечка разрежения в задроссельной зоне впускного коллектора, что приводит к появлению дополнительного воздуха, для компенсации которого ЭБУ увеличивает подачу топлива в цилиндры на 21 %.



Рис. 1.21. Шкала коэффициентов топливокоррекции

Из сказанного ясно, что ЭБУ определяет текущее значение коэффициента топливокоррекции как сумму среднего значения, хранящегося в памяти ЭБУ, и мгновенного значения, зафиксированного системой в данный момент времени.

Информация о средних значениях коэффициента топливокоррекции нужна при диагностике и входит в число параметров, получаемых от ЭБУ сканером. На устаревших автомобилях значения коэффициентов топливокоррекции нормировались рядом чисел в пределах от 0 до 255, или в процентах 0...100 %.

Для контроллера MP7.0H, установленного на автомобиле ВАЗ 2110, средние значения коэффициентов коррекции топливоподачи задаются в диапазоне $\pm 0,45$. Для систем OBD-II значения нормированы в пределах ± 100 % (см. рис. 1.21). Для системы OBD-II значения в середине диапазона (128 отсчетов, или 50 %, или 0 %) соответствуют оптимальному режиму работы исправного двигателя, когда никакой коррекции базовых значений калибровочной диаграммы в осях «обороты – нагрузка двигателя» не производится.

Монитор топливной системы отслеживает средние и мгновенные значения коэффициентов коррекции топливоподачи. Но возможности коррекции не беспредельны. Когда ЭБУ посредством изменения подачи топлива уже не может компенсировать накапливающиеся неисправности (что чаще всего наблюдается на двигателе со значительным пробегом), загорается лампа МП и заносятся в память соответствующие коды ошибок.

Монитор системы улавливания паров бензина контролирует объем паров топлива, поступающих из адсорбера во впускной коллектор, и тем самым следит за исправностью системы, а также фиксирует утечки паров бензина при их возникновении.

Пары топлива поступают из герметизированного бака (рис. 1.22) в адсорбер с активированным углем объемом около 1 л, где накапливаются. При нормальной работе системы и при определенных условиях, например при равномерном движении автомобиля, ЭБУ открывает электромагнитный клапан продувки адсорбера, пары топлива засасываются с воздухом во впускной коллектор и сжигаются в цилиндрах двигателя. Без принятия по-

добных мер испарение топлива может увеличить на 20 % количество токсичных веществ, выбрасываемых автомобилем в окружающую среду.

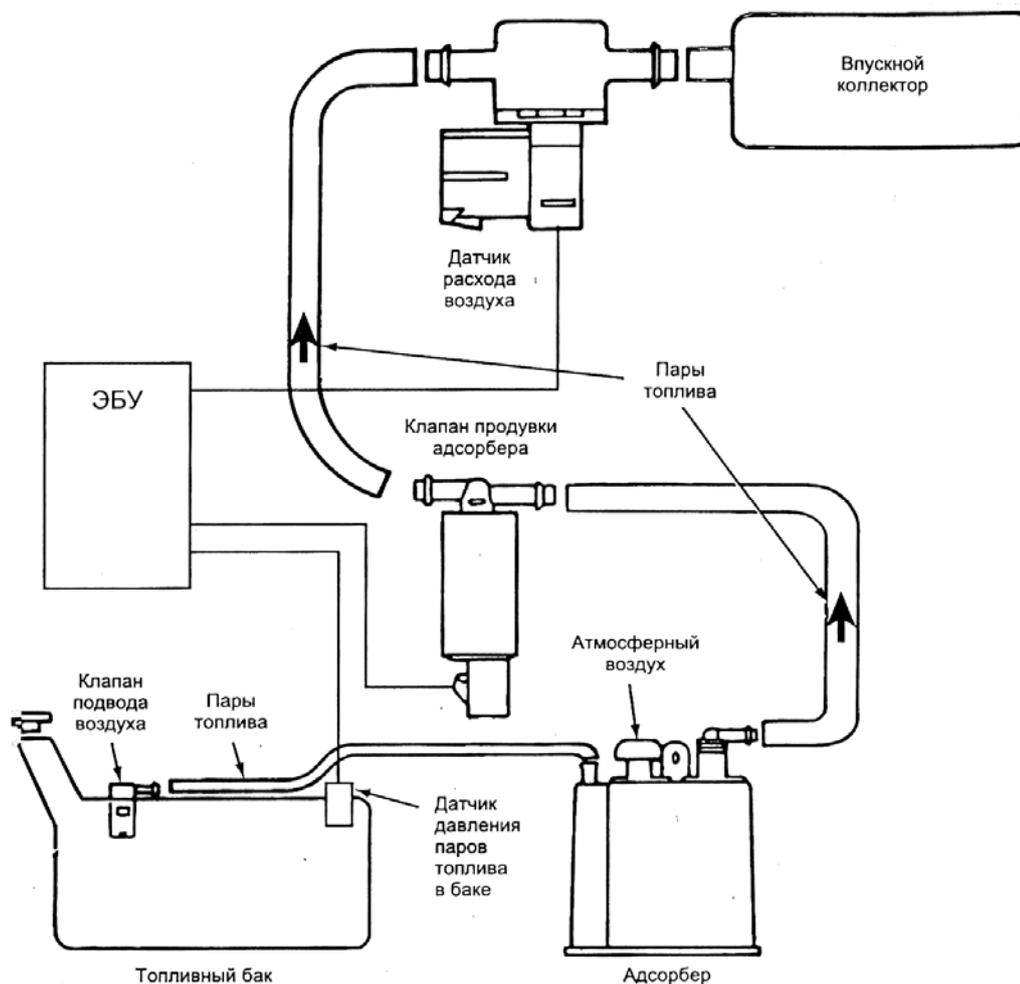


Рис. 1.22. Схема улавливания паров топлива в баке

При открытом клапане продувки адсорбера и закрытом клапане подвода воздуха монитор контролирует объемный расход паров топлива по сигналу датчика давления в бензобаке (см. рис. 1.22). При закрытом клапане продувки адсорбера по показаниям датчика давления паров топлива в баке определяется интенсивность утечки. Утечка может иметь место в пробке бензобака, в адсорбере, в клапанах и в соединительных шлангах.

Если в двух подряд поездках будут зафиксированы неисправности, подпрограмма DE включит лампу MIL и запишет коды ошибок.

Монитор системы рециркуляции выхлопных газов. Система рециркуляции выхлопных газов (exhaust gas recirculation – EGR) предназначена для уменьшения содержания окислов азота (NO_x) в выхлопных газах. В присутствии солнечного света NO_x вступает в реакцию с углеводородом, образуя канцерогенный фотохимический смог.

Впервые система EGR была применена на автомобилях Chrysler в 1972 г. Окислы азота образуются при температуре в камере сгорания выше

1370 °C (2500 °F). При некоторых режимах работы двигателя, когда не производится отбор полной мощности, например, при равномерном движении по шоссе, допустимо снизить температуру сгорания рабочей смеси, т.е. пойти на уменьшение мощности. Это достигается введением небольшого количества (6–10 %) инертных выхлопных газов из выпускного во впускной коллектор. Инертный газ разбавляет топливовоздушную смесь, не изменяя соотношения воздух/топливо.

С 1980-х годов EGR стала частью электронной системы автоматического управления двигателем (ЭСАУ-Д).

Монитор EGR контролирует эффективность работы системы рециркуляции выхлопных газов. Во время теста открывается и закрывается клапан EGR и наблюдается реакция контрольного датчика. Выходной сигнал контрольного датчика сравнивается со значениями из калибровочной таблицы, хранящейся в памяти ЭБУ, и определяется эффективность системы EGR. При неудовлетворительных результатах монитор запишет в память ЭБУ соответствующие коды ошибок.

В качестве контрольного датчика могут быть использованы различные устройства. На автомобилях Chrysler контролируется изменение выходного напряжения датчика кислорода. При нормальной работе системы рециркуляции после закрытия клапана EGR содержание кислорода в выхлопных газах повышается и напряжение на выходе датчика кислорода уменьшается. Монитор запишет код ошибки, если это напряжение уменьшится недостаточно.

Для автомобилей Ford используют по крайней мере два типа контрольных датчиков (в зависимости от модели). В одном варианте применяется терморезистор с отрицательным коэффициентом сопротивления, установленный на входном патрубке клапана системы EGR. С помощью терморезистора монитор контролирует температуру выхлопных газов при открытом и закрытом клапане. Для исправной системы напряжение на терморезисторе уменьшится, когда клапан откроется. Если изменение напряжения не соответствует значению, заложенному в память, монитор запишет код ошибки.

В другом варианте в трубе между клапаном EGR и впускным коллектором делается вставка с калиброванным отверстием для измерения дифференциального давления. Когда клапан EGR открывается, это давление возрастает, что фиксируется монитором с помощью датчика дифференциального давления. Когда клапан EGR закрыт, давление по обе стороны вставки становится одинаковым.

На автомобилях General Motors в качестве контрольного используется датчик абсолютного давления во впускном трубопроводе, где давление изменяется при открывании клапана EGR.

Монитор инжекции вторичного воздуха (AIR monitor). Каталитические нейтрализаторы со вторичной инжекцией воздуха используются не на всех

автомобилях, соответственно в программном обеспечении не всех ЭБУ имеются такие мониторы.

AIR-монитор контролирует во время теста исправность клапана и байпасного канала, а также количество проходящего в нейтрализатор воздуха. Для оценки количества прошедшего через клапан в нейтрализатор воздуха большинство производителей используют датчик кислорода на входе нейтрализатора. Подпрограмма DE задерживает выполнение теста монитора AIR, пока не выполнится тест монитора датчиков кислорода. Как и для всех остальных мониторов, подпрограмма DE включает лампу MIL и записывает коды ошибок в память ЭБУ при обнаружении неисправности в двух поездках подряд.

Диагностический разъем

На рис. 1.23 показан 16-штырьковый диагностический разъем, являющийся стандартным на автомобилях, соответствующих требованиям OBD-II. В табл. 1.4 поясняется назначение отдельных контактов.

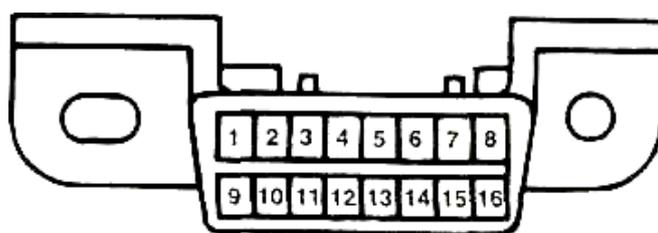


Рис. 1.23. Стандартный диагностический разъем

Таблица 1.4

Назначение контактов 16-штырькового диагностического разъема

Контакт	Назначение
1	Определяется производителем
2	Линия шины +, SAE J1850
3	Определяется производителем
4	Земля («масса» автомобиля)
5	«Масса» для сигналов
6	Определяется производителем
7	Линия K, ISO9141
8	Определяется производителем
9	Определяется производителем
10	Линия шины -, SAE J1850
11	Определяется производителем
12	Определяется производителем
13	Определяется производителем
14	Определяется производителем
15	Линия L, ISO9141
16	Плюс аккумуляторной батареи

Диагностический разъем размещается в пассажирском салоне, обычно под приборной панелью, открыто и обеспечивает доступ к системным данным. К разъему может быть подключен любой сканер.

Семь из 16 контактов имеют установленное стандартом назначение. Остальные находятся в распоряжении производителя. Контакты 7 и 15 используются в европейских системах диагностики для передачи данных по стандарту ISO9141. Для передач данных по стандарту SAE J1850 используются контакты 2 и 10.

Структура кодов ошибок

В соответствии со стандартом OBD-II коды ошибок алфавитно-цифровые, содержат пять символов, например P0113. Первый символ – буква, указывающая на систему, в которой произошла неисправность. Второй символ – цифра, указывающая, как определен код: с помощью SAE или производителем автомобиля. Остальные три цифры информируют о характере неисправности.

Стандартом OBD-II используются четыре буквы для обозначения основных электронных систем автомобиля:

B – для корпусной электроники (body);

C – для электроники на шасси (chassis);

P – для электронных систем управления силовым агрегатом (powertrain);

U – тип системы не определен (undefined).

Не все возможные комбинации кодов использованы, многие зарезервированы на будущее за SAE.

Второй символ (цифра) принимает значения 0, 1, 2, 3. Цифра 0 означает, что код ошибки введен с помощью SAE; цифра 1 указывает на то, что код введен производителем; цифры 2 и 3 зарезервированы для последующего использования за SAE. Третий символ (цифры от 0 до 9) указывает на подсистему, где произошла неисправность. Например, для систем управления силовым агрегатом (P):

1,2 – системы подачи топлива и воды;

3 – система зажигания;

4 – система контроля за токсичными выбросами;

5 – система контроля оборотов двигателя;

6 – ЭБУ;

7, 8 – трансмиссия;

9, 0 – зарезервировано за SAE.

Последние две цифры в коде ошибки указывают на конкретную причину неисправности. Коды неисправностей различных датчиков, исполнительных механизмов, электронных и электрических цепей организованы в блоки по значениям левой цифры из двух. Правая цифра в блоке соответ-

ствует более специфической информации. Например, низкое или высокое напряжение, сигнал вне допустимого диапазона значений и т.д.

Код P0113 расшифровывается с учетом сказанного следующим образом: P – неисправность систем управления силовым агрегатом; 0 – код установлен SAE; 1 – система подачи топлива и воды; 13 – высокий уровень сигнала датчика температуры воздуха во впускном коллекторе.

В системе OBD-II используется значительное число кодов ошибок; например, на современных автомобилях General Motors их более 400. В табл. 1.5 приведены некоторые коды ошибок OBD-II.

Т а б л и ц а 1 . 5

Коды ошибок OBD-II

Код	Значение
P0105	Неисправность в цепи датчика абсолютного давления во впускном коллекторе или барометрического датчика
P0120	Неисправность в цепи датчика положения дроссельной заслонки
P0306	Пропуск зажигания в цилиндре № 6

В зависимости от степени значимости для экологической безопасности коды ошибок различных неисправностей могут быть разделены на четыре типа:

Коды ошибок типа А отражают наличие неисправности, приводящей к увеличению количества токсичных веществ, выбрасываемых автомобилем в окружающую среду. Помимо этого такие неисправности могут вывести из строя каталитический нейтрализатор. Поэтому подпрограмма DE записывает коды ошибок типа А в память ЭБУ и включает лампу MIL при обнаружении неисправности в первой же поездке. Примеры: пропуски в системе зажигания, переобогащенная или переобедненная ТВ-смесь.

Коды типа В заносятся в память ЭБУ, и загорается лампа MIL, если один из диагностических тестов не выполнен в двух подряд поездках.

Коды типов А и В связаны с неисправностями, приводящими к увеличению количества токсичных веществ, вырабатываемых автомобилем. При их занесении в память ЭБУ загорается лампа MIL, обычно маркированная как «Check Engine» (проверить двигатель) или «Service engine soon» (двигатель нуждается в обслуживании).

Коды типов С и D относятся к неисправностям, не связанным с увеличением загрязнения окружающей среды. Их появление в памяти ЭБУ вызывает включение индикатора «Service», если таковой имеется.

«Замороженный» кадр (Freeze frame record)

При включении индикатора MIL подпрограмма DE (Executive) заносит в память ЭБУ значения всех параметров на момент появления кода неис-

правности. Так, в памяти формируется «замороженный» кадр, в котором обычно запоминается следующая информация:

- коды ошибок;
- соотношение воздух/топливо (коэффициент α);
- массовый расход воздуха;
- среднее и мгновенные значения коэффициента коррекции подачи топлива;
- обороты двигателя;
- нагрузка;
- температура охлаждающей жидкости;
- скорость автомобиля;
- абсолютное давление во впускном коллекторе;
- длительность импульса открывания форсунок;
- режим работы системы управления двигателем – замкнутый или разомкнутый.

«Замороженный» кадр содержит информацию о параметрах на момент записи только первого из всех возможных кодов ошибок. Однако производители обычно усложняют программное обеспечение с целью записи большого числа кадров для нескольких кодов ошибок. Но эти дополнительные кадры данных доступны только для специализированных дилерских сканеров и для прочтения в условиях эксплуатации не открываются.

При стирании кода ошибки стирается и соответствующий «замороженный» кадр с параметрами.

Проверка бортовой диагностической системы OBD-II в испытательном ездовом цикле

Диагностические мониторы системы OBD-II реализуют свои тесты один раз за поездку. Поэтому до испытательной поездки (до или после ремонта) автомеханик должен проверить работоспособность диагностической системы в ездовом цикле. В зависимости от температурных и дорожных условий производители рекомендуют различные испытательные ездовые циклы для своих автомобилей.

В табл. 1.6 приведен пример испытательного цикла для проверки готовности бортовой диагностической системы OBD-II к тестированию. Во время проведения теста подпрограмма DE независимо от результата маркирует флагом в памяти ЭБУ каждый отработавший монитор. Эти флаги затем считываются сканером и выясняется, какие из мониторов отработали, а какие нет. Функционирование неотработавших мониторов должно быть восстановлено.

Таблица 1.6

Пример испытательного цикла для проверки готовности бортовой диагностической системы OBD-II к тестированию

Этапы и операции испытательного ездового цикла	Прогрев двигателя до 82 °С	Холостой ход	Ускорение до 45 миль/ч, дроссельная заслонка открыта на четверть	Постоянное положение дроссельной заслонки, скорость 30–40 миль/ч	Скорость 20–45 миль/ч, дроссельная заслонка открыта не полностью	Сброс газа до холостого хода	Ускорение до 55 миль/ч, дроссельная заслонка открыта наполовину	Постоянное положение дроссельной заслонки, скорость 40–60 миль/ч
Время операции	Не менее 4 мин	45 с	Примерно 10 с	1 мин	4 мин	10 с	10 с	80 с
Какие мониторы проверяются на данном этапе ездового цикла	Испытательная поездка OBD-II (все мониторы)							
	+	+	+	+	+	+	+	
	Мониторы EMM, контролирующие пропуски зажигания, датчики кислорода, топливную систему и т. п.							
	+	+	+	+	+			
	Мониторы CCM и EGR							
	+	+	+	+	+	+	+	
	Монитор каталитического нейтрализатора							
								+

Условные обозначения: EMM – мониторы подсистем ЭСАУ-Д, неисправность в которых приводит к увеличению токсичности ВОГ; CCM – мониторы входных датчиков и выходных исполнительных устройств ЭСАУ-Д; EGR – монитор подсистемы рециркуляции ВОГ (ВОГ – выхлопные отработавшие газы).

1.8. Компьютеризация автомобиля

Насыщение автомобиля компьютерной техникой идёт двумя путями. Один из этих путей, который заключается в компьютеризации систем, управляющих двигателем и безопасностью движения, условно можно назвать «компьютер для автомобиля». В частности, компьютерная технология может помочь водителю в сложных дорожных ситуациях, например при заносе. Современные автомобильные компьютеры автоматически управляют стеклоочистителем, кондиционером, системой ближней навигации, предупреждающей о возможном столкновении. Ещё одной яркой технологией пути «компьютер для автомобиля» является технология IDrive – технология «активного рулевого управления». Суть этой технологии в том, что в зависимости от скорости движения автомобиля (используется на BMW 5-й серии) автоматически меняется передаточное число в рулевом управлении: при движении в городе, при парковке и на поворотах руль делается более чувствительным, чем при движении на высоких скоростях. IDrive также соединяется с системой динамического контроля курсовой устойчивости (DSC). Если система фиксирует признаки нестабильного движения, угол поворота руля автоматически меняется и курс автомобиля восстанавливается.

Второй путь компьютеризации автомобиля – «компьютер для человека». Речь идёт об использовании автомобильного компьютера для отдыха и для работы (рис. 1.24). Чтобы водитель меньше отвлекался от управления автомобилем, команды таким компьютерам водитель может отдавать голосом. Причем компьютер умеет не только распознавать человеческую речь, но и читать по губам, что особенно важно в условиях высокого шума. (Кроме слежения за движением губ водителя, камеры смогут заметить, когда человек станет «клевать носом». В этом случае компьютер предложит водителю отдохнуть или, в крайнем случае, включить музыку погромче.) В ответ на соответствующий запрос водителя на дисплее автомобильного компьютера отображается карта с указанием маршрута, словесным описанием пути и расчетным временем прибытия. Кроме того, компьютер может сообщить о состоянии дорог, погоде и других аспектах предстоящей поездки. По всему маршруту компьютер обеспечивает голосовое сопровождение с информацией о предстоящих маневрах. В случае ухода с маршрута водитель будет предупрежден. Можно выбрать несколько вариантов маршрутов. Масштаб карты можно уменьшать по желанию до 10 м в 1 см на экране или увеличивать с помощью одной клавиши. С помощью другой клавиши можно увеличить развязку и посмотреть направление движения на перекрестке, не отвлекаясь от процесса вождения. Встроенный в компьютер гироскоп помогает найти автомобиль при движении в туннеле, под мостом или в подземном гараже, где связь со спутником GPS не может

быть установлена. Имеется возможность подключения камеры заднего вида. Другое новшество помогает управлять машиной ночью. Инфракрасная камера захватывает изображение дороги и, увеличивая, проецирует на ветровое стекло. В будущем такая система тоже будет управляться с помощью голосовой технологии.



Рис. 1.24. Автомобильные «компьютеры для человека»

Кстати, по оценкам многих специалистов, самый высокотехнологичный автомобиль в мире – BMW 750iL. В этой машине примерно 110 микропроцессоров контролируют двигатель, выхлопы, тяги, движение на поворотах, тормоза, навигацию, положение сидений и дистанцию при парковке.

Автомобильные компьютеры, выполняющие расширенные информационные и диагностические функции, называются бортовыми или маршрутными компьютерами (БК). Все БК способны отображать мгновенные параметры: текущее время, скорость автомобиля, обороты двигателя, температуру двигателя, температуру в салоне и температуру наружного воздуха, остаток топлива в баке, бортовое напряжение и т.д. Хотя большинство этих значений можно увидеть по показанию индикаторов на панели приборов, но точность показаний штатных систем не всегда достаточно высока, а самое главное – показания не поддаются коррекции. Например, при установке колес большего диаметра скорость автомобиля при тех же оборотах двигателя будет выше. Однако штатный спидометр не адаптируется к новым колесам и будет отображать неверную информацию. С бортовым компьютером становится доступной информация о текущем расходе топлива, среднем расходе на 100 км, расходе топлива за текущую поездку, времени поездки, пройденном пути. Некоторые БК не только умеют отображать информацию об уже совершенной поездке, но и помогут запланировать новую. Например, сообщат время, необходимое на преодоление заданного пути, рассчитают рекомендуемую скорость, сообщат о необходимом количестве бензина или о количестве километров, которые удастся преодолеть на остатке топлива в баке. Крайне полезной является возможность БК постоянно контролировать ряд параметров и при необходимости

оперативно сигнализировать об их изменении. Например, БК немедленно предупреждает о перегреве двигателя звуковым сигналом. Точно так же БК может проконтролировать и предупредить о превышении рекомендуемой скорости движения, о значении бортового напряжения, об опасности образования гололеда на дороге, о необходимости очередного техобслуживания. Для карбюраторных двигателей ряд БК позволяет выполнять функцию октан-корректора: вводить поправку угла опережения при запуске двигателя и в рабочем режиме, оперативно изменять угол при переходе с бензина на газ, использовать многоискровый режим для облегчения запуска двигателя и т.д. А для владельцев автомобилей с инжекторными двигателями БК перед каждой поездкой произведет диагностику двигателя и узлов автомобиля и сообщит о наличии неполадок и причинах, вызвавших их.

Для отображения информации используются цифровые дисплеи. Встречаются модели с универсальными жидкокристаллическими дисплеями. БК с этим типом дисплея наиболее удобны в использовании, однако их цена значительно выше.

В настоящее время разработаны автомобильные компьютеры, которые умеют читать дорожные знаки, контролировать их соблюдение и записывать нарушения в базу данных.

Кроме того, автомобильный компьютер имеет и ряд развлекательных функций. Он может сыграть с водителем в «угадай мелодию» или какую-нибудь другую несложную игру.

Оба названных пути могут быть реализованы с использованием одного и того же бортового компьютера. Однако в последнее время всё чаще и чаще в автомобили устанавливаются обычные, т.е. с традиционной архитектурой и привычной операционной системой, офисно-домашние персональные компьютеры (ПК). При этом учитывается то, что обычный ПК по своей конструкции не совсем подходит для использования в дорожных условиях.

Ярким представителем специального автомобильного компьютера, приспособленного к работе в дорожных условиях, но вместе с тем и абсолютно понятного пользователю, является компьютер VersaPAC. VersaPAC – это компактный, защищённый, мультимедийный компьютер в цельном литом корпусе, созданный для работы в жёстких условиях. Он защищён как от внешнего воздействия среды, так и от вибрационных нагрузок. Единственная подвижная часть компьютера – жёсткий диск – установлена на специальном антивибрационном подвесе. В случае угрозы потери данных, находящихся на жёстком диске, в компьютер может быть установлен флэш-диск. Электроника компьютера VersaPAC не требует активного охлаждения – пассивный радиатор процессора выведен на ребристый металлический корпус.

Большой набор различных интерфейсов и модулей делает VersaPAC поистине универсальным компьютером:

1. Интерфейс CAN позволяет использовать VersaPAC в качестве бортового компьютера, к нему можно подключать все автомобильные датчики, спидометр, тахометры («компьютер для автомобиля»);

2. GPS- и GPRS-модули, слот для SIM-карты, гнезда для гарнитуры превращают компьютер в навигационную систему и в систему для передачи данных, в том числе голосовых, и электронной почты. Встроенные радио- и телевизионный тюнеры, адаптированные для России, дают возможность превратить автомобильный компьютер в мультимедийный центр.

Благодаря наличию собственной аккумуляторной батареи VersaPAC может работать и автономно от автомобиля. ЖК-монитор компьютера тоже может быть в автономной версии – в этом случае он не связан кабелем ни с автомобилем, ни с компьютером. Благодаря беспроводному интерфейсу монитор принимает сигнал на удалении до 50 метров от компьютера.

В последнее время широкое распространение получил термин «телематические системы». Этим термином обозначается не что иное, как соединение беспроводных технологий связи и компьютеров. Телематические системы могут применяться в автомобилях, а концепция Connected Car от Microsoft вполне соответствует этому термину. Автомобиль на основе Microsoft «Connected Car» по функциональности соответствует мобильному офису. Например, мобильный телефон водителя может подключаться с помощью Bluetooth ко встроенному в автомобиль компьютеру для того, чтобы можно было пользоваться телефоном в режиме голосовых команд и «громкой» связи. Управляя машиной или путешествуя в качестве пассажира, можно разговаривать по телефону, пользоваться услугами электронной почты, Интернетом, спутниковыми навигационными системами и т.д. Помимо этого встроенный компьютер осуществляет мониторинг агрегатов автомашины и в случае неполадки оповещает водителя об этом. Надо сказать, что это не фантастика – Connected Car уже сегодня можно встретить на дорогах. Идеи Connected Car и Windows Automotive использовала фирма Toyota при разработке своего стандарта G-BOOK (рис. 1.25).



Рис. 1.25. Toyota продвигает G-BOOK

G-BOOK является, по сути, программно-аппаратным комплексом, подключающим автомашину к внешнему миру. Эта спецификация поддерживает большое количество сетевых услуг, таких, как электронная коммерция, доступ в Интернет, получение новостей и воспроизведение их при помощи речевых средств системы. Ещё автомобили могут, например, сами

оплачивать дорожные сборы при выезде на скоростные платные автострады. По словам фирмы, в недалёком будущем G-BOOK можно будет использовать для загрузки игр или даже для управления домашней системой безопасности и бытовой техникой через Интернет. Toyota предлагает покупателям несколько конфигураций системы, которую можно собирать по частям, добавляя при необходимости новые компоненты вроде TV-тюнера или DVD-плеера, и гибкую систему оплаты подключения к информационным сервисам.

BMW, подобно Toyot'e, разработала собственную телематическую идеологию, названную iDrive. Собственно говоря, она занимается тем же самым, чем занимается любая автомобильная телематическая система подобного уровня. В круг её задач входит работа с мобильными телефонами, системой навигации, кондиционерами и различными мультимедиа-устройствами, не говоря уже о доступе в Сеть, электронной почте, Web-сервисах и возможности принимать телевизионные программы.

Помимо двух вышеописанных концепций, разрабатывается множество аналогичных программно-аппаратных комплексов, которые становятся всё дешевле, доступнее и интеллектуальнее. Это система Carman i от NexTech, разработки фирмы Clarion, Volvo и многих других.

Контрольные вопросы

1. Основные характеристики информационно-диагностической системы автомобиля.
2. Классификация информационно-диагностических систем по способу отображения информации.
3. Классификация контрольно-измерительных приборов и их состав.
4. Классификация датчиков.
5. Классификация генераторных датчиков.
6. Классификация параметрических датчиков.
7. Порог чувствительности датчика.
8. Зона чувствительности датчика.
9. Избирательность датчика.
10. Применение датчиков в электронных системах управления.
11. Контрольно-измерительные приборы.
12. Требования к техническому диагностированию автомобилей.
13. Классификация диагностических параметров.
14. Как подразделяются встроенные средства диагностирования?
15. Органы управления бортового компьютера с ЖК-дисплеем.
16. Система предупреждения сна за рулем.
17. Средства отображения информации на автомобилях.

2. УСТРОЙСТВО И ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ ВСТРОЕННЫХ СИСТЕМ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ

2.1. Встроенная система диагностирования автомобилей с дизельным двигателем

Большинство современных автомобилей оснащается достаточным количеством датчиков для отслеживания технического состояния элементов автомобиля, от которых сигналы поступают на электронный блок управления (ЭБУ). Для прочтения информации от ЭБУ предусмотрен диагностический разъем. В настоящее время широкое распространение получил интерфейс OBD-II. Но данные от ЭБУ следует расшифровывать с помощью специальных адаптеров и необходимого программного контента.

Для автомобиля КАМАЗ-4308 применяют бортовой компьютер (БК) на основе ЭБУ (ECM Cummins). Работу ECM Cummins контролируют адаптер Cummins inline 6 и программа Cummins insite 7.5 (данные версии в настоящее время являются самыми востребованными). Но стоимость такого комплекта в России составляет порядка 80000 рублей. Кроме управления двигателем, ЭБУ получает сигналы со всех основных узлов и агрегатов. Обработанные сигналы можно прочесть с помощью специального адаптера (рис. 2.1), подключившись к диагностическому разъему.

БК позволяет отобразить различные параметры: время в пути, время в движении, пройденный путь, общий расход топлива, расход топлива на холостом ходу, текущую скорость, а также широкий спектр величин, рассчитанных на их основе (средняя скорость пути, средняя скорость движения и т.д.).

Диагностический сканер имеет следующие функциональные возможности:

- Работа по протоколу OBD-2.
- Считывание кодов неисправностей.
- Удаление кодов неисправностей.
- Вывод параметров реального времени.
- Вывод результатов внутренних тестов системы самодиагностики.
- Считывание VIN-кода (для автомобилей с 2004 г.в.).
- Расширенные функции (зависят от программного обеспечения).
- Версия прошивки микроконтроллера ELM: 1.4.

Список контролируемых автосканером параметров узлов: аккумулятор, антиблокировочная система тормозов, аудиосистема, газоразрядная лампа, генератор, гидроусилитель руля, датчик угла поворота рулевого колеса, двери, двигатель, зеркала, иммобилайзер, климат-контроль, колеса, кондиционер, круиз-контроль, кузов, GPS-навигация, парктроник, пневматическая подвеска, подушки безопасности, приборная панель, радио, ручной тормоз, салон, сидения, телевизор, тормозная система, трансмиссия, тяги, центральный замок.

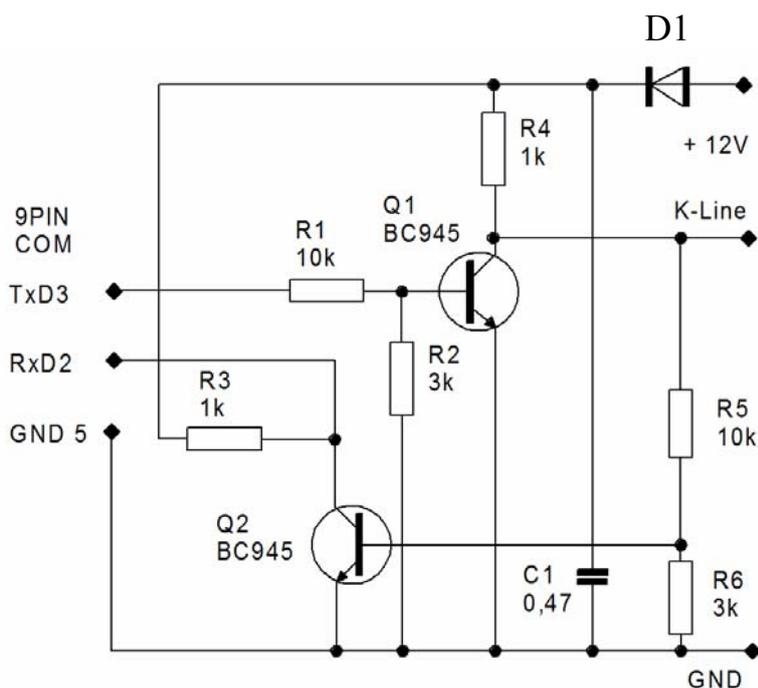


Рис. 2.1. Принципиальная схема адаптера:

R1-R6 – сопротивления; C1 – конденсатор; Q1, Q2 – транзисторы; D1 – диод

Алгоритм (рис. 2.2) функционирования встроенной системы диагностирования следующий:

- Производятся опрос клавиатуры и, в случае необходимости, модификация выбранного режима работы.

- Формируется запрос на ЭБУ, соответствующий заданному режиму работы. Виды запросов весьма многообразны, однако их содержание (за небольшим исключением, например содержание запросов на изменение состояния исполнительных механизмов) постоянно.

- Ожидается ответ от ЭБУ, и осуществляется прием данных при его получении. По истечении времени ожидания или при завершении приема данных производится анализ сложившейся ситуации и в соответствии с ней возможна модификация заданного режима работы. При необходимости обновляется информация на индикаторе с преобразованием полученных из ЭБУ данных. Информация для пользователя должна выводиться в удобной форме, т.е. в виде развернутых буквенно-цифровых сообщений и подсказок, что требует применения знаковосинтезирующего индикатора. Объем информации для отображения в развернутом виде очень большой, что влечет за собой увеличение памяти для ее хранения. Полученные из ЭБУ данные в некоторых случаях должны быть пересчитаны по несложной формуле (точность вычислений при этом может быть невелика) и преобразованы из двоичной формы в символьный формат.

- Делается пауза, т.к. согласно протоколу запросы на ЭБУ должны выдаваться не раньше 100 мс по окончании предыдущего сеанса обмена, и все повторяется сначала.

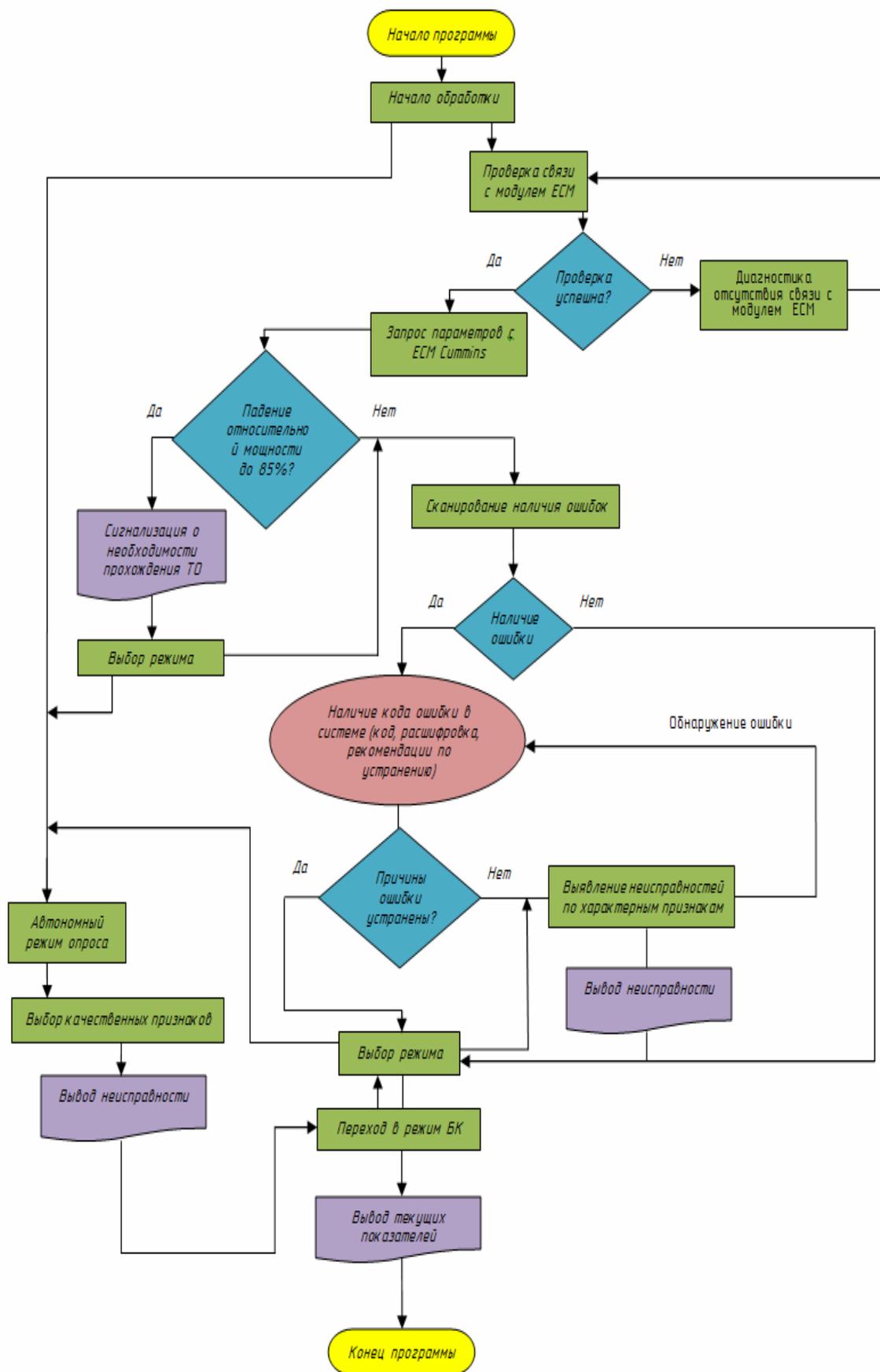


Рис. 2.2. Алгоритм работы встроенной системы диагностирования дизельного двигателя

В режиме отображения кодов неисправностей БК в цикле считывает из блока управления коды неисправностей и отображает на дисплее их число. Если кодов неисправностей нет, то доступна только кнопка "Меню" (рис. 2.3), при нажатии на которую происходит выход из режима отображения кодов неисправностей. Если коды неисправностей есть, то для их просмотра необходимо нажать кнопки "Ввод", "Влево <" или "Вправо >", "Вверх Δ" или "Вниз ∇". Прокликивание считанных кодов неисправностей осуществляется кнопками "Влево <" и "Вправо >", "Вверх Δ" или "Вниз ∇". Для выхода из режима отображения кодов неисправностей без их очистки необходимо нажать кнопку "Меню". Для стирания кодов неисправностей следует нажать кнопку "Меню" и удерживать ее не менее 1,5 секунд. В этом случае "БК" сотрет коды неисправностей в ЭБУ и вновь считывает их (после стирания должно быть считано 0 неисправностей). Коды неисправностей отображаются по стандарту SAE J2012.

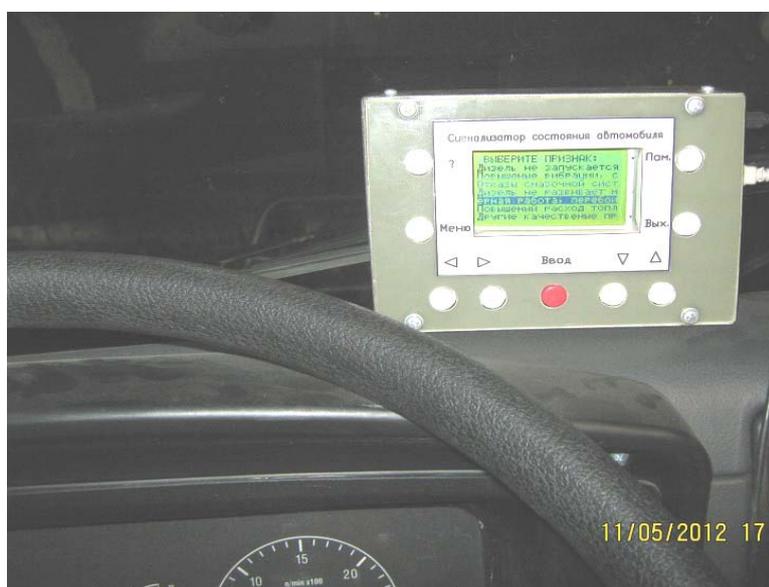


Рис. 2.3. Встроенная система диагностирования автомобиля

Прокликивание исполнительных механизмов осуществляется кнопками "Влево" и "Вправо". При этом для каждого механизма отображается его текущее состояние. Для перехода к управлению текущим исполнительным механизмом необходимо нажать кнопку "Ввод". После этого возможно изменить состояние исполнительного механизма однократным нажатием или нажатием и удержанием кнопок "Влево <" и "Вправо >", "Вверх Δ" или "Вниз ∇". Изменение состояния исполнительного механизма индицируется символом '*' в первой позиции дисплея. Для возврата управления исполнительным механизмом ЭБУ следует вновь нажать кнопку "Ввод".

Для перехода в режим выдачи информации о БК необходимо выключить зажигание, нажать кнопку "Меню" и включить зажигание (удерживая ее нажатой).

В этом режиме можно просмотреть информацию о версии прибора и его авторах. С точки зрения построения программы, учитывая большой объем текстовых сообщений, все их желательно вынести за пределы внутреннего сравнительно небольшого постоянного запоминающего устройства (ПЗУ) микроконтроллера. Так как между обновлениями информации существует большая пауза (не менее 100 мс), а количество одновременно отображаемых символов невелико, то эти данные могут быть размещены во внешнем ПЗУ с последовательной выборкой и извлекаться оттуда по мере необходимости. Развивая эту идею, можно вынести во внешнее ПЗУ сами запросы, описание формул для пересчета различных параметров, весь сценарий работы с меню, а также режим опроса, который существенно повышает функциональные возможности прибора, позволяет выявить абсолютное большинство возможных неисправностей автомобиля.

Из режима БК или при запуске системы выбирается режим автономного опроса (см. рис. 2.3) к поиску неисправностей путём опроса водителя автомобиля, который выбирает из предложенных вариантов неправильной работы двигателя или автомобиля наиболее характерные признаки, которые он заметил на своём автомобиле. Последовательность опроса диагноста по этим вопросам зависит от частоты появления признаков и составляется на основании статистических данных, собранных в условиях эксплуатации. На основании полученной информации определяются вероятные гипотезы – элементы двигателя, подозреваемые на отказ.

После завершения этапа выбора качественных признаков в системе происходит просмотр базы данных и формирование рабочего набора предполагаемых неисправностей, обеспечивающих решение задачи поиска неисправностей.

После определения качественного признака следует определить причину неисправности. Система в диалоге проводит опрос пользователя о том, какая наработка двигателя, какие ремонтно-обслуживающие работы проводились в последнее время, как он заметил появление качественного признака, какие работы выполнял, какие ещё сопутствующие качественные признаки проявляются при этом. На данном этапе поиска определяющим при последовательности задания вопросов является логическая целесообразность того или иного вопроса. На данном этапе взаимодействие пользователя с системой происходит посредством последовательного предъявления пользователю вопросов от системы и осуществления выбора им вариантов ответа в меню различных типов.

По результатам опроса уточняются вероятности рассматриваемых гипотез. В ряде случаев, основываясь только на результатах ответов на опросные вопросы, можно принять диагностическое решение.

Далее система предлагает диагносту в оптимальной последовательности провести диагностические проверки по качественным признакам и с

использованием инструментальных средств диагностирования. Номенклатура диагностических средств, применяемых при поиске, легко изменяется в соответствии с имеющимися у пользователя.

После обнаружения неисправности система предлагает пользователю решить вопрос о продолжении поиска. Если обнаруженная неисправность оказалась ошибочной или после восстановления неисправности работа двигателя не нормализовалась, рекомендуется продолжить поиск.

Предлагаемая встроенная система диагностирования предназначена для использования водителем автомобиля или механиком автотранспортного предприятия и выдачи данных на БК или ЭВМ о работе и техническом состоянии автомобилей. Обеспечивается практически непрерывным контролем всех ответственных узлов по функциональным параметрам и обобщенным показателям работоспособности важнейших агрегатов. Позволяет выявлять предотказные состояния узлов, определяющих наибольшую частоту обращений в ремонтную зону автотранспортного предприятия или на станцию технического обслуживания, а также снижение функциональных качеств, представляющих угрозу для безопасности движения: в частности контроль топливной экономичности, состояние аккумуляторной батареи, неравномерность действия тормозов и др.

Значительная доля парка эксплуатируется без диагностирования, нередко в отрыве от автотранспортного предприятия и станций технического обслуживания, в мелких ведомственных и личных плохо оснащенных гаражах; поэтому микропроцессорным встроенным средствам отводится задача контроля технического состояния агрегатов, узлов, систем и автомобиля в целом. В результате формируются рекомендации по продолжению работы автомобиля на линии либо постановки его на техническое обслуживание и текущий ремонт или выполнение мелкого ремонта самим водителем в пределах ежедневного обслуживания.

2.1.1. Структура и описание работы программы по диагностированию технического состояния дизеля

Для оперативного ежедневного контроля за состоянием подвижного состава автотранспортного предприятия предлагается внедрить диагностический прибор, работа которого основана на фиксации и анализе показателей автомобиля при использовании диагностирования.

Программа прибора включает блоки формирования баз данных по результатам диагностирования (рис. 2.4) и сведениям о работе двигателя со слов водителя. Подготовленные данные обрабатываются с помощью расчётно-анализирующего блока. Блок индикации позволяет вывести результаты расчета и анализа на экран прибора, расположенного в кабине автомобиля. Данная информация является основанием для своевременного

принятия решений по проведению технического обслуживания двигателя автомобиля.

Первая часть программы – аналитическая, определяет наличие и вид неисправностей в топливной системе дизеля (ТНВД и форсунки), вторая часть – опросная, рассчитана на остальные системы двигателя.

Алгоритм программы выглядит следующим образом (рис. 2.5).

При запуске программа начинает работу с проверки наличия контакта с датчиком давления. Если контакт не установлен, то на экран прибора в кабине водителя выводится надпись «Ошибка! Датчик недоступен». В этом случае программа прекращает свою работу.

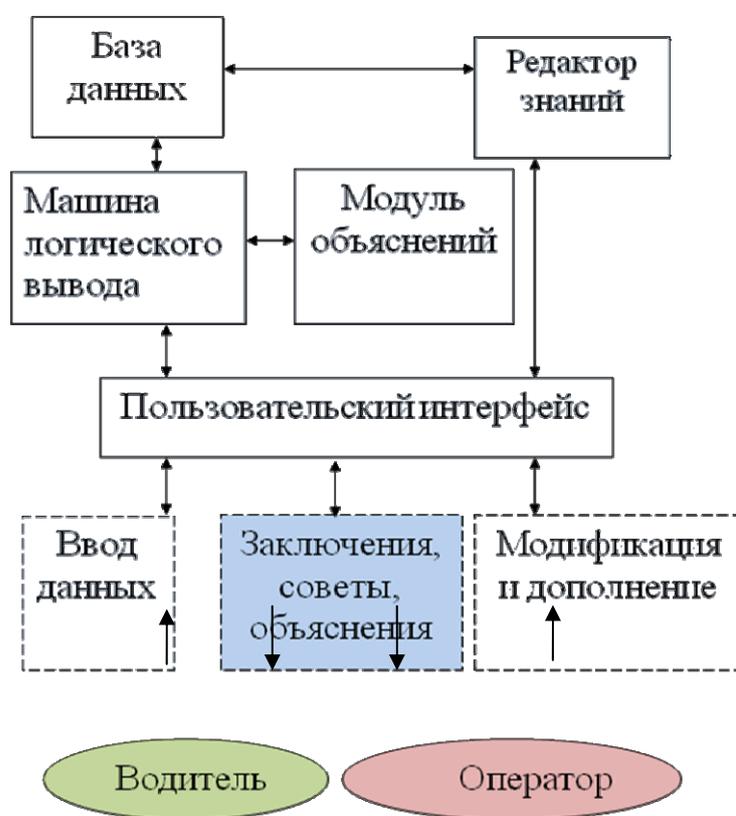


Рис. 2.4. Логическая схема программы

Если контакт с датчиком установлен, то в программу водителем вводятся начальные данные. Затем программа по показаниям датчика строит график и при наличии неисправностей выводит их на экран в текстовом режиме. Далее система переходит к опросной части. Водителю предлагается выбор – закончить программу сейчас или продолжить поиск неисправностей в других системах двигателя. При продолжении программа использует метод «логический поиск с последовательным исключением». Водителю надлежит выбрать качественные признаки неправильной работы двигателя. Затем в конце процесса на экран выводится неисправность.

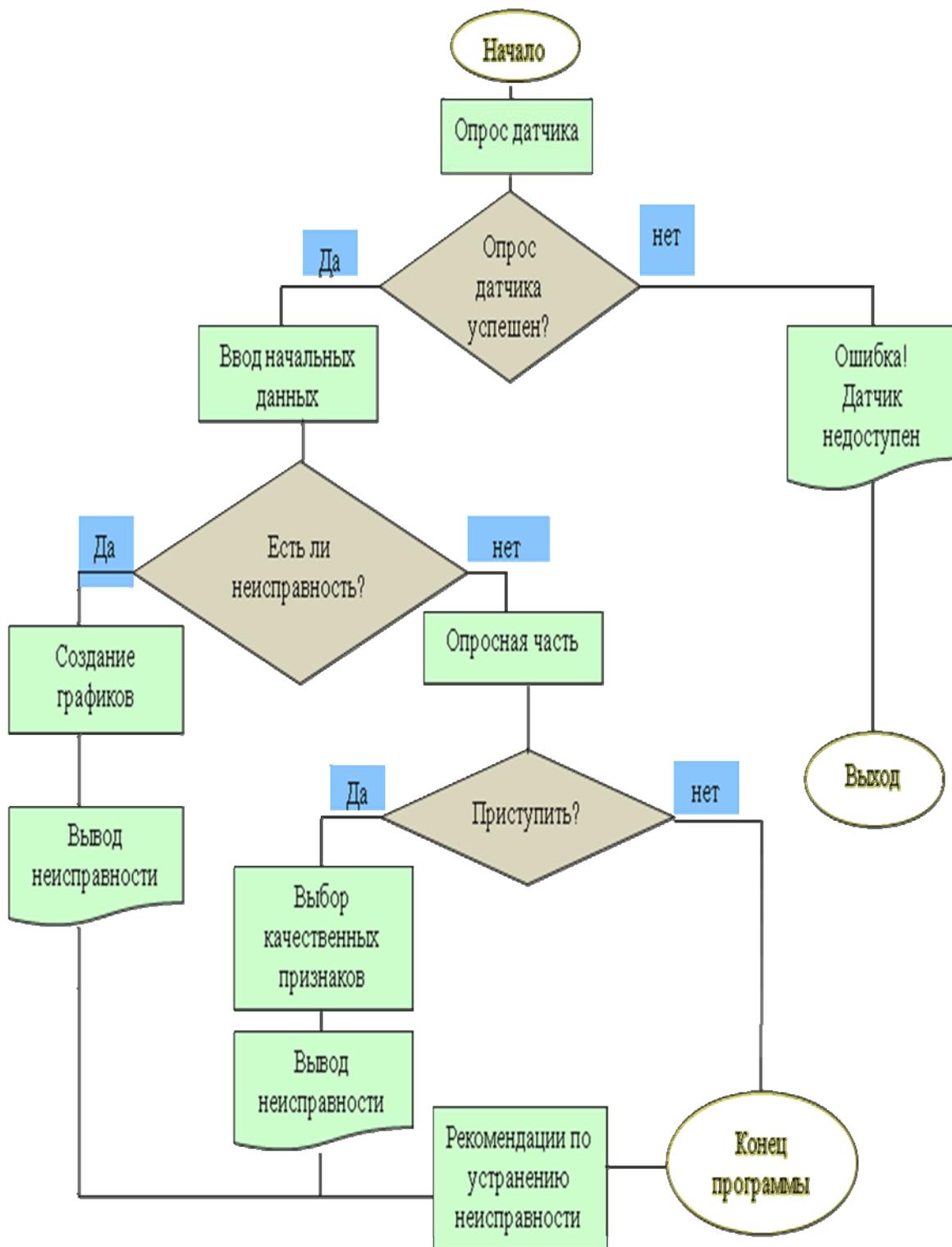


Рис. 2.5. Алгоритм работы системы диагностирования

Программа считывает значения с накладного датчика давления топлива, установленного на топливопровод высокого давления.

Считанные значения автоматически записываются в базу данных программы, затем на основании этих данных строятся графики давления топ-

лива. По давлению топлива в контрольных точках определяются наличие неисправности и её вид.

Изменение давления анализируется следующим образом (рис. 2.6).

В точке 1 начинается повышение давления в результате движения плунжера насоса, в точке 2 срабатывает нагнетательный клапан, и при малой скорости движения плунжера рост давления на некоторое время замедляется. В точке 3 поднимается игла форсунки. При этом давление падает, поскольку высвободившийся объем не успевает заполниться топливом, а затем снова повышается до определённой величины.

Точка 4 на большой частоте вращения коленчатого вала двигателя может характеризовать максимальное давление процесса впрыска. Однако для нормального процесса в режиме холостого хода это давление обычно фиксируется по характерному пику точки 3. В точке 5 происходит "посадка" иглы форсунки и впрыскивание заканчивается, после чего происходит "посадка" в седло нагнетательного клапана плунжера. Импульсы остаточного давления (6) появляются в результате недостаточной герметичности нагнетательного клапана. Величина сигнала S_1 определяет затяжку пружины форсунки и статическое давление начала впрыска. Перепад давления ΔP характеризует подвижность иглы форсунки. Путем интегрирования на периоде впрыска $t_{впр}$ можно оценить цикловую подачу топлива. Время задержки впрыска S_2 характеризует зазор в плунжерной паре, вызывающий утечку топлива между гильзой и плунжером.

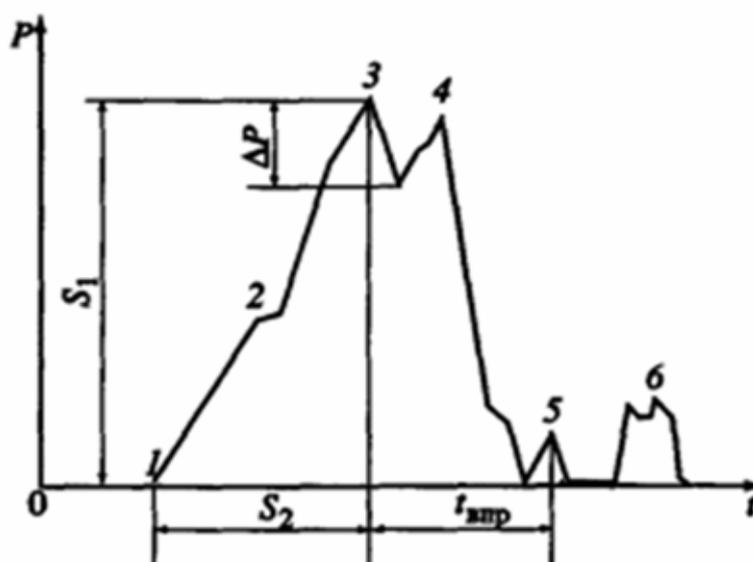


Рис. 2.6. Характерные точки на графике давления топлива

При разработке программы учитывались данные по давлению топлива с двух типов дизельных двигателей – ЯМЗ и КАМАЗ. Показания давления снимались с двигателей на двух режимах работы – холостой ход и нагрузочный режим. Графики с показателями нормальной работы дизелей ЯМЗ показаны на рис. 2.7 и 2.8.

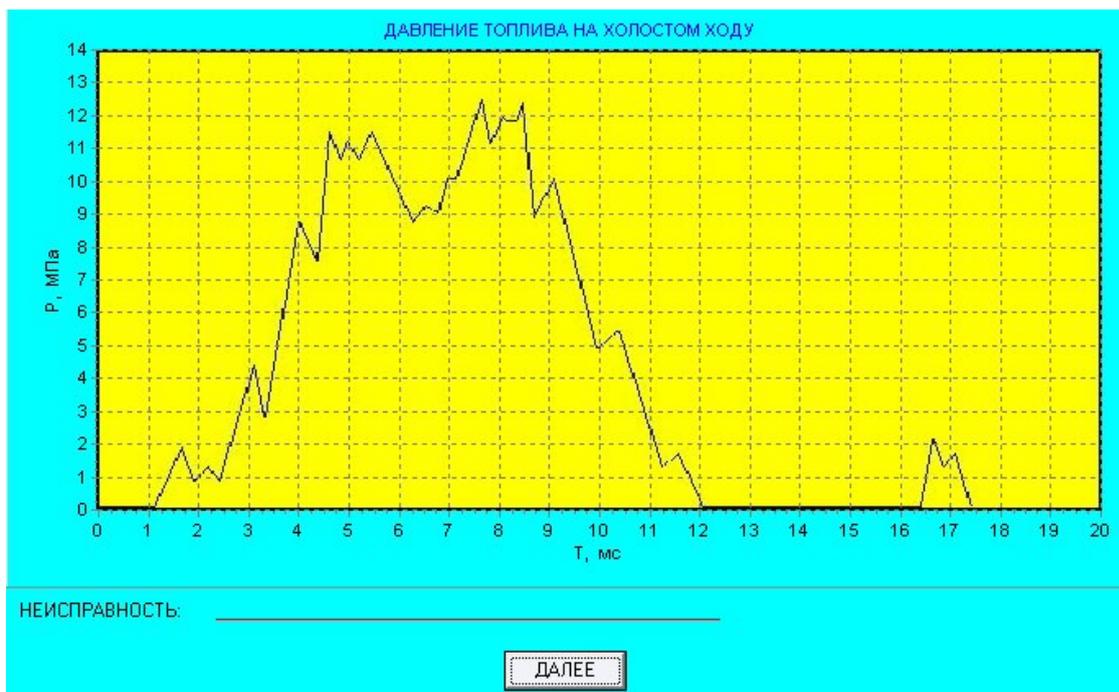


Рис. 2.7 График давления при нормальной работе ЯМЗ (холостой ход)

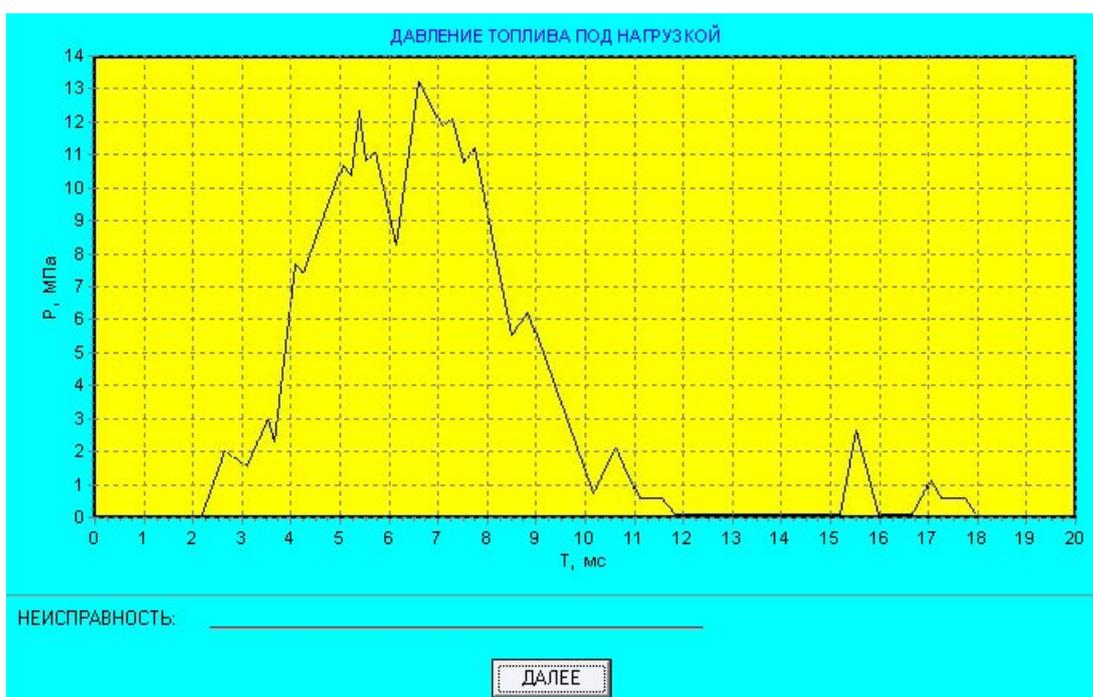


Рис. 2.8 График давления при нормальной работе ЯМЗ (под нагрузкой)

В этой программе представлены характерные неисправности ТНВД и форсунок на холостом ходу и под нагрузкой.

Для наглядности наличия неисправности на графиках изначально присутствуют графики нормальной работы элементов топливной системы дизеля (рис. 2.9).

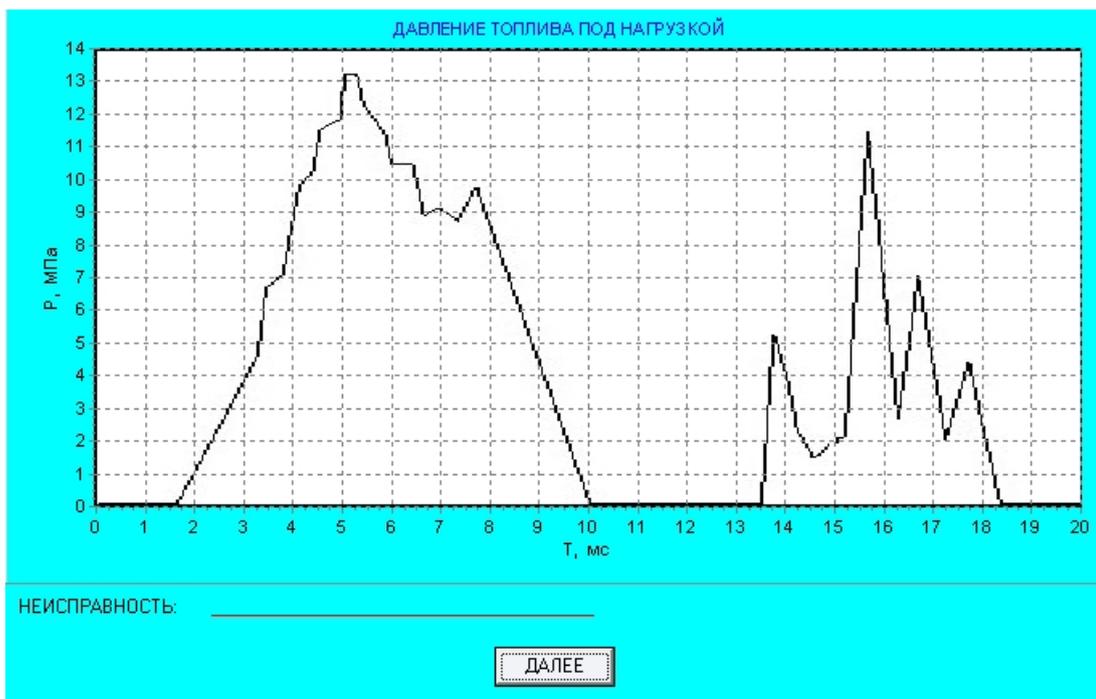


Рис. 2.9. Диагностика топливной системы на холостом ходу

Следующий этап – диагностика дизеля под нагрузкой (рис. 2.10). Здесь также для наглядности наличия неисправности на графиках изначально присутствуют графики нормальной работы элементов топливной системы дизеля под нагрузкой.

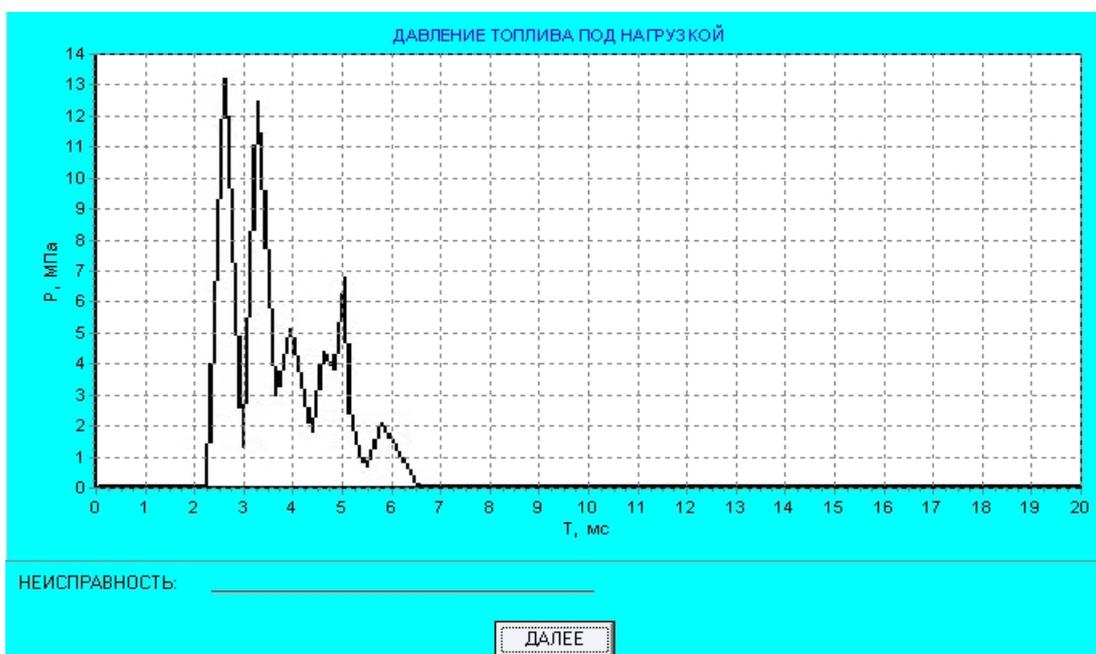


Рис. 2.10. Диагностика топливной системы под нагрузкой

Под графиками в случае выявления неисправности появляется надпись, характеризующая эту неисправность, например «нарушение подвижности иглы распылителя». Если неисправностей не выявлено, появится надпись

«неисправностей не обнаружено». На рис. 2.11–2.22 представлен вид рабочего окна программы при наличии в топливной системе двигателя наиболее характерных неисправностей.

Неисправности холостого хода

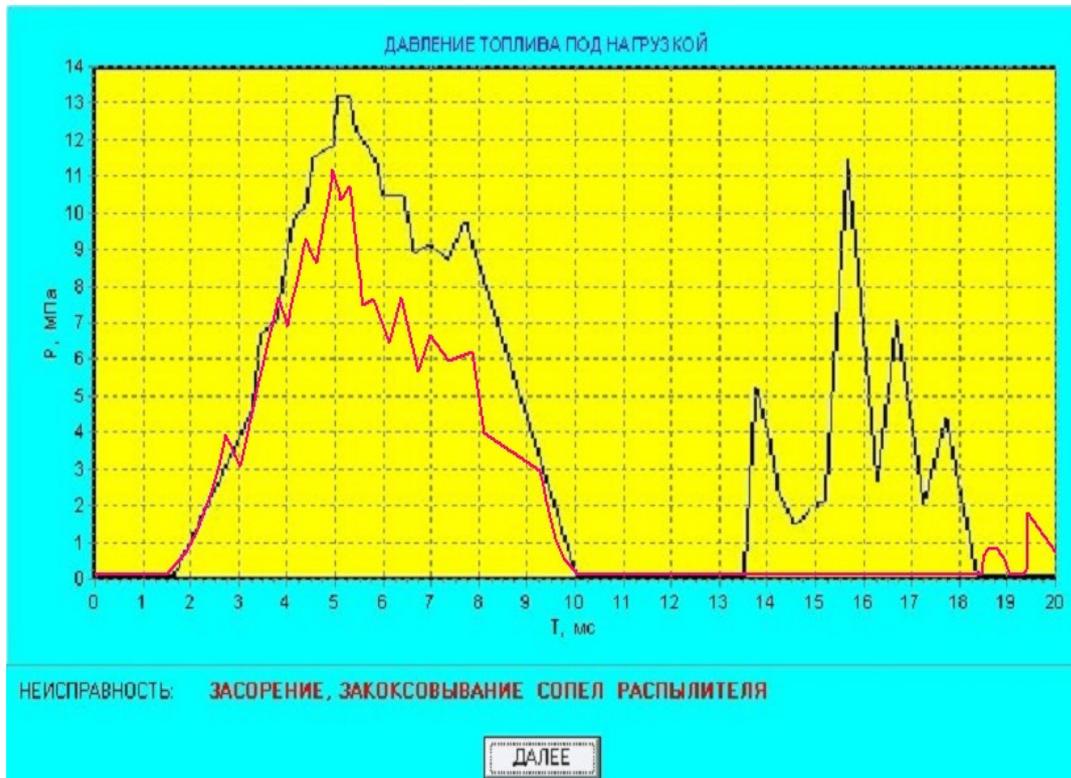


Рис. 2.11. Засорение, закоксовывание сопел распылителя форсунки

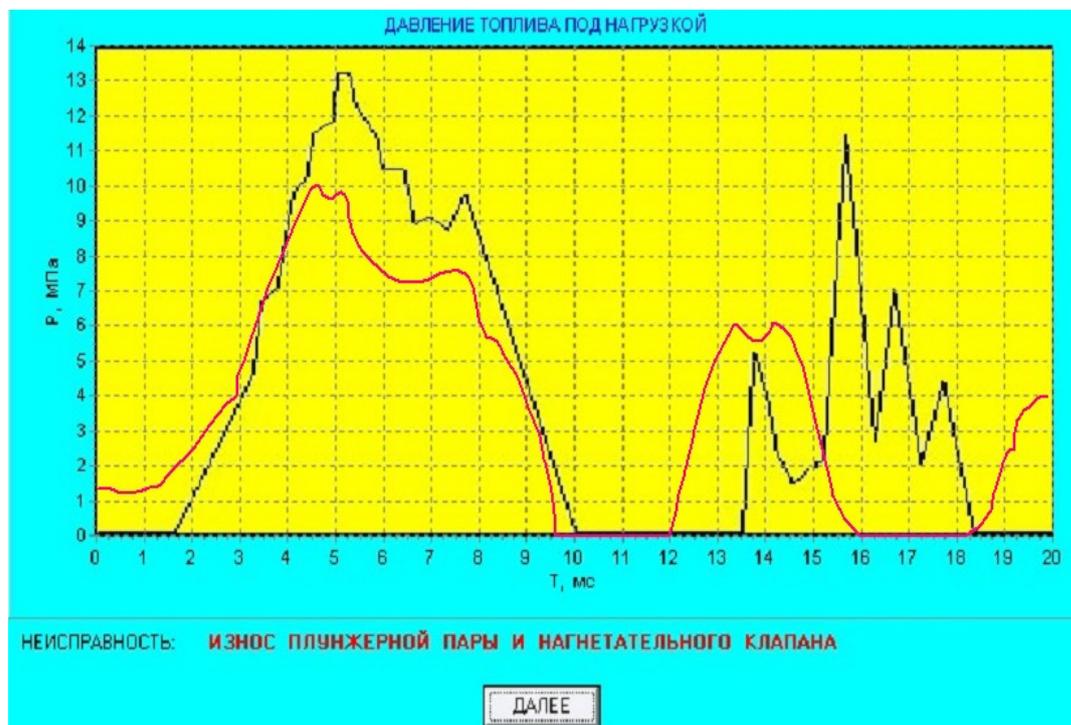


Рис. 2.12. Износ плунжерной пары и нагнетательного клапана

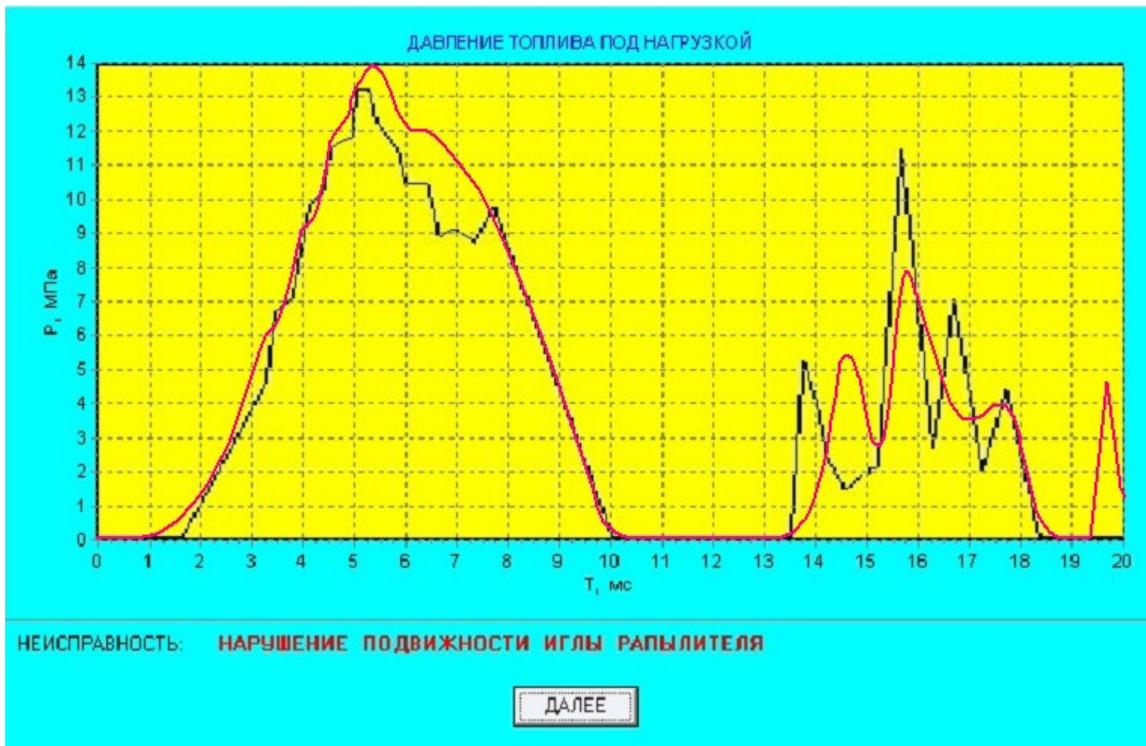


Рис. 2.13. Нарушение подвижности иглы распылителя

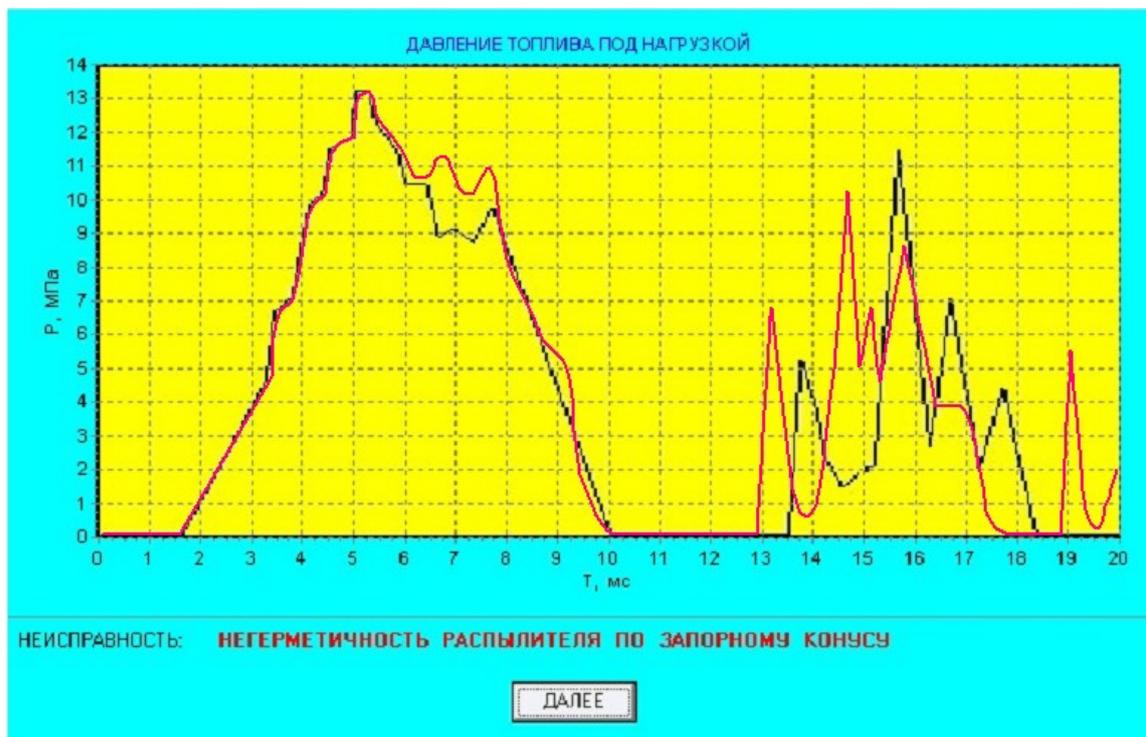


Рис. 2.14. Негерметичность распылителя по запорному контуру

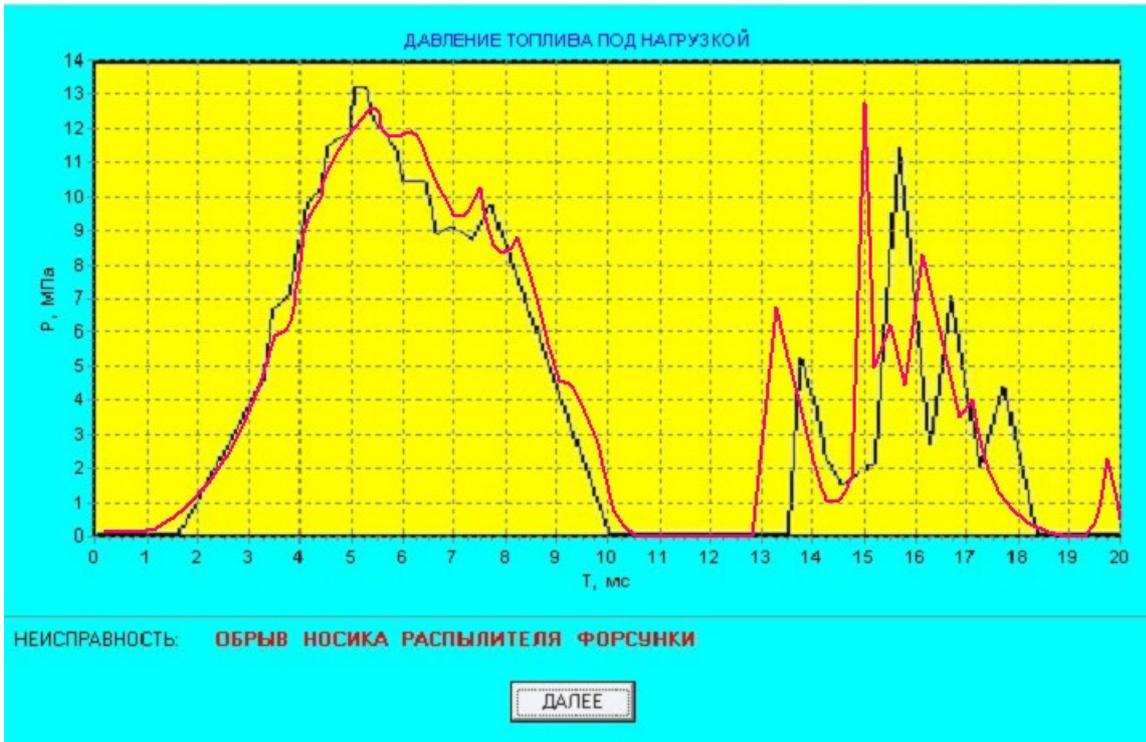


Рис. 2.15. Обрыв носика распылителя форсунки

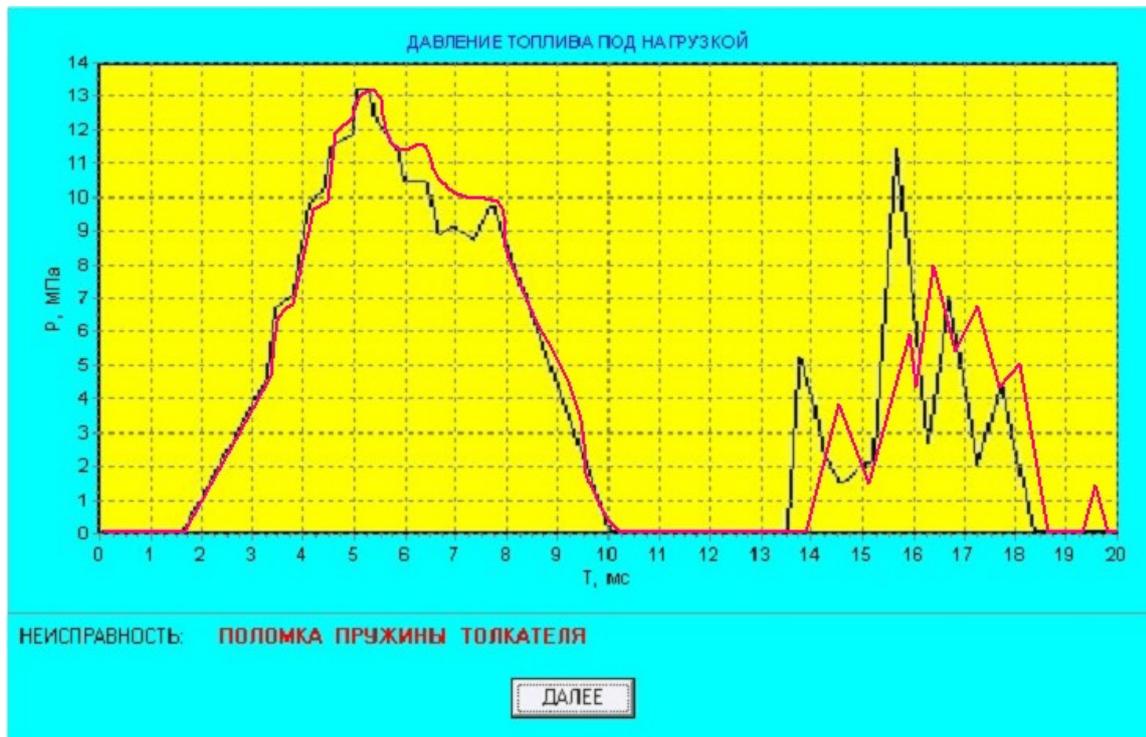


Рис. 2.16. Поломка пружины толкателя

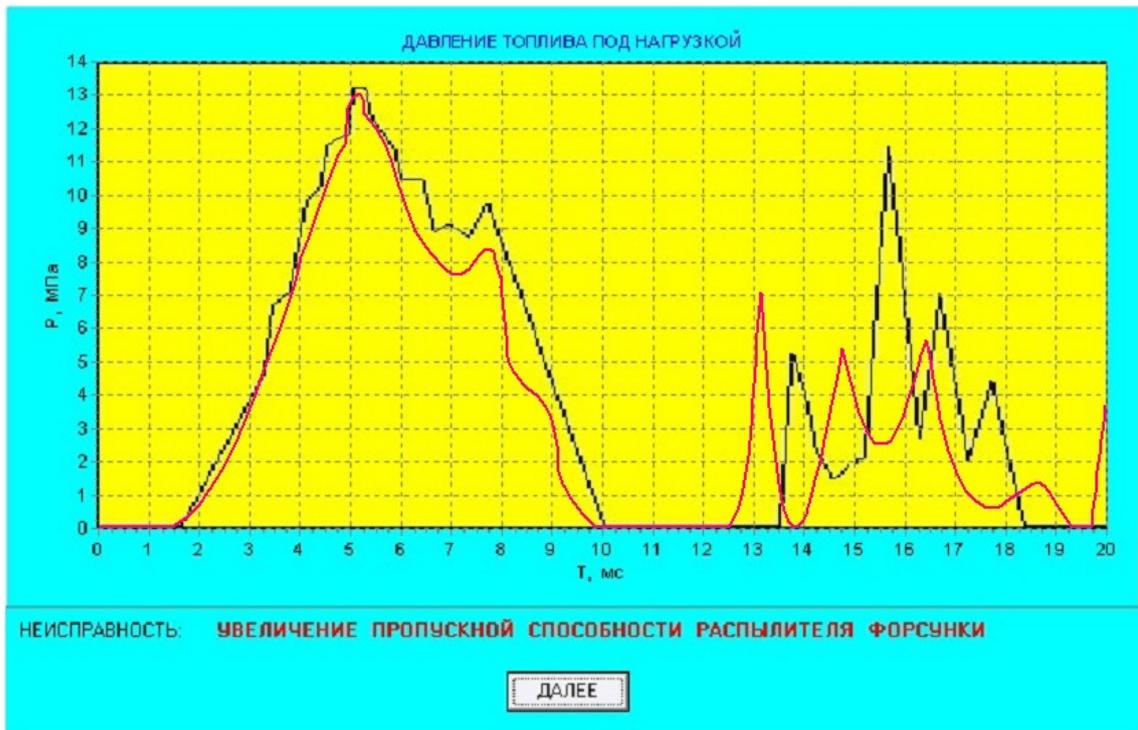


Рис. 2.17. Увеличение пропускной способности распылителя

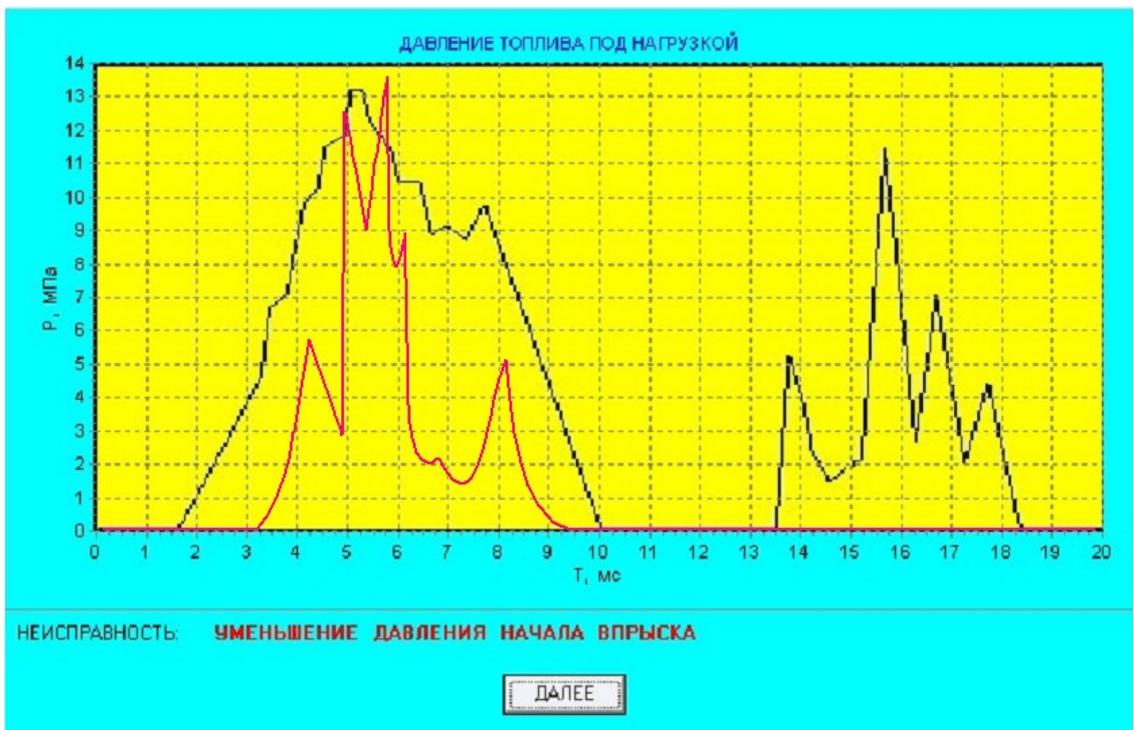


Рис. 2.18. Уменьшение давления начала впрыска

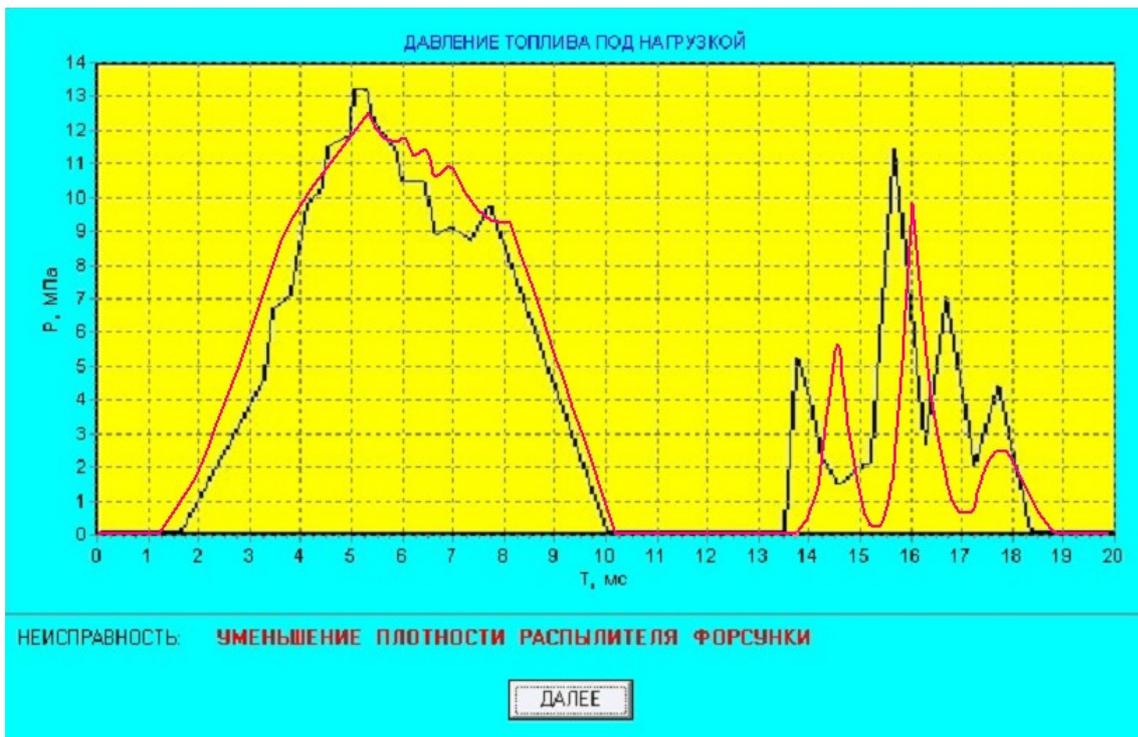


Рис. 2.19. Уменьшение плотности распылителя форсунки

Неисправности нагрузочного режима

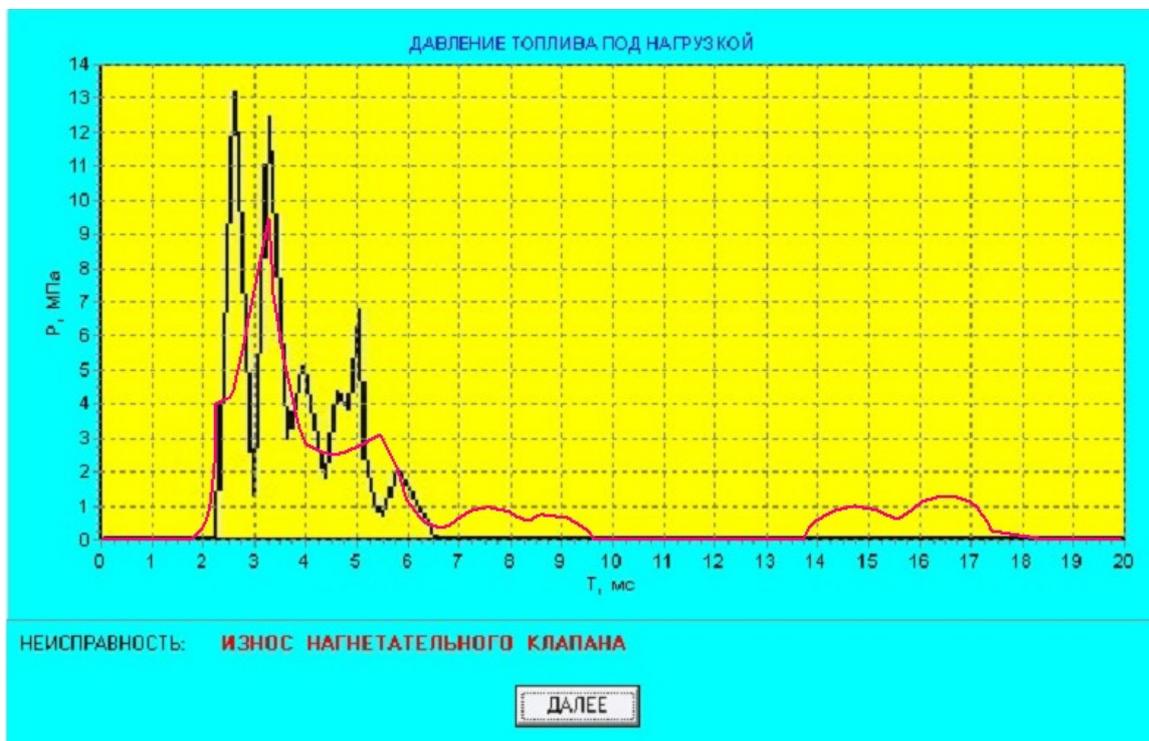


Рис. 2.20. Износ нагнетательного клапана

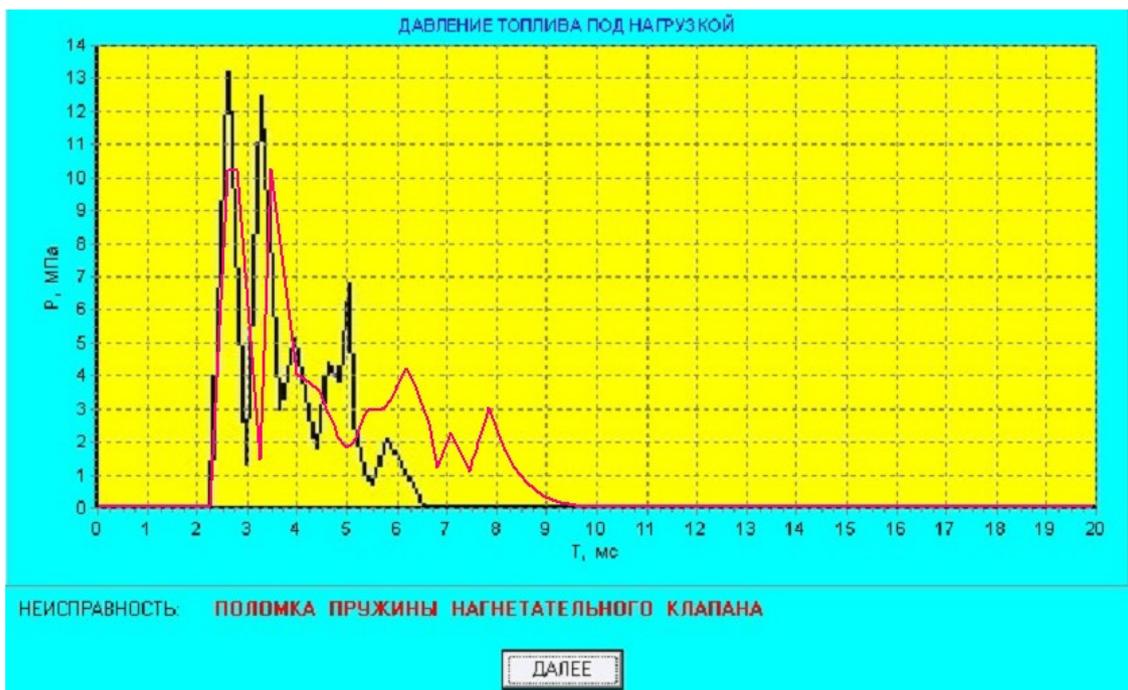


Рис. 2.21. Поломка пружины нагнетательного клапана

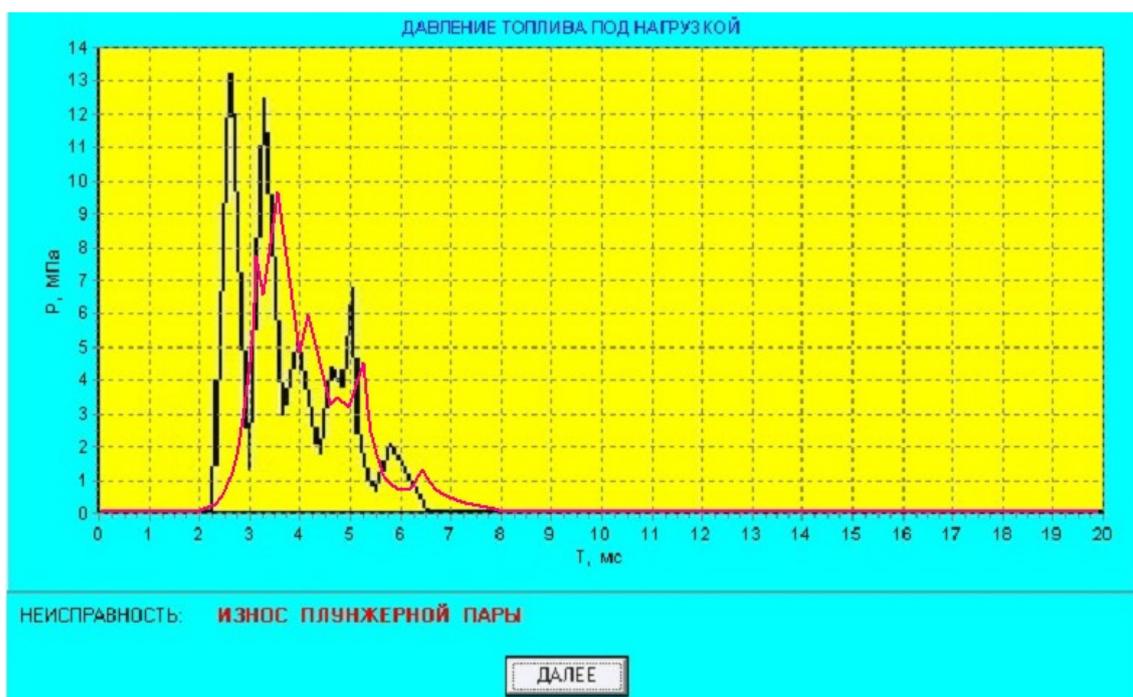


Рис. 2.22. Износ плунжерной пары

Вывод на дисплей прибора двух кривых – базовой и рабочей; при совпадении кривых диагностируемый элемент двигателя считается исправным, в противном случае – неисправным. Кроме того, при отклонении давления топлива до предельного значения выводится надпись о неисправности. Такой способ эффективен и информативен. Это приводит к снижению затрат времени на диагностирование.

Необходима предварительная подготовка, которая должна проходить в условиях, приближенных к производственным, т.е. на экране компьютера должно воспроизводиться возможное изменение давления в топливной системе, соответствующее заданной неисправности, а диагност должен правильно его идентифицировать.

С этой целью предлагается ввести модуль, воспроизводящий осциллограммы давления при различных неисправностях элементов системы питания, на основе чего создается база данных с осциллограммами давления при различных неисправностях топливной системы.

Так как описать осциллограммы аналитическими зависимостями не представляется возможным, то при создании базы осциллограмм использован метод оцифровки уже существующих осциллограмм, которая производилась с помощью программы Graph2Digit2. Оцифровка выполнялась по цвету линии графика (цвет линии – синий), который был предварительно подготовлен (рис. 2.23). Далее были заданы пределы и шаги оцифровки по координатным осям. Поскольку весь процесс изменения давления при впрыске топлива проходил за 20 мс, предел по абсциссе был принят равным 200. Шаг в нашем случае равен 1, что в переводе в мс составило 0,1 мс. Такие параметры позволили наиболее точно оцифровать исходный график и получить базу данных по данной зависимости, которая была трансформирована в файл системы управления базами данных Paradox.

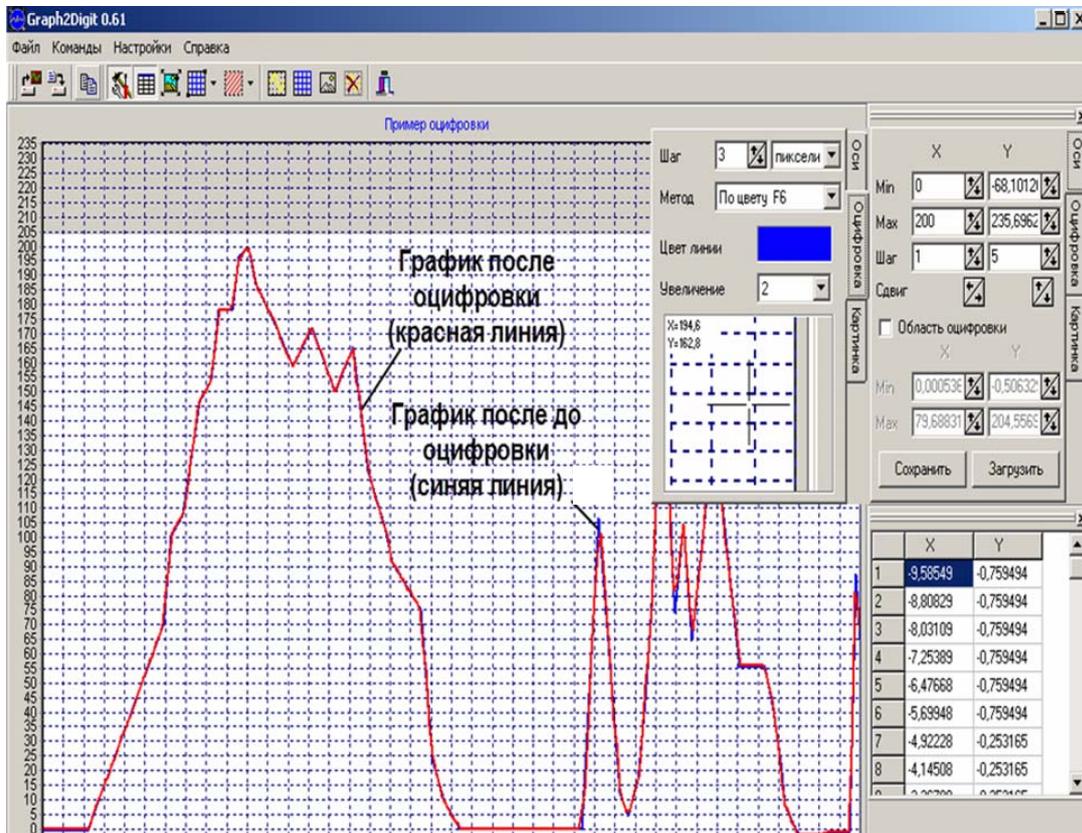


Рис.2.23. Оцифровка графика давления топлива

Для выхода в режим диагностирования системы питания предлагается запустить двигатель и нажать кнопку F4 «Осциллограмма». На экране появятся осциллограмма синего цвета 1 (рис. 2.24), характеризующая пульсацию давления в топливной системе диагностируемого двигателя, и осциллограмма зеленого цвета 2, характеризующая изменение давления топлива при отсутствии неисправностей (контрольная осциллограмма). Сопоставляя эти осциллограммы, программа по допустимому значению может найти совпадающие осциллограммы синего цвета 1 (осциллограмма диагностируемого двигателя) и красного цвета 3 (осциллограмма из базы данных, соответствующая известной неисправности), т.е. определить неисправность топливной системы дизеля.



Рис. 2.24. Окно с осциллограммами

Добавив функцию вызова осциллограмм давления топлива с возможными неисправностями во время диагностирования двигателя, можно обеспечить сравнение реальной и базовой осциллограмм. Это позволит упростить процесс выявления отказов.

При запуске программы оператор выбирает дату проведения диагностирования, наработку дизеля, категорию условий эксплуатации и климатические условия эксплуатации автомобиля. Затем осуществляется переход непосредственно к диагностированию топливной системы двигателя на

холостых оборотах. Для наглядности наличия неисправности на графиках изначально присутствуют графики нормальной работы элементов топливной системы дизеля. После чего выполняется переход к диагностированию топливной системы двигателя на холостых оборотах. Для наглядности наличия неисправности на диаграммах введены графики нормальной работы элементов топливной системы дизельного двигателя.

Следующий этап – диагностирование дизельного двигателя под нагрузкой. Здесь также для наглядности наличия неисправности на графиках присутствуют кривые нормальной работы элементов топливной системы дизельного двигателя под нагрузкой. Под графиками в случае выявления неисправности появляется надпись, характеризующая эту неисправность, например «нарушение подвижности иглы распылителя». Если неисправностей не выявлено, появится надпись «неисправностей не обнаружено».

Если неисправностей в топливной системе не выявлено, то система переходит к поиску неисправностей путём опроса водителя автомобиля, который выбирает из предложенных вариантов неправильной работы двигателя наиболее характерные признаки, которые он заметил на своём автомобиле. Опросная система имеет древовидную структуру. Последовательность опроса по этим вопросам зависит от частоты появления признаков и составляется на основании статистических данных, собранных в условиях эксплуатации. После получения информации на этом этапе определяются вероятные гипотезы – элементы двигателя, подозреваемые на отказ.

После завершения этапа выбора качественных признаков в системе происходит просмотр базы данных и формирование рабочего набора предполагаемых неисправностей, обеспечивающих решение задачи поиска неисправностей.

Для уточнения процесса поиска неисправностей система в диалоговом режиме проводит опрос пользователя о том, какова наработка двигателя, какие ремонтно-обслуживающие работы проводились в последнее время, как были замечены проявления качественного признака, какие работы выполнялись, какие ещё сопутствующие качественные признаки проявляются при этом. Определяющим при последовательности задания вопросов является логическая целесообразность того или иного вопроса. Взаимодействие с системой происходит посредством последовательного предъявления пользователю вопросов (рис. 2.25, 2.26) от системы и выбора им вариантов ответа в меню различных типов.

Для перемещения по меню используются "стрелки", выбор позиций осуществляется нажатием клавиши "Space". Для перехода к следующему меню в древовидной структуре нажимаем клавишу "ДАЛЕЕ".

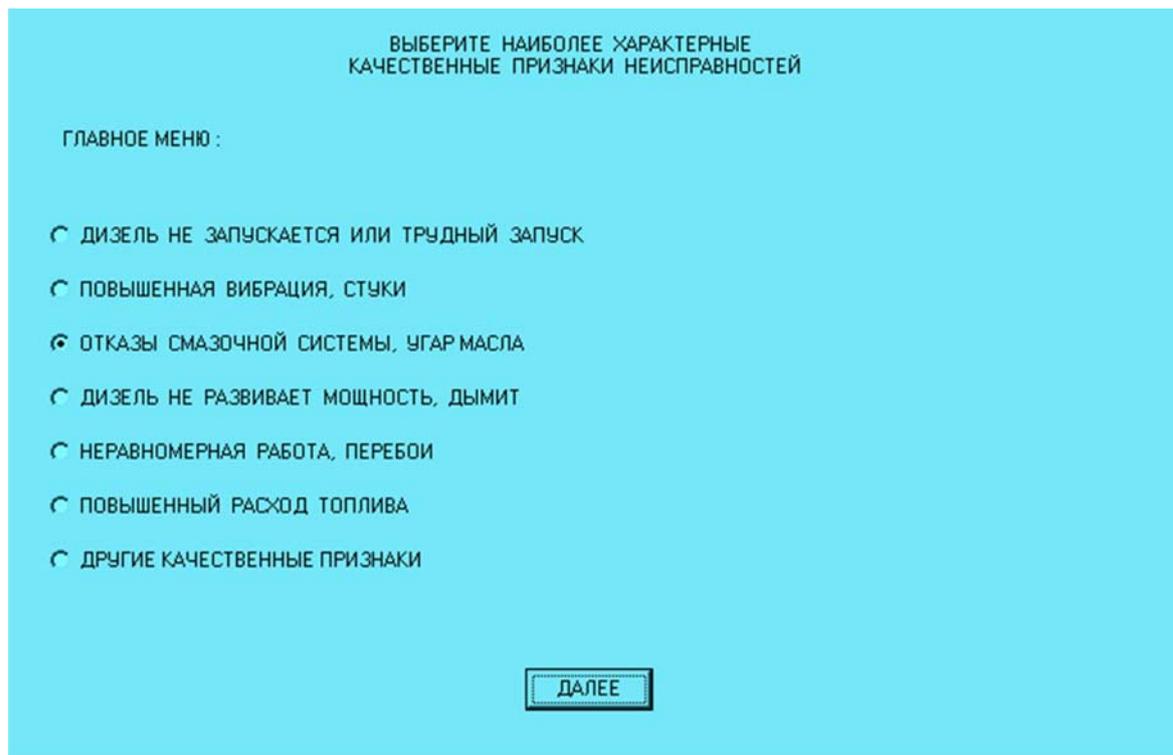


Рис. 2.25. Главное меню

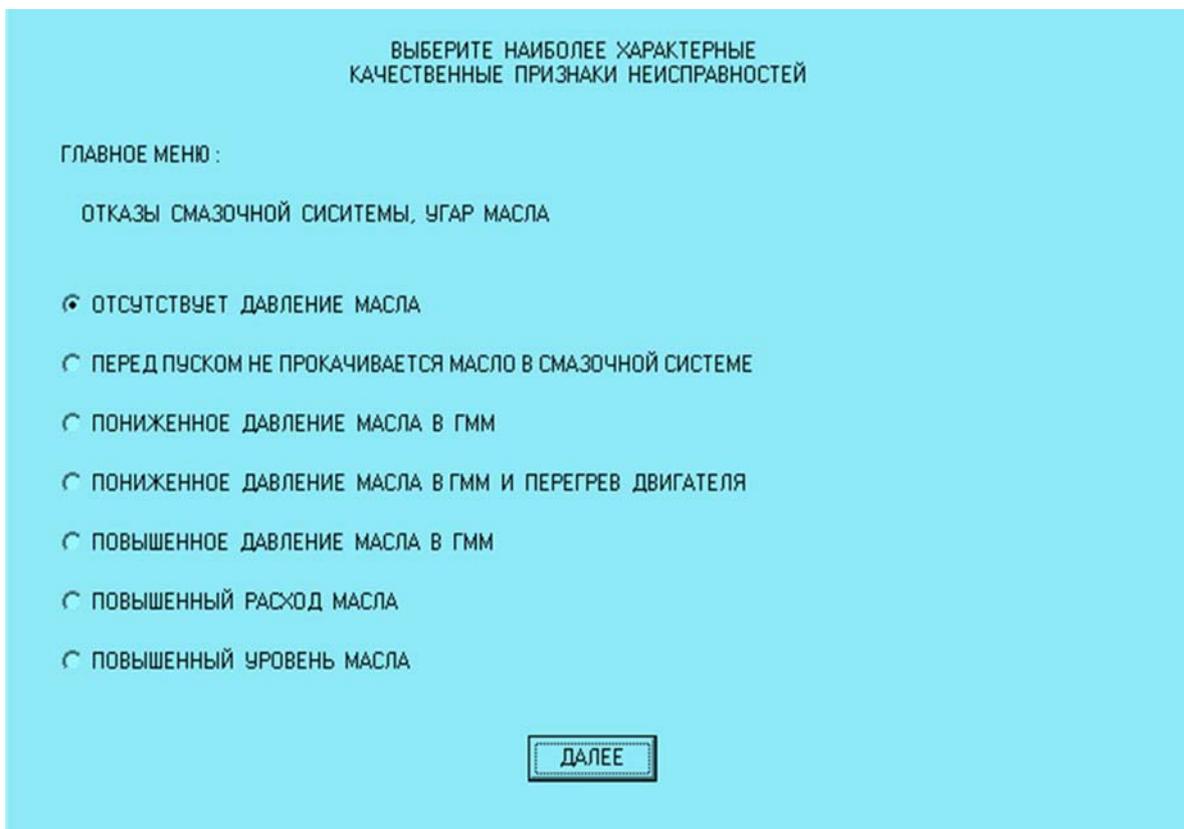


Рис. 2.26. Выбор нужного признака

По результатам опроса уточняются вероятности рассматриваемых гипотез. В ряде случаев, основываясь только на результатах ответов на опросные вопросы, можно принять диагностическое решение. Диагностическая система обладает знаниями о типичных ситуациях, соответствующих наличию наиболее часто встречающихся неисправностей. В ходе опроса система анализирует полученную информацию, формирует гипотезы о неисправностях и предлагает в оптимальной последовательности провести диагностические проверки по качественным признакам с использованием инструментальных средств диагностирования. Номенклатура диагностических средств, применяемых при поиске, легко изменяется в соответствии с имеющимися у пользователя.

Взаимодействие с системой происходит посредством последовательного предъявления заданий на проведение диагностических проверок. При этом доступна инструкция о технологии проведения проверки. Работа системы заканчивается определением наиболее вероятной неисправности двигателя.

2.1.2. Макетный образец встроенной системы диагностирования автомобильных дизелей

Разработанное оборудование, программное обеспечение и алгоритмы диагностирования дизеля – составные части системы встроенного диагностирования двигателя, именно системы, поскольку она включает в себя целый комплекс модулей и блоков и производит диагностирование не отдельного узла или системы, а всех основных систем дизеля.

Разработанный макетный образец состоит из трех основных блоков: датчиков; интерфейса; программного обеспечения. Структурная схема такого прибора представлена на рис. 2.27. В таком же исполнении прибор может устанавливаться на автомобиль и являться системой бортовой диагностики транспортного дизеля.

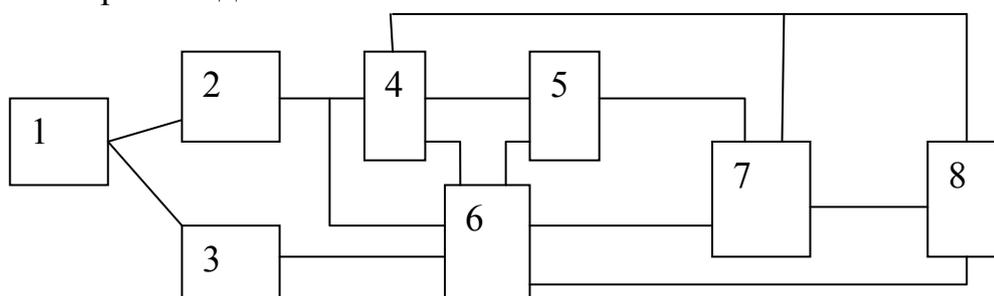


Рис. 2.27. Устройство для диагностирования дизеля:

- 1 – датчик давления топлива; 2 – формирователь сигнала частоты вращения коленчатого вала; 3 – формирователь сигнала датчика момента впрыска топлива;
- 4 – блок вычисления угловой скорости; 5 – блок вычисления углового ускорения; 6 – блок управления; 7 – арифметическое логическое устройство;
- 8 – блок индикации

Устройство работает следующим образом. Импульсы от датчика 1 с периодичностью, соответствующей углу поворота коленчатого вала, пройдя формирователь 2, поступают в блоки 4 и 6. Блок 4 измеряет период следования данных импульсов и измеренным периодом вычисляет угловую скорость на данном угле поворота вала, значения которой поступают на входы блоков 5, 7 и 8. Блок 6, учитывая период следования импульсов, измеренную угловую скорость, а также значение угловой скорости, вычисляет угловое ускорение, значения которой поступают на вход арифметического логического устройства 7.

Сигнал от датчика 1 момента впрыска топлива определенного цилиндра, как правило, первого, через формирователь 3 поступает на вход блока 6 управления. Блок 6 с приходом импульса от датчика 1 подсчитывает импульсы и рассчитывает угол поворота коленчатого вала. При повороте коленчатого вала на угол, соответствующий моменту впрыска топлива в первом цилиндре двигателя, блок 6 подает первый управляющий сигнал на вход блока 7. По этому сигналу блок 7 начинает выбор минимального значения угловой скорости, приходящегося на начало рабочего хода в первом цилиндре. Одновременно блок 7 осуществляет выбор максимального значения углового ускорения, приходящегося на первую половину рабочего хода в первом цилиндре. При повороте коленчатого вала на угол, равный $720/(3 \cdot i)$ (где i – число цилиндров двигателя), от верхней мертвой точки конца сжатия в первом цилиндре блок 7 подает второй управляющий сигнал, с приходом которого в блок 8 прекращается выбор минимального значения угловой скорости и максимального значения углового ускорения, эти значения заносятся в память, и переходит в режим поиска максимального значения угловой скорости, приходящегося на среднюю часть такта расширения. Одновременно блок 7 осуществляет выбор минимального значения углового ускорения, приходящегося на вторую половину такта расширения в первом цилиндре.

При повороте коленчатого вала на угол, равный $720/i$, блок 6 подает третий управляющий сигнал, по которому блок 7 прекращает выбор максимального значения угловой скорости и минимального значения углового ускорения, заносит эти значения в память. Одновременно блок 7 начинает поиск минимального значения угловой скорости и максимального значения углового ускорения в следующем по порядку работы цилиндре.

По окончании цикла измерения, который для достижения необходимой точности должен длиться не менее 10 циклов, блок 6 подает очередной управляющий сигнал в блоки 7 и 8. По этому сигналу блок 7 вычисляет среднее значение приращений угловой скорости от минимального значения до максимального, приходящегося на такт расширения каждого цилиндра, и уменьшение угловой скорости от максимального его значения для i -го цилиндра до минимального его значения, приходящегося на такт

расширения в следующем по порядку работы цилиндре, т.е. для $(i+1)$ -го цилиндра; аналогичные показатели определяются и по угловому ускорению. Блок 7 определяет диагностические параметры, которые сопоставляются с нормативными значениями, и ставится диагноз. Результаты индицируются блоком 8.

Особенности реализации отдельных блоков системы диагностирования дизелей рассматриваются ниже более подробно.

Для диагностирования топливной системы использовался датчик давления.

Для диагностирования топливной системы дизельного двигателя широкое распространение получил метод, основанный на анализе изменения давления, фиксируемого с помощью специального датчика, устанавливаемого у форсунки в разрыв нагнетательного топливопровода. Использование данного метода приводит к необходимости разборки части топливной системы, что является причиной снижения надежности крепления топливопровода. В то же время ухудшение работы топливной системы дизельных двигателей может быть следствием многих причин. Быстро найти действительную причину неудовлетворительной работы топливной системы можно лишь при соблюдении определенной последовательности в отыскании неисправности и использовании оборудования, позволяющего найти неисправность с наименьшими затратами труда и средств.

В настоящее время в составе стенда КАД-300, КАД-400 выпускается накладной датчик давления К296.04.00 (базовый). Датчик выполняется из двух частей корпуса 1 и 4, подвижных относительно оси 2. В углублениях подвижных частей корпуса расположены пьезоэлементы из поливинилдефторидной пленки 6. Электрическими выводами датчика являются контакты 3 и топливопровод высокого давления, на который устанавливается датчик (рис. 2.28). Датчик закрепляется на топливопроводе с помощью зажима 5 и рычага 7, применение которого увеличивает надежность крепления на топливопровод. Однако конструкция крепления датчика не позволяет быстро установить его в условиях ограниченного доступа к топливопроводу высокого давления.

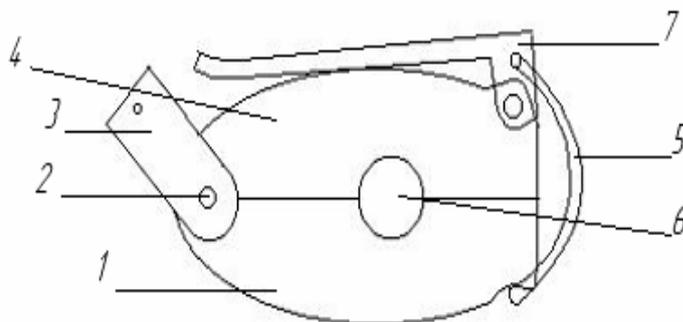


Рис. 2.28. Базовый датчик давления

Для снижения трудоемкости данной операции предлагается изменить конструкцию крепления датчика на эксцентриковый (рис. 2.29). Датчик выполняется из двух частей корпуса 7 и 10, подвижных относительно оси 3. В углублениях подвижных частей корпуса расположены пьезоэлементы из поливинилдефторидной пленки 9. На корпусе закреплены плечи 1 и 5. Электрическими выводами датчика являются контакт 6 и топливопровод высокого давления, на который устанавливается датчик. Для установки датчика на топливопровод в корпусе имеется отверстие, соответствующее диаметру топливопровода. Датчик закрепляется на топливопроводе с помощью скобы 2, эксцентрика 4 и рычага 8.

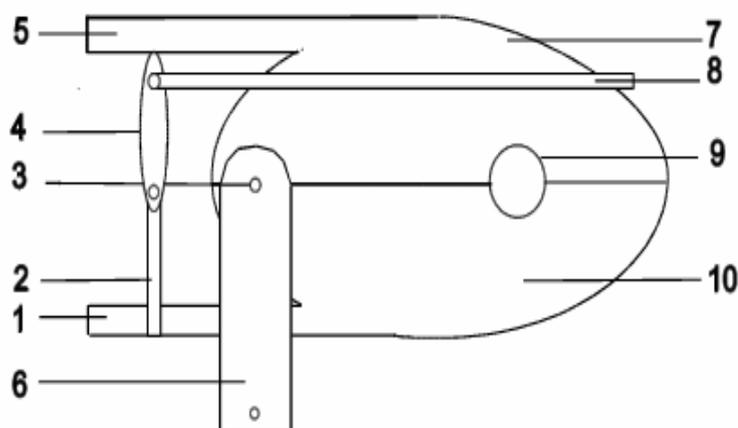


Рис. 2.29. Эксцентриковый

Применение предложенного крепления датчика позволит снизить трудоемкость на установку и снятие предлагаемого датчик, облегчить работу оператора. Тем самым увеличивается производительность работы оператора.

Более тщательный анализ предложенной конструкции позволяет сделать вывод о необходимости дальнейшего совершенствования крепления датчика на топливопроводе. Наиболее рациональным представляется пружинный зажим (рис. 2.30), который выполняется из двух частей корпуса 6 и 7, подвижных относительно оси 3. В углублениях подвижных частей корпуса расположены пьезоэлементы из поливинилдефторидной пленки. На корпусе закреплены плечи 2 и 5. Электрическими выводами датчика являются контакт 1 и топливопровод высокого давления, на который устанавливается датчик. Для установки датчика на топливопровод в корпусе имеется отверстие, соответствующее диаметру топливопровода. Датчик закрепляется на топливопроводе с помощью пружины 4. Пружинный зажим позволит снизить время на снятие и установку датчика. Для уменьшения массы и усилия на плечи датчика предлагается выполнять зажим в виде пластинчатой пружины.

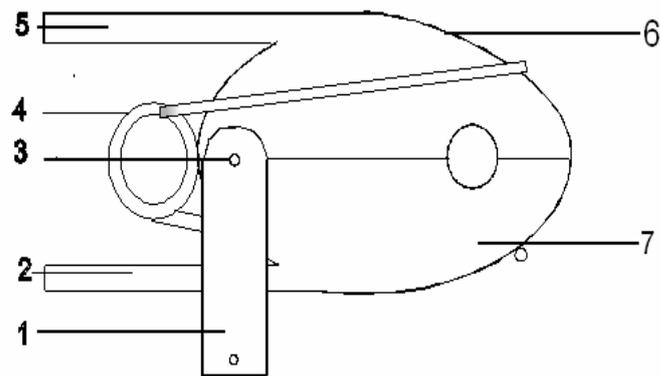


Рис. 2.30. Пружинный датчик

Для снижения трудоемкости данной операции предлагается изменить конструкцию крепления датчика. Датчик (рис. 2.31) выполняется из двух частей корпуса 7 и 10, подвижных относительно оси 3. В углублениях подвижных частей корпуса расположены пьезоэлементы из поливинилдефторидной пленки 9. На корпусе закреплены плечи 1. Электрическими выводами датчика являются контакт 6 и топливопровод высокого давления, на который устанавливается датчик. Для установки датчика на топливопроводе в корпусе имеется отверстие, соответствующее диаметру топливопровода. Датчик закрепляется на топливопроводе с помощью пружинного зажима, а затем поджимается скобой 2, эксцентриком 4 и рычагом 8.

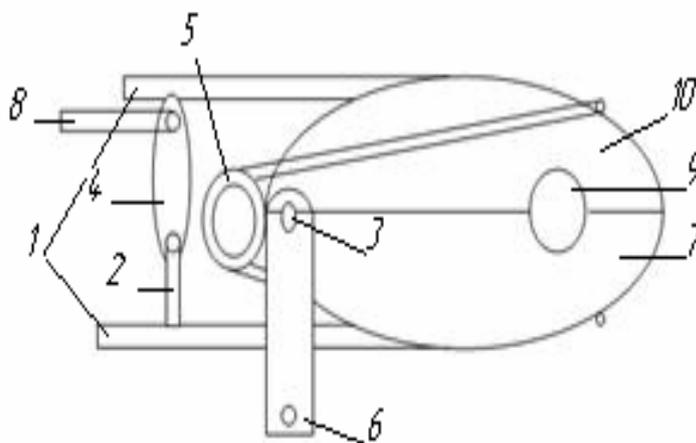


Рис. 2.31. Датчик давления с измененной конструкцией

В мировой практике наблюдается тенденция к увеличению числа датчиков, сигнализирующих о той или иной неисправности. Важно понимать, что быстро найти причину при срабатывании такого датчика без частичной разборки или с наименьшими трудовыми затратами можно только с применением технологически совершенных средств диагностирования. Но в настоящее время стоимость такого оборудования достаточно высока; поэтому рациональным решением будет создание усовершенствованного

датчика на базе существующего аналога. Применение предложенного крепления датчика позволит снизить трудоемкость на установку и снятие предлагаемого датчика, облегчить работу оператора.

Обработка и вывод сигнала от датчика выполнялся с помощью встроенной системы диагностирования (рис. 2.32–2.33).



Рис. 2.32. Датчики давления топлива с пружинным и эксцентриковым зажимами

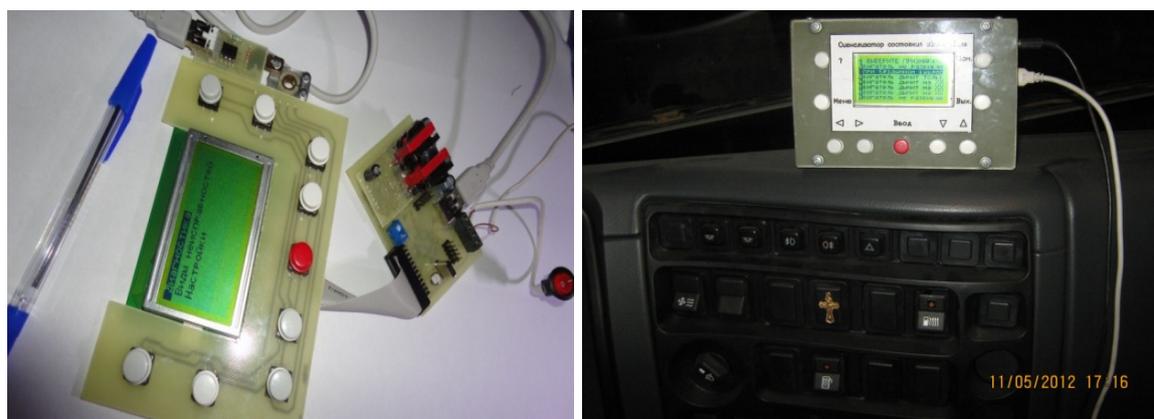


Рис. 2.33. Внутренний и внешний вид встроенной системы диагностирования

Изготовление встроенной системы диагностирования (ВСД) с точки зрения мощности и выбора комплектующих элементов является несложным, так как программа обработки сигнала и алгоритм постановки диагноза не содержат больших циклических расчетов.

Программное обеспечение состоит из двух программ, первая из которых, защита в микроконтроллер интерфейса и обеспечивает прием, передачу информации от датчиков на ВСД. Вторая запись данных в файл, и обработку, включая постановку диагноза.

Одним из важнейших показателей работы с системой диагностирования является трудоемкость операций подготовки системы к работе и самого процесса диагностирования дизеля. Трудоемкость установки датчика составляет 0,03 чел.-ч. Трудоемкость непосредственного диагностирования, как показали хронометражные измерения, составляет 0,18 чел.-ч. Такая схема не требует особой квалификации от оператора, что делает диагностирование более эффективным. Таким образом, общая трудоемкость диагностирования 0,21 чел.-ч, что составляет 12,6 чел.-мин.

2.1.3. Встроенная система диагностирования автомобилей КАМАЗ с использованием мониторинга технического состояния транспортных средств

Системы мониторинга и диспетчеризации транспортных средств базируются на применении таких беспроводных технологий, как GSM, GPRS, GPS, ГЛОНАСС. Увеличение в последние годы количества транспортных средств, оборудованных системами встроенного диагностирования и диспетчеризации, вызвано не только требованиями нормативных правовых актов, но и преимуществами, которые дает использование этих приборов автотранспортным предприятиям. В настоящее время множество государственных предприятий и частных компаний осуществляют перевозки грузов в черте города, а также в отрыве от производственной базы предприятия. Непрерывно возрастают объемы строительных и дорожных работ, происходит накопление затрат на перевозку грузов. Возникает необходимость согласования законных интересов различных групп участников работ:

- обеспечение безопасности всех участников движения введением единых стандартов для строительных и дорожных автомашин;
- принятие единого регламента времени труда и отдыха водителей;
- обеспечение необходимых условий для свободной конкуренции компаний;
- повышение эффективности работы автопарка благодаря объективному документированию поездок;
- уменьшение стоимости эксплуатации и уменьшение воздействия на окружающую среду благодаря экономичному способу езды;
- повышение безопасности движения благодаря соблюдению режимов труда и отдыха:

- объективный учет времени для начисления заработной платы и затрат;
- возможность записи времени включения и продолжительности работы дополнительных агрегатов.

Применение систем мониторинга и диспетчеризации для технического диагностирования автомобилей и их отдельных агрегатов направлено в целом на решение одной или нескольких нижеприведенных задач:

- определение технического состояния (исправное или неисправное), поиск и локализацию места отказа или неисправности;
- прогнозирование остаточного ресурса или вероятности безотказной работы на задаваемых интервалах наработки (пробега).

Для успешного осуществления указанных задач проводят определенные работы по разработке диагностического обеспечения, повышению контролепригодности и установлению показателей и характеристик процессов диагностирования.

Оптимальным решением является проведение работ по диагностическому обеспечению автомобилей на всех стадиях, начиная от их разработки до полного списания, т.е. на стадиях разработки, производства, эксплуатации, капитального ремонта и хранения, а также при обосновании акта о списании конкретных автомобилей.

Важнейшим элементом автомобиля является его двигатель, на который приходится значительная доля работ по техническому обслуживанию и ремонту. Оборудование для диагностирования систем и механизмов двигателя, как и других элементов автомобиля, должно быть надежным и точным в работе. Перспективой является применение систем встроенного диагностирования. Преимуществом систем встроенного диагностирования является то, что система быстро указывает водителю место, где возникла неисправность и какие работы надо произвести для её устранения. В систему подаются сигналы от датчиков, обрабатываются в бортовой системе контроля и выводятся на жидкокристаллический дисплей.

Система встроенного диагностирования позволяет выполнять контроль технического состояния двигателя без разборки и в условиях отсутствия информации о фазовых задержках в системах регистрации и других существенных параметрах двигателя автомобиля. Имеется возможность однозначной локализации разнообразных дефектов двигателя автомобиля, например, таких, как степень износа цилиндропоршневой группы, износ в шатунных и коренных подшипниках, состояние клапанного механизма. Эта цель достигается измерением виброакустических сигналов с корпуса двигателя, синхронизацией сигналов, их фильтрацией и последующей обработкой с определением фактических значений параметров сигналов и сравнением фактических значений параметров сигналов с уровнем эталонных сигналов. В качестве параметра сигналов используют огибающую временной реализации в определенных частотных полосах с привязкой момента начала измерения к верхней мертвой точке опорного цилиндра и

фазовой селекцией сигналов с получением информации о техническом состоянии двигателя и о характере дефектов шатунно-кривошипной, цилиндропоршневой или клапанной группы двигателя.

Диагностирование технического состояния двигателя осуществляют с определением максимальных амплитуд вибраций поршней, шатунных и коренных подшипников, выпускных и впускных клапанов. Результаты диагностирования двигателя отображают на экране монитора в виде графиков, характеризующих нормальное состояние либо состояния, требующие регулирования или ремонта узлов двигателя.

Система для диагностирования технического состояния автомобиля содержит последовательно соединённые датчики вибрации, два из которых расположены на двигателе, один – на коробке передач и ещё один – на главной передаче, соединяющей коммутатор, датчик цикла, блок цифровой обработки вибросигналов МЦПО (многоканальный цифровой преобразователь с оптическим выходом), программное обеспечение для обработки звуковых колебаний и устройство для цифровой индикации выводимых параметров (ЖК-дисплей) (рис. 2.34).

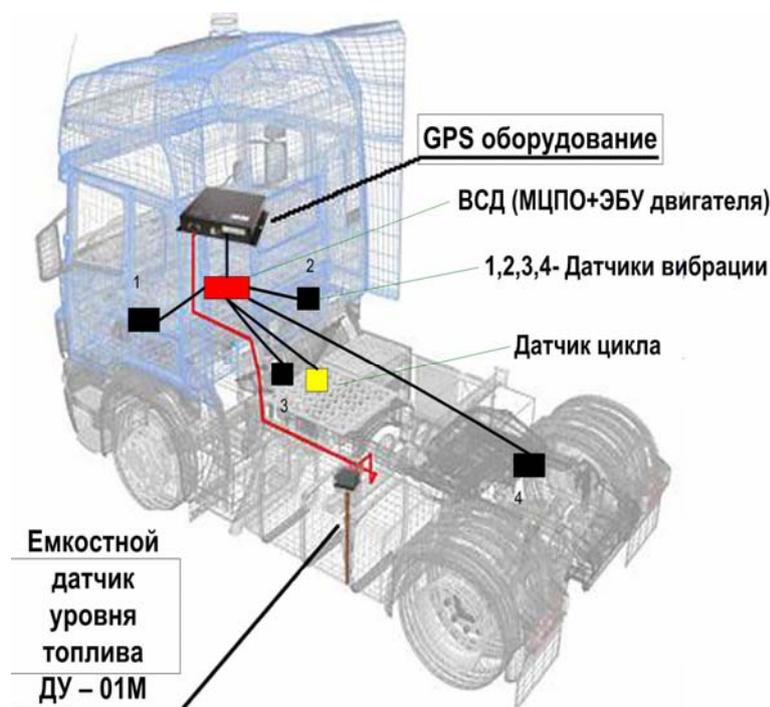


Рис. 2. 34. Конструктивная схема системы

Данный способ диагностики предусматривает обработку сигналов во временной реализации оценки осредненных амплитуд сигналов в фазовом окне; причем разделение локальных дефектов в сочленениях цилиндропоршневой и шатунно-кривошипных групп двигателя, синхронизированных с моментами перекладки в зазорах (изменения направления движения деталей в сопряжении) и общей "разболтанностью" двигателя или отдель-

ных его узлов, производят по соотношению мощностей синхронизированных и несинхронизированных сигналов.

Применение в диагностическом тракте обработки сигналов цифрового блока МЦПО позволяет обрабатывать виброимпульсы для фазоизбирательного анализа двигателя с различными датчиками цикла за счет существенного расширения диапазона входного сигнала.

Блок обработки информации позволяет наряду с контактным датчиком вибрации использовать остронаправленный микрофон, что обеспечивает бесконтактный съем информации с двигателя в труднодоступных местах.

Для осуществления проверки технического состояния производят запуск и диагностирование двигателя на характерных режимах работы автомобиля. Для этого обеспечивают синхронное считывание сигналов с датчиков цикла и виброакустических датчиков с поверхности двигателя, а также с поверхности коробки передач и главной передачи и обрабатывают их по определенному режиму (алгоритму) путем расчета по сигналам датчиков цикла и определенной обработки границ времени, соответствующих прохождению поршнем активной верхней мертвой точки опорного (ведущего) цилиндра.

В процессе обработки выделяют из сигналов участки, соответствующие полному циклу работы двигателя, получают огибающие сигналов с параметрами, соответствующими техническому состоянию двигателя, коробки передач и главной передачи данного автомобиля, пересчитывают полученные сигналы из реального времени в соответствие с градусами оборота коленчатого вала, выделяют промежутки, соответствующие каждому из диагностируемых признаков, и усредняют максимальные значения на этих участках по набору реализаций, после чего сравнивают полученные данные с критическими пороговыми значениями (уровнем опорных сигналов), ставят диагноз по каждому из диагностируемых признаков и сохраняют полученные данные этого диагноза в специальной базе данных.

Для контроля технического состояния подвижного состава в отрыве от производственной базы предприятием предлагается внедрить диагностический прибор, который устанавливается в автомобиле и работа которого основана на фиксации и анализе показателей автомобиля при использовании диагностирования.

Разработанное оборудование и программное обеспечение диагностирования – составные части встроенной системы диагностирования (ВСД), которая включает в себя целый комплекс модулей и блоков и производит диагностирование не отдельного узла или системы, а всех основных систем двигателя и автомобиля [5].

Для автомобиля встроенная система диагностирования (ВСД), состоящая из существующей бортовой системы контроля (БСК), с программным модулем адаптера рассчитана на подключение к электронному блоку управления ECM Cummins (рис. 2.35).

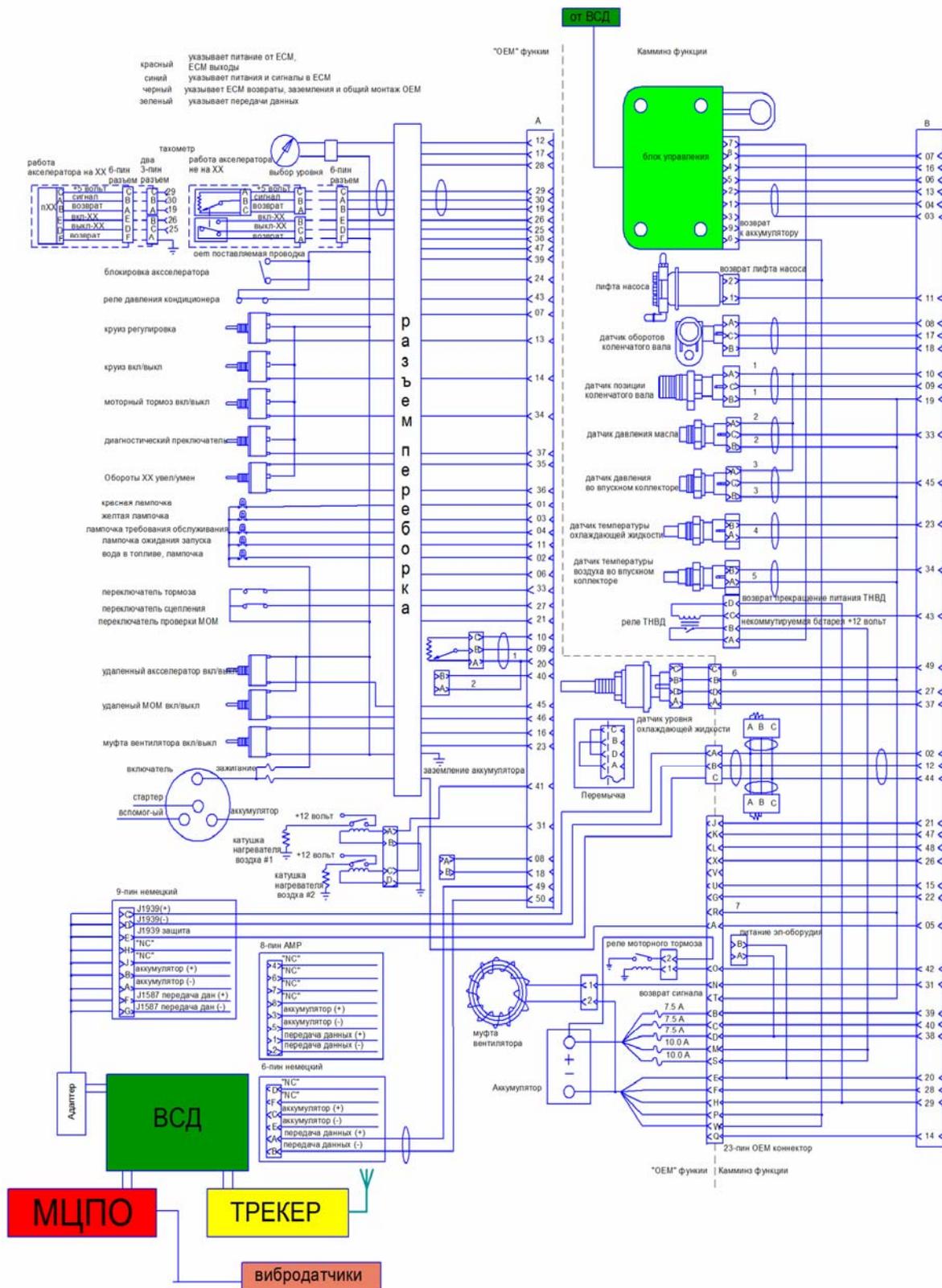


Рис. 2.35. Схема подключения встроенной системы диагностирования, адаптера, электронного блока управления, трекера, МЦПО и вибродатчиков к ECM Cummins KAMA3-4308

Актуальность диагностирования автомобильных двигателей по параметрам виброакустического сигнала с возможностью передачи этого сигнала на пульт диспетчера объясняется всё возрастающей стоимостью ремонта одного из самых дорогостоящих агрегатов автомобиля – двигателя, возможностью определить и диагностировать неисправность, а следовательно, вовремя принять меры по её устранению.

В настоящее время благодаря внедрению передовых технологий сбора и анализа информации теория диагностирования получает новый импульс развития, появляется возможность диагностирования основных узлов и частей двигателя в режиме on-line с помощью совместной работы системы вибродиагностики и системы диспетчеризации GPS/GLONASS. Исследование возможностей современных компьютерных средств преобразования и обработки вибросигналов позволяет повысить достоверность и содержательность виброакустического метода.

Сложность диагностирования строительных и дорожных машин определяет необходимость применения в практике эксплуатации автомобилей большого набора методов и средств диагностирования. Использование существующих средств встроенного диагностирования автомобилей экономически нецелесообразно в силу высокой стоимости диагностического оборудования. Для комплексного диагностирования строительных и дорожных машин, работающих в отрыве от производственных баз, целесообразна разработка эффективного метода поиска неисправностей с помощью совместной работы системы вибродиагностики и системы диспетчеризации GPS/GLONASS.

Применение данной системы и прибора (при дальнейшем совершенствовании аппаратной и программной базы) позволит выполнять более углублённое и качественное диагностирование различных систем двигателей и трансмиссии как на начальном этапе проверки технического состояния, так и на заключительном, предусматривающем проверку качества выполненных работ по техобслуживанию и ремонту.

В дальнейшем применение специализированного программного обеспечения вибродиагностирования механических узлов и систем автомобиля позволит повысить достоверность, качество диагностирования, а также его оперативность.

2.2. Встроенная система диагностирования автомобилей с инжекторными двигателями

2.2.1. Описание и функции бортовой системы контроля на автомобилях семейства ГАЗ

В настоящее время на автомобилях семейства ГАЗ широко применяются электронные блоки управления (ЭБУ) типа МИКАС 5.xx, МИКАС 7.xx. Работу этих блоков невозможно проконтролировать без специальных приборов, которые всегда желательно иметь «под рукой». Однако даже про-

стейшие из них довольно сложны и поэтому недешевы. Кроме управления двигателем, вышеназванные ЭБУ вырабатывают сигналы с датчиков скорости и расхода топлива, которые выведены в салон автомобиля на специальный разъем для подключения маршрутного компьютера. Маршрутный компьютер позволяет отобразить различные параметры: время в пути, время в движении, пройденный путь, общий расход топлива, расход топлива на холостом ходу, текущую скорость, а также широкий спектр величин, рассчитанных на их основе (средняя скорость пути, средняя скорость движения и т.д.).

Технически возможно, а экономически целесообразно объединить маршрутный компьютер и диагностический тестер в одно устройство, которое должно устанавливаться в салоне автомобиля на штатное место, предусмотренное для маршрутного компьютера. Алгоритм функционирования и особенности построения практически любого диагностического тестера начального уровня, работающего по протоколу KWP2000 и подключенного к К-линии, примерно следующие (утрировано):

- Производится опрос клавиатуры и в случае необходимости модификация выбранного режима работы. Количество кнопок управления не превышает 4 шт., и выбор режима работы осуществляется с помощью меню.

- Формируется запрос на ЭБУ, соответствующий заданному режиму работы. Виды запросов весьма многообразны, однако их содержание (за небольшим исключением, например запросов на изменение состояния исполнительных механизмов) постоянно.

- Ожидается ответ от ЭБУ, и осуществляется прием данных при его получении. Длина принимаемого сообщения не превышает 128 байт.

- По истечении времени ожидания или после завершения приема данных производится анализ сложившейся ситуации и в соответствии с ней возможна модификация заданного режима работы.

- При необходимости обновляется информация на индикаторе с преобразованием полученных из ЭБУ данных. Информация для пользователя должна выводиться в удобной форме, т.е. в виде развернутых буквенно-цифровых сообщений и подсказок, что требует применения знаковосинтезирующего индикатора как минимум с 1 строкой на 16 символов (лучше 2*20). Объем информации для отображения в развернутом виде очень большой, что влечет за собой увеличение памяти для ее хранения. Полученные из ЭБУ данные в некоторых случаях должны быть пересчитаны по несложной формуле (точность вычислений при этом может быть невелика) и преобразованы из двоичной формы в символьный формат.

- Делается пауза, т.к. согласно протоколу, запросы на ЭБУ должны выдаваться не раньше 100 мс по окончании предыдущего сеанса обмена, и все повторяется сначала.

Алгоритм функционирования и особенности построения маршрутного компьютера примерно следующие:

- Постоянно выполняются подсчет времени, импульсов с датчиков расхода топлива и скорости, а также измерение длительности между импульсами с датчика скорости.

- Производятся опрос клавиатуры и в случае необходимости модификация выбранного режима работы. Количество кнопок управления не превышает 4 шт., и выбор режима работы осуществляется с помощью меню.

- Обновляется информация на индикаторе с преобразованием накопленных первичных данных. Информация для пользователя должна выводиться в удобной форме, т.е. в виде развернутых буквенно-цифровых сообщений и подсказок, что требует применения знаковосинтезирующего индикатора как минимум с 1 строкой на 16 символов (лучше 2*20). Объем информации для отображения в развернутом виде очень большой, что влечет за собой увеличение памяти для ее хранения. Первичные данные должны быть пересчитаны по несложным формулам (точность вычислений при этом может быть невелика) и преобразованы из двоичной формы в символьный формат.

- Делается пауза, т.к. исходя из психофизиологических особенностей человека частота обновления информации не должна превышать 10 Гц, и все повторяется сначала.

- Как видно из вышесказанного, между функционированием устройства в режиме тестера и его функционированием в режиме маршрутного компьютера много общего, что позволяет совместно использовать аппаратные и программные ресурсы.

БСК подключается к стандартному разъему маршрутного компьютера и не требует каких-либо доработок электропроводки автомобиля (дополнительно требуется только подключение к диагностическому разъёму).

БСК имеет пять режимов работы: режим маршрутного компьютера, режим отображения значения внутренних переменных ЭБУ, режим отображения и сброса кодов неисправностей ЭБУ, режим управления исполнительными механизмами ЭБУ и режим вывода информации о данном приборе. Переключение между режимами осуществляется нажатием кнопки "Режим".

Режим маршрутного компьютера

После включения «БК» автоматически переходит в режим маршрутного компьютера. В режиме маршрутного компьютера накапливаются и отображаются следующие параметры движения:

- пройденное расстояние от начала маршрута (в метрах);
- время нахождения на маршруте (включенное зажигание);
- время в движении (при скорости движения ≥ 3 км/ч);

- текущая скорость движения автомобиля (в км/ч);
- средняя скорость движения на маршруте (в км/ч). Средняя скорость действительна после пробега не менее 1 км;
- потраченное на маршруте топливо (в миллилитрах);
- средний расход топлива на маршруте (в литрах на 100 км). Средний расход действителен после пробега не менее 1 км.

Перебор отображаемых параметров осуществляется кнопками "Влево" и "Вправо".

Для остановки подсчета параметров маршрута (без их обнуления) необходимо однократно нажать кнопку "Выбор". Для возобновления подсчета параметров следует повторно нажать кнопку "Выбор". Контроль остановки/запуска параметров можно осуществить, просматривая "время нахождения на маршруте". При остановленном подсчете счетчик секунд остановлен.

Для начала нового маршрута (обнуления параметров предыдущего маршрута) необходимо нажать и удерживать нажатой в течение не менее 1,5 секунд кнопку "Выбор".

Режим просмотра внутренних переменных ЭБУ

В режиме отображения значений внутренних переменных "БК" показывает в режиме реального времени одну из следующих переменных:

- идентификатор по ЭБУ;
- положение дроссельной заслонки (в процентах);
- температура охлаждающей жидкости (в градусах);
- обороты двигателя (в числе оборотов в минуту);
- желаемые обороты холостого хода (в числе оборотов в минуту);
- угол опережения зажигания (в градусах);
- скорость автомобиля (в км/ч);
- текущее положение регулятора холостого хода (в числе шагов);
- желаемое положение регулятора холостого хода (в числе шагов);
- коэффициент коррекции времени впрыска;
- напряжение на датчике кислорода для двигателя с датчиком кислорода (в вольтах);
- коэффициент коррекции СО для двигателя без датчика кислорода;
- соотношение воздух/топливо для двигателя с датчиком кислорода;
- напряжение бортовой сети (в вольтах);
- длительность импульса впрыска (в миллисекундах);
- цикловый расход топлива (в миллиграммах на такт);
- массовый расход воздуха (в килограммах в час);
- часовой расход топлива (в литрах в час);
- путевой расход топлива (в литрах на 100 километров).

- путевой расход топлива выводится только при движении автомобиля;
- признак обнаружения детонации (да/нет);
- признак блокировки топливоподачи (да/нет);
- признак холостого хода (да/нет);
- признак мощностного обогащения (да/нет).

БСК в режиме просмотра внутренних переменных ЭБУ отслеживает их выход за допустимые пределы, выдавая звуковой сигнал в одном из следующих случаев:

- в режиме отображения температуры охлаждающей жидкости при превышении температурой значения 110 градусов по Цельсию.
- в режиме отображения оборотов двигателя при превышении оборотами значения 5520 оборотов в минуту;
- в режиме отображения напряжения бортовой сети при понижении напряжения ниже 10 вольт;
- в режиме отображения напряжения бортовой сети при повышении напряжения выше 15 вольт;
- в режиме отображения признака обнаружения детонации при обнаружении детонации;
- в режиме отображения признака блокировки топливоподачи при блокировке подачи топлива;
- в режиме отображения признака мощностного обогащения при обогащении смеси по мощности.

Перебор отображаемых параметров осуществляется кнопками "Влево" и "Вправо".

Режим просмотра и стирания кодов неисправностей ЭБУ

В режиме отображения кодов неисправностей "БК" в цикле считывает из блока управления коды неисправностей и отображает на дисплее их число. Если кодов неисправностей нет, то доступна только кнопка "Режим", при нажатии на которую происходит выход из режима отображения кодов неисправностей. Если коды неисправностей есть, то для их просмотра необходимо нажать кнопки "Выбор", "Влево" или "Вправо". Пролистывание считанных кодов неисправностей осуществляется кнопками "Влево" и "Вправо". Для выхода из режима отображения кодов неисправностей без их очистки необходимо нажать кнопку "Режим". Для стирания кодов неисправностей следует нажать кнопку "Ввод" и удерживать ее не менее 1,5 секунд. В этом случае "БК" сотрет коды неисправностей в ЭБУ и вновь считывает их (после стирания должно быть считано 0 неисправностей). Коды неисправностей отображаются по стандарту SAE J2012. Их расшифровка приведена на последней странице данного описания.

Режим управления исполнительными механизмами ЭБУ

В режиме управления исполнительными механизмами доступны следующие исполнительные механизмы и внутренние переменные ЭБУ:

- лампа Check Engine;
- реле вентилятора системы охлаждения двигателя;
- реле управления бензонасосом;
- катушка зажигания 1 (1 и 4 цилиндры);
- катушка зажигания 2 (2 и 3 цилиндры);
- форсунка 1;
- форсунка 2;
- форсунка 3;
- форсунка 4;
- коэффициент коррекции СО для двигателя без датчика кислорода;
- обороты холостого хода;
- положение регулятора холостого хода.

Пролистывание исполнительных механизмов осуществляется кнопками "Влево" и "Вправо". При этом для каждого механизма отображается его текущее состояние (кроме катушек зажигания и форсунок). Для перехода к управлению текущим исполнительным механизмом необходимо нажать кнопку "Выбор". После этого можно изменить состояние исполнительного механизма однократным нажатием или нажатием и удержанием кнопок "Влево" и "Вправо". Изменение состояния исполнительного механизма индицируется символом '*' в первой позиции дисплея. Для возврата управления исполнительным механизмом ЭБУ необходимо вновь нажать кнопку "Выбор".

Примечание 1. При управлении каким-либо исполнительным механизмом со стороны диагностического оборудования ЭБУ лишается возможности управления этим исполнительным механизмом. Поэтому после перехода к управлению исполнительным механизмом (символ '*' в первой позиции дисплея) невозможно переключиться на другой режим, пока управление не будет возвращено ЭБУ повторным нажатием кнопки "Выбор".

Примечание 2. Реле управления бензонасосом доступно только при включенном зажигании и неработающем двигателе. При нажатии на кнопку "Влево" бензонасос выключается, при нажатии на кнопку "Вправо" бензонасос включается. Если управление бензонасосом невозможно, вместо состояния бензонасоса выводятся прочерки.

Примечание 3. Катушки зажигания доступны только при включенном зажигании и не работающем двигателе. При нажатии на кнопку "Выбор" на катушку зажигания будет выдано 20 импульсов длительностью 5 м·с с паузой 5 м·с. Работа катушки зажигания индицируется символами '***' и звуковым сигналом.

Примечание 4. Форсунки доступны только при включенном зажигании и неработающем двигателе. При нажатии на кнопку "Выбор" на форсунку будет выдан импульс длительностью 2 м.с. Работа форсунки индицируется символами '***' и звуковым сигналом.

Для блоков управления с одновременным впрыском доступен только параметр "Форсунка 1". При нажатии на кнопку "Выбор" для параметра "Форсунка 1" импульс будет выдан одновременно на форсунки всех цилиндров.

Для блоков управления с попарно-параллельным впрыском доступны только параметры "Форсунка 1" и "Форсунка 2". При нажатии на кнопку "Выбор" для параметра "Форсунка 1" импульс будет выдан на форсунки 1 и 4 цилиндров. При нажатии на кнопку "Выбор" для параметра "Форсунка 2" импульс будет выдан на форсунки 2 и 3 цилиндров.

Примечание 5. Изменение коэффициента коррекции СО возможно только в двигателях без датчика кислорода и прошивках, допускающих отсутствие СО-потенциометра. При нажатии на кнопку "Влево" коэффициент коррекции СО уменьшается (на 0.003 для однократного нажатия и на 0.019 для удержания кнопки), при нажатии на кнопку "Вправо" коэффициент коррекции СО увеличивается (на 0.003 для однократного нажатия и на 0.019 для удержания кнопки). Максимальному обеднению смеси соответствует коэффициент коррекции СО -0.25 , максимальному обогащению смеси соответствует коэффициент коррекции СО $+0.25$. Сохранение измененного значения в памяти ЭБУ происходит при нажатии на кнопку "Выбор" и возможно только при отключенном СО-потенциометре, так как СО-потенциометр имеет более высокий приоритет, чем диагностическое оборудование.

Примечание 6. При управлении положением регулятора холостого хода нажатие на кнопку "Влево" уменьшает его текущее положение (на 1 для однократного нажатия и на 5 для удержания кнопки), нажатие на кнопку "Вправо" увеличивает его текущее положение (на 1 для однократного нажатия и на 5 для удержания кнопки). При положении РХХ, равном 255 шагам, шток регулятора холостого хода полностью вдвинут (воздушный канал открыт, обороты максимальны); при положении РХХ, равном 0 шагов, шток регулятора холостого хода полностью выдвинут (воздушный канал закрыт, двигатель заглушен).

Примечание 7. При управлении оборотами холостого хода нажатие на кнопку "Влево" уменьшает значение желаемых оборотов (на 10 для однократного нажатия и на 50 для удержания кнопки), нажатие на кнопку "Вправо" увеличивает значение желаемых оборотов (на 10 для однократного нажатия и на 50 для удержания кнопки). Обратите внимание – управление происходит значением желаемых оборотов ХХ, а на дисплее отражается текущее значение оборотов ХХ. В связи с этим возможна задержка в установке оборотов (двигателю необходимо некоторое время на то, чтобы желаемые обороты стали текущими).

Режим отображения информации о приборе

Для перехода в режим выдачи информации о "БК" необходимо выключить зажигание, нажать кнопку "Режим" и включить зажигание (удерживая

ее нажатой). В этом режиме можно просмотреть информацию о версии прибора и его авторах.

Перебор отображаемой информации осуществляется кнопками "Влево" и "Вправо". Выход из режима – нажатием кнопки "Режим".

Протокол обмена информацией ЭБУ и БСК

Общие сведения

Обмен по последовательному асинхронному полудуплексному интерфейсу K-Line происходит со скоростью 9600 бит/с. Формат кадра – 8N1. Для связи с ЭБУ используются 2 провода: K-LINE и GROUND. Физический уровень протокола обмена соответствует рекомендации ISO9141 и реализуется различными K-Line адаптерами типа MC33199, MC33290 (Motorola).

Формат сообщения

Обмен с ЭБУ происходит путем послышки сообщений следующего формата:

[код команды][параметр(ы)]	[контрольная сумма]	[0x0D]
(тело сообщения)	(контрольная информация)	(Конец послышки)

Возможные коды команд приведены в табл. 2.1–2.3. Число байтов в сообщении регламентируется только форматом команды и в заголовке сообщения не отражается.

Ответное сообщение имеет вид:

[возвращаемые параметры или код завершения команды]	[контрольная сумма]	[0x0D]
(тело сообщения)	(Контрольная информация)	(Конец послышки)

В случае двухбайтовых параметров первым передается младший байт.

Расчет контрольной суммы

Контрольная сумма всегда представляется в виде одного байта. Значение этого байта равно дополнению до 0 суммы всех байт тела сообщения без учета переполнения.

Типичный кадр выглядит следующим образом: 0x01 0xFF 0x0D, что соответствует запросу на доступность ЭБУ.

Особые случаи при передаче байта 0x0D в теле сообщения

Байт 0x0D служит для окончания сообщения. Если в теле сообщения встречается байт 0x0D, он кодируется последовательностью 0x40 0xCD. В случае, если в теле сообщения встречается 0x40, этот байт кодируется последовательностью 0x40 0x00. Таким образом, встречая в сообщении байт

0x40, следует просуммировать его и следующий байт, чтобы получить исходное сообщение. При кодировании сообщения необходимо заменять в теле сообщения 0x40 и 0x0D на вышеуказанную последовательность байт.

Т а б л и ц а 2.1

Запрос доступности ЭБУ (возвращает код версии ЭБУ)

Команда	Ответ ЭБУ
0x01	0x09, если ЭБУ Микас 5.4 0x0A, если ЭБУ Микас 7.1

Т а б л и ц а 2.2

Запрос на получение параметров из ЭБУ

Запрашиваемый параметр	Кодированное обозначение	Тип переменной	Тело сообщения	Ответ ЭБУ, тело сообщения	Формула пересчета
1	2	3	4	5	6
Температура охлаждающей жидкости, С	TWAT	uchar	0x61 0x1A	1 байт	Byte1-40
Частота вращения коленвала, с ⁻¹	FREQ	uchar	0x61 0x29	1 байт	Byte1*40
Частота вращения коленвала на х.х., с ⁻¹	FREQX	uchar	0x61 0x2C	1 байт	Byte1*10
Угол опережения зажигания, град	UOZ	Char	0x61 0x26	1 байт	Byte1/2
Напряжение бортовой сети, В	UACC	char	0x61 0x1E	1 байт	Byte1/10
Длительность впрыска, мс	INJ	uint	0x61 0x3F	2 байта	(Byte2*256+Byte1)/125
Расход воздуха, кг/ч	JAIR	uint	0x61 0x21	2 байта	(Byte2*256+Byte1)/100
Часовой расход топлива, л/ч	JQT	uint	0x61 0x40	2 байта	(Byte2*256+Byte1)/10
Признак детонации	DET	byte	0x61 0x08	1 байт	(Byte1&0x40)!=0 – да
Признак холостого хода	RXX	byte	0x61 0x07	1 байт	(Byte1&0x04)!=0 – да
Признак полной мощности	BITPOW	byte	0x61 0x07	1 байт	(Byte1&0x20)!=0 – да
Признак коррекции УОЗ по детонации	RDET	byte	0x61 0x07	1 байт	(Byte1&0x80)!=0 – да

Окончание табл. 2.2

1	2	3	4	5	6
Состав смеси	VALF	uchar	0x61 0x39	1 байт	0,5+Byte1/256
Положение ДЗ, %	THR	uchar	0x61 0x20	1 байт	Byte1
Коэффициент коррекции топливоподачи	RCOK	uchar	0x61 0x42	1 байт	(Byte1-128)/256 -0,5
Коэффициент коррекции СО на холостом ходу	RCOD	uchar	0x61 0x41	1 байт	(Byte1-128)/256 -0,5
Поправка УОЗ, град	UOZOC	char	0x61 0x28	1 байт	Byte1/2
Установка РДВ, шаг	SSM	uchar	0x61 0x5B	1 байт	Byte1
Положение РДВ, шаг	FSM	uchar	0x61 0x5C	1 байт	Byte1
Запрос ошибок. В ответ ЭБУ возвращает первым байтом количество ошибок, а затем четными байтами идут номера ошибок, а нечетными – разделители 0xE0		uchar	0x02	n байт	[N_ERR][ERRCODE1]0xE0 [ERRCODE2] 0xE0 ... [ERRCODEN] 0xE0
Стирание ошибок Для стирания ошибок выполняются последовательно два запроса. В нормальной ситуации ответом должно быть 0x00		uchar	1) 0x62 0x0E 0x08 2) 0x62 0x0E 0x00	1) 1 байт 2) 1 байт	Byte1=0x00– ОК Byte1=0x00– ОК
Минимальный номер неисправности	MINERR	uchar	0x61 0x72	1 байт	Byte1=номер неисправности
Установка расхода воздуха, кг/ч	UGB	uint	0x61 0x59	2 байта	(Byte2*256+Byte1)/100
Температура воздуха, °С	TAIR	uint	0x61 0x1C	1 байт	Byte1-40
Температура охл. жидкости на момент пуска, °С	TWATI	uchar	0x61 0x19	1 байт	Byte1-40

Таблица 2.3

Команды работы с памятью ЭБУ

Название команды	Команда	Тело сообщения	Ответ ЭБУ
1	2	3	4
Чтение байта из RAM ЭБУ [0..FF]	CREADI	0x11 [ADDR]	[ADDR] [BYTE]
Запись байта в RAM ЭБУ [0..FF]	CWRTI		[ADDR] [BYTE]
Чтение байта из XRAM [0..FFFF]	CREADX	0x13[ADDR_L][ADDR_H]	[ADDR_L][ADDR_H][BYTE]
Запись байта в XRAM [0..FFFF]	CWRITX	0x14[ADDR_L][ADDR_H] [BYTE]	[ADDR_L][ADDR_H] [BYTE]
Чтение байта из CODE [0..FFFF]	CREADC	0x15[ADDR_L][ADDR_H]	[ADDR_L][ADDR_H] [BYTE]
Запись байта в CODE [0..FFFF]	CWRITC	0x16[ADDR_L][ADDR_H] [BYTE]	[ADDR_L][ADDR_H] [BYTE]
Чтение SFR	CREADSFR	0x31[ADDR]	[ADDR][BYTE]
Запись SFR	SWRITSFR	0x32[ADDR][BYTE]	[ADDR][BYTE]
Переход по адресу	CGOTO	0x41[ADDR_L][ADDR_H]	
Чтение паспорта программы. 3 последовательных запроса	CPASP	0x51 0x52 0x53	String[16] String[16] String[16] Кодировка DOS, до 16 байт дополняется нулями
Чтение паспорта данных. 5 последовательных запросов	CPASD	0x54 0x55 0x56 0x57	String[16] String[16] String[16] String[16]
Считывание количества параметров	CNUMPAR	0x60	[BYTE]
Чтение параметра. Возможно чтение нескольких параметров за один раз – при этом передается	CREADP	0x61[PARCODE1]... [PARCODEN]	[DATA1]...[DATAN]
Запись параметра.	CWRITP	0x62[PARCODE][PARDATA]	0x00 – успешное завершение операции; 0x01 – ошибка
Чтение нескольких параметров по списку	CREADL	0x63	[DATA1]...[DATAN]
Запись списка параметров	CWRITL	0x64 [PARCODE1]... [PARCODEN]	0x00 – успешное завершение операции; 0x01 – ошибка.

Окончание табл. 2.3

1	2	3	4
Чтение нескольких байтов RAM	CREADDI	0x21 [ADDR][NUM_OF_BYTES] [BYTE1]...[BYTEN]	[ADDR][NUM_OF_BYTES] [BYTE1]...[BYTEN]
Запись нескольких байтов RAM	CWRITDI	0x22 [ADDR][NUM_OF_BYTES] [BYTE1]...[BYTEN]	0x00 – успешное завершение операции; 0x01 – ошибка
Чтение нескольких байтов XRAM	CREADDX	0x23 [ADDR_L] [ADDR_H] [NUM_OF_BYTES]	[ADDR_L][ADDR_H][BYTE1] [BYTE2]
Запись нескольких байтов XRAM	CWRITDX	0x24 [ADDR_L] [ADDR_H] [NUM_OF_BYTES]	0x00 – успешное завершение операции; 0x01 – ошибка
Чтение нескольких байтов CODE	CREADDC	0x25 [ADDR_L] [ADDR_H] [NUM_OF_BYTES]	[ADDR_L][ADDR_H][BYTE1] [BYTE2]
Запись нескольких байтов CODE	CWRITDC	0x26 [ADDR_L] [ADDR_H] [NUM_OF_BYTES]	0x00 – успешное завершение операции; 0x01 – ошибка

С точки зрения построения программы, учитывая большой объем текстовых сообщений, все их желательно вынести за пределы внутреннего сравнительно небольшого ПЗУ микроконтроллера. Т.к. между обновлениями информации существует большая пауза (не менее 100 мс), а количество одновременно отображаемых символов невелико, то эти данные могут быть размещены во внешнем ПЗУ с последовательной выборкой и извлекаться оттуда по мере необходимости. Развивая эту идею, можно вынести во внешнее ПЗУ сами запросы, описание формул для пересчета различных параметров, а также и весь сценарий работы с меню. Таким образом, в микроконтроллере остается программа-монитор, которая осуществляет:

- инициализацию устройства;
- обработку прерываний;
- опрос клавиатуры;
- вывод на жидкокристаллический индикатор;
- передачу и прием данных из буфера по К-линии;
- формирование временных задержек;
- выдачу звуковых сигналов;
- считывание данных из внешнего ПЗУ, их интерпретацию и преобразование.

Такой подход и применен в предлагаемом устройстве, что позволяет легко наращивать и видоизменять набор контролируемых параметров, не затрагивая микроконтроллера.

Следует отметить некоторые аппаратно-программные особенности:

- для уменьшения контактов при программировании выводы программирования микроконтроллера и EEPROM объединены. Для исключения возможных коллизий синхровходы и входы данных перекрещены;
- при работе запись в EEPROM запрещена;
- для уменьшения потребления тока при выключенном зажигании микроконтроллер переводится в режим холостого хода с редкими прерываниями для подсчета текущего времени (потребление от АКБ в дежурном режиме <6 мА; в активном-<15 мА);
- подсчет импульсов с датчика расхода топлива производится по прерываниям по входу PD2 (INT0);
- подсчет импульсов с датчика скорости производится по прерываниям по входу PD6 (ICP). Одновременно осуществляется захват длительности интервала времени между двумя импульсами.

БСК выполнена на базе микроконтроллера DD1 (прил. 1,2) типа AT90S2313 фирмы Amtel с внутренней перепрограммируемой памятью программ объемом 2 кбайта. Тактовая частота выбрана равной 4 МГц и стабилизирована кварцем Q1, подключенным к соответствующим выводам микроконтроллера стандартным образом (элементы Q1, C7, C8). Для обеспечения надежного сброса микроконтроллера при подаче питания к его входу сброса RS подключена RC-цепочка (R14,C9). Кроме того, к этой же цепочке подсоединен вход защиты записи WP микросхемы последовательной перепрограммируемой памяти DD2 для предотвращения случайных записей в нее в рабочем режиме. При программировании микроконтроллера или последовательной памяти на данный вывод через разъем X3 должен быть подан логический "0".

Весь "сценарий" работы устройства хранится в памяти с последовательным доступом DD2. Обмен информацией между ней и микроконтроллером осуществляется по шине I2C, протокол реализован программным путем, скорость обмена (частота на шине SCL) не превышает 400 кГц. Резистор R20 подтягивает потенциал на шине SDA до уровня логической "1". Аналогичный резистор на шине SCL не применен, т.к. передача сигнала по ней идет только в одном направлении и вывод PB5 порта В микроконтроллера настроен всегда как выход.

Информация отображается на знаковосинтезирующем, русифицированном, жидкокристаллическом индикаторе HL1 с 2 строками по 16 символов со светодиодной подсветкой и расширенным температурным диапазоном. Обмен информацией между микроконтроллером и индикатором производится по 4-разрядной шине с формированием данных и управляющих сигналов программным путем. Кроме того, к этой же шине через резисторы R15...R18, предотвращающие возможный на ней конфликт, подключены кнопки управления S1...S4. Опрос клавиатуры производится в моменты

времени, когда нет обмена с индикатором, при этом уровень логической "1" обеспечивается за счет внутренних подтягивающих резисторов микроконтроллера, а уровень "0" возникает при замыкании кнопки на землю. Программно реализованы подавление дребезга контактов и защита от импульсных помех. Так как обращения к индикатору и последовательной памяти разнесены во времени, то для экономии выводов микроконтроллера вывод PB7 порта В используется ими совместно. Для питания драйверов индикатора с расширенным температурным диапазоном требуется отрицательное напряжение $-3 \dots -4$ В, получаемое путем выпрямления переменного напряжения частотой приблизительно 8 кГц (меандровые импульсы формируются микроконтроллером) с помощью элементов R19, C10, VD4, VD5, C11. В случае применения индикатора с обычным температурным диапазоном элементы R19, C10, VD4, VD5 необходимо исключить и установить перемычку X4. Переменный резистор R23 позволяет задать требуемый уровень контрастности. Питание на подсветку подается постоянно при включении ключа зажигания, ток через светодиоды ограничен резисторами R21, R23.

Звуковые сигналы частотой примерно 1 кГц воспроизводятся электродинамическим излучателем BA1, который подключен к выводу PD5 микроконтроллера через усилитель мощности на элементах VT4, R10, R11. Излучатель запитывается напряжением +12 В от ключа зажигания, при этом ток через него при выдаче звукового сигнала ограничен с помощью резистора R9.

Резисторы R12, R13 образуют делитель напряжения +12 В, поступающего при включении ключа зажигания. Сигнал с выхода делителя подается на вход PD3 микроконтроллера и служит для перевода его в активный режим или режим холостого хода.

Сигналы для обмена с ЭБУ по К-линии вырабатываются микроконтроллером с использованием внутреннего аппаратного последовательного интерфейса. Преобразование передаваемого сигнала в уровни К-линии осуществляется с помощью элементов R5, R4, VT2, R2, R3, VT1. Принимаемый с К-линии сигнал преобразуется по уровню с помощью элементов R6, R7, VT3, R8. Применение входного делителя на резисторах R6, R7 и эмиттерного повторителя обеспечивает требуемый уровень переключения по К-линии. Резистор R1 служит нагрузкой К-линии, диод VD3 защищает выходной транзистор VT1 от импульсов отрицательной полярности.

Резисторы R24 и R28 являются нагрузкой для датчиков расхода топлива и скорости, выходы которых представляют собой открытый коллектор. Сигналы с этих датчиков преобразуются в требуемые уровни с помощью транзисторных ключей на элементах R25, R26, VD6, VT5, R27 и R29, R30, VD7, VT6, R31 соответственно.

Питание устройства осуществляется по двум отдельным цепям: непосредственно от аккумулятора напряжением 12 В, поступающим при включении ключа зажигания. Напряжение от аккумулятора подается через разъем X2, предохранитель F1 и диод VD1, защищающий от переплюсовки, на 5-вольтовый стабилизатор DA1 типа 78L05 (лучше LM2931), с выхода которого запитывается вся логическая часть схемы, что обеспечивает непрерывный ход часов и сохранение результатов измерений. На входе и выходе стабилизатора установлены фильтрующие конденсаторы C1, C2 и C3, C4 соответственно. Питание на остальную часть схемы подается через разъем X2, диод VD2, защищающий от переплюсовки, только при включении ключа зажигания и фильтруется конденсаторами C5, C6.

Описание электронной системы управления двигателем

Управление автомобилем с двигателем, оснащенным электронной системой управления, принципиально ничем не отличается от управления моделями с карбюраторным двигателем, с тем лишь замечанием, что наличие электроники в контуре управления позволяет достичь новых качеств в критериях управления – токсичности, экономичности, комфортности, надежности, диагностики и т.д. Управляющие воздействия водителя через педаль открытия дроссельной заслонки, переключение передачи КПП, педаль тормоза, поворот рулевого колеса, вкл./выкл. различных нагрузок (свет, приемник, кондиционер и т.д.) в конечном счете фиксируются электроникой и воспринимаются как задание на скорость движения автомобиля или ограничения на возможность достижения этой скорости. Датчики, находящиеся в распоряжении электронной системы управления, позволяют более полно определить рабочее состояние двигателя и по логике, заданной критериями управления, обеспечить цели управления через воздействие на исполнительные устройства системы: форсунки, катушки зажигания, регулятор дополнительного воздуха, электробензонасос, диагностическую лампу и т.д.

Микропроцессорная система МИКАС обеспечивает прецизионное управление фазированным многоточечным впрыском бензина под избыточным давлением во впускной трубопровод двигателя внутреннего сгорания, управление зажиганием с обратной связью по детонации, управление регулятором холостого хода, дополнительными и антитоксическими устройствами в зависимости от режима его работы, окружающих условий и состояния самого двигателя. Система состоит из микропроцессорного блока управления, комплекта датчиков и исполнительных устройств, жгута проводов с соединителями.

Одной из обязательных функций электронного управления является проведение первичной диагностики самой системы и подсистем двигателя. Для этого в автомобиле предусмотрены средства диагностики – диагностическая лампа, диагностический разъем. Электронный блок управления,

являющийся управляющим компьютером системы, по измеренным параметрам определяет неисправности в работе двигателя и системы, сигнализирует об этом водителю через включение диагностической лампы, устанавливает резервный режим управления двигателем, позволяющий эксплуатировать автомобиль до проведения квалифицированной диагностики и ремонта, а также использует свою память для хранения зафиксированных ошибок. При проведении диагностики и ремонта системы двигателя через диагностический разъем можно подключать к системе диагностическое оборудование для получения рабочей информации с блока управления. Диагностический разъем используется также на конвейере для начальной настройки системы.

Блок управления МИКАС изготовлен на базе микропроцессора SAB80C517A фирмы SIEMENS, имеет объем оперативной памяти (RAM) 2 Кбайт и постоянной памяти (ROM) 32 Кбайт. Выходные ключи управления исполнительными устройствами имеют защиту от короткого замыкания. Система обладает самодиагностикой и аварийным режимом работы в случае повреждения датчиков.

Информация о текущих неисправностях системы индицируется на световом табло, установленном в салоне автомобиля (диагностическая лампа или светодиод с красным светофильтром), и заносится в память блока с последующей возможностью ее получения и обработки. Блок управления подключается к внешнему диагностическому устройству или к внешней ЭВМ. Блок управления размещается в салоне автомобиля и закрепляется с помощью двух винтов. Не допускается попадание грязи, масла, влаги на корпус блока управления.

Электронный блок является мозгом электронной системы управления – управляющим компьютером с устройствами связи с датчиками системы и исполнительными элементами и не подлежит ремонту и тестированию без специального оборудования и знаний.

Блок управления собирает информацию с датчиков системы и по сложной логике вырабатывает сигналы управления, необходимые для функционирования подсистем двигателя, обеспечивающих его работу:

- топливоподачу в двигатель. Блок управляет вкл./выкл. бензонасоса; порядком и длительностью открытия форсунок;
- искровое зажигание. Блок управляет катушками зажигания для искрообразования в двигателе;
- защиту от детонации. Блок формирует угол опережения зажигания, обеспечивающий работу двигателя без детонации;
- дополнительный воздух на холостом ходу. Блок регулирует открытие клапана дополнительного воздуха для поддержания оборотов холостого хода;
- электровентилятор системы охлаждения (на части автомобилей). Блок управляет вкл./выкл. реле электровентилятора системы охлаждения.

Как и любой компьютер, блок управления имеет встроенные запоминающие устройства – электронную память. Различают постоянное запоминающее устройство – ПЗУ, в котором находится программа (алгоритм управления двигателем и данные калибровок), настроенная на конкретную комплектацию системы управления. Информация, хранящаяся в ПЗУ, не может быть перезаписана или удалена из ПЗУ.

ОЗУ – оперативное запоминающее устройство – память, необходимая для работы программы блока при изменении параметров управления, хранения данных, корректирующих настройки системы под изменяющиеся условия работы двигателя. ОЗУ для хранения информации требует бесперебойного питания от бортовой системы автомобиля. Необходимо помнить, что при отключении аккумулятора информация из ОЗУ теряется – это может привести к временному ухудшению эксплуатационных качеств автомобиля.

EEPROM – память, не требующая питания для хранения информации. В EEPROM-память записывается информация, связанная с начальными настройками системы по критериям токсичности, защищенности; записываются данные паспортного характера. Эта информация может быть изменена специальными устройствами на сервисных станциях технического обслуживания.

Повышение эффективности функционирования подвижного состава автотранспортного предприятия (АТП) обеспечивается своевременным техническим обслуживанием и ремонтом на основе диагностирования автомобилей. Однако не все предприятия обладают современным оборудованием для оценки технического состояния автомобилей; кроме того, периодичность контроля такова, что имеется возможность эксплуатации автомобилей с состоянием, требующим технического обслуживания (ТО) или текущего ремонта.

При этом используемая в настоящее время планово-предупредительная система ТО теряет свою актуальность. Наиболее применима система, при которой будут стремиться к минимуму затраты на техническое обслуживание и ремонт автомобилей. Такая система ТО будет более динамичной.

Основной проблемой применения таких систем является повышение стоимости транспортных средств за счет установки на основных элементах автомобиля датчиков, информация от которых поступает в блок управления.

Микропроцессорным встроенным средствам отводится задача контроля технического состояния агрегатов, узлов и автомобиля в целом. В результате формируются рекомендации по продолжению работ автомобиля на линии либо постановки его на техническое обслуживание (ТО) и текущий ремонт (ТР) или выполнение мелкого ремонта самим водителем в пределах ежедневного обслуживания (ЕО).

Встроенные средства подразделяются на:

- систему датчиков и контрольных точек, обеспечивающих вывод сигналов на внешние средства диагностирования;
- встроенные системы диагностирования – автономные или функционирующие комплексно со стационарными информационно-управляющими центрами. Эти системы предназначены для косвенного обобщенного контроля работоспособности узлов и агрегатов с выдачей результатов на дисплей водителю и в бортовой накопитель для последующего прогнозирования и учета ресурсов и наработок узлов, корректирования режимов ТО стационарными электронно-вычислительными машинами (ЭВМ).

Первоначально в ФРГ, а затем в США и Японии в 1969–1970 гг. на легковых автомобилях были внедрены системы встроенных датчиков и контрольных точек (СВД и КТ). С 1971–1973 гг. японскими и американскими, а впоследствии и западноевропейскими фирмами применяются электронные бортовые системы контроля (БСК). В начале 1980-х годов разработаны встроенные системы диагностирования (ВСД) с микропроцессорной обработкой и накоплением информации.

Автомобильные ВСД и КТ имеют бортовую сеть встроенных в конструкцию автомобилей датчиков и контрольных точек системы электрооборудования, подключаемую при диагностировании к внешней вторичной диагностической аппаратуре.

Автономные СД первого поколения обеспечивали допусковой прямой контроль раздельно по 10–12 параметрам с синхронной выдачей результатов на приборную панель. БСК выполняли проверку технического состояния узлов по структурным параметрам, а правильность функционирования – по выходным параметрам, прямо и однозначно отражающим контролируемый процесс.

Широкое распространение получили встроенные системы с микропроцессорной обработкой, накоплением и выдачей информации водителю, в бортовой накопитель и на штекерный разъем.

Бортовой компьютер (БК) выдает водителю различную информацию о состоянии автомобиля, управляет средствами связи автомобиля с внешним миром, навигационной системой и т.д. Обычно бортовой компьютер выдает информацию на цифровой дисплей, управляется с пульта управления на приборном щитке автомобиля.

Применяются и более удобные цветные графические сенсорные дисплеи с программируемыми органами управления. Кроме того, выпускаются портативные коммуникаторы и органайзеры, которые можно подключать к шине автомобиля. Соответствующее программное обеспечение делает их частью автомобильной информационной системы. Все услуги связи, реализуемые в стационарном офисе, сегодня доступны и для автомобилей: факсимильная связь, автоответчик и т.д. Компьютер в автомобиле мо-

жет быть подключен к сети Internet. Электронная почта становится доступной для водителя. Автомобиль превращается в офис на колесах.

Если при выезде на маршрут водитель с клавиатуры ввел расстояние до пункта назначения, бортовой компьютер будет выдавать также информацию об ожидаемом времени прибытия в пункт назначения и расстоянии, оставшемся до пункта назначения.

В настоящее время широко применяются электронные блоки управления (ЭБУ) двигателями типа МИКАС 5.хх, МИКАС 7.хх. Работу этих блоков невозможно проконтролировать без специальных приборов, которые всегда желательно иметь «под рукой». Однако даже простейшие из них довольно сложны и поэтому недешевы. Кроме управления двигателем, вышеназванные ЭБУ вырабатывают сигналы с датчиков скорости и расхода топлива, которые выведены в салон автомобиля на специальный разъем для подключения маршрутного компьютера. Маршрутный компьютер позволяет отобразить различные параметры: время в пути, время в движении, пройденный путь, общий расход топлива, расход топлива на холостом ходу, текущую скорость, а также широкий спектр величин, рассчитанных на их основе (средняя скорость пути, средняя скорость движения и т.д.).

Технически возможно, а экономически целесообразно объединить маршрутный компьютер и диагностический тестер в одно устройство, которое должно устанавливаться в салоне автомобиля на штатное место, предусмотренное для маршрутного компьютера.

Алгоритм (рис. 2.36) функционирования встроенной системы диагностирования следующий:

- Производится опрос клавиатуры и, в случае необходимости, модификация выбранного режима работы.

- Формируется запрос на ЭБУ, соответствующий заданному режиму работы. Виды запросов весьма многообразны, однако их содержание (за небольшим исключением, например запросов на изменение состояния исполнительных механизмов) постоянно.

- Ожидается ответ от ЭБУ и осуществляется прием данных при его получении. По истечении времени ожидания или завершении приема данных производится анализ сложившейся ситуации и в соответствии с ней возможна модификация заданного режима работы.

- При необходимости обновляется информация на индикаторе с преобразованием полученных из ЭБУ данных. Информация для пользователя должна выводиться в удобной форме, т.е. в виде развернутых буквенно-цифровых сообщений и подсказок, что требует применения знаковинтегрирующего индикатора. Объем информации для отображения в развернутом виде очень большой, что влечет за собой увеличение памяти для ее хранения. Полученные из ЭБУ данные в некоторых случаях должны быть пересчитаны по несложной формуле (точность вычислений при этом может быть невелика) и преобразованы из двоичной формы в символьный формат.

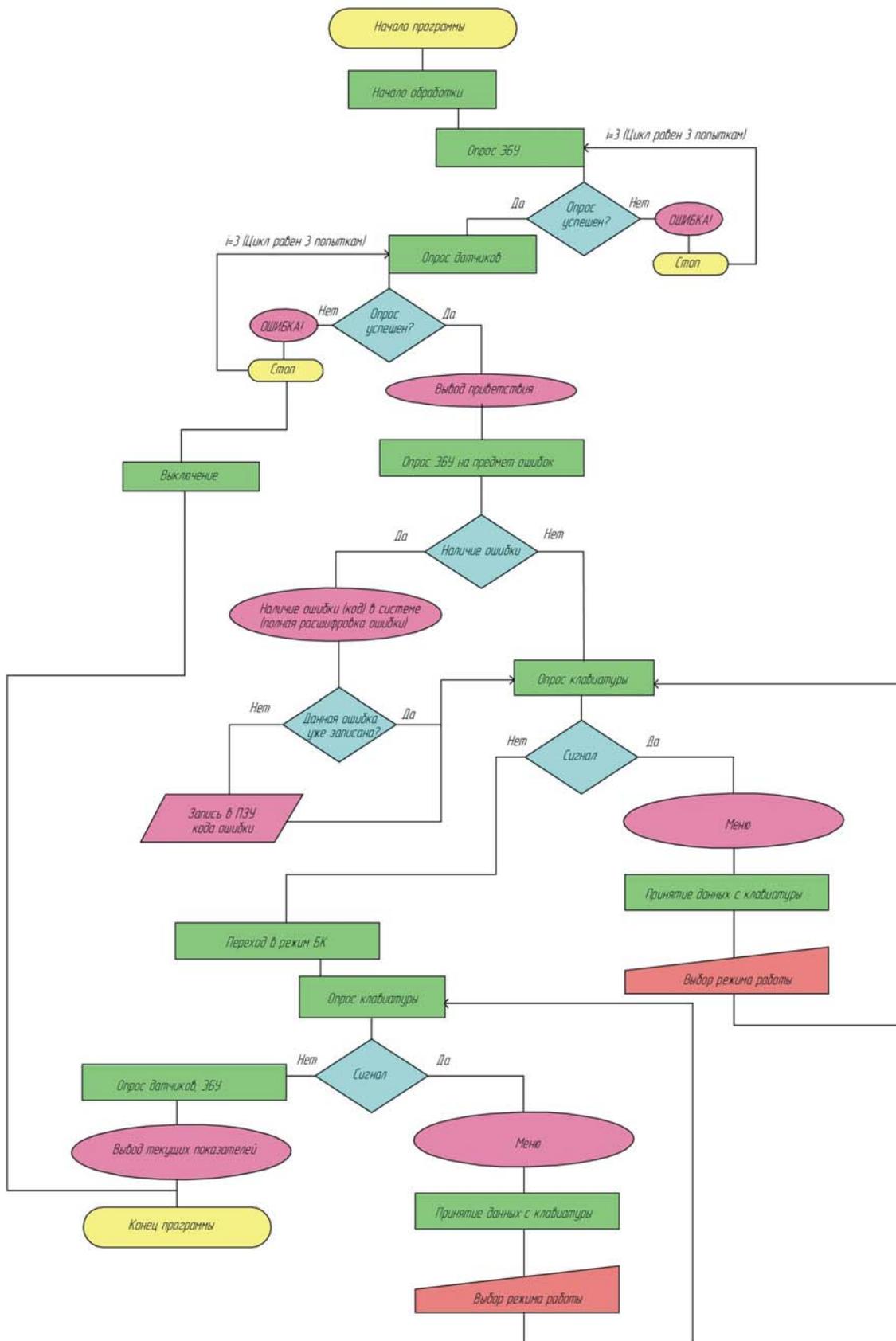


Рис. 2.36. Алгоритм работы встроенной системы диагностирования

- Делается пауза, т.к. согласно протоколу запросы на ЭБУ должны выдаваться не раньше 100 мс по окончании предыдущего сеанса обмена, и все повторяется сначала.

Алгоритм функционирования и особенности построения маршрутного компьютера следующие:

- Постоянно производятся подсчет времени, импульсов с датчиков расхода топлива и скорости, а также измерение длительности между импульсами с датчика скорости.

- Производятся опрос клавиатуры и, в случае необходимости, модификация выбранного режима работы.

- Обновляется информация на индикаторе с преобразованием накопленных первичных данных. Информация для пользователя должна выводиться в удобной форме, т.е. в виде развернутых буквенно-цифровых сообщений и подсказок, что требует применения знаковосинтезирующего индикатора.

- Объем информации для отображения в развернутом виде очень большой, что влечет за собой увеличение памяти для ее хранения. Первичные данные должны быть пересчитаны по несложным формулам (точность вычислений при этом может быть невелика) и преобразованы из двоичной формы в символьный формат.

- Делается пауза, т.к. исходя из психофизиологических особенностей человека частота обновления информации не должна превышать 10 Гц, и все повторяется сначала.

- Как видно из вышесказанного, между функционированием устройства в режиме тестера или маршрутного компьютера много общего, что позволяет совместно использовать аппаратные и программные ресурсы.

БСК подключается к стандартному разъему маршрутного компьютера и не требует каких-либо доработок электропроводки автомобиля (дополнительно требуется только подключение к диагностическому разъёму).

БСК имеет пять режимов работы: режим маршрутного компьютера, режим отображения значения внутренних переменных ЭБУ, режим отображения и сброса кодов неисправностей ЭБУ, режим управления исполнительными механизмами ЭБУ и режим вывода информации о данном приборе. Переключение между режимами осуществляется нажатием кнопки "Режим".

После включения БК автоматически переходит в режим маршрутного компьютера. В режиме маршрутного компьютера накапливаются и отображаются следующие параметры движения:

- пройденное расстояние от начала маршрута (в метрах);
- время нахождения на маршруте (включенное зажигание);
- время в движении (при скорости движения ≥ 3 км/ч);
- текущая скорость движения автомобиля (в км/ч);

- средняя скорость движения на маршруте (в км/ч). Средняя скорость действительна после пробега не менее 1 км;
- потраченное на маршруте топливо (в миллилитрах);
- средний расход топлива на маршруте (в литрах на 100 км). Средний расход действителен после пробега не менее 1 км.

Перебор отображаемых параметров осуществляется кнопками "Влево" и "Вправо".

Для остановки подсчета параметров маршрута (без их обнуления) необходимо однократно нажать кнопку "Выбор". Для возобновления подсчета параметров необходимо повторно нажать кнопку "Выбор". Контроль останова/запуска параметров можно осуществить, просматривая "время нахождения на маршруте". При прекращении подсчета счетчик секунд останавливается.

Для начала нового маршрута (обнуления параметров предыдущего маршрута) необходимо нажать и удерживать нажатой в течение не менее 1,5 секунды кнопку "Выбор".

В режиме отображения значений внутренних переменных БК показывает в режиме реального времени одну из следующих переменных:

- Идентификатор ПО ЭБУ.
- Положение дроссельной заслонки (в процентах).
- Температура охлаждающей жидкости (в градусах).
- Обороты двигателя (в числе оборотов в минуту).
- Желаемые обороты холостого хода (в числе оборотов в минуту).
- Угол опережения зажигания (в градусах).
- Скорость автомобиля (в километрах в час).
- Текущее положение регулятора холостого хода (в числе шагов).
- Желаемое положение регулятора холостого хода (в числе шагов).
- Коэффициент коррекции времени впрыска.
- Напряжение на датчике кислорода (в вольтах).
- Коэффициент коррекции СО для двигателя без датчика кислорода.
- соотношение воздух/топливо для двигателя с датчиком кислорода.
- Напряжение бортовой сети (в вольтах).
- Длительность импульса впрыска (в миллисекундах).
- Цикловый расход топлива (в миллиграммах на такт).
- Массовый расход воздуха (в килограммах в час).
- Часовой расход топлива (в литрах в час).
- Путевой расход топлива (в литрах на 100 километров).
- Путевой расход топлива выводится только при движении автомобиля.
- Признак обнаружения детонации (да/нет).
- Признак блокировки топливоподачи (да/нет).
- Признак холостого хода (да/нет).
- Признак мощностного обогащения (да/нет).

БСК в режиме просмотра внутренних переменных ЭБУ отслеживает их выход за допустимые пределы, выдавая звуковой сигнал в одном из следующих случаев:

- в режиме отображения температуры охлаждающей жидкости при превышении температурой значения 110 градусов по Цельсию;
- в режиме отображения оборотов двигателя при превышении оборотами значения 5520 оборотов в минуту;
- в режиме отображения напряжения бортовой сети при понижении напряжения ниже 10 вольт;
- в режиме отображения напряжения бортовой сети при повышении напряжения выше 15 вольт;
- в режиме отображения признака обнаружения детонации при обнаружении детонации;
- в режиме отображения признака блокировки топливоподдачи при блокировке подачи топлива;
- в режиме отображения признака мощностного обогащения при обогащении смеси по мощности.

Перебор отображаемых параметров осуществляется кнопками "Влево" и "Вправо".

В режиме отображения кодов неисправностей БК в цикле считывает из блока управления коды неисправностей и отображает на дисплее их число. Если кодов неисправностей нет, то доступна только кнопка "Режим", при нажатии на которую происходит выход из режима отображения кодов неисправностей. Если коды неисправностей есть, то для их просмотра необходимо нажать кнопки "Выбор", "Влево" или "Вправо". Прокликивание считанных кодов неисправностей осуществляется кнопками "Влево" и "Вправо". Для выхода из режима отображения кодов неисправностей без их очистки необходимо нажать кнопку "Режим". Для стирания кодов неисправностей следует нажать кнопку "Ввод" и удерживать ее не менее 1,5 секунд. В этом случае "БК" сотрет коды неисправностей в ЭБУ и вновь считывает их (после стирания должно быть считано 0 неисправностей). Коды неисправностей отображаются по стандарту SAE J2012. Их расшифровка приведена на последней странице данного описания.

В режиме управления исполнительными механизмами доступны следующие исполнительные механизмы и внутренние переменные ЭБУ:

- Лампа Check Engine.
- Реле вентилятора системы охлаждения двигателя.
- Реле управления бензонасосом.
- Катушка зажигания 1 (1 и 4 цилиндры).
- Катушка зажигания 2 (2 и 3 цилиндры).
- Форсунка 1.
- Форсунка 2.

- Форсунка 3.
- Форсунка 4.
- Коэффициент коррекции СО для двигателя без датчика кислорода.
- Обороты холостого хода.
- Положение регулятора холостого хода.

Пролистывание исполнительных механизмов осуществляется кнопками "Влево" и "Вправо". При этом для каждого механизма отображается его текущее состояние (кроме катушек зажигания и форсунок). Для перехода к управлению текущим исполнительным механизмом необходимо нажать кнопку "Выбор". После этого можно изменить состояние исполнительного механизма однократным нажатием или нажатием и удержанием кнопок "Влево" и "Вправо". Изменение состояния исполнительного механизма индицируется символом '*' в первой позиции дисплея. Для возврата управления исполнительным механизмом ЭБУ необходимо вновь нажать кнопку "Выбор".

Для перехода в режим выдачи информации о БК следует выключить зажигание, нажать кнопку "Режим" и следует включить зажигание (удерживая ее нажатой). В этом режиме можно просмотреть информацию о версии прибора и его авторах.

Перебор отображаемой информации осуществляется кнопками "Влево" и "Вправо". Для выхода из режима нажимаем кнопку "Режим".

С точки зрения построения программы, учитывая большой объем текстовых сообщений, все их желательно вынести за пределы внутреннего сравнительно небольшого ПЗУ микроконтроллера. Т.к. между обновлениями информации существует большая пауза (не менее 100 мс), а количество одновременно отображаемых символов невелико, то эти данные могут быть размещены во внешнем ПЗУ с последовательной выборкой и извлекаться оттуда по мере необходимости. Развивая эту идею, можно вынести во внешнее ПЗУ сами запросы, описание формул для пересчета различных параметров, а также и весь сценарий работы с меню.

Диагностирование только внешними средствами не обеспечивает предотвращение эксплуатации автомобилей с неисправностями, аварийных дорожных отказов, оптимизации выбора режима движения и проведения ТО и ТР. Оно не устраняет накопление неисправностей на межконтрольном пробеге, так что в среднем более 20 % парка эксплуатируется с такими неисправностями. Ухудшение технического состояния автотранспортных средств является причиной дорожно-транспортных происшествий и дорожных отказов. Более частому проведению диагностирования препятствуют ограничения экономического характера. Кроме того, значительная доля парка эксплуатируется без диагностирования, нередко в отрыве от автотранспортного предприятия (АТП) и станций технического обслуживания (СТО), в мелких ведомственных и личных плохо оснащенных гаражах.

Предлагаемая встроенная система диагностирования предназначена для использования водителем автомобиля или механиком АТП и выдачи данных на БК или ЭВМ о работе и техническом состоянии автомобилей. Обеспечиваются практически непрерывным контролем наиболее надежные узлы по функциональным параметрам и обобщенным показателям работоспособности важнейших агрегатов. Позволяет выявлять предотказные состояния узлов, определяющих наибольшую частоту обращений в ремонтную зону АТП или на СТО, а также снижение функциональных качеств, представляющих угрозу для безопасности движения. В частности контроль топливной экономичности, состояние аккумуляторной батареи, неравномерность действия тормозов и др.

Микропроцессорным встроенным средствам отводится задача контроля технического состояния агрегатов, узлов и автомобиля в целом. В результате формируются рекомендации по продолжению работ автомобиля на линии либо постановки его на техническое обслуживание (ТО) и текущий ремонт (ТР) или выполнение мелкого ремонта самим водителем в пределах ежедневного обслуживания (ЕО).

Встроенные средства диагностирования (ВСД) подразделяются на систему датчиков и контрольных точек, обеспечивающих вывод сигналов на внешние средства диагностирования, а также встроенные системы диагностирования – автономные или функционирующие комплексно со стационарными информационно-управляющими центрами. Эти системы предназначены для косвенного обобщенного контролирования работоспособности узлов и агрегатов с выдачей результатов на дисплей водителю и в бортовой накопитель для последующего прогнозирования и учета ресурсов и наработок узлов, корректирования режимов ТО.

Автомобильные ВСД имеют бортовую сеть встроенных в конструкцию автомобилей датчиков и контрольных точек системы электрооборудования, подключаемую при диагностировании к внешней вторичной диагностической аппаратуре.

Бортовой компьютер выдает водителю различную информацию о состоянии автомобиля, управляет средствами связи автомобиля с внешним миром, навигационной системой и т.д. Обычно бортовой компьютер выдает информацию на цифровой дисплей, управляется с пульта управления на приборном щитке автомобиля. Кроме того, выпускаются портативные коммуникаторы и органайзеры, которые можно подключать к шине данных автомобиля. Соответствующее программное обеспечение делает их частью автомобильной информационной системы. Все услуги связи, реализуемые в стационарном офисе, сегодня доступны и для автомобилей: факсимильная связь, автоответчик и т.д. Компьютер в автомобиле может быть подключен к сети Internet, при этом электронная почта становится доступной для водителя, автомобиль превращается в офис на колесах. Однако для выявления не-

исправностей необходимо диагностирование на станциях технического обслуживания автомобилей с помощью диагностических тестеров.

При работе автомобилей возникает необходимость в постоянном контроле основных элементов. Это возможно при объединении маршрутного компьютера и диагностического тестера в одно устройство, но и такое объединение не позволяет выявить все возможные неисправности автомобилей, поэтому представляется целесообразным кроме объединения маршрутного компьютера и диагностического тестера ввести в программу бортового компьютера опросную часть. Такое устройство должно устанавливаться в салоне автомобиля на штатное место, предусмотренное для маршрутного компьютера.

Алгоритм программы выглядит следующим образом (рис. 2.37).

При работе прибора программа начинает свои действия с проверки наличия контакта со следующими датчиками, информирующими о:

- положению и частоте вращения коленчатого вала,
- массовом расходе воздуха двигателем,
- температуре охлаждающей жидкости,
- положении дроссельной заслонки,
- содержании кислорода в отработавших газах (в системе с обратной связью),
- наличии детонации в двигателе,
- напряжении в бортовой сети автомобиля,
- скорости автомобиля,
- положении распределительного вала (в системе с последовательным распределенным впрыском топлива).

Если контакт не установлен, то на экран прибора в кабине водителя выводится надпись «Ошибка! Датчик недоступен». В этом случае программа прекращает свою работу и показывает, какой датчик не доступен.

Если контакт со всеми датчиками установлен, программа по показаниям строит график и при наличии неисправностей выводит их на экран в текстовом режиме. Далее система переходит к опросной части. Водителю предлагается выбор – закончить программу сейчас или продолжить поиск неисправностей в других системах двигателя. При продолжении программа использует метод «логический поиск с последовательным исключением». Водителю надлежит выбрать качественные признаки неправильной работы двигателя. В конце процесса на экран выводится неисправность.

Затем система переходит к поиску неисправностей путём опроса водителя автомобиля, который выбирает из предложенных вариантов неправильной работы двигателя наиболее характерные признаки, которые он заметил на своём автомобиле. Опросная система имеет древовидную структуру. Далее приводится один из возможных путей формирования заявки о неисправности.

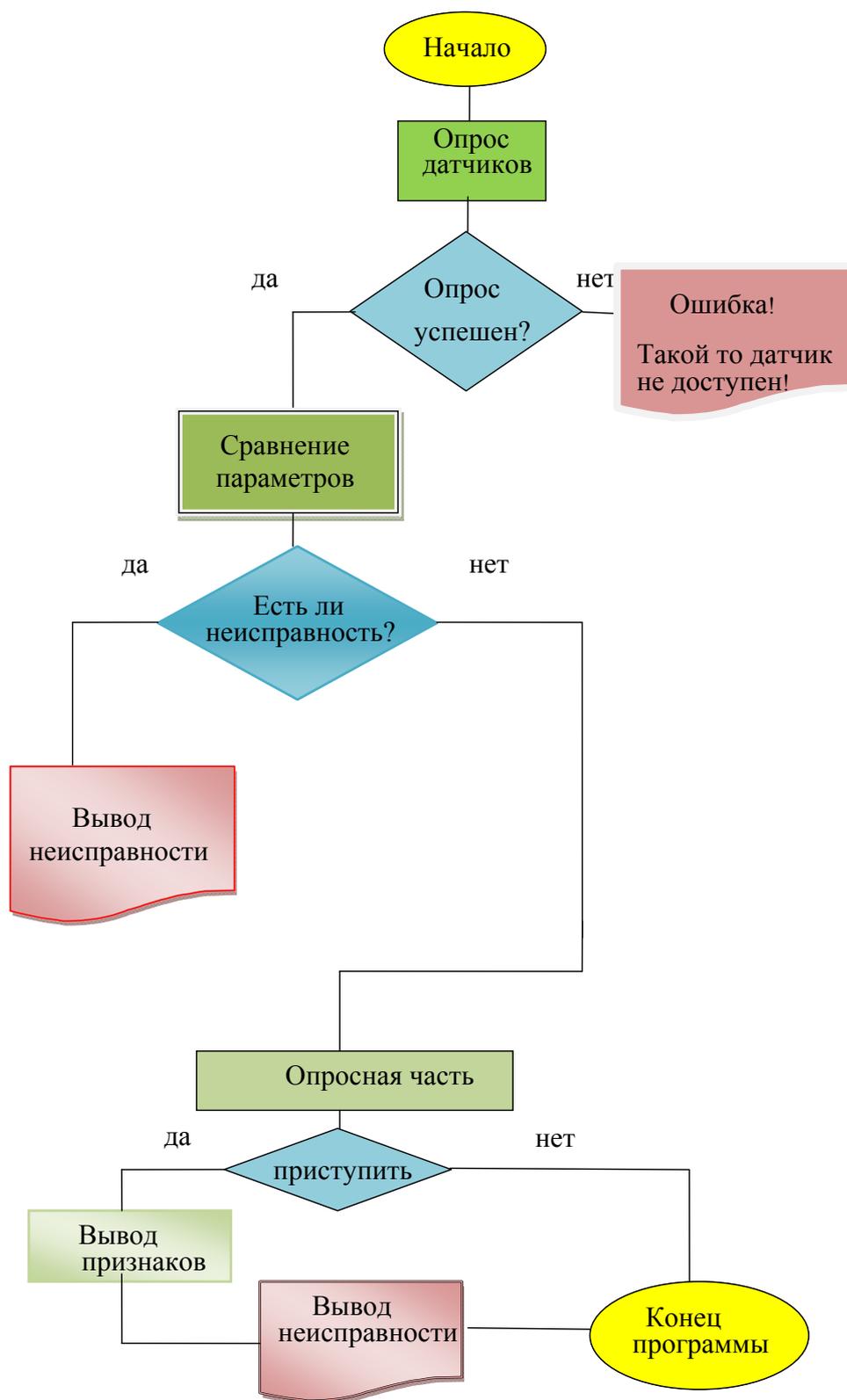


Рис. 2.37. Алгоритм работы системы диагностирования инжекторного двигателя

Последовательность опроса диагноста по этим вопросам зависит от частоты появления признаков и составляется на основании статистических данных, собранных в условиях эксплуатации. На основании полученной информации на этом этапе определяются вероятные гипотезы – элементы двигателя, подозреваемые на отказ.

После завершения этапа выбора качественных признаков в системе происходят просмотр базы данных и формирование рабочего набора предполагаемых неисправностей, обеспечивающих решение задачи поиска неисправностей.

На третьем этапе поиска неисправностей система в диалоге проводит опрос пользователя о том, какова наработка двигателя, какие ремонтно-обслуживающие работы проводились в последнее время, как он заметил появление качественного признака, какие работы выполнял, какие ещё сопутствующие качественные признаки проявляются при этом. На данном этапе поиска определяющим при последовательности задания вопросов является логическая целесообразность того или иного вопроса. На этом этапе взаимодействие пользователя с системой происходит посредством последовательного предъявления пользователю вопросов от системы и выбора им вариантов ответа в меню различных типов (рис. 2.38–2.40).

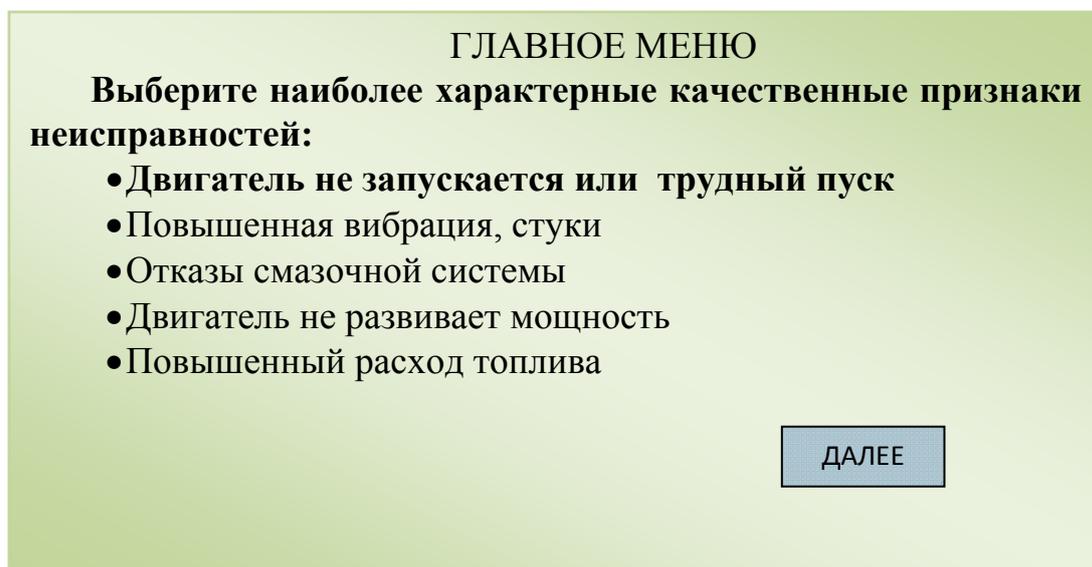


Рис. 2.38. Главное меню

Для перемещения по меню используются "стрелки", для выбора позиций нажимаем клавишу "Space". Переход к следующему меню в древовидной структуре осуществляется нажатием клавиши "ДАЛЕЕ" с выбором нужного признака.

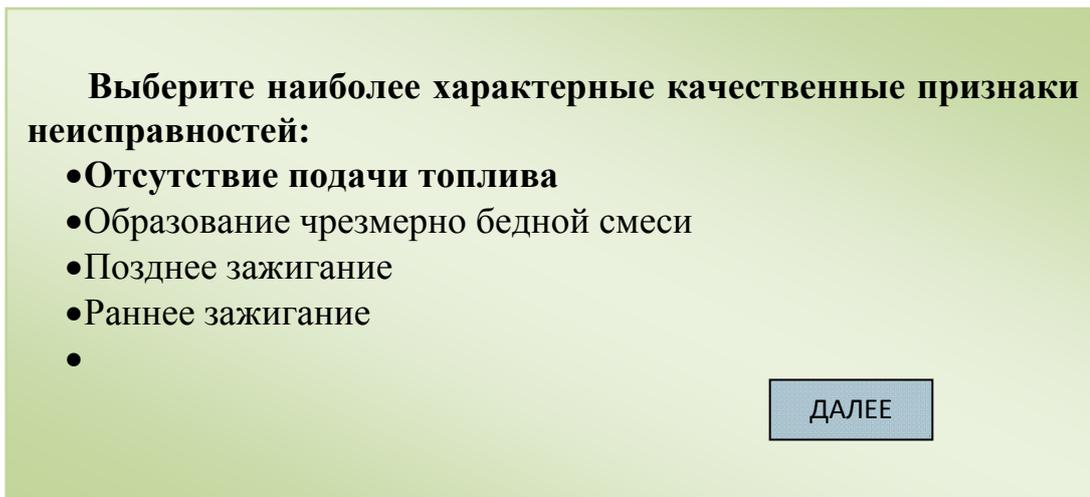


Рис. 2.39. Выбор нужного признака

По результатам опроса уточняются вероятности рассматриваемых гипотез. В ряде случаев, основываясь только на результатах ответов на опросные вопросы, можно принять диагностическое решение.

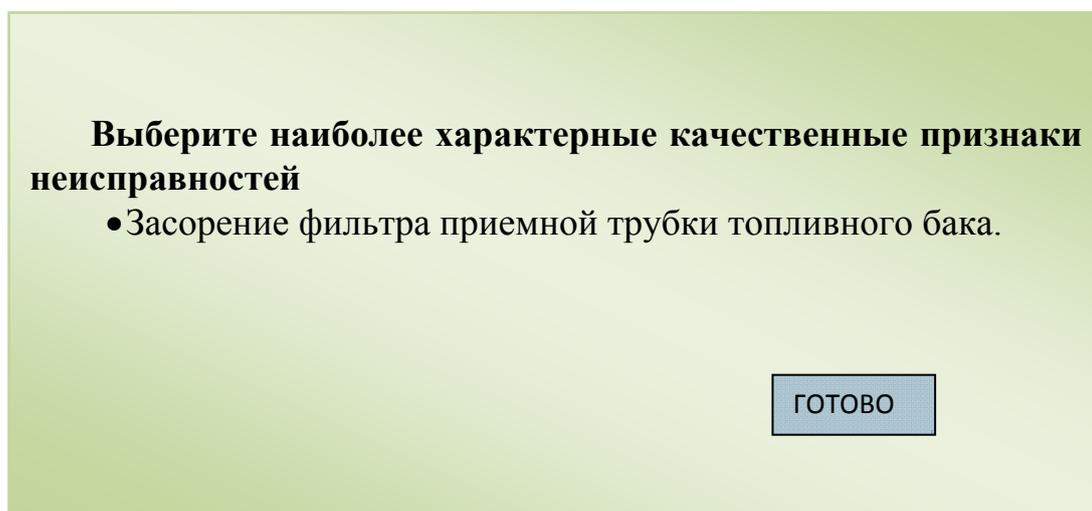


Рис. 2.40. Диагностическое решение

Диагностическая система обладает знаниями о типичных ситуациях, соответствующих наличию часто встречающихся неисправностей. В ходе опроса система анализирует полученную информацию и формирует гипотезы о неисправностях. Система предлагает в оптимальной последовательности провести диагностические проверки по качественным признакам и с использованием инструментальных средств диагностирования. Номенклатура диагностических средств, применяемых при поиске, легко изменяется в соответствии с имеющимися у пользователя.

Взаимодействие с системой происходит посредством последовательного предъявления заданий на проведение диагностических проверок. При этом пользователю доступна инструкция о технологии проведения проверки. По результату проверки пользователь выбирает вариант ответа в меню. Работа системы заканчивается определением наиболее вероятной неисправности двигателя.

Применение самодиагностирования позволит увеличить уровень эксплуатационной надежности автомобильного парка, снизить материальные и трудовые затраты на проведение технического обслуживания и ремонта автомобилей, уменьшить потребность в технологическом оборудовании и производственно-складских помещениях.

2.2.2. Алгоритм программы поиска неисправностей автомобилей с инжекторными двигателями

Системы мониторинга и диспетчеризации транспортных средств базируются на применении таких беспроводных технологий, как GSM, GPRS, GPS, ГЛОНАСС. Увеличение в последние годы количества транспортных средств, оборудованных системами встроенного диагностирования и диспетчеризации, вызвано не только требованиями нормативных правовых актов, но и преимуществами, которые дает использование этих приборов автотранспортным предприятиям.

Перспективным является применение систем встроенного диагностирования, которые быстро указывают водителю место, где возникла неисправность и какие работы надо произвести для её устранения. В систему подаются сигналы от датчиков, обрабатываются в бортовой системе контроля и выводятся на жидкокристаллический дисплей.

Система встроенного диагностирования позволяет выполнять контроль технического состояния двигателя и трансмиссии. Имеется возможность определить неисправность в двигателе и трансмиссии с помощью датчиков разряжения и температуры масла. Эта цель достигается путем установки датчика абсолютного давления во впускном коллекторе. Внутри датчика абсолютного давления имеется вакуумная камера, из которой на этапе изготовления датчика был откачен воздух. Такой датчик «сравнивает» давление на входном штуцере с давлением в вакуумной камере – от этой разницы давлений и зависит выходной сигнал датчика.

В качестве датчиков атмосферного давления применяются датчики абсолютного давления. Датчик атмосферного давления может быть выполнен как отдельный элемент системы управления двигателем или может быть размещён непосредственно внутри корпуса блока управления двигателем (рис. 2.41).

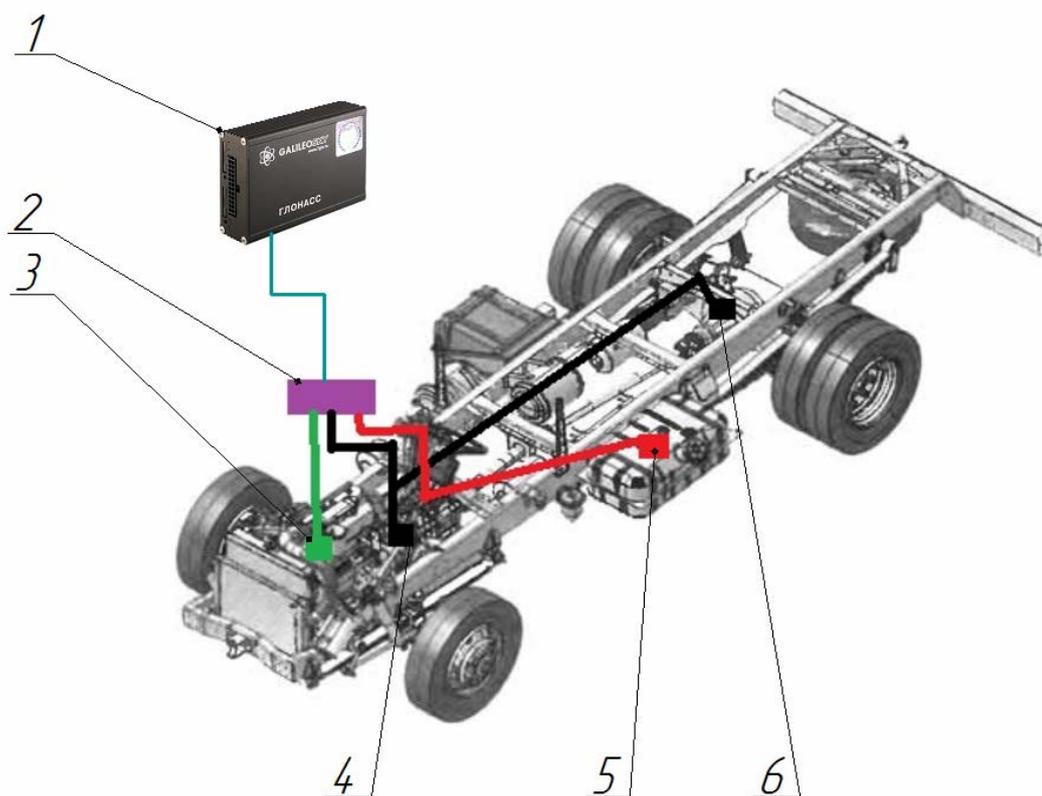


Рис. 2.41. Схема расположения встроенной системы диагностирования на автомобиле:

- 1 – передатчик ГЛОНАСС/GPS; 2 – встроенная система диагностирования;
 3 – датчик разряжения; 4 – датчик температуры масла в коробке передач;
 5 – датчик давления топлива; 6 – датчик температуры масла в главной передаче

Внедрение датчика температуры масла в трансмиссии позволит следить за ее состоянием, не покидая кабины водителя и не посещая ТО. Датчик будет устанавливаться в корпус коробки передач (КП) и главной передачи (ГП). Датчик будет показывать изменение температуры, что будет свидетельствовать о нагрузках на трансмиссию. Средняя рабочая температура масла в картере КП составляет 80–95 °С, в жаркую погоду при городском цикле движения она может подниматься до 150 °С. Конструкция КП такова, что если с двигателя снимается мощность, большая, чем нужно для преодоления дорожного сопротивления, ее избыток расходуется на внутреннее трение масла и оно еще более нагревается. Высокие скорости движения потоков масла в гидротрансформаторе и температура вызывают интенсивную аэрацию, приводящую к вспениванию, что создает благоприятные условия, во-первых, для окисления самого масла, во-вторых, для коррозии металлов.

Программа включает блоки формирования баз данных по результатам диагностирования и сведения о работе двигателя со слов водителя. Подготовленные данные обрабатываются расчетно-анализирующим блоком. С помощью блока индикации результаты расчета и анализа выводятся на эк-

ран прибора, расположенного в кабине автомобиля. Данная информация является основанием для своевременного принятия решений по проведению профилактических работ для двигателя автомобиля.

Вторая часть программы – аналитическая, определяет наличие и вид неисправностей как в двигатели, так и в трансмиссии, третья часть опросная, рассчитана на остальные системы транспортного средства.

После запуска алгоритма идет выбор датчика, первый датчик – это датчик разрежения. После проверки датчика разрежения идет проверка трансмиссии, датчика КП и датчика ГП. После выбора датчика, например датчика разрежения, идет работа прибора с данным датчиком, программа начинает свои действия с проверки наличия контакта с датчиком разрежения. Если контакт не установлен, то на экран прибора в сопровождении звукового сигнала в кабине водителя выводится надпись «ОШИБКА! Датчик недоступен». В этом случае программа прекращает свою работу. Весь этот цикл повторяется и с другими датчиками.

Если контакт с датчиком установлен, то в программу водителем вводятся начальные данные. Программа по показаниям датчика строит график и при наличии неисправности выводит на экран в текстовом режиме. Далее система переходит к опросной части. Водителю предлагается выбор – закончить программу сейчас или продолжить поиск неисправностей в других системах двигателя. При продолжении программа использует метод «логический поиск с последовательным исключением». Водителю надлежит выбрать качественные признаки неправильной работы двигателя. В конце процесса на экран выводится неисправность. Программа считывает значения с накладного датчика разрежения, установленного в блоке цилиндров. Считанные значения автоматически записываются в базу данных программы, затем, на основании этих данных, строятся графики разрежения. По разрежению в контрольных точках прогнозируется неисправность.

Затем осуществляется переход к диагностированию разрежения двигателя на холостых оборотах.

Под графиками в случае выявления неисправности появляется надпись, характеризующая эту неисправность, например «нарушения в работе клапанного механизма, связанные с неправильной регулировкой тепловых зазоров в клапанном механизме». Если неисправностей не выявлено, появится надпись «неисправностей не обнаружено».

Если неисправностей с помощью датчика разрежения не выявлено, то система переходит к поиску неисправностей путем опроса водителя автомобиля, который выбирает из предложенных вариантов неправильной работы двигателя наиболее характерные признаки, которые он заметил. Опросная система имеет древовидную структуру.

Последовательность опроса по этим вопросам, которые составляются на основании статистических данных, собранных в условиях эксплуатации,

зависит от частоты появления признаков. На основании полученной информации на этом этапе определяются вероятные гипотезы – элементы двигателя, подозреваемые на отказ.

После завершения этапа выбора качественных признаков в системе происходят просмотр базы данных и формирование рабочего набора предполагаемых неисправностей, обеспечивающих решение задачи поиска неисправностей.

Для уточнения процесса поиска неисправностей система в диалоговом режиме проводит опрос пользователя о том, какова наработка двигателя, какие ремонтно-обслуживающие работы проводились в последнее время, как были замечены проявления качественного признака, какие работы выполнялись, какие еще сопутствующие качественные признаки проявляются при этом. Определяющим при последовательности задания вопросов является логическая целесообразность того или иного вопроса. Взаимодействие с системой происходит посредством последовательного предъявления пользователю вопросов от системы и выбора им вариантов ответа в меню различных типов.

Для перемещения по меню используются «стрелки», выбор позиций осуществляется нажатием клавиши «Space». Для перехода к следующему меню в древовидной структуре нажимаем клавишу «ДАЛЕЕ».

Неисправность сцепления проверяется при работающем двигателе. Выжав педаль сцепления, поочередно переключают передачи. Если включение передач затруднено и сопровождается скрежетом, сцепление полностью не включается. Включение сцепления проверяют, затянув ручной тормоз. Включают высшую передачу и плавно отпускают педаль сцепления, одновременно нажимая на педаль управления дроссельными заслонками. Если двигатель остановится, сцепление исправно. Продолжение работы двигателя указывает на неполное включение сцепления.

Исправность главной передачи и дифференциала проверяют на ходу. При движении автомобиля со скоростью 30...60 км/ч с включенной передачей (но не накатом) прослушивают шум шестерен. Наличие шума свидетельствует о неправильном зацеплении шестерен, когда пятно контакта смещено в сторону широкой части зубьев ведомой шестерни. Если шум шестерен проявляется при торможении двигателем, это говорит о смещении пятна контакта зацепления в сторону узкой части зубьев ведомой шестерни. Работа ведущего моста с непрерывным «воем» шестерен главной передачи может наблюдаться при большом износе подшипников, недостаточном уровне масла в картере главной передачи или малой вязкости масла.

По результатам опроса уточняются вероятности рассматриваемых гипотез. В ряде случаев, основываясь только на результатах ответов на опросные вопросы, можно принять диагностическое решение. Диагностиче-

ская система обладает знаниями о типичных ситуациях, соответствующих наличию наиболее часто встречающихся неисправностей. В ходе опроса система анализирует полученную информацию и формирует гипотезы о неисправностях и предлагает в оптимальной последовательности провести диагностические проверки по качественным признакам с использованием инструментальных средств диагностирования. Номенклатура диагностических средств, применяемых при поиске, легко изменяется в соответствии с имеющимися у пользователя.

Взаимодействие с системой происходит посредством последовательного предъявления заданий на проведение диагностических проверок. При этом доступна инструкция о технологии проведения проверки. Работа системы заканчивается определением наиболее вероятной неисправности автомобиля.

2.2.3. Встроенная система диагностирования бензиновых двигателей

Системы мониторинга и диспетчеризации транспортных средств базируются на применении таких беспроводных технологий, как GSM, GPRS, GPS, ГЛОНАСС. Увеличение в последние годы количества транспортных средств, оборудованных системами встроенного диагностирования и диспетчеризации, вызвано не только требованиями нормативных правовых актов, но и преимуществами, которые дает использование этих приборов автотранспортным предприятиям. В настоящее время множество государственных предприятий и частных компаний осуществляют перевозки грузов в черте города, а также в отрыве от производственной базы предприятия. Непрерывно возрастают объемы строительных и дорожных работ, происходит накопление затрат на перевозку грузов.

Применение систем мониторинга и диспетчеризации для технического диагностирования автомобилей и их отдельных агрегатов направлено в целом на решение одной или нескольких нижеприведенных задач:

- определение технического состояния, поиск и определение места неисправности;
- прогнозирование остаточного ресурса или вероятности безотказной работы на задаваемых интервалах наработки.

Для успешного осуществления указанных задач проводят определенные работы по разработке диагностического оборудования, повышению контролепригодности и установлению показателей и характеристик процессов диагностирования.

Оптимальным решением является проведение работ по диагностическому обеспечению автомобилей на всех стадиях, начиная от их разработки до полного списания, т.е. на стадиях разработки, производства, эксплуатации, капитального ремонта и хранения, а также при обосновании акта о списании конкретных автомобилей.

Важнейшим элементом автомобиля является его двигатель, на который приходится значительная доля работ по техническому обслуживанию и ремонту. Оборудование для диагностирования систем и механизмов двигателя, как и других элементов автомобиля, должно быть надежным и точным в работе. Перспективным является применение систем встроенного диагностирования, которые быстро указывают водителю место, где возникла неисправность и какие работы надо произвести для её устранения. В систему подаются сигналы от датчиков, обрабатываются в бортовой системе контроля и выводятся на жидкокристаллический дисплей.

Система встроенного диагностирования позволяет выполнять контроль технического состояния двигателя. Имеется возможность определить неисправность в двигателе с помощью датчика разрежения. Эта цель достигается путем установки датчика абсолютного давления во впускном коллекторе. Внутри датчика абсолютного давления имеется вакуумная камера, из которой на этапе изготовления датчика откачен воздух. Такой датчик «сравнивает» давление на входном штуцере с давлением в вакуумной камере – от этой разницы давлений и зависит выходной сигнал датчика (рис. 2.42).

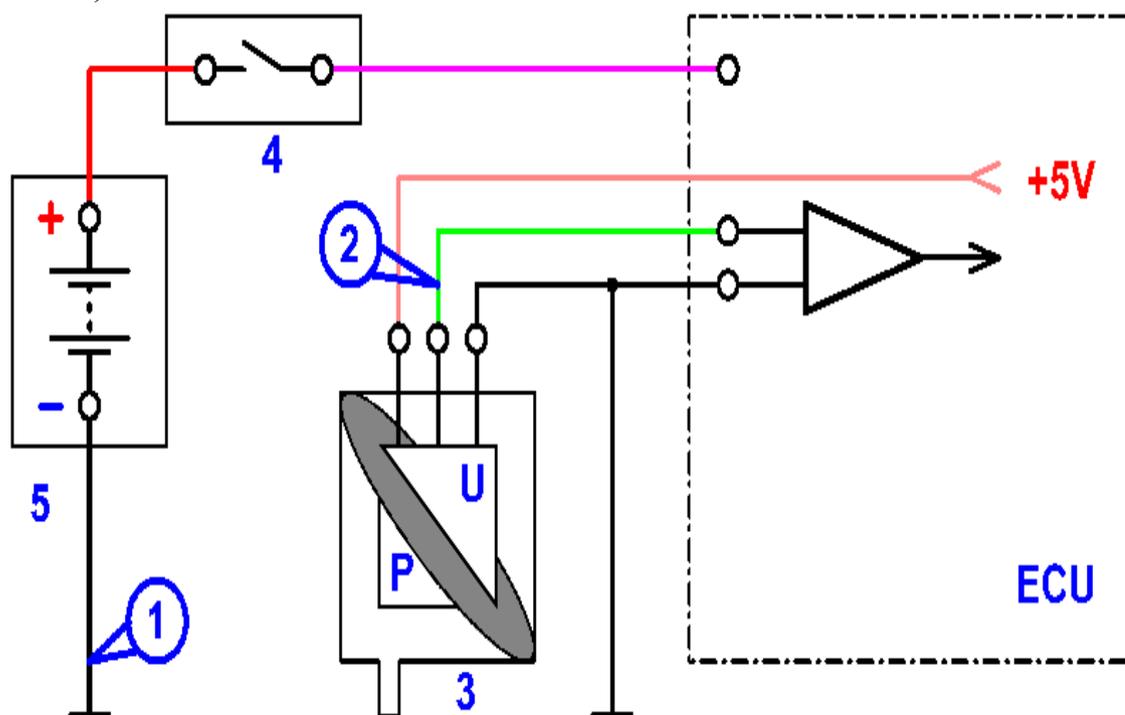


Рис. 2.42. Схема подключения датчика разрежения:

- 1 – точка подключения зажима типа «крокодил» осциллографического щупа;
- 2 – точка подключения пробника осциллографического щупа для получения осциллограммы выходного напряжения датчика; 3- датчик абсолютного давления;
- 4 – выключатель зажигания; 5 – аккумуляторная батарея

В качестве датчиков атмосферного давления применяются датчики абсолютного давления. Датчик атмосферного давления может быть выпол-

нен как отдельный элемент системы управления двигателем, или может быть размещён непосредственно внутри корпуса блока управления двигателем (рис. 2.43).

Блок обработки информации наряду с контактным датчиком разрежения позволяет обеспечить бесконтактный съём информации с двигателя в труднодоступных местах.

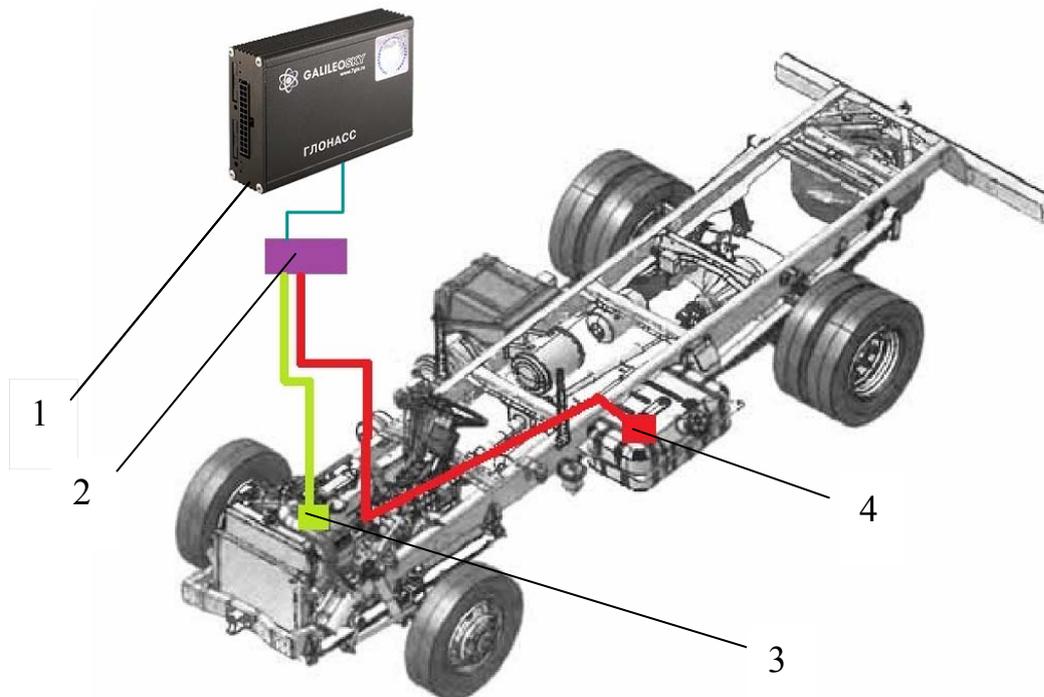


Рис. 2.43. Схема расположения датчиков:
1 – передатчик ГЛОНАСС/GPS; 2 – встроенная система диагностирования;
3 – датчик разрежения; 4 – датчик расхода топлива

Программа включает блоки формирования баз данных по результатам диагностирования и сведения о работе двигателя со слов водителя. Подготовленные данные обрабатываются расчетно-анализирующим блоком. С помощью блока индикации результаты расчета и анализа выводятся на экран прибора, расположенного в кабине автомобиля. Данная информация является основанием для своевременного принятия решений по проведению профилактических работ для двигателя автомобиля.

Вторая часть программы – аналитическая, определяет наличие и вид неисправностей в двигателе, третья часть опросная, рассчитана на остальные системы транспортного средства.

Если контакт с датчиком установлен, то в программу водителем вводятся начальные данные. Программа по показаниям датчика строит график и при наличии неисправности выводит на экран в текстовом режиме. Далее система переходит к опросной части. Водителю предлагается выбор – за-

кончить программу сейчас или продолжить поиск неисправностей в других системах двигателя. При продолжении программа использует метод «логический поиск с последовательным исключением». Водителю надлежит выбрать качественные признаки неправильной работы двигателя. В конце процесса на экран выводится неисправность. Программа считывает значения с накладного датчика разрежения, установленного в блок цилиндров. Считанные значения автоматически записываются в базу данных программы, затем, на основании этих данных, строятся графики разрежения. По разрежению в контрольных точках прогнозируется неисправность.

Затем осуществляется переход к диагностированию разрежения двигателя на холостых оборотах. Для наглядности наличия неисправности на диаграмме представлены графики разрежения двигателя (рис. 2.44, 2.45).

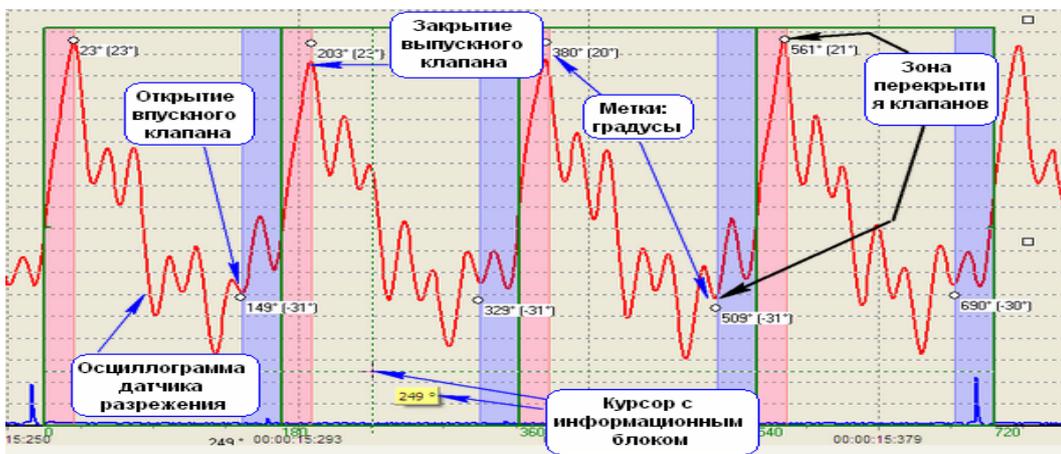


Рис. 2.44. Общий вид осциллограммы датчика разрежения



Рис. 2.45. Неисправен 2-й цилиндр

1. Во 2-м цилиндре в это время присутствует давление 0.1–0.3 атм. Это давление из цилиндра врывается во впускной коллектор, и кривая осциллограммы резко идёт вверх (происходит потеря вакуума во впускном коллекторе) до тех пор, пока на 204 градусе (24 градуса после ВМТ) не закроется выпускной клапан. В цилиндре в этот момент начинает расти вакуум, и кривая резко идёт вниз (это и есть точка закрытия выпускного клапана). На этом закончилась фаза перекрытия клапанов, по положению которой относительно ВМТ можно судить о правильности установки распределительного вала относительно коленчатого вала.

2. По смещению точек открытия и закрытия клапанов мы можем судить о величине тепловых зазоров, состоянии гидрокомпенсаторов и износе кулачков распредвала. Ведь если зазор выпускного клапана увеличен – значит, клапан будет закрываться раньше, чем в других цилиндрах и вершинка сдвинется влево, при этом она будет ниже, чем другие, потому что потеря вакуума прекратится раньше. Если во впускном клапане зазор будет увеличен, то клапан начнёт открываться позже и впадинка сдвинется вправо.

3. Кроме того, по положению низа осциллограммы по вертикали (относительно низа других цилиндров) можно судить о том, что в данном цилиндре не достигается такой же вакуум, как в других цилиндрах. А это значит, что в цилиндре присутствуют неплотности (неисправны клапана, гидротолкатели). В исправном ДВС низ и верх осциллограммы всех цилиндров находятся на одном уровне (при отсутствии вмешательства ЭБУ).

4. По положению точки ВМТ по датчику разрежения относительно сигнала ДПКВ можно судить о правильности установки распредвала по отношению к коленвалу. Верхней мертвой точкой по датчику разрежения является пересечение левого склона осциллограммы с нулевой линией.

Под графиками в случае выявления неисправности появляется надпись, характеризующая эту неисправность, например «нарушения в работе клапанного механизма, связанные с неправильной регулировкой тепловых зазоров в клапанном механизме». Если неисправностей не выявлено, появится надпись «неисправностей не обнаружено».

Если неисправностей в разрежении двигателя не выявлено, то система переходит к поиску неисправностей путем опроса водителя автомобиля, который выбирает из предложенных вариантов неправильной работы двигателя наиболее характерные признаки, которые он заметил на своем автомобиле. Опросная система имеет древовидную структуру.

Последовательность опроса по этим вопросам, которые составляются на основании статистических данных, собранных в условиях эксплуатации, зависит от частоты появления признаков. На основании полученной информации на этом этапе определяются вероятные гипотезы – элементы двигателя, подозреваемые на отказ.

После завершения этапа выбора качественных признаков в системе происходят просмотр базы данных и формирование рабочего набора предполагаемых неисправностей, обеспечивающих решение задачи поиска неисправностей.

Для уточнения процесса поиска неисправностей система в диалоговом режиме проводит опрос пользователя о том, какова наработка двигателя, какие ремонтно-обслуживающие работы проводились в последнее время, как были замечены проявления качественного признака, какие работы выполнялись, какие еще сопутствующие качественные признаки проявляются при этом. Определяющим при последовательности задания вопросов является логическая целесообразность того или иного вопроса. Взаимодействие с системой происходит посредством последовательного предъявления пользователю вопросов (рис. 2.46–2.48) от системы и выбора им вариантов ответа в меню различных типов.

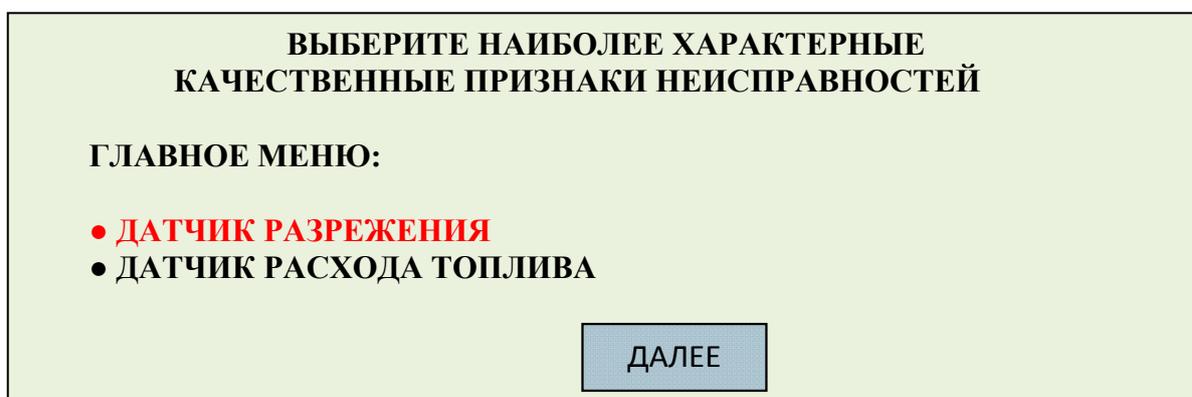


Рис. 2.46. Главное меню

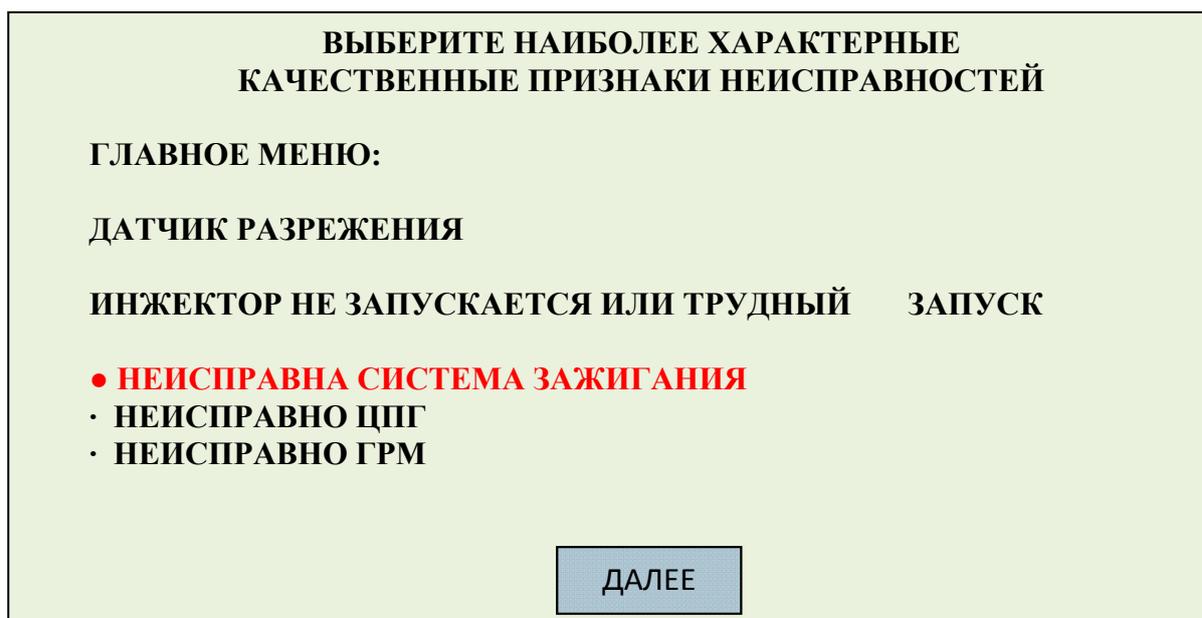


Рис. 2.47. Выбор нужного признака

Для перемещения по меню используются «стрелки», выбор позиций осуществляется нажатием клавиши «Выбор». Переход к следующему меню в древовидной структуре осуществляется нажатием клавиши «ДАЛЕЕ».

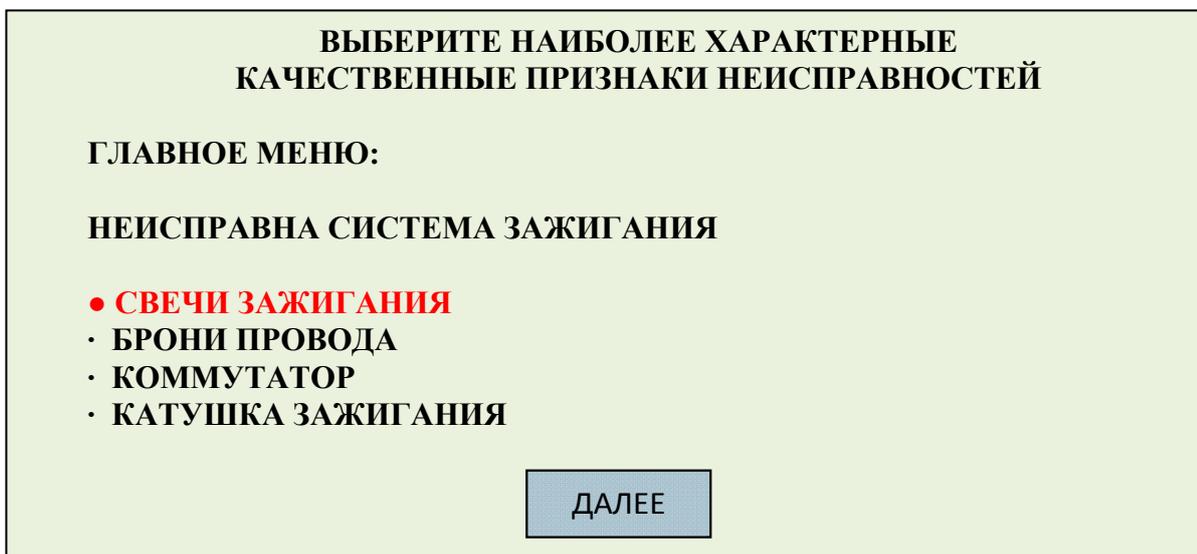


Рис. 2.48. Выбор нужного признака

По результатам опроса уточняются вероятности рассматриваемых неисправностей. В ряде случаев, основываясь только на результатах ответов на опросные вопросы, можно принять диагностическое решение (рис. 2.49, 2.50). Диагностическая система обладает знаниями о типичных ситуациях, соответствующих наличию наиболее часто встречающихся неисправностей. В ходе опроса система анализирует полученную информацию, формирует гипотезы о неисправностях и предлагает в оптимальной последовательности провести диагностические проверки по качественным признакам с использованием инструментальных средств диагностирования. Номенклатура диагностических средств, применяемых при поиске, легко изменяется в соответствии с имеющимися у пользователя.

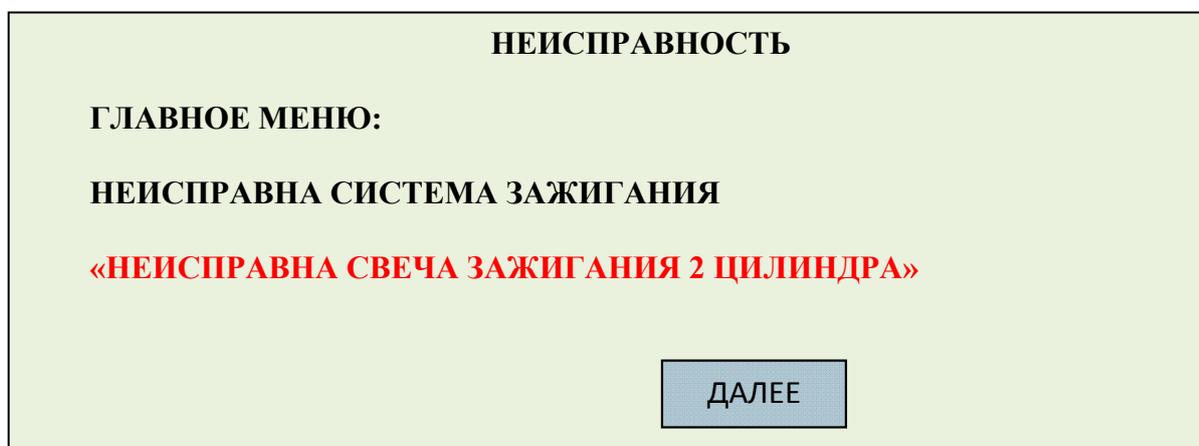


Рис. 2.49. Вывод неисправности



Рис. 2.50. Устранение неисправности

Взаимодействие с системой происходит посредством последовательного предъявления заданий на проведение диагностических проверок. При этом доступна инструкция о технологии проведения проверки. Работа системы заканчивается определением наиболее вероятной неисправности двигателя.

Применение встроенной системы диагностирования позволит увеличить уровень эксплуатационной надежности автомобилей, сократить время на проведение технического обслуживания и текущего ремонта автомобилей.

2.2.4. Транзисторные и тиристорные модули зажигания со встроенными средствами исследования

Из всех существующих систем зажигания широкое распространение получили транзисторные системы зажигания, однако перспективными являются конденсаторно-тиристорные модули зажигания (КТМЗ), преимущества которых в наибольшей мере проявляются при поджоге обедненных и бедных газозвоздушных смесей. КТМЗ обеспечивают надёжный поджог и полное сгорание топливовоздушных смесей на всех режимах работы двигателя. Они характеризуются высоким амплитудным значением тока первой индуктивной составляющей искрового разряда, формирующего дуговой разряд, и высокой скоростью нарастания вторичного напряжения. Это обеспечивает пробой увеличенного искрового зазора свечи зажигания, форсирует начальный очаг горения и снижает вероятность пропусков воспламенения бензиновых и альтернативных видов топлива.

Форсирование начальной фазы, т.е. ускорение развития начального очага горения достигается увеличением межэлектродного зазора свечи зажигания и энергии искрового иницирующего разряда. Очаг горения при этом начинает распространяться от больших начальных объемов, что способствует снижению длительности начальной фазы сгорания и ускоренному распространению фронта пламени. Амплитуда тока и длительность ис-

кровоого разряда, характеризующие при прочих равных условиях его энергию, существенно влияют на процессы воспламенения и горения топливовоздушной смеси при пуске и работе как горячего, так и холодного двигателя, а также на эксплуатационные характеристики двигателя. Допустимыми значениями амплитуды вторичного тока и длительности искрового разряда считается, соответственно, 100–50 мА и 0,2–0,6 мс. При меньших значениях амплитуды вторичного тока и длительности искрового разряда ухудшаются условия пуска двигателя, а большие значения амплитуды вторичного тока и длительности искрового разряда следует применять лишь кратковременно, например при пуске холодного двигателя на нормальной или на переобогащённой смеси, холостых оборотах (двигателей, работающих на компримированном газе) и при резком нажатии на педаль газа (резком росте оборотов двигателя), т.к. увеличивается эрозия электродов свечей и уменьшается срок их службы.

Формирователи импульсов на транзисторной оптипаре для конденсаторно-тиристорных модулей зажигания

Развитие современного двигателестроения происходит в направлении повышения экономичности и снижения удельного веса при одновременном увеличении частоты вращения коленчатого вала двигателя и степени сжатия. Стремление повысить топливную экономичность двигателя заставляет использовать обеднённую смесь, для надежного воспламенения которой требуются оптимизированные параметры искрового разряда при большой длине искрового промежутка свечи (0,8–1,2 мм), т.е. требуется большая энергия разряда.

Таким образом, к современной системе зажигания предъявляются более высокие требования: увеличение вторичного напряжения при одновременном повышении надёжности; энергия искрового разряда должна быть достаточной для воспламенения смеси на всех режимах работы двигателя (50 мДж и более при пуске двигателя и холостых оборотах); устойчивое искрообразование в различных эксплуатационных условиях (загрязнение свечей, колебания температуры, колебания напряжения бортовой сети и т.д.); устойчивая работа при значительных механических нагрузках; простота обслуживания системы; минимальное потребление энергии источников питания; минимальные масса, габариты и низкая стоимость.

Формирование искрового разряда в современных ДВС осуществляется транзисторными, конденсаторными, комбинированными конденсаторно-тиристорными модулями зажигания (КТМЗ) или конденсаторно-транзисторными модулями зажигания (КТрМЗ) в качестве окончательных каскадов электронной системы управления двигателем (ЭСУД).

Анализ литературы и результаты экспериментальных исследований показывают, что искровой разряд транзисторных систем зажигания с накоплением энергии в индуктивности остро нуждается в повышении разрядного тока даже в ущерб его длительности.

Наиболее полно преимущества электронной системы зажигания проявляются в КТМЗ и КТрМЗ, в которых накопление энергии осуществляется в емкости, и затем реализуется ее разряд с повышенными токами.

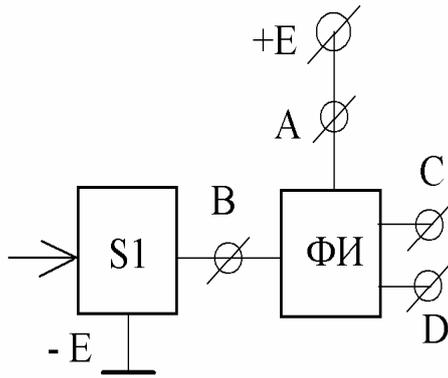
Если в качестве спускового устройства используется контактный прерыватель, необходимо принять специальные меры против возникновения случайных импульсов, вызванных колебаниями подвижного контакта при высоких скоростях работы двигателя. Это возможно при использовании формирователя импульсов, который должен выявить на управляющем электроде тиристора оптимальный по токовременным параметрам импульс запуска независимо от изменения напряжения питания бортовой цепи, дребезга контактов механического датчика или параметров индукционного датчика, датчика Холла или микропроцессорной системы управления зажиганием ДВС.

Основным недостатком ранних разработок формирователей импульсов для КТМЗ является их низкая помехоустойчивость из-за импульсных помех, всегда имеющих в бортовой электросети автомобиля. Источниками этих помех могут быть индуктивные и коммутационные элементы, электродвигатели, вибрационные приборы, а также регулятор напряжения и генератор. От состояния этих приборов, а также от состояния аккумулятора, электропроводки и контактных соединений зависит амплитуда помех, которая может превышать 100 В. Длительность помех обычно не превышает долей миллисекунды. Импульсные помехи воздействуют на приборы электронных систем зажигания и могут вызывать нарушения их нормальной работы (сбои), например несвоевременное переключение триггеров, тиристоров и т.п., а также отказ элементов электрооборудования автомобиля.

В настоящее время авторами разработаны различные варианты формирователей импульсов (ФИ), в которых ключевыми элементами являются тринисторы, симисторы, триггеры-защелки на двух комплементарных биполярных или полевых транзисторах.

Предлагаются варианты ФИ на основе триггера-защелки, реализованного на транзисторной оптопаре. Структурные схемы двух вариантов ФИ с механическими или электронными датчиками приведены на рис. 2.51, а,б. Принципиальные схемы 2-х вариантов ФИ на основе триггера-защелки реализованного на транзисторной оптопаре, приведены на рис. 2.52, а,б.

а



б

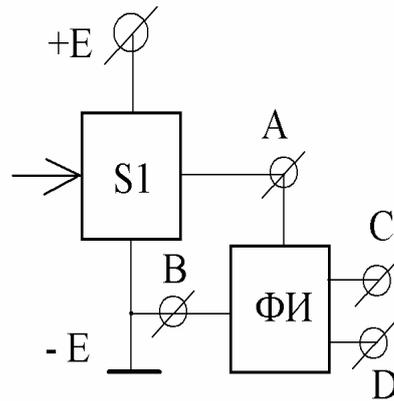
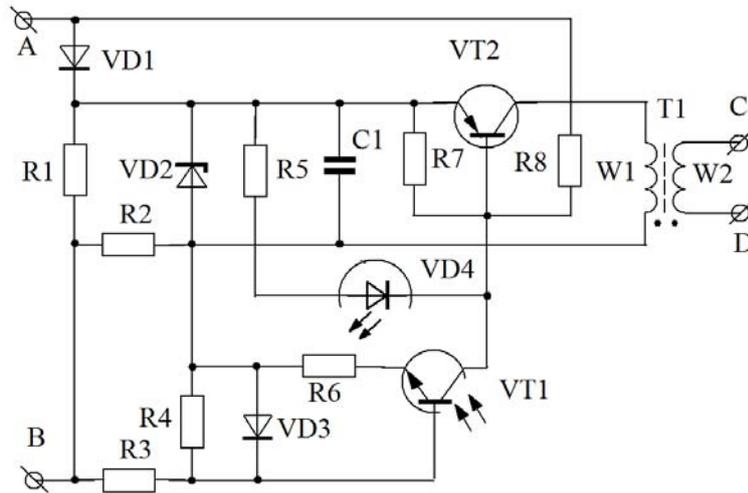


Рис. 2.51. Структурные схемы формирователей импульсов с механическими (а), и электронными датчиками (б)

а



б

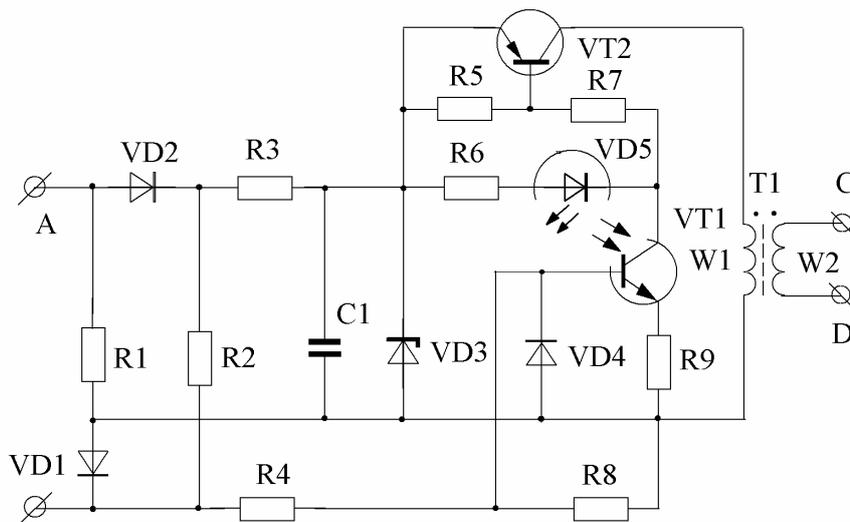


Рис 2.52. а, б. Принципиальные схемы формирователей импульсов основе триггера-защёлки, реализованного на транзисторной оптопаре

Особенность вариантов ФИ, изображенных на рис. 2.51, а, заключается в том, что первый зажим А ФИ подключен к положительному зажиму +Е источника энергии бортовой сети автомобиля, а второй зажим В соединен с первым зажимом механического датчика (прерывателя) S1, второй зажим которого подсоединен к отрицательному зажиму –Е источника энергии бортовой сети автомобиля (общей шине).

На рис. 2.51, б приведен вариант, когда первый зажим электронного датчика (микропроцессорная система управления зажиганием ДВС) S1 подключен к положительному зажиму +Е источника энергии бортовой сети автомобиля, выход электронного датчика соединён с первым входом А ФИ, второй вход В которого соединен с вторым зажимом электронного датчика и отрицательным зажимом –Е источника энергии бортовой сети автомобиля (общей шиной). В обоих вариантах вход синхронизации датчика S1 с вращением коленчатого вала или распределительного вала показан стрелкой.

Работу ФИ рассмотрим на примере с механическим датчиком (прерывателем) S1 (см. рис. 2.51, а) и первой принципиальной схемой (рис. 2.52, а), с использованием временных диаграмм, приведённых на рис. 2.53.

Исходное состояние: контакты механического датчика (прерывателя) S1 замкнуты, и по цепи протекает ток от источника энергии бортовой сети +Е к зажиму А, диоду VD1, резистору R1, зажиму В, первому зажиму механического датчика (прерывателя) S1, общему зажиму источника энергии бортовой сети автомобиля –Е (общей шине). Аналогично протекает ток от источника энергии бортовой сети +Е к зажиму А, диоду VD1, конденсатору C1, резистору R2, зажиму В, первому зажиму механического датчика (прерывателя) S1, общему зажиму источника энергии бортовой сети автомобиля –Е (общей шине). Напряжение на конденсаторе определяется напряжением стабилизации стабилитрона VD2. Ток через диод VD1 и резистор R1 формирует в основном необходимый и достаточный ток через контакты механического датчика (прерывателя) S1, что позволяет исключить образование окисной пленки на контактах прерывателя. Падение напряжения на диоде VD1, приложенного в обратном направлении к переходу база – эмиттер транзистора VT2, снижает воздействие импульсных помех бортовой сети автомобиля. Падает напряжение на диоде VD3 от тока, протекающего от источника энергии бортовой сети +Е к зажиму А, диоду VD1, стабилитрону VD2, диоду VD3, резистору R3, зажиму В, первому зажиму механического датчика (прерывателя) S1, общему зажиму источника энергии бортовой сети автомобиля –Е (общей шине) и в обратном направлении к переходу база – эмиттер фототранзистора VT1.

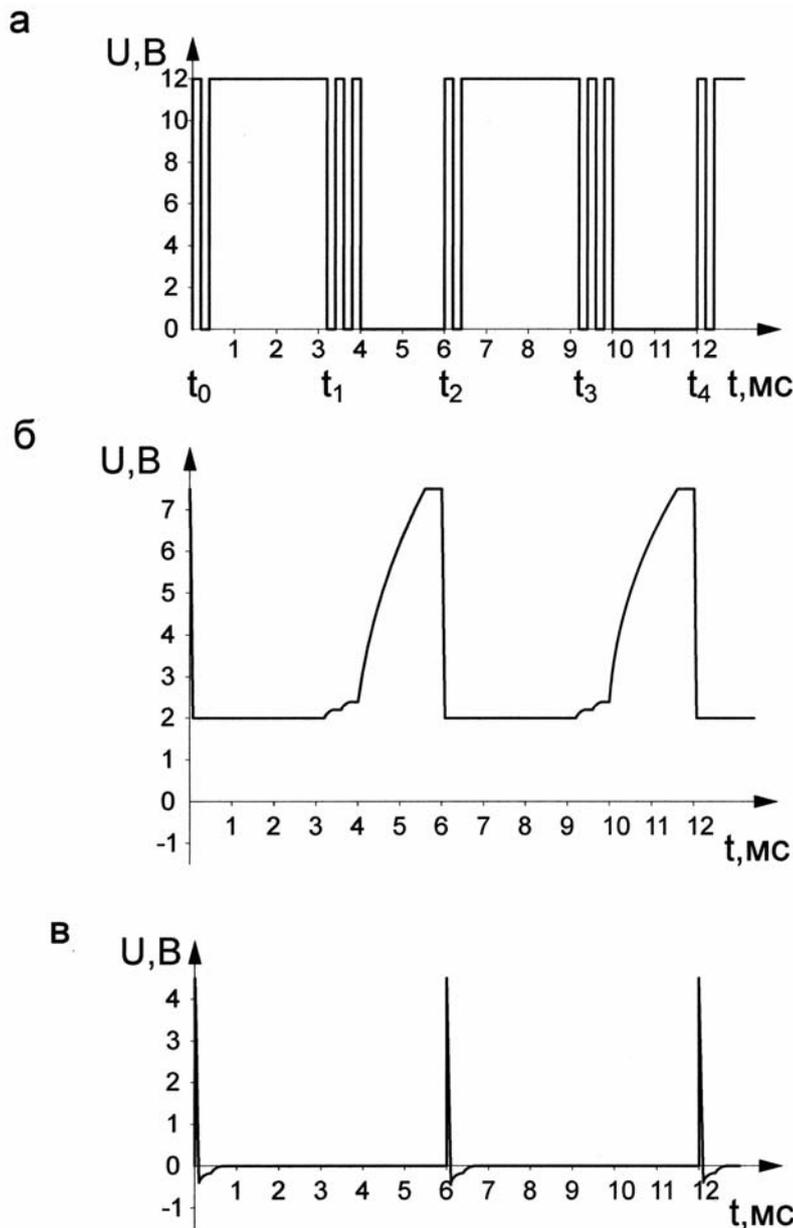


Рис. 2.53. Временные диаграммы работы формирователя импульсов с механическим датчиком (прерывателем):

а – форма напряжения на контактах механического прерывателя относительно общей шины $-E$; б – напряжение на конденсаторе относительно анода стабилитрона VD2; в – временная диаграмма напряжения на зажиме С относительно зажима D вторичной обмотки W2 импульсного трансформатора T1

В момент времени t_0 , t_2 , t_4 (рис. 2.53, а) контакты механического датчика (прерывателя) размыкаются, и положительное напряжение с верхней обкладки конденсатора C1 прикладывается к базе фототранзистора VT1, относительно его эмиттера через резистор R1 и резистор R3. Фототранзистор VT1 открывается и подключает базу транзистора VT2 к нижней обкладке конденсатора C1. Транзистор VT2 открывается, и через первичную обмотку W1 импульсного трансформатора T1 протекает ток по цепи: первая (верхняя) обкладка конденсатора C1, эмиттер транзистора VT2, кол-

лктор транзистора VT2, первый вывод первичной обмотки W1 импульсного трансформатора T1, второй вывод первичной обмотки W1 импульсного трансформатора T1, вторая (нижняя) обкладка конденсатора C1. При открывании фототранзистора VT1 возникает положительная обратная связь через светодиод VD4, включенный в его коллекторную цепь, которая поддерживает фототранзистор VT1 и, соответственно, транзистор VT2 открытыми, даже когда прерыватель S1 из-за дребезга контактов размыкается. Конденсатор C1 разряжается практически мгновенно (100–200 мкс) на первичную обмотку W1 импульсного трансформатора T1. На выходном зажиме C относительно зажима D вторичной обмотки W2 импульсного трансформатора T1 формируется импульс запуска (рис. 2.53, в) длительностью не менее 50 мкс.

Амплитудное значение напряжения и тока запускающего импульса для КТМЗ зависит от ёмкости конденсатора C1, напряжения стабилизации стабилитрона VD2, коэффициента трансформации импульсного трансформатора T1 и сопротивления нагрузки (цепи запуска электронного ключа КТМЗ). Дребезг механического датчика (прерывателя) S1 при размыкании контактов не влияет на форму, амплитуду и длительность запускающего импульса формирователя импульсов, т.к. первый же импульс при размыкании контактов прерывателя S1 запускает электронный ключ (триггер-защёлку на оптопаре), и в дальнейшем независимо от состояния контактов (дребезга) прерывателя S1 фототранзистор VT1 и транзистор VT2 остаются открытыми на все время разряда конденсатора C1. Если даже продолжается дребезг контактов прерывателя после разряда конденсатора C1 и выключения триггера-защёлки на оптопаре, то повторного запуска ФИ не произойдет, т.к. конденсатор C1 разряжен и остаётся разряженным до момента замыкания контактов, момента времени t1 или t3 (рис. 2.53, б). При замыкании контактов прерывателя момент времени t1, t3 (рис. 2.53, а) формируется из-за дребезга, поэтапного заряда конденсатора C1 (рис. 2.53, б) до напряжения стабилизации стабилитрона VD2 и осуществляется не менее чем за 2 мс при максимальном значении напряжения источника энергии бортовой сети автомобиля (13.8–14.4 В). Формирователь импульсов не реагирует на дребезг контактов при замыкании, т.к. напряжение на конденсаторе C1 в течение всей длительности дребезга недостаточно для запуска триггера-защёлки на оптопаре. При возникновении импульсных помех в бортовой сети автомобиля при замкнутых контактах прерывателя S1 срабатывания триггера-защелки не происходит, т.к. к переходу база – эмиттер транзистора VT2 приложено положительное напряжение, равное падению напряжения на диоде VD1, а к затвору фототранзистора VT1 – отрицательное напряжение, равное падению напряжения на диоде VD3.

При возникновении импульсных помех в бортовой сети автомобиля при разомкнутых контактах прерывателя S1 запуск ФИ не происходит, т.к. конденсатор С1 разряжен.

В предлагаемых ФИ достигаются следующие технические результаты: нечувствительность к импульсным помехам, возникающим в бортовой цепи питания автомобиля; независимость от токовременных параметров электронного прерывателя – индукционного датчика, датчика Холла, микропроцессорной системы управления зажиганием ДВС – или дребезга контактов механического прерывателя; гальваническая развязка первичной и вторичной цепей управления; формирование оптимизированного по величине амплитуды и длительности тока запускающего импульса для управления тиристорами (тринисторами или симисторами) КТМЗ.

Формирователи импульсов для конденсаторно-тринисторных модулей зажигания

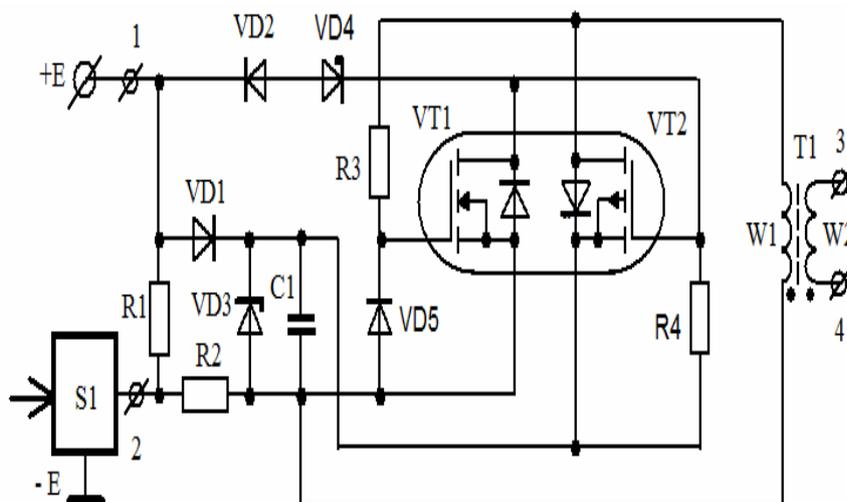
Основным недостатком формирователей импульсов для конденсаторно-тринисторных модулей зажигания (КТрМЗ) является их низкая помехоустойчивость из-за импульсных помех, всегда имеющихся в бортовой электросети автомобиля. Источниками этих помех могут быть индуктивные и коммутационные элементы, электродвигатели, вибрационные приборы, а также регулятор напряжения и генератор. От состояния этих приборов, а также от состояния аккумулятора, электропроводки и контактных соединений зависит амплитуда помех, которая может превышать 100 В. Длительность помех обычно не превышает долей миллисекунды. Импульсные помехи воздействуют на приборы электронных систем зажигания и могут вызывать нарушения их нормальной работы (сбои), например несвоевременное переключение триггеров, тиристоров и т.п., а также отказ элементов электрооборудования автомобиля.

Предлагаются формирователи импульсов для КТрМЗ, в которых исключена зависимость от импульсных помех в бортовой сети автомобиля и дребезга контактов механического датчика (прерывателя) на базе триггера-защёлки на транзисторной сборке IRF7309, содержащей два полевых переключаательных транзистора, один из которых с каналом *n*-типа, а другой – *p*-типа. Эти транзисторы имеют небольшое сопротивление в открытом состоянии (0,05...0,16 Ом), малый ток утечки в закрытом состоянии и способны коммутировать ток до 3...4 А. Схемотехнические решения 2-х вариантов формирователей импульсов на полевых переключаательных транзисторах изображены на рис. 2.54, а, б.

Особенность структурной схемы, изображенной на рис. 2,54, а, заключается в том, что первый зажим 1 формирователя импульсов подключен к положительному зажиму +Е источника энергии бортовой сети автомобиля, а второй зажим 2 формирователя импульсов соединен с первым зажимом

механического датчика (прерывателя) S1 или электронного датчика (микропроцессорная система управления зажиганием ДВС) S1, второй зажим которого подсоединен к отрицательному зажиму $-E$ источника энергии бортовой сети автомобиля (общей шине). Выходным ключом является транзистор VT2 с каналом p-типа.

а



б

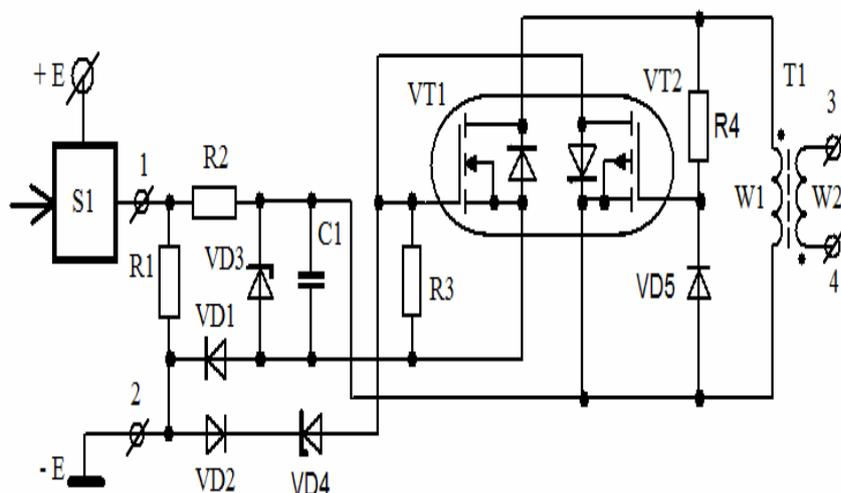


Рис. 2.54. Схемотехнические решения формирователей импульсов:
а – с механическим (электронным);

б – с электронным (механическим) прерывателями:

1, 2 – первый и второй входные зажимы формирователя импульсов; R1, R2, R3, R4, R5, R6 – резисторы; VD1, VD3 – диоды; VD2, – стабилитрон; C1 – конденсатор; VT1 транзистор с каналом n-типа и VT2 – транзистор с каналом p-типа; W1, W2 – соответственно первичная и вторичная обмотки импульсного трансформатора T1; 3, 4 – выходные зажимы формирователя импульсов; S1 – механический датчик (прерыватель) или электронный датчик (микропроцессорная система управления зажиганием ДВС); $+E$ – положительный потенциал источника энергии бортовой сети автомобиля; $-E$ – отрицательный потенциал источника энергии бортовой сети автомобиля (общая шина); вход синхронизации датчика S1 с вращением коленчатого вала или распределительного вала показан стрелкой

На рис. 2.54, б приведен вариант, когда первый зажим 1 формирователя импульсов подключен к первому зажиму электронного датчика (прерывателя) S1, а второй зажим 2 формирователя импульсов соединен с отрицательным зажимом –Е источника энергии бортовой сети автомобиля (общей шиной). Выходным ключом является транзистор VT1 с каналом *n*-типа.

Работу рассмотрим на примере формирователя импульсов, изображенного на рис. 2.54, а, с механическим датчиком (прерывателем) S1.

Исходное состояние: контакты механического датчика (прерывателя) замкнуты, и по цепи протекает ток от источника энергии бортовой сети +Е к зажиму 1, резистору R1, зажиму 2, механическому датчику (прерывателю) S1, общему зажиму источника энергии бортовой сети автомобиля –Е (общей шине). Аналогично протекает ток от источника энергии бортовой сети +Е к зажиму 1, диоду VD1, конденсатору C1, резистору R2, зажиму 2, механическому датчику (прерывателю) S1, общему зажиму источника энергии бортовой сети автомобиля –Е (общей шине). Напряжение на конденсаторе определяется напряжением стабилизации стабилитрона VD3. Ток через резистор R2 формирует в основном необходимый и достаточный ток через контакты механического датчика (прерывателя) S1, что позволяет исключить образование окисной пленки на контактах прерывателя.

В момент времени t_0 , t_2 , t_4 (рис. 2.54, а) контакты механического датчика (прерывателя) размыкаются, и отрицательное напряжение с нижней обкладки конденсатора C1 прикладывается через диод VD2 и стабилитрон VD4 к затвору транзистора VT2 относительно его истока. Транзистор VT2 открывается, и через первичную обмотку W1 импульсного трансформатора T1 протекает ток по цепи: первая (верхняя) обкладка конденсатора C1, исток-сток транзистора VT2, первичная обмотки W1 импульсного трансформатора T1, вторая (нижняя) обкладка конденсатора C1. При открывании транзистора VT2 через резистор R5 подключается затвор транзистора VT1 к верхней обкладке конденсатора C1. Транзистор VT1 открывается, возникает положительная обратная связь, которая поддерживает транзистор VT2 и, соответственно, транзистор VT1 открытыми, даже когда прерыватель S1 из-за дребезга контактов размыкается. Конденсатор C1 разряжается практически мгновенно (100–200 мкс) на первичную обмотку W1 импульсного трансформатора T1. На выходном зажиме 3 относительно зажима 4 вторичной обмотки W2 импульсного трансформатора T1 формируется импульс запуска (рис. 2.54, б) длительностью не менее 50 мкс.

Амплитудное значение напряжения и тока запускающего импульса для конденсаторно-тринисторного модуля зажигания зависит от ёмкости конденсатора C1, напряжения стабилизации стабилитрона VD2, коэффициента трансформации импульсного трансформатора T1 и сопротивления нагрузки (цепи запуска электронного ключа КТрМЗ). Дребезг механического датчика (прерывателя) S1 при размыкании контактов не влияет на форму,

амплитуду и длительность запускающего импульса формирователя импульсов, т.к. первый же импульс при размыкании контактов прерывателя S1 запускает электронный ключ (триггер-защёлку), и в дальнейшем независимо от состояния контактов (дребезга) прерывателя S1 транзисторы VT1 и VT2 остаются открытыми на все время разряда конденсатора C1. Если даже продолжается дребезг контактов прерывателя после разряда конденсатора C1 и выключения триггера-защёлки, то повторного запуска формирователя импульсов не произойдет, т.к. конденсатор C1 разряжен и остаётся разряженным до момента замыкания контактов, момента времени t1 или t3 (рис. 2.54, б). При замыкании контактов прерывателя момент времени t1, t3 (рис. 2.54, а) формируется из-за дребезга, поэтапного заряда конденсатора C1 (рис. 2.54, б) до напряжения стабилизации стабилитрона VD2 и осуществляется не менее чем за 2 мс при максимальном значении напряжения источника энергии бортовой сети автомобиля (13.8–14.4 В). Формирователь импульсов не реагирует на дребезг контактов при замыкании, т.к. напряжение на конденсаторе C1 в течение всей длительности дребезга недостаточно для запуска триггера-защёлки. При возникновении импульсных помех в бортовой сети автомобиля при замкнутых контактах прерывателя S1 срабатывания триггера-защёлки не происходит, т.к. затвор-исток транзистора VT1 «притянут» через R3 и первичную обмотку W1 к истоку VT1, а затвор-исток транзистора VT2 «притянут» через резистор R4 к истоку VT2.

При возникновении импульсных помех в бортовой сети автомобиля при разомкнутых контактах прерывателя S1 запуск формирователя импульсов не происходит, т.к. конденсатор C1 разряжен.

В предлагаемых формирователях импульсов достигаются следующие технические результаты: нечувствительность к импульсным помехам, возникающим в бортовой цепи питания автомобиля; независимость от токовых параметров электронного прерывателя – микропроцессорной системы управления зажиганием ДВС – или дребезга контактов механического прерывателя; гальваническая развязка первичной и вторичной цепей управления; формирование оптимизированного по величине амплитуды и длительности тока запускающего импульса для управления тиристорами (тринисторами или симисторами) КТрМЗ.

Формирователи импульсов для конденсаторных модулей зажигания на базе триггера-защёлки

Основным недостатком формирователей импульсов для конденсаторно-транзисторных модулей зажигания (КТМЗ) и конденсаторно-тринисторных модулей зажигания (КТрМЗ) является их низкая помехоустойчивость из-за импульсных помех, всегда имеющихся в бортовой электросети

автомобиля. Источниками этих помех могут быть индуктивные и коммутационные элементы, электродвигатели, вибрационные приборы, а также регулятор напряжения и генератор. От состояния этих приборов, а также от состояния аккумулятора, электропроводки и контактных соединений зависит амплитуда помех, которая может превышать 100 В. Длительность помех обычно не превышает долей миллисекунды. Импульсные помехи воздействуют на приборы электронных систем зажигания и могут вызывать нарушения их нормальной работы (сбои), например несвоевременное переключение триггеров, транзисторов, тиристоров и т.п., а также отказ элементов электрооборудования автомобиля.

Известные указанные формирователи импульсов не имеют гальванической развязки входных и выходных зажимов, амплитуда и длительность выходных сигналов управления которых зависит от величины и изменения величины напряжения источника энергии бортовой сети автомобиля, что существенно ограничивает использование их при синтезе оптимальных схемотехнических решений КТрМЗ.

В формирователях импульсов для КТрМЗ исключена гальваническая связь входных и выходных зажимов за счет использования импульсного трансформатора, содержащего как минимум две обмотки: первичную, которая гальванически связана с общей шиной автомобиля, и вторичную, подключенную к управляющим входам электронного ключа (транзистора, тристора или симистора).

В формирователях импульсов для КТрМЗ не исключается формирование ложных импульсов при дребезге контактов механического датчика (прерывателя), а также существует зависимость токовременных параметров запускающих импульсов от значения напряжения источника энергии бортовой сети автомобиля, величины и длительности протекания тока через первичную обмотку импульсного трансформатора и скорости изменения магнитного потока при размыкании механического датчика (прерывателя) или электронного датчика.

Предлагаются формирователи импульсов для КТрМЗ, лишенные указанных недостатков, реализованные на базе триггера-защелки на биполярных транзисторах разной проводимости. Схемотехнические решения 2-х вариантов формирователей импульсов изображены на рис. 2.55, а, б. Особенность варианта, изображенного на рис. 2.55, а, заключается в том, что первый зажим 1 формирователя импульсов подключен к первому зажиму механического датчика (прерывателя) S1 или электронного датчика (микропроцессорная система управления зажиганием ДВС) S1, второй зажим которого подсоединен к положительному зажиму +E источника энергии бортовой сети автомобиля, а второй зажим 2 формирователя импульсов соединен с отрицательным зажимом -E источника энергии бортовой сети автомобиля (общей шиной). Выходным ключом является *n-p-n* транзистор VT2.

На рис. 2.55, б приведен вариант, когда первый зажим 1 формирователя импульсов подключен к положительному зажиму +Е источника энергии бортовой сети автомобиля, а второй зажим 2 формирователя импульсов соединен с первым зажимом механического датчика (прерывателя) S1 или электронного датчика (микропроцессорная система управления зажиганием ДВС) S1, второй зажим которого подсоединен к отрицательному зажиму –Е источника энергии бортовой сети автомобиля (общей шине). Выходным ключом является *p-n-n* транзистор VT1.

Вход синхронизации датчика S1 с вращением коленчатого вала или распределительного вала в обоих вариантах показан стрелкой.

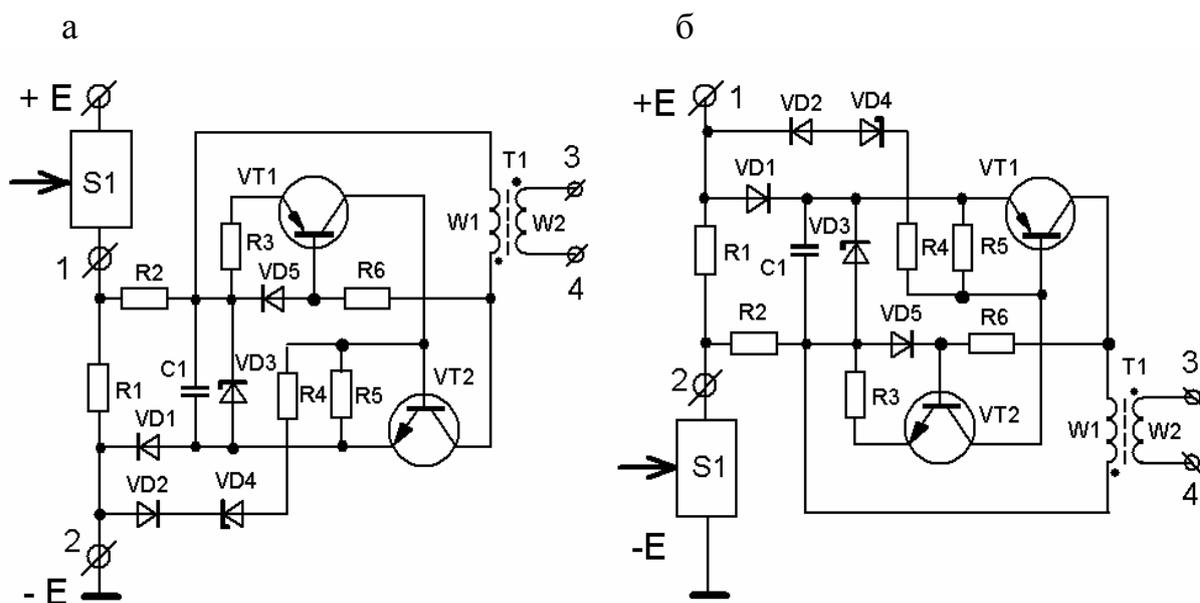


Рис. 2.55. Схемотехнические решения формирователей импульсов:

а – с электронным (механическим) прерывателем;

б – с механическим (электронным) прерывателем:

1, 2 – первый и второй входные зажимы формирователя импульсов; R1, R2, R3, R4, R5, R6 – резисторы; VD1, VD2, VD5 – диоды; VD3, VD4 – стабилитроны;

C1 – конденсатор; VT1 транзистор *p-n-p* типа и VT2 – транзистор *n-p-n* типа;

W1, W2 – соответственно первичная и вторичная обмотки импульсного трансформатора T1; 3, 4 – выходные зажимы формирователя импульсов;

S1 – механический датчик (прерыватель) или электронный датчик (микропроцессорная система управления зажиганием ДВС); +Е – положительный потенциал источника энергии бортовой сети автомобиля; –Е – отрицательный потенциал источника энергии бортовой сети автомобиля (общая шина); вход синхронизации датчика S1 с вращением коленчатого вала или распределительного вала показан стрелкой

Работу рассмотрим на примере формирователя импульсов, изображенного на рис. 2.55, б, с механическим датчиком (прерывателем) S1.

Исходное состояние: контакты механического датчика (прерывателя) замкнуты, и по цепи протекает ток от источника энергии бортовой сети +Е к зажиму 1, резистору R1, зажиму 2, механическому датчику (прерывателю) S1, общему зажиму источника энергии бортовой сети автомобиля –Е

(общей шине). Аналогично протекает ток от источника энергии бортовой сети +Е к зажиму 1, диоду VD1, конденсатору С1, резистору R2, зажиму 2, механическому датчику (прерывателю) S1, общему зажиму источника энергии бортовой сети автомобиля –Е (общей шине). Напряжение на конденсаторе С1 определяется напряжением стабилизации стабилитрона VD3. Ток через резистор R1 формирует в основном необходимый и достаточный ток через контакты механического датчика (прерывателя) S1, что позволяет исключить образование окисной пленки на контактах прерывателя.

В момент времени t_0 , t_2 , t_4 контакты механического датчика (прерывателя) размыкаются, и отрицательное напряжение с нижней обкладки конденсатора С1 прикладывается к базе *p-n-p* транзистора VT1, относительно его эмиттера. Ток через базово-эмиттерный переход протекает по цепи: верхняя обкладка конденсатора С1, базово-эмиттерный переход транзистора VT1, резистор R4, стабилитрон VD4, диод VD2, резистор R1, резистор R2, вторая (нижняя) обкладка конденсатора С1. Транзистор VT1 открывается, и коллекторный ток транзистора VT1 протекает по цепи: первая (верхняя) обкладка конденсатора С1, коллекторно-эмиттерный переход транзистора VT1, первичная обмотка W1 импульсного трансформатора Т1, вторая (нижняя) обкладка конденсатора С1. При открывании транзистора VT1 через резистор R6 протекает базовый ток *n-p-n* транзистора VT2. Ток через базово-эмиттерный переход транзистора VT2 протекает по цепи: первая (верхняя) обкладка конденсатора С1, коллекторно-эмиттерный переход транзистора VT1, резистор R6, базово-эмиттерный переход транзистора VT2, резистор R3, вторая обкладка конденсатора С1. Транзистор VT2 открывается и подключает базу транзистора VT1 к нижней обкладке конденсатора С1. Возникшая положительная обратная связь поддерживает транзистор VT1 открытым, даже когда напряжение на конденсаторе С1 становится меньше падения напряжения на диоде VD2 и стабилитроне VD4. Транзистор VT2, резистор R3 и диод VD5 образуют стабилизатор базового тока транзистора VT1, обеспечивая оптимальный режим его работы независимо от изменения напряжения на конденсаторе С1.

Конденсатор С1 разряжается практически мгновенно (100–200 мкс) на первичную обмотку W1 импульсного трансформатора Т1. На выходном зажиме 4 относительно зажима 3 вторичной обмотки W2 импульсного трансформатора Т1 формируется импульс запуска (рис. 2.56, в) длительностью не менее 50 мкс.

Амплитудное значение напряжения и тока запускающего импульса для КТрМЗ зависит от ёмкости конденсатора С1, напряжения стабилизации стабилитрона VD2, коэффициента трансформации импульсного трансформатора Т1 и сопротивления нагрузки (цепи запуска электронного ключа КТрМЗ). Дребезг механического датчика (прерывателя) S1 при размыкании контактов не влияет на форму, амплитуду и длительность запускающего импульса формирователя импульсов, т.к. первый же импульс при размыкании контактов прерывателя S1 запускает электронный ключ (триггер-защёлку) и в дальнейшем независимо от состояния контактов (дребез-

га) прерывателя S1 транзисторы VT1 и VT2 остаются открытыми на все время разряда конденсатора C1. Если даже продолжается дребезг контактов прерывателя после разряда конденсатора C1 и выключения триггера-защёлки, то повторного запуска формирователя импульсов не произойдет, т.к. конденсатор C1 разряжен и остаётся разряженным до момента замыкания контактов (момент времени t_1 или t_3). При замыкании контактов прерывателя (момент времени t_1, t_3) формируется из-за дребезга поэтапный заряд конденсатора C1 до напряжения стабилизации стабилитрона VD3 и осуществляется не менее чем за 2 мс при максимальном значении напряжения источника энергии бортовой сети автомобиля (13,8–14,4 В). Формирователь импульсов не реагирует на дребезг контактов при замыкании, т.к. напряжение на конденсаторе C1 в течение всей длительности дребезга недостаточно для запуска триггера-защёлки.

При возникновении импульсных помех в бортовой сети автомобиля при разомкнутых контактах прерывателя S1 запуск формирователя импульсов не происходит, т.к. конденсатор C1 разряжен.

В КТМЗ применяется электронный ключ, построенный на мощном биполярном или полевом транзисторе. Для управления таким ключом необходим формирователь импульсов, имеющий гальваническую связь с шиной –Е.

На рис. 2.56 приведены схмотехническое решение формирователя импульсов без гальванической развязки для управления транзистором (а) и временные диаграммы, поясняющие работу формирователя импульсов (б-г).

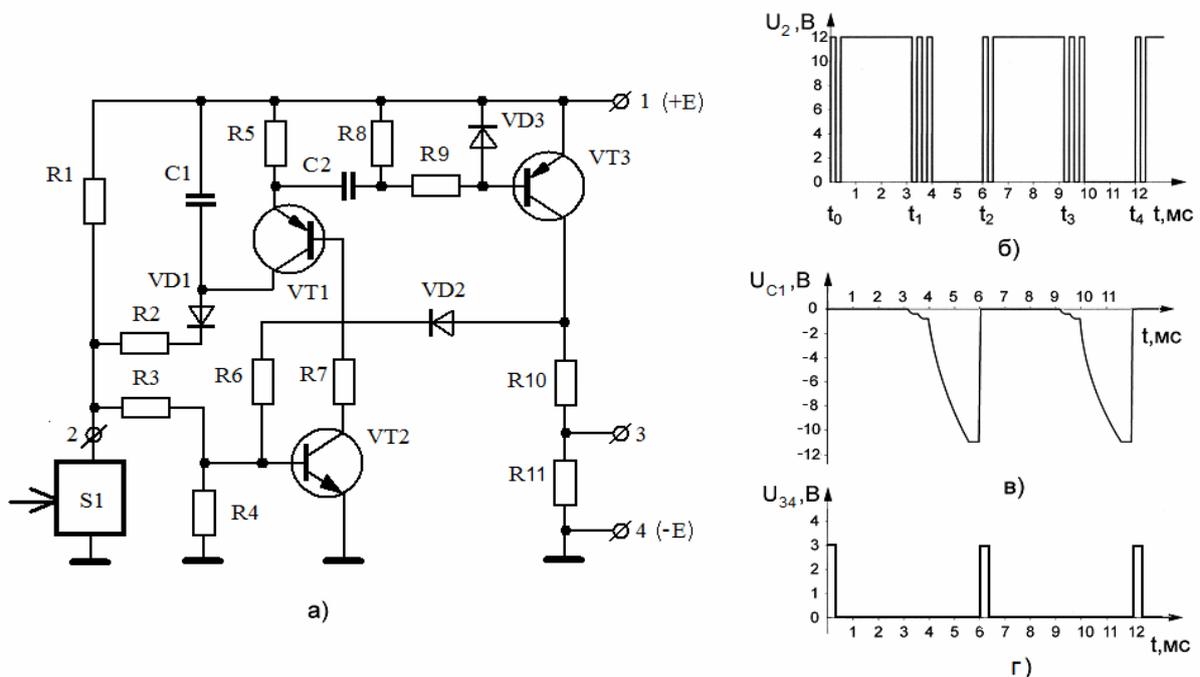


Рис. 2.56. Схмотехническое решение формирователя импульсов без гальванической развязки для управления транзистором:
 а – временные диаграммы работы формирователя импульсов; б – форма напряжения на контактах механического прерывателя относительно общей шины –Е;
 в – напряжение на конденсаторе C1 относительно шины питания +Е;
 г – временная диаграмма напряжения на жазиме 3 относительно жазиме 4

Рассмотрим работу предложенного формирователя импульсов при запуске от механического датчика (прерывателя) S1.

Исходное состояние: контакты механического датчика (прерывателя) замкнуты, и по цепи протекает ток от источника энергии бортовой сети +E к резистору R1, зажиму 2, механическому датчику (прерывателю) S1, общему зажиму источника энергии бортовой сети автомобиля –E (общей шине). Также ток протекает от источника энергии бортовой сети +E к конденсатору C1, диоду VD1, резистору R2, зажиму 2, механическому датчику (прерывателю) VS1, общему зажиму источника энергии бортовой сети автомобиля –E (общей шине). Напряжение на конденсаторе C1 определяется напряжением бортовой сети. Величина резистора R1 выбрана такой, чтобы обеспечить достаточный ток через контакты механического датчика (прерывателя) S1 для исключения образования окисной пленки на его контактах. В момент времени t_0 , t_2 , t_4 (рис. 2.56, б–г) контакты механического датчика (прерывателя) размыкаются, что приводит к отпиранию транзистора VT2, через коллекторно-эмиттерный переход которого протекает ток базы транзистора VT1. Конденсатор C1 разряжается на резистор R5 через коллекторно-эмиттерный переход транзистора VT1. Напряжение на резисторе R5 дифференцируется цепью C2 и R8, через резистор R9 подается на базу транзистора VT3 и открывает его. При этом на резисторах R10 и R11 возникает импульс напряжения (рис. 2.56, г), длительность которого определяется параметрами дифференцирующей цепи C2 и R8. Для исключения влияния дребезга контактов прерывателя введена положительная обратная связь с коллектора транзистора VT3 в базу транзистора VT2 через последовательно соединенные резистор R6 и диод VD2. Положительная обратная связь поддерживает транзистор VT2 открытым в течение действия выходного импульса напряжения.

На выходном зажиме 3 относительно зажима 4 формируется импульс напряжения, который предназначен для управления электронным ключом КТМЗ и длительность которого определяется параметрами разрядной цепи. В качестве электронного ключа может быть применен мощный полевой или биполярный транзистор с соответствующим драйвером.

Дребезг механического датчика (прерывателя) S1 при размыкании контактов не влияет на форму, амплитуду и длительность запускающего импульса формирователя импульсов, т.к. первый же импульс при размыкании контактов прерывателя S1 запускает электронный ключ (триггер-защелку) и в дальнейшем независимо от состояния контактов (дребезга) прерывателя S1 транзисторы VT1, VT2 и VT3 остаются открытыми на все время разряда конденсатора C1 благодаря действию положительной обратной связи через VD2 и R6. При замыкании контактов прерывателя (момент времени t_1 , t_3) происходит плавный заряд конденсатора C1 (рис. 2.56, в) через резистор R2 за время не менее 2 мс при номинальном значении напряжения ис-

точника энергии бортовой сети автомобиля. При возникновении импульсных помех в бортовой сети автомобиля при разомкнутых контактах прерывателя S1 запуск формирователя импульсов не происходит из-за отсутствия напряжения на конденсаторе C1.

Данное техническое решение применено в КТМЗ для управления двумя электронными ключами, построенными на высоковольтных биполярных транзисторах КТ847А.

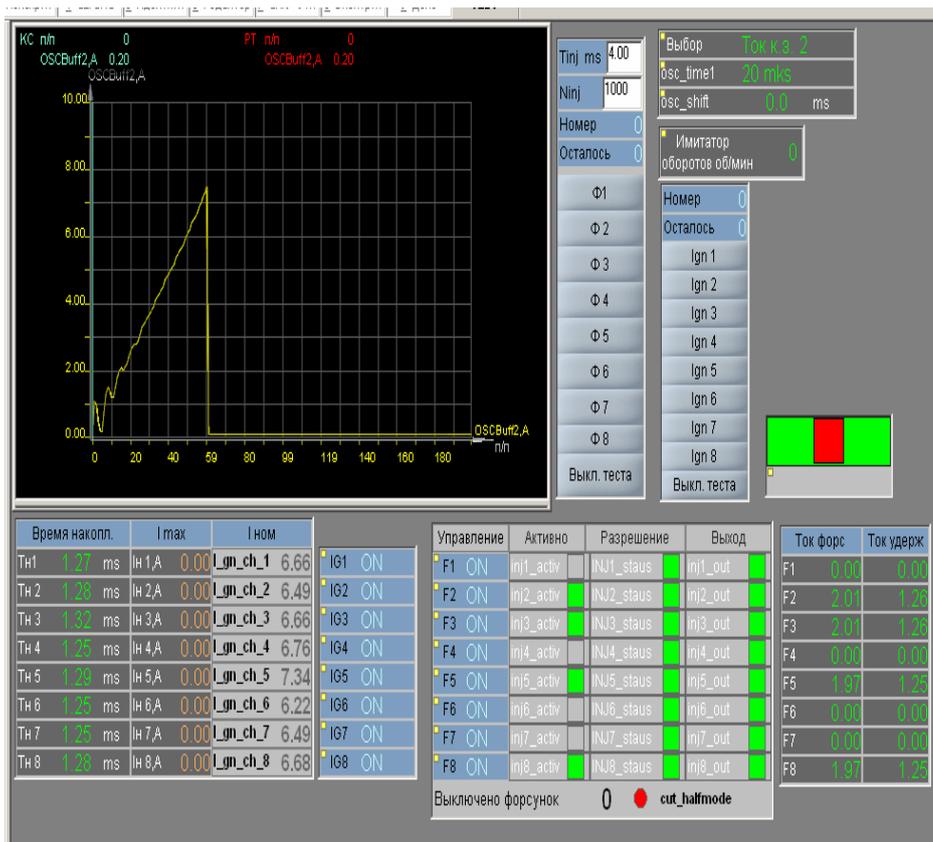
В предлагаемых формирователях импульсов достигаются следующие технические результаты: нечувствительность к импульсным помехам, возникающим в бортовой цепи питания автомобиля; независимость от токовых параметров электронного прерывателя (микропроцессорной системы управления зажиганием ДВС) или дребезга контактов механического прерывателя; формирование оптимизированного по величине амплитуды и длительности тока запускающего импульса для управления транзисторами КТМЗ и тиристорами (тринисторами или симисторами) КТрМЗ, а также гальванической развязки первичной и вторичной цепей управления в модулях КТрМЗ.

Конденсаторно-тиристорный модуль зажигания со встроенным блоком контроля функционирования

В процессе эксплуатации автомобиля основная доля неисправностей, с которыми водителю приходится сталкиваться в пути, ложится на различные системы и агрегаты двигателя. Первоочередная задача, которую водителю приходится решать в этом случае, – это диагностика неисправности. Опыт показывает, что в подавляющем большинстве случаев отказы в работе двигателя наблюдаются либо в системе питания, либо в системе зажигания. В настоящее время водитель практически не имеет объективных технических средств диагностики неисправного состояния системы зажигания двигателя в пути. При выяснении неисправности двигателя он может ориентироваться на свой опыт, и схема его действий сводится только к последовательной проверке функционирования основных систем двигателя.

Для выявления работоспособности системы зажигания автомобиля (отсутствие пропусков поджога топливовоздушной смеси) в каждом из каналов МСУЗ газового ДВС КАМАЗ фиксируются амплитудно-временные диаграммы падения напряжения на образцовом резисторе пропорционального току через выходной транзистор и, соответственно, через первичную обмотку катушки зажигания (рис. 2.57, а,б) и напряжению на стоке выходного полевого транзистора и, соответственно, напряжению на первичной обмотке катушки зажигания, по которым принимается решение о наличии или отсутствии пропусков поджога газовой смеси.

а



б

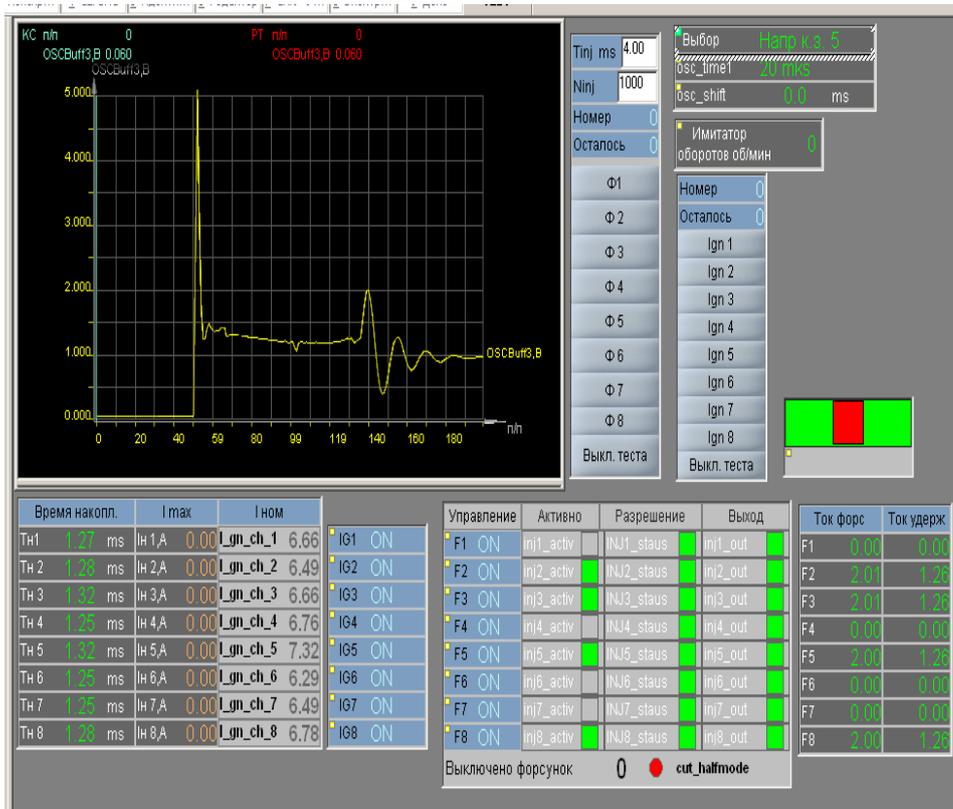


Рис. 2.57. Временная диаграмма тока через первичную обмотку катушки зажигания газового ДВС КАМАЗ (а) и временная диаграмма напряжения на первичной обмотке катушки зажигания газового ДВС КАМАЗ (б)

Рассмотрим вариант микропроцессорной системы управления зажигания (МСУЗ) газового двигателя внутреннего сгорания (ГДВС) КАМАЗ, в котором исследование и контроль процесса искрообразования осуществляется путём фиксации амплитудно-временных параметров напряжения и тока в первичной цепи катушки зажигания.

Однако анализ информации об амплитудно-временных параметрах тока и напряжения в первичной цепи позволяет контролировать формирование или отсутствие искрового разряда во вторичной цепи, но не фиксирует формирование искрового разряда в зазоре свечи зажигания. Для объективного анализа формирования искрового разряда в зазоре свечи зажигания необходимо получить информацию об амплитудно-временных параметрах тока или (и) напряжения во вторичной цепи.

Известны различные варианты тиристорных систем электронного зажигания для ДВС [7, 8, 9], которые можно использовать в качестве оконечного каскада МСУЗ ДВС.

Предлагается вариант оконечного каскада КТМЗ в микропроцессорной системе управления зажигания (МСУЗ) двигателя внутреннего сгорания (ДВС), в котором исследование и контроль процесса искрообразования осуществляется путём фиксации амплитудно-временных параметров напряжения в первичной цепи и токов, которые протекают через образцовые резисторы в первичной и вторичной цепях катушки зажигания и по результатам анализа которых в МСУЗ ДВС формируется информация о работоспособности системы зажигания.

Для выявления работоспособности системы зажигания автомобиля (отсутствие пропусков поджога топливовоздушной смеси) предлагается блок-схема одного из каналов МСУЗ ДВС с оконечным каскадом на базе КТМЗ (рис. 2.58).

В ООСПН электронный ключ (ЭК) и импульсный трансформатор Т с обмотками W1, W2, W3 образуют одноконтурный обратногоходовой блокинг – генератор, который формирует непрерывные импульсы напряжения на выходе вторичной обмотки W3 и реализует непрерывное накопление энергии в конденсаторе С1 (и конденсаторе С2 в мощном режиме). Во время работы ООСПН такты заряда конденсатора С1 через VD1 следуют одни за другим до тех пор, пока напряжение на нём не достигнет порога напряжения стабилизации, например 360 В. При срабатывании ТК1 закорачивается вторичная обмотка W3 трансформатора Т и срывается генерация импульсов заряда. Одновременно закрывается диод VD1, препятствуя разрядке конденсатора С1 через тиристорный ключ ТК1. При этом ООСПН не работает, если энергия, накопленная при прямом ходе в магнитном поле импульсного трансформатора Т, рассеивается в режиме короткого замыкания на индуктивном (реактивном) сопротивлении вторичной обмотки W3, активных сопротивлениях обмотки W3 и тиристорном ключе ТК1, причём

ток через него уменьшается и по достижении порога закрывания ТК1 закрывается. ООСПН вновь вступает в работу, и накопительный конденсатор С1 заряжается до заданного значения напряжения срабатывания ТК1. Ток потребления КТМЗ в отсутствие искрового разряда и в режиме стабилизации вторичного напряжения уменьшается как минимум на порядок.

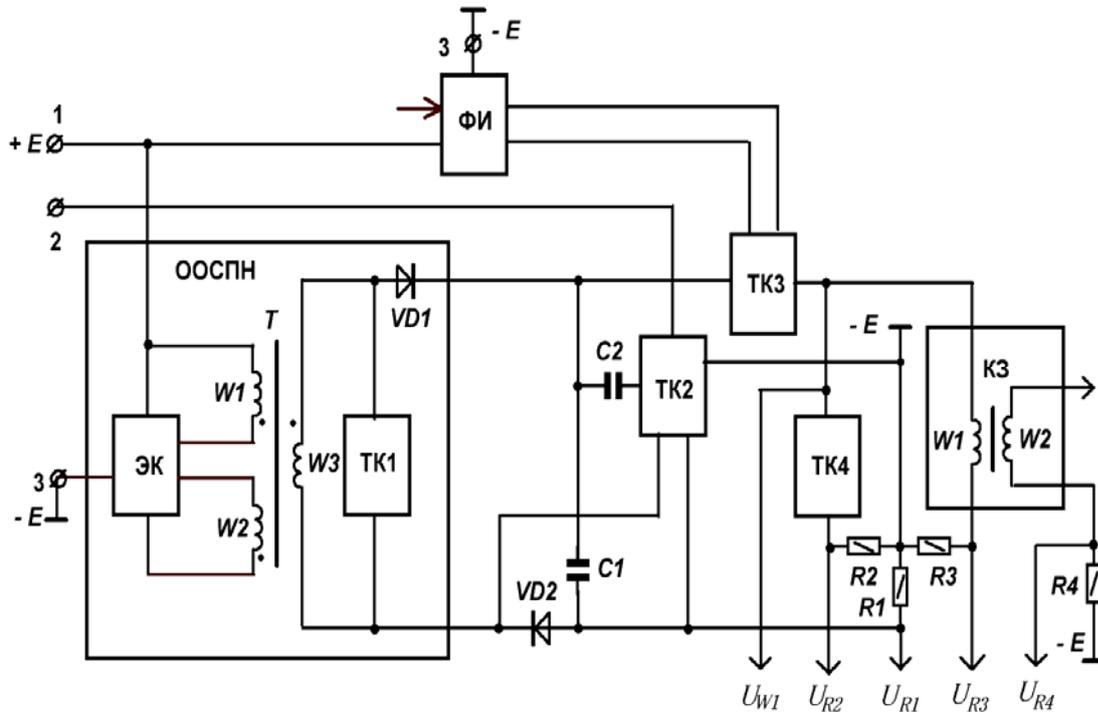


Рис. 2.58. Блок-схема одного из каналов МСУЗ ДВС с окончательным каскадом на базе КТМЗ:

1 – зажим КТМЗ для подключения к положительному зажиму +Е бортовой сети автомобиля; 2 – зажим КТМЗ для подключения к устройству управления мощным режимом; 3 – зажим КТМЗ для подключения к отрицательному зажиму –Е бортовой сети автомобиля (общей шине); ООСПН – однотактный обратноточный стабилизированный преобразователь напряжения, содержащий ЭК – электронный ключ, Т – импульсный трансформатор с первичной обмоткой W1, обмоткой обратной связи W2 и вторичной обмоткой W3, стабилизатор вторичного напряжения на базе тиристорного ключа ТК1 и диод VD1; ФИ – формирователь импульсов запуска искрового разряда; VD2 – диод; C1 и C2 – конденсаторы; ТК2 – тиристорный блок управления мощным режимом; ТК3 – тиристорный ключ формирования искрового разряда; ТК4 – тиристорный блок увеличения длительности искрового разряда; КЗ – катушка зажигания, содержащая первичную W1 и вторичную W2 обмотки; U_{W1} – информационный сигнал контроля формирования напряжения на первичной W1 обмотке КЗ; U_{R1} (падение напряжения на образцовом резисторе R1) – информационный сигнал контроля формирования тока через первичную W1 обмотку КЗ, конденсатор C1 (в мощном режиме и C2) и тиристорный ключ ТК3; U_{R2} (падение напряжения на образцовом резисторе R2) – информационный сигнал контроля формирования тока через первичную W1 обмотку КЗ и тиристорный блок увеличения длительности искрового разряда ТК4; U_{R3} (падение напряжения на образцовом резисторе R3) – информационный сигнал контроля формирования суммарного тока через первичную W1 обмотку КЗ, ТК3 и ТК4; U_{R4} (падение напряжения на образцовом резисторе R4) – информационный сигнал контроля формирования тока во вторичной цепи

В КТМЗ предусмотрено на момент, например, работы стартера, при работе двигателя на холостых оборотах или при резком нажатии педали газа (акселератора) включение мощного (пускового) режима с увеличенной плотностью тока, большими поверхностью и объемом иницирующего разряда (второй конденсатор С2 и блок увеличения мощности искрового разряда ТК2), что позволяет надежно запускать двигатель при температуре до $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ без предварительного подогрева топливовоздушной смеси. Включение мощного (пускового) режима производится подачей стабилизированного тока от бортовой цепи автомобиля на зажим 2 КТМЗ. Тиристорный блок управления мощным (пусковым) режимом ТК2 открывается, и конденсатор С2 (во время обратного хода ООСПН) через ТК2 заряжается последовательно или одновременно с конденсатором С1 до напряжения, равного напряжению стабилизации. Диод VD2 исключает разряд заряженного конденсатора С1 на конденсатор С2 в момент включения блока увеличения энергии искрового разряда ТК2. В каждом последующем такте формирования искрового разряда при включенном блоке увеличения энергии искрового разряда ТК2 заряд и разряд конденсаторов С1 и С2 осуществляются одновременно.

Рассмотрим работу одного из каналов МСУЗ ДВС с оконечным каскадом на базе КТМЗ с использованием амплитудно-временных сигналов, фиксируемых в первичной и вторичной цепях, изображенных на рис. 2.59.

В момент поступления сигнала ФИ срабатывает, и запускающий импульс поступает на тиристорный ключ ТК3. В момент открытия тиристорного ключа ТК3 первичная обмотка W1 катушки зажигания К3 подключается к конденсатору С1 непосредственно. В мощном режиме первичная обмотка W1 катушки зажигания К3 через тиристорный ключ ТК3 и накопительные конденсаторы С1 и С2, соединенные между собой через открытый блок увеличения энергии искрового разряда ТК2, образуют колебательный контур, в котором период затухающих колебаний увеличен.

Конденсатор С1 разряжается (в мощном режиме заряженный конденсатор С2 также разряжается, тем самым увеличивая амплитуду тока в первичной обмотке W1 катушки зажигания К3), в это время ток в колебательном контуре через первичную обмотку W1 катушки зажигания К3 растет (рис. 2.59, б) и в мощном режиме (рис. 2.59, ж). Скорость нарастания напряжения на первичной обмотке W1 катушки зажигания определяется временем переключения тиристорного ключа ТК3. В момент, когда напряжение на конденсаторах становится равным нулю, ток в колебательном контуре достигает максимального значения (десятки ампер) (см. рис. 2.59, б) и в мощном режиме (рис. 2.59, ж). С этого момента источником энергии является катушка зажигания К3. Напряжение на первичной обмотке W1 катушки зажигания К3 меняет полярность (из-за появления ЭДС самоиндукции первичной обмотки W1 катушки зажигания К3) (рис. 2.59, в) и в мощном режиме (рис. 2.59, з), а ток в контуре сохраняет свое первоначальное направление. Происходит перезаряд конденсаторов С1 и С2. После достижения на этих конденсаторах напряжения обратного знака, определяемого в

основном напряжением стабилизации тиристорного блока увеличения длительности искрового разряда ТК4, который срабатывает при достижении заданного значения напряжения обратного знака на конденсаторе С1 (при мощном режиме и на конденсаторе С2), прикладывается к тиристорному ключу ТК3. Это способствует его быстрому выключению из-за кратковременного протекания тока обратного направления через тиристорный ключ ТК3 (рис. 2.59, б) и в мощном режиме (рис. 2.59, ж), а также прямого направления через тиристорный блок увеличения длительности искрового разряда ТК4 (рис. 2.59, в) и в мощном режиме (рис. 2.59, з), как минимум превышающего величину тока в прямом направлении через тиристорный ключ ТК3 в течение нескольких микросекунд (тогда как в традиционном режиме работы время закрытия тиристорного ключа ТК3 после прекращения тока превышает 150 мкс), что повышает надежность работы КТМЗ. После выключения тиристорного ключа ТК3 (через 100 мкс и в мощном режиме через 150 мкс после подачи сигнала на формирование инициирующего разряда) ООСПН включается и начинается заряд конденсатора С1 (в мощном режиме) и конденсатора С2 до рабочего напряжения. На время включенного состояния тиристорного ключа ТК3 ООСПН не работает, т.к. вторичная обмотка W1 импульсного трансформатора Т находится в режиме короткого замыкания. После выключения тиристорного ключа ТК3 ток в контуре, включающем катушку зажигания КЗ, начинает протекать по цепи: второй зажим первичной W1 обмотки катушки зажигания КЗ, тиристорный блок увеличения длительности искрового разряда ТК4, первый зажим первичной обмотки W1 катушки зажигания КЗ, экспоненциально спадая по величине до значения менее ампера (рис. 2.59, в, з). Во время протекания тока через первичную обмотку W1 катушки зажигания КЗ (рис. 2.59, г) и в мощном режиме (рис. 2.59, и) продолжается трансформация энергии во вторичную обмотку W2 катушки зажигания КЗ. Скорость нарастания напряжения во вторичной цепи определяется напряжением на конденсаторе С1, распределенных емкостях вторичной обмотки W2 катушки зажигания КЗ, высоковольтных проводах, свечах зажигания. Через 25–30 мкс (после подачи сигнала на формирование инициирующего разряда) вторичное напряжение достигает напряжения пробоя в искровом промежутке свечи зажигания (не показано). Формируется емкостная составляющая инициирующего разряда длительностью несколько микросекунд и током десятки и даже сотни ампер (не показана), которая обусловлена разрядом распределенных емкостей (преимущественно емкостью свечи зажигания). После окончания емкостной фазы формируется индуктивная фаза инициирующего разряда длительностью 0,6 мс (рис. 2.59, д) и 0,8 мс (рис. 2.59, к). Максимальное значение тока в искровом промежутке свечи зажигания достигает сотни мА. После закрытия тиристорного ключа ТК3 и заряда конденсатора С1 (в мощном режиме) и конденсатора С2 до рабочего напряжения система готова к формированию следующего инициирующего разряда.

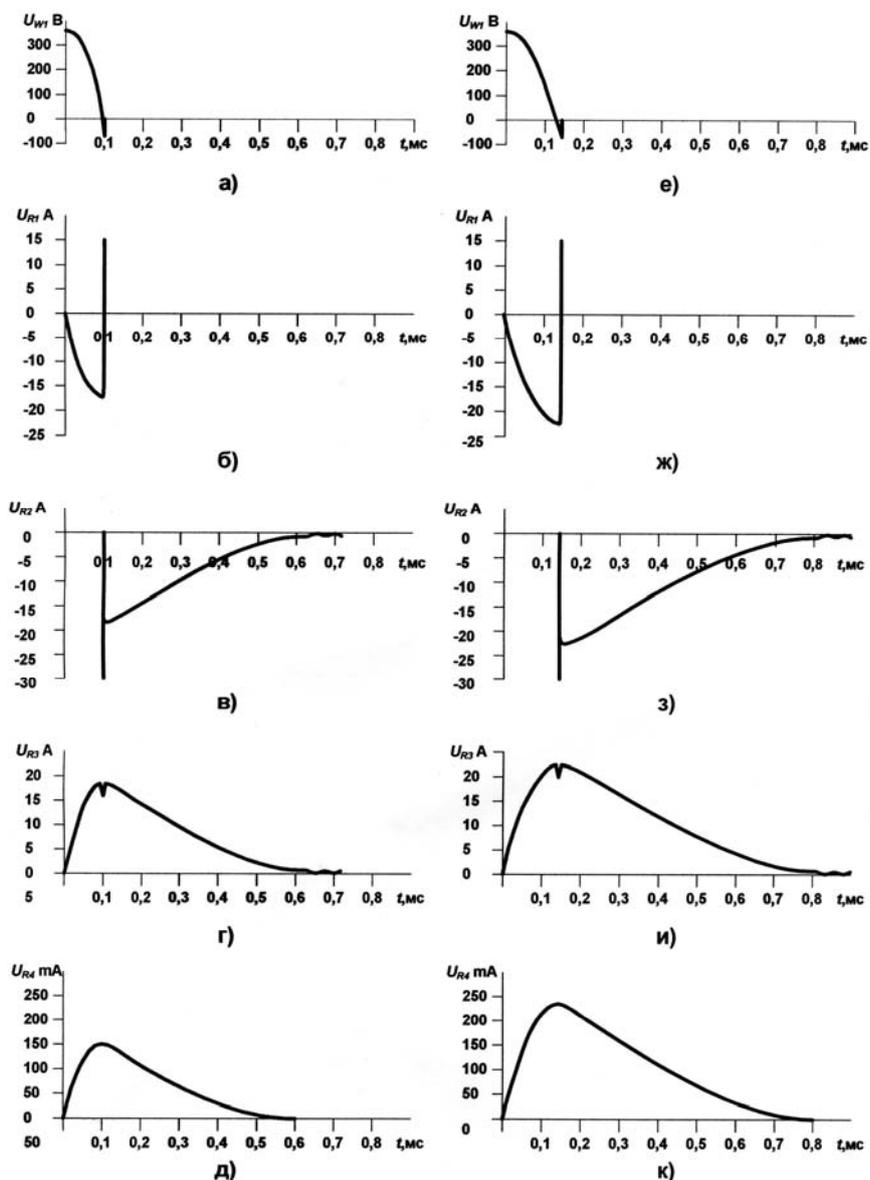


Рис. 2.59. Временные диаграммы работы одного канала МСУЗ ДВС с оконечным каскадом на базе КТМЗ с момента времени формирования искрового разряда, на которых изображены:

U_{W1} – информационный сигнал контроля формирования напряжения на первичной $W1$ обмотке КЗ в нормальном (а) и в мощном (пусковом) (е) режимах, фиксируемый на первом зажиме первичной обмотки КЗ относительно общей шины $-E$; U_{R1} (падение напряжения на образцовом резисторе $R1$) – информационный сигнал, пропорциональный току, протекающему через тиристорный ключ ТКЗ, первичную $W1$ обмотку КЗ, конденсатор $C1$ в нормальном (а) и конденсатор $C2$, ТК2 – тиристорный блок управления мощным (пусковым) (ж) режимах; U_{R2} (падение напряжения на образцовом резисторе $R2$) – информационный сигнал, пропорциональный току, протекающему через первичную $W1$ обмотку КЗ и тиристорный блок увеличения длительности искрового разряда ТК4 в нормальном (в) и мощном (пусковом) (з) режимах; U_{R3} (падение напряжения на образцовом резисторе $R3$) – информационный сигнал пропорциональный суммарному току протекающему через первичную $W1$ обмотку КЗ и ТКЗ и ТК4 в нормальном (г) и мощном (пусковом) (и) режимах; U_{R4} (падение напряжения на образцовом резисторе $R4$) – информационный сигнал пропорциональный вторичному току, протекающему через искровой зазор свечи зажигания в нормальном (д) и мощном (пусковом) (к) режимах

Из всех существующих систем зажигания перспективными являются конденсаторно-тиристорные модули зажигания (КТМЗ), т.к. они обеспечивают полное сгорание традиционного и альтернативного топлива на всех режимах работы двигателя.

В процессе эксплуатации автомобиля основная доля неисправностей, с которыми водитель сталкивается в пути, приходится на различные системы и агрегаты двигателя. Первоочередная задача, которую водитель вынужден решать в этом случае, – это задача диагностирования неисправности. Опыт показывает, что в подавляющем большинстве случаев отказы в работе двигателя наблюдаются либо в системе зажигания, либо в системе питания. В настоящее время водитель практически не имеет объективных технических средств диагностирования неисправного двигателя в пути. При выяснении неисправности двигателя он может ориентироваться только на свой опыт, и схема его действий сводится к последовательной проверке функционирования основных систем двигателя.

Для выявления неисправностей предлагается принципиальная схема КТМЗ со встроенным блоком контроля функционирования (рис. 2.60).

КТМЗ работает следующим образом. При подаче напряжения питания через эмиттерный переход VT_3 и резистор смещения R_5 начинает течь ток базы (I_6). В результате чего транзистор VT_3 открывается и почти полное напряжение питания прикладывается к обмотке W_1 трансформатора T_1 и через неё начинает протекать линейно нарастающий ток (I_k). Магнитодвижущая сила $I_k \cdot W_1$ возбуждает в магнитопроводе магнитный поток Φ . Этот магнитный поток индуцирует в первичной обмотке ЭДС самоиндукции, а в остальных обмотках ЭДС индукции. Сильная положительная обратная связь, осуществляемая обмоткой обратной связи W_3 через резистор R_7 , транзистор VT_4 , эмиттерный переход транзистора VT_3 и диод VD_4 , обуславливает лавинообразный характер нарастания I_6 и такой же характер уменьшения разности потенциалов между коллектором и эмиттером транзистора VT_3 . Через некоторый момент времени разница потенциалов между коллектором и эмиттером транзистора снижается до единиц вольт и VT_3 переходит в режим насыщения. Во время протекания тока в обмотке W_1 происходит накопление энергии в магнитном поле трансформатора T_1 . При увеличении тока в обмотке трансформатора T_1 растет падение напряжения на резисторе R_1 и в момент, когда падение напряжения становится равным примерно 0,65–0,7 В из-за наличия конденсатора C_1 и резистора R_2 (т.е. когда потенциал на базе VT_1 станет на 0,6 В положительнее потенциала эмиттера), транзистор VT_1 открывается, открывается также транзистор VT_2 , т.к. начинает течь ток базы транзистора VT_2 через резистор R_4 и открытый транзистор VT_1 . Открытый транзистор VT_2 через диод VD_1 шунтирует базоэмиттерный переход транзистора VT_3 . Транзистор VT_3 начинает закрываться, из-за действия положительной обратной связи происходит лавинообразное снижение и инвертирование базового тока транзистора VT_3 , и он закрывается. Ток в первичной обмотке W_1 трансформатора T_1

резко прекращается. На этом заканчивается прямой ход работы ООСПН. Диод VD_{12} во время прямого хода закрыт, т.к. к его аноду приложен отрицательный потенциал. После разрыва тока в обмотке W_1 трансформатора T_1 начинается обратный ход работы ООСПН. Энергия, накопленная в магнитном поле трансформатора T_1 , создаёт (при обратном ходе работы ООСПН) в его обмотках импульсы напряжения противоположной полярности. Положительный импульс с конца обмотки W_2 открывает диод VD_{12} , и ток, индуцированный во вторичной обмотке W_2 трансформатора T_1 , заряжает конденсатор C_3 . Положительное напряжение с конца обмотки W_3 через конденсатор C_2 и диод VD_2 прикладывается к базе транзистора VT_3 и запирает его. После окончания действия импульса обратного хода (после «сброса» энергии, накопленной в магнитном поле трансформатора T_1 в конденсатор C_3) напряжение на обмотках W_2 и W_3 падает до нуля, и через резистор смещения R_1 и эмиттерный переход транзистора VT_3 начинает протекать I_6 , транзистор VT_3 открывается, и происходит новое накопление энергии в магнитном поле трансформатора T_1 . Во время работы ООСПН такты заряда конденсатора C_3 следуют одни за другим до тех пор, пока напряжение на стабилитронах VD_8 и VD_{10} не достигнет порога их открывания, что соответствует, например, напряжению 340 В на накопительном конденсаторе. Ток через цепь диод VD_{11} , стабилитрон VD_{10} , диод VD_7 , стабилитрон VD_8 откроет тиристор VS_1 , который закортит вторичную обмотку W_2 трансформатора T_1 и сорвет генерацию. Одновременно закрывается диод VD_{12} , препятствуя разрядке конденсатора C_3 через тиристор VS_1 , и ООСПН не работает, если напряжение на накопительном конденсаторе C_3 превышает напряжение пробоя стабилитронов VD_8 и VD_{10} . Однако, как только напряжение на накопительном конденсаторе становится меньше напряжения пробоя стабилитронов VD_8 и VD_{10} , например, вследствие утечек через катушку зажигания, тиристор VS_1 закрывается. ООСПН вступает в работу, и накопительный конденсатор дозаряжается до значения напряжения пробоя стабилитронов VD_8 и VD_{10} . Конденсатор C_1 и резистор R_2 служат для надежного срабатывания транзистора VT_1 .

Для стабилизации I_6 силового транзистора при изменении напряжения питания бортовой сети в диапазоне 6–18 В применен стабилизатор тока базы силового транзистора, состоящий из транзистора VT_4 , резисторов R_6 – R_8 , диодов VD_2 , VD_5 , VD_6 . Работа узла стабилизации тока базы транзистора VT_1 основана на том, что при стабилизации напряжения на базе транзистора VT_4 при различных значениях напряжения питания стабилизируется ток коллектора VT_4 и соответственно ток базы силового транзистора VT_3 . Резистор R_6 служит для обеспечения положительной обратной связи в момент открытия силового транзистора, так как транзистор VT_4 еще не вступает в работу из-за малого значения напряжения на обмотке W_3 . Диод VD_2 служит для шунтирования коллекторно-эмиттерного перехода транзистора VT_4 во время обратного хода преобразователя.

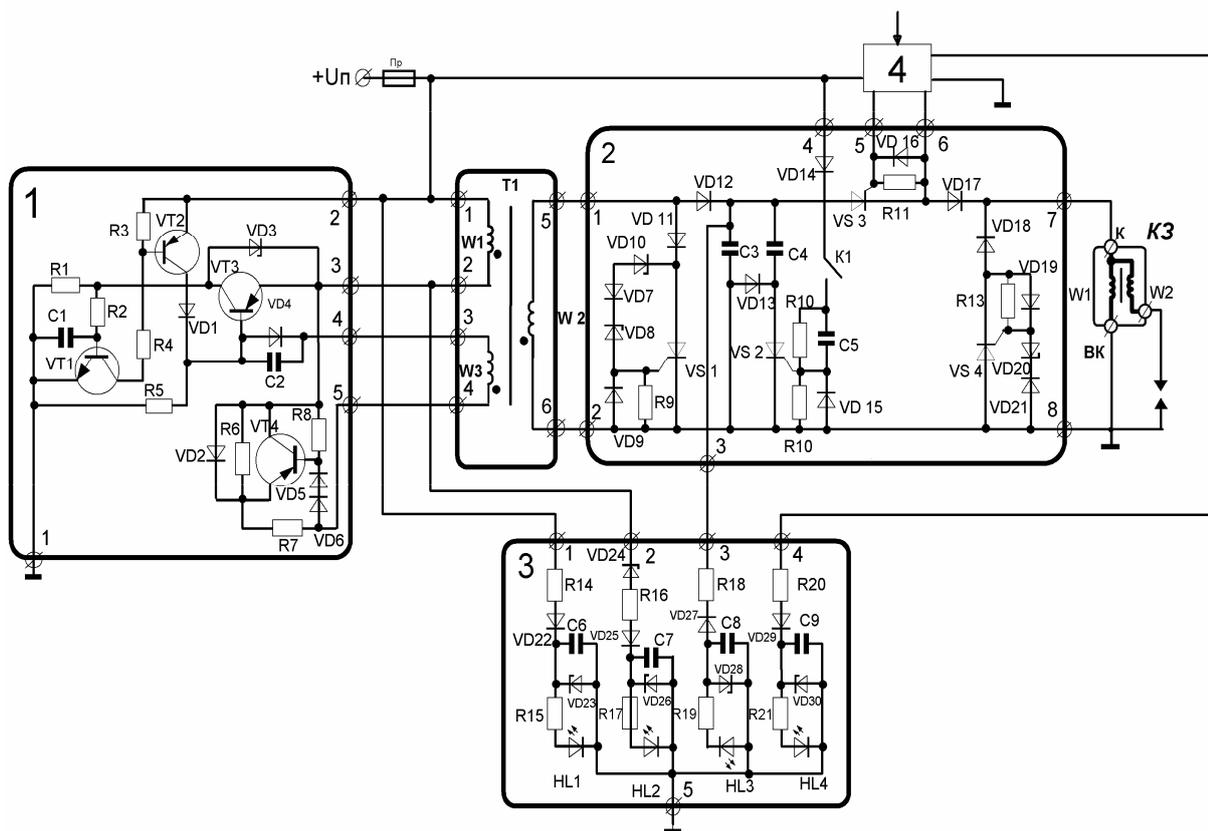


Рис. 2.60. Принципиальная схема КТМЗ

со встроенным блоком контроля функционирования:

T_1 – трансформатор, содержащий: магнитопровод, W_1 – первичная обмотка, W_2 – Вторичная (высоковольтная) обмотка, W_3 – обмотка обратной связи; K_3 – Катушка зажигания; 1 – однотактный обратноходовый стабилизированный преобразователь напряжения (ООСПН); 2 – система формирования инициирующего разряда; 3 – блок самодиагностирования ТМЗ; 4 – формирователь запускающих импульсов; VT_1 и VT_2 – транзисторы; VT_3 – силовой транзистор; $C_1, C_5 - C_8$ – конденсаторы; C_2 – времязадающий конденсатор; C_3 – основной (рабочий) конденсатор; C_4 – конденсатор мощного (пускового) режима; $VD_1, VD_2, VD_4 - VD_7, VD_9, VD_{11} - VD_{19}, VD_{21}, VD_{22}, VD_{25}, VD_{27}, VD_{29}$ – диоды; $VD_3, VD_8, VD_{10}, VD_{20}, VD_{23}, VD_{24}, VD_{26}, VD_{28}, VD_{30}$ – стабилитроны; $R_1 - R_{21}$ – резисторы; $VS_1 - VS_4$ – тиристоры; K_1 – ключ включения мощного (пускового) режима; $HL_1 - HL_4$ – светодиоды

Стабилитрон VD_3 применен для защиты силового транзистора от ЭДС самоиндукции первичной обмотки трансформатора T_1 на безопасном для него уровне (равном напряжению пробоя стабилитрона VD_3).

В КТМЗ предусмотрено наличие мощного (пускового) режима с увеличенной плотностью тока, большими поверхностью и объемом инициирующего разряда. Позволяет надежно запускать двигатель при температуре до $-30\text{ }^\circ\text{C}$ без предварительного подогрева топливоздушнoй смеси. Включение мощного (пускового) режима производится замыканием ключа K_1 . При этом через замкнутый ключ K_1 от источника напряжения подается положительный потенциал на управляющий электрод тиристора VS_1 . Тиристор VS_1 открывается, и конденсатор C_4 (во время обратного хода

ООПН) через открытый тиристор VS_1 заряжается одновременно с конденсатором C_3 до напряжения, равного напряжению пробоя стабилитронов VD_8 и VD_{10} .

Формирователь запускающих импульсов в момент поступления сигнала с датчика момента искрообразования подает сигнал управления на тиристор VS_3 , который срабатывает (открывается). В момент открытия тиристора VS_3 первичная обмотка катушки зажигания подключается через открытый тиристор VS_3 к конденсаторам C_3 и C_4 . Первичная обмотка W_1 катушки зажигания и накопительные конденсаторы, соединенные между собой через открытый тиристор VS_3 , образуют колебательный контур, в котором возникают затухающие колебания. Временные диаграммы работы ТМЗ представлены на рис. 2.61, на котором изображены:

- напряжение на накопительном конденсаторе C_3 (а); при мощном (пусковом) режиме – на накопительных конденсаторах C_3 и C_4 (е);
- ток, протекаемый через тиристор VS_3 (б); в мощном (пусковом) режиме (ж);
- ток, протекаемый через тиристор VS_4 (в); в мощном (пусковом) режиме (з);
- ток, протекаемый в первичной обмотке W_1 катушки зажигания (г); в мощном (пусковом) режиме (и);
- ток, протекаемый во вторичной обмотке W_2 катушки зажигания (д); в мощном (пусковом) режиме (к).

Конденсатор C_3 разряжается (в мощном режиме заряженный конденсатор C_4 также разряжается, тем самым увеличивая амплитуду тока в первичной обмотке катушки зажигания), и ток в это время в колебательном контуре через первичную обмотку W_1 катушки зажигания растет. Скорость нарастания напряжения на первичной обмотке катушки зажигания определяется временем переключения тиристора VS_3 . В момент, когда напряжение на конденсаторах становится равным нулю, ток в колебательном контуре достигает максимального значения (десятки Ампер). С этого момента источником энергии является катушка зажигания. Напряжение на первичной обмотке катушки зажигания меняет полярность (из-за появления ЭДС самоиндукции первичной обмотки катушки зажигания), и ток в контуре сохраняет свое первоначальное направление. Происходит перезаряд конденсаторов C_3 и C_4 через открытый тиристор VS_3 . После достижения напряжения обратного знака 51–56 В на этих конденсаторах пробивается стабилитрон VD_{19} , который открывает тиристор VS_4 , и напряжение обратного знака конденсатора C_3 , прикладывается к тиристор VS_3 . Это способствует быстрому выключению последнего, что повышает надежность работы ТМЗ. После выключения тиристора VS_3 начинается заряд конденсатора C_3 (в мощном режиме и C_4) до рабочего напряжения. После срабатывания тиристора VS_4 ток в контуре начинает протекать по цепи: зажим ВК

катушки зажигания – тиристор VS_4 – диод VD_{18} – зажим К катушки зажигания, уменьшаясь по величине. После спада тока в контуре и заряда конденсатора C_3 (в мощном режиме и C_4) до рабочего напряжения система готова к формированию следующего иницирующего разряда. Во время протекания тока через первичную обмотку W_1 катушки зажигания происходит трансформация энергии во вторичную обмотку W_2 катушки зажигания. Но скорость нарастания напряжения во вторичной цепи определяется распределенными емкостями вторичной обмотки катушки зажигания, высоковольтных проводов, датчика-распределителя, свечи зажигания. Через 25–30 мкс напряжение достигает напряжения пробоя в искровом промежутке свечи зажигания. Формируется емкостная составляющая иницирующего разряда длительностью несколько микросекунд и током десятки ампер, которая обусловлена разрядом распределенных емкостей (преимущественно емкостью свечи зажигания). После окончания емкостной фазы формируется индуктивная фаза иницирующего разряда длительностью 0,6–0,7 мс (рис. 2.61, д). Максимальное значение тока в искровом промежутке свечи зажигания достигает сотни мА.

Поскольку длительность импульсов тока в проводниках ТМЗ составляет доли миллисекунды, то непосредственное наблюдение свечения какого-либо светоиндикатора в течение столь короткого времени будет затруднено. Для нормального восприятия глазом минимальное время свечения индикатора должно составлять приблизительно 15–20 мс.

Предлагается блок самодиагностирования ТМЗ 3, который включает резисторы R_{14} – R_{21} ; диоды VD_{22} , VD_{25} , VD_{27} , VD_{29} ; стабилитроны VD_{23} , VD_{24} , VD_{26} , VD_{28} , VD_{30} ; конденсаторы C_6 – C_9 ; светодиоды HL_1 – HL_4 .

Схемное решение блока 3 выбрано таким образом, чтобы обеспечить оптимальное время свечения светодиодов HL_1 – HL_4 (25 мс) независимо от частоты искрообразования. Это достигается применением:

- стабилитронов VD_{23} , VD_{26} , VD_{28} , VD_{30} , служащих для ограничения напряжения на светодиодах;

- конденсаторов C_6 – C_9 , предназначенных для обеспечения оптимального времени свечения светодиодов HL_1 – HL_4 .

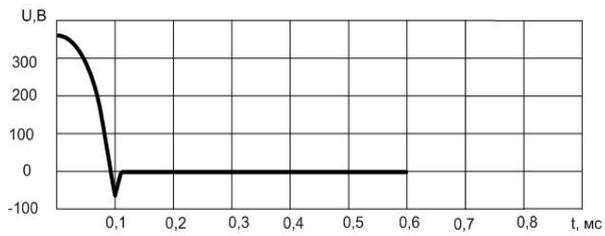
Блок позволяет контролировать такие параметры ТМЗ, как:

- контроль подачи напряжения питания к ООПН и формирователю запускающих импульсов 4;

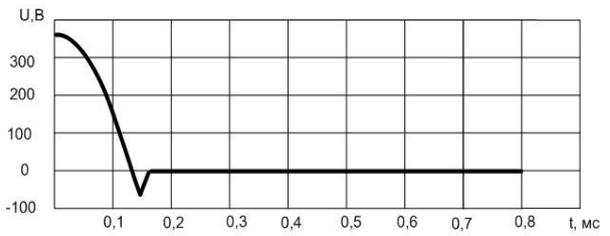
- контроль работы ООПН;

- контроль функционирования системы формирования иницирующего разряда 2;

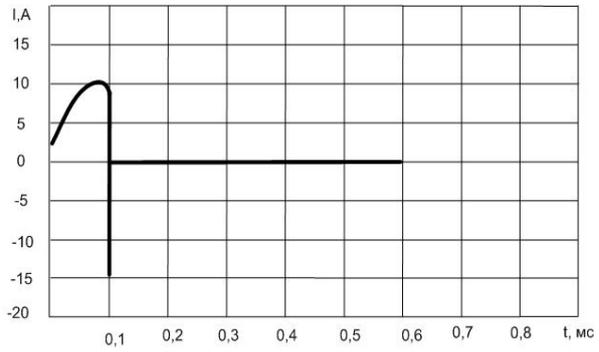
- контроль сигнала с датчика момента искрообразования.



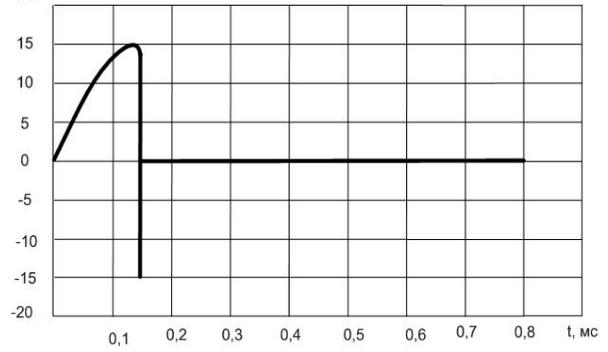
а)



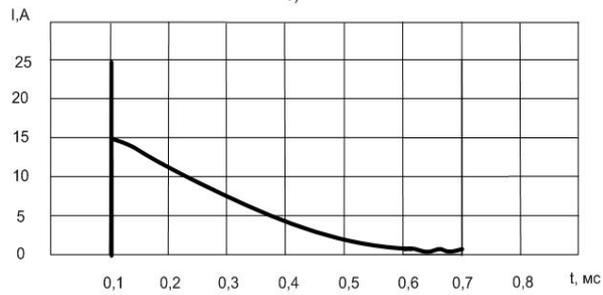
е)



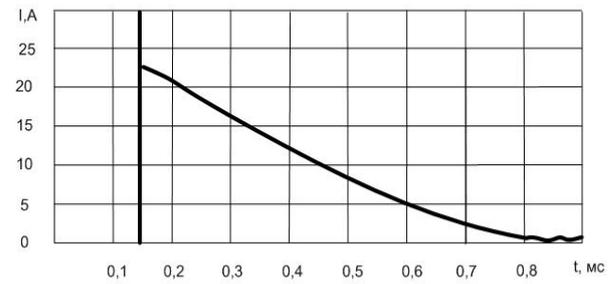
б)



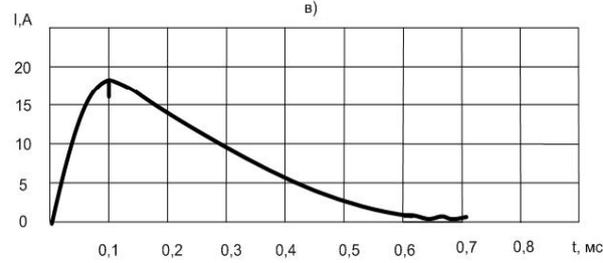
ж)



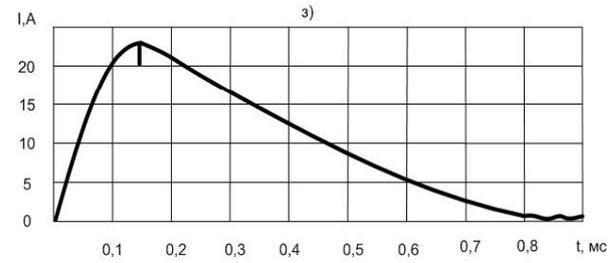
в)



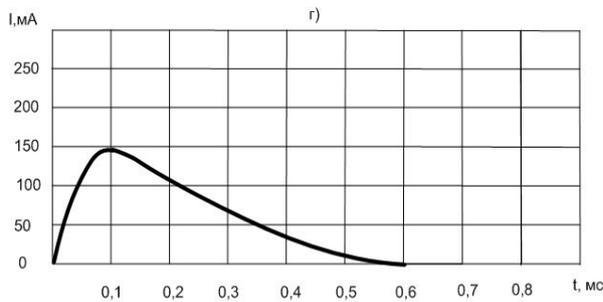
з)



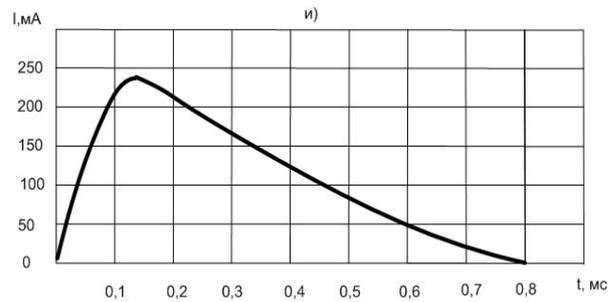
г)



и)



д)



к)

Рис. 2.61. Временные диаграммы работы ТМЗ

Контроль подачи напряжения питания к ООПН и формирователю запускающих импульсов 4 осуществляется следующим образом. При подаче напряжения питания через предохранитель Пр, резистор R_{14} , диод VD_{21} , резистор R_{15} , светодиод HL_1 начинает протекать ток. Светодиод HL_1 загорается, что свидетельствует об исправности предохранителя Пр и подводящих напряжение питания проводов.

Контроль работы ООПН осуществляется следующим образом. При работе ООПН, в момент закрытия силового транзистора VT_3 , образуется ЭДС самоиндукции первичной обмотки W_1 трансформатора T_1 , составляющая 30–60 В. Это напряжение пробивает стабилитрон VD_{24} (напряжение стабилизации которого заведомо выше напряжения питания), и по цепи стабилитрон VD_{24} , резистор R_{16} , диод VD_{25} , резистор R_{17} , светодиод HL_2 протекает ток. Также ток протекает по цепи: резистор R_{16} , диод VD_{25} , конденсатор C_7 , заряжая конденсатор до напряжения, равного напряжению пробоя стабилитрона VD_{26} . После исчезновения импульса тока светодиод HL_2 продолжает еще некоторое время (приблизительно 25 мс) светиться благодаря тому, что конденсатор C_7 продолжает разряжаться через резистор R_{17} и светодиод HL_2 . Если ООПН исправен, то светодиод HL_2 моргает с определенной частотой.

Контроль функционирования системы формирования инициирующего разряда 2 осуществляется следующим образом. При срабатывании системы формирования инициирующего разряда (в момент перезаряда накопительных конденсаторов C_3 и C_4) напряжение обратного знака конденсатора C_3 , составляющее 51–56 В, прикладывается через резистор R_{19} , диод VD_{27} , резистор R_{18} к светодиоду HL_3 . Светодиод HL_3 светится только в случае перезаряда конденсаторов C_3 и C_4 до напряжения обратного знака, т.е. при исправной первичной обмотке W_1 катушки зажигания.

Контроль сигнала с датчика момента искрообразования осуществляется следующим образом. При подаче сигнала управления на запуск системы формирования инициирующего разряда 2 с датчика формирователь запускающих импульсов через трансформатор T_2 (на рис. 2.60 не показан) подает запускающий импульс на тиристор VS_3 . Одновременно с дополнительной обмотки трансформатора T_2 (на рис. 2.65 не показана) подается импульс напряжения через резистор R_{20} , диод VD_{29} , резистор R_{21} на светодиод HL_4 , который загорается и из-за наличия конденсатора C_9 , после исчезновения импульса тока, продолжает светиться приблизительно в течение 25 мс.

2.3. Встроенная система диагностирования трансмиссии автомобилей

2.3.1. Встроенная система диагностирования сцепления грузовых автомобилей

Увеличение в последние годы количества транспортных средств, оборудованных системами встроенного диагностирования, и применение беспроводных технологий вызвано преимуществами, которые дает использование этих приборов на автотранспортных предприятиях.

Оптимальным решением является проведение работ по диагностическому обеспечению автомобилей на всех стадиях, начиная от их разработки до полного списания, т.е. на стадиях разработки, производства, эксплуатации, капитального ремонта и хранения, а также при обосновании акта о списании конкретных автомобилей.

Важнейшим элементом автомобиля является его трансмиссия, на которую приходится значительная доля работ по техническому обслуживанию и ремонту. Оборудование для диагностирования механизмов трансмиссии, как и других элементов автомобиля, должно быть надежным и точным в работе. Перспективным является применение систем встроенного диагностирования, которые быстро указывают водителю место, где возникла неисправность и какие работы надо произвести для её устранения. В систему подаются сигналы от датчиков, обрабатываются в бортовой системе контроля и выводятся на жидкокристаллический дисплей.

Система встроенного диагностирования позволяет выполнять контроль технического состояния двигателя и трансмиссии. Имеется возможность определить общую неисправность в трансмиссии с помощью датчика температуры масла.

Введение датчиков температуры сцепления и масла в трансмиссии позволит следить за ее состоянием, не покидая кабины водителя и не посещая участок диагностирования. Датчик устанавливается в корпус коробки передач (КП). Датчик будет показывать изменение температуры, что будет свидетельствовать о нагрузках на трансмиссию. Средняя рабочая температура масла в картере КП составляет 80–95 °С, в жаркую погоду при городском цикле движения она может подниматься до 150 °С. Конструкция сцепления и КП такова, что если с двигателя снимается мощность, большая, чем нужно для преодоления дорожного сопротивления, ее избыток расходуется на внутреннее трение и элементы нагреваются.

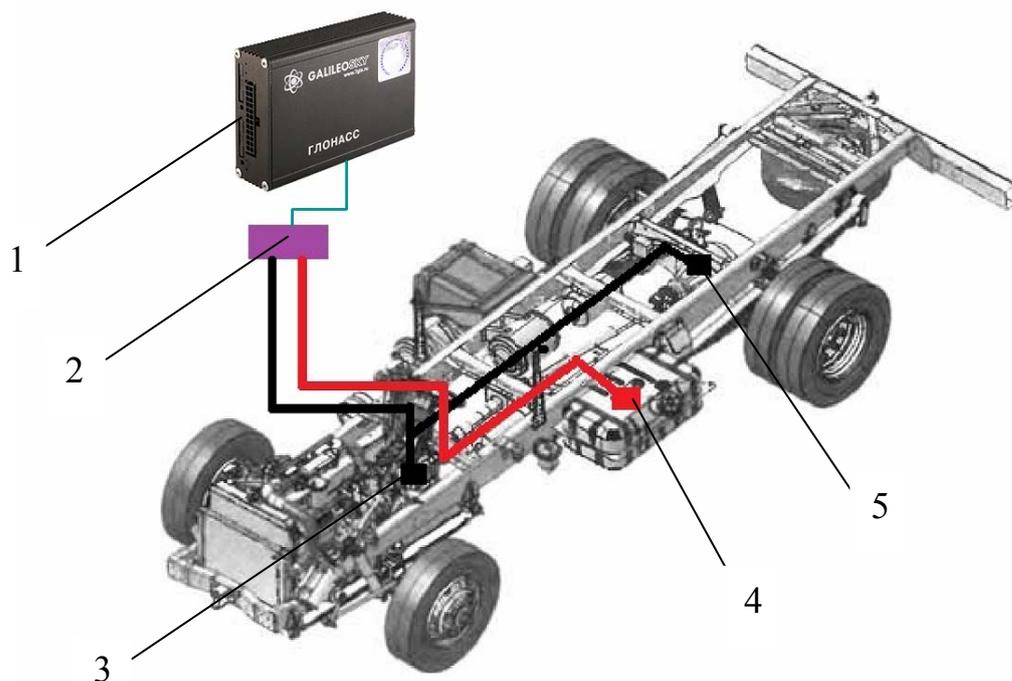


Рис. 2.62. Схема расположения датчиков:
 1 – передатчик ГЛОНАСС/GPS; 2 – встроенная система диагностирования;
 3 – датчик температуры сцепления; 4 – датчик расхода топлива;
 5 – датчик температуры масла в главной передаче

Для уточнения процесса поиска неисправностей система в диалоговом режиме проводит опрос пользователя о том, какова наработка двигателя, какие ремонтно-обслуживающие работы проводились в последнее время, как были замечены проявления качественного признака, какие работы выполнялись, какие еще сопутствующие качественные признаки проявляются при этом. Определяющим при последовательности задания вопросов является логическая целесообразность того или иного вопроса. Взаимодействие с системой происходит посредством последовательного предъявления пользователю вопросов (рис. 2.63–2.70) от системы и выбора им вариантов ответа в меню различных типов.

**ВЫБЕРИТЕ НАИБОЛЕЕ ХАРАКТЕРНЫЕ
КАЧЕСТВЕННЫЕ ПРИЗНАКИ НЕИСПРАВНОСТЕЙ**

ГЛАВНОЕ МЕНЮ:

- **ДАТЧИК ТЕМПЕРАТУРЫ СЦЕПЛЕНИЯ**
- **ДАТЧИК ТЕМПЕРАТУРЫ МАСЛА В КП**
- **ДАТЧИК ТЕМПЕРАТУРЫ МАСЛА В ГП**

ДАЛЕЕ

Рис. 2.63. Главное меню

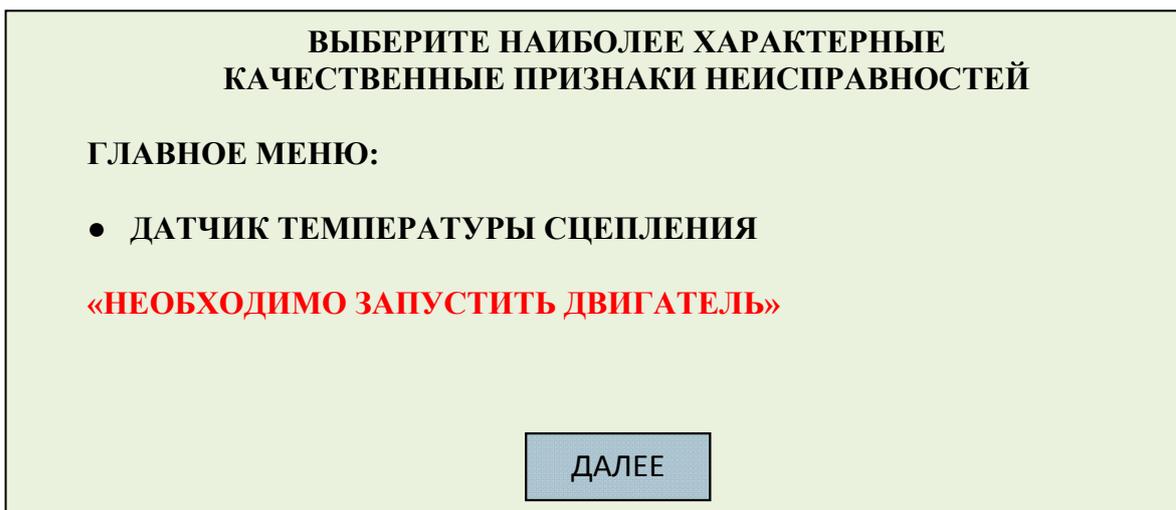


Рис. 2.64. Выбор признака

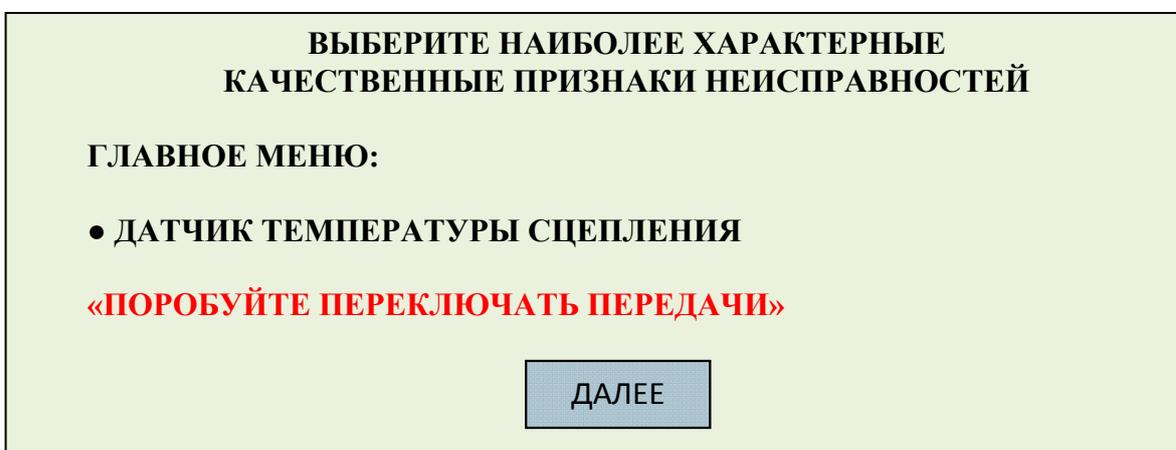


Рис. 2.65. Выбор признака

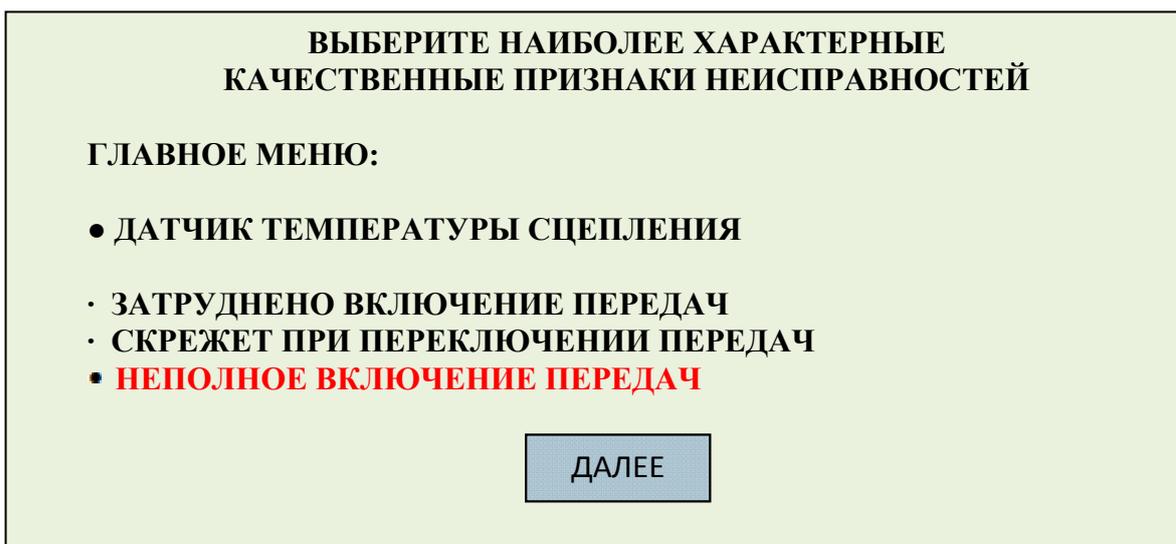


Рис. 2.66. Выбор признака

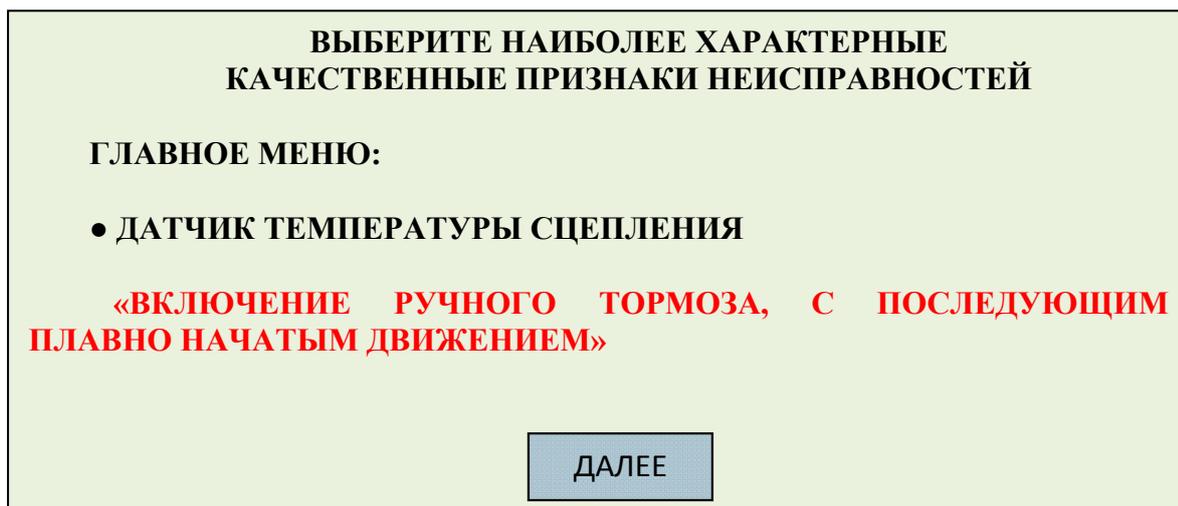


Рис. 2.67. Выбор признака

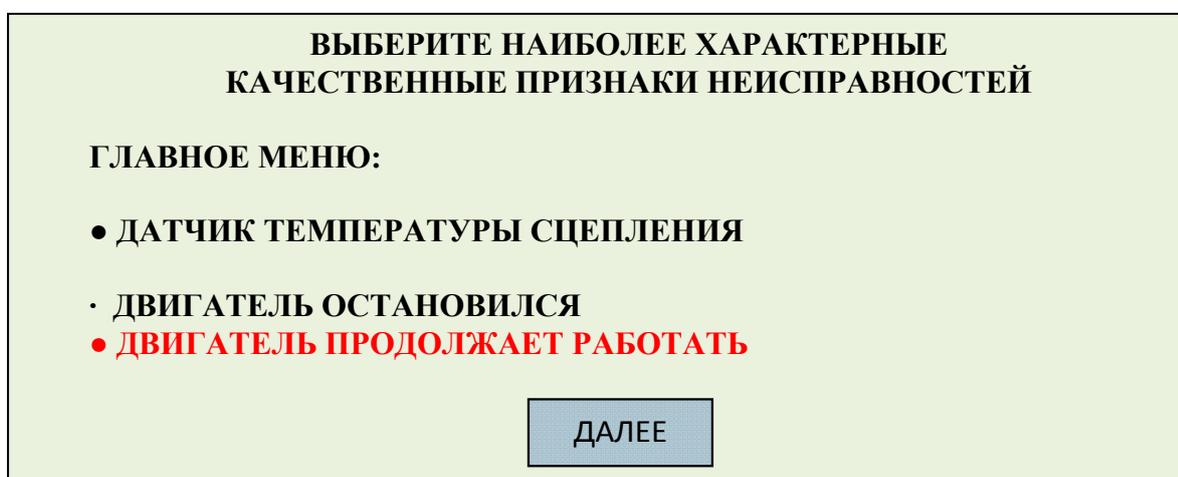


Рис. 2.68. Выбор признака

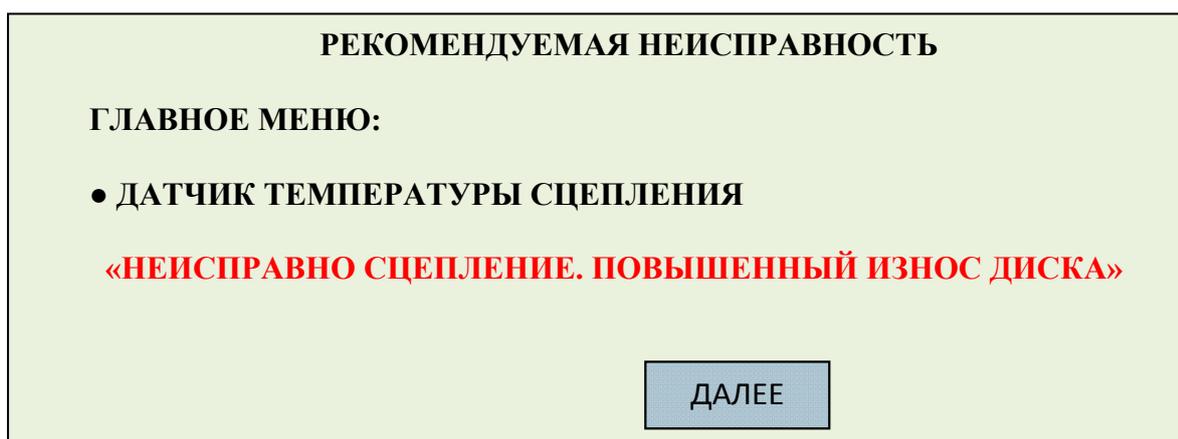


Рис. 2.69. Рекомендуемая неисправность

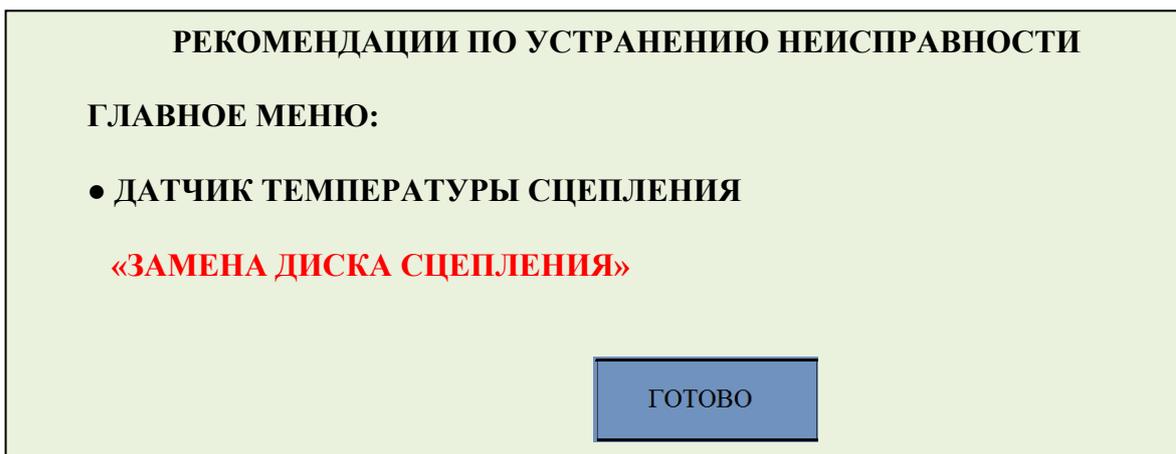


Рис. 2.70. Рекомендации по устранению неисправности

Неисправность сцепления проверяется при работающем двигателе. Выжав педаль сцепления, поочередно переключают передачи. Если включение передач затруднено и сопровождается скрежетом, сцепление полностью не включается. Включение сцепления проверяют, затянув ручной тормоз. Включают высшую передачу и плавно отпускают педаль сцепления, одновременно нажимая на педаль управления дроссельными заслонками. Если двигатель остановится, сцепление исправно. Продолжение работы двигателя указывает на неполное включение сцепления.

По результатам опроса можно принять диагностическое решение, т.к. диагностическая система обладает знаниями о типичных ситуациях, соответствующих наличию наиболее часто встречающихся неисправностей.

Сложность диагностирования определяет необходимость применения в практике эксплуатации автомобилей большого набора методов и средств диагностирования. Для комплексного диагностирования автомобилей, работающих в отрыве от производственных баз, целесообразна разработка эффективного метода поиска неисправностей с помощью совместной работы системы диагностирования и системы диспетчеризации GPS/GLONASS.

Использование данной системы и прибора (при дальнейшем совершенствовании аппаратной и программной базы) позволит выполнять более углублённое и качественное диагностирование различных систем двигателей и трансмиссии как на начальном этапе проверки технического состояния, так и на заключительном, предусматривающем оценку качества выполненных работ по техобслуживанию и ремонту.

В дальнейшем применение специализированного программного обеспечения встроенного диагностирования механических узлов и систем автомобиля позволит повысить достоверность, качество диагностирования, а также его оперативность.

Микропроцессорным встроенным средствам отводится задача контроля технического состояния агрегатов, узлов и автомобиля в целом. В результате формируются рекомендации по продолжению работ автомобиля

на линии, либо постановке его на техническое обслуживание (ТО) и текущий ремонт (ТР), либо устранению мелких неисправностей самим водителем в пределах ежедневного обслуживания (ЕО).

Встроенные средства диагностирования (ВСД) подразделяются на систему датчиков и контрольных точек, обеспечивающих вывод сигналов на внешние средства диагностирования, а также встроенные системы диагностирования – автономные или функционирующие комплексно со стационарными информационно-управляющими центрами. Эти системы предназначены для косвенного обобщенного контролирования работоспособности узлов и агрегатов с выдачей результатов на дисплей водителю и в бортовой накопитель для последующего прогнозирования и учета ресурсов и наработок узлов, корректирования режимов ТО.

Автомобильные ВСД имеют бортовую сеть встроенных в конструкцию автомобилей датчиков и контрольных точек системы электрооборудования, подключаемую при диагностировании к внешней вторичной диагностической аппаратуре.

Широкое распространение получили встроенные системы с микропроцессорной обработкой, накоплением и выдачей информации водителю, в бортовой накопитель и на штекерный разъем.

Бортовой компьютер выдает водителю различную информацию о состоянии автомобиля, управляет средствами связи автомобиля с внешним миром, навигационной системой и т.д. Обычно бортовой компьютер выдает информацию на цифровой дисплей, управляется с пульта управления на приборном щитке автомобиля. Кроме того, выпускаются портативные коммуникаторы и органайзеры, которые можно подключать к шине данных автомобиля. Соответствующее программное обеспечение делает их частью автомобильной информационной системы. Все услуги связи, реализуемые в стационарном офисе, сегодня доступны и для автомобилей: факсимильная связь, автоответчик и т.д. Компьютер в автомобиле может быть подключен к сети Internet, при этом электронная почта становится доступной для водителя, автомобиль превращается в офис на колесах. Однако для выявления неисправностей необходимо осуществлять диагностирование на станциях технического обслуживания автомобилей с помощью диагностических тестеров.

Система встроенного диагностирования позволяет выполнять контроль технического состояния трансмиссии (рис. 2.71). Имеется возможность определить неисправность в трансмиссии с помощью датчика температуры масла.

Блок обработки информации наряду с контактным датчиком температуры обеспечивает бесконтактный съем информации в труднодоступных местах.

Программа встроенной системы диагностирования включает блоки формирования баз данных по результатам диагностирования и сведения о работе двигателя со слов водителя. Подготовленные данные обрабаты-

ются расчетно-анализирующим блоком. С помощью блока индикации результаты расчета и анализа выводятся на экран прибора, расположенного в кабине автомобиля. Данная информация является основанием для своевременного принятия решений по проведению профилактических работ для трансмиссии автомобиля.

Вторая часть программы – аналитическая, определяет наличие и вид неисправностей в трансмиссии, третья часть опросная, рассчитана на остальные системы транспортного средства.

Если контакт с датчиком установлен, то в программу водителем вводятся начальные данные. Программа по показаниям датчика определяет превышение температуры и выводит на экран в текстовом режиме. Далее система переходит к опросной части. Водителю предлагается выбор – закончить программу сейчас или продолжить поиск неисправностей в главной передаче. При продолжении программа использует метод «логический поиск с последовательным исключением». Водителю надлежит выбрать качественные признаки неправильной работы двигателя. В конце процесса на экран выводится неисправность.

Для уточнения процесса поиска неисправностей система в диалоговом режиме проводит опрос пользователя о том, какова наработка автомобиля, какие ремонтно-обслуживающие работы проводились в последнее время, как были замечены проявления качественного признака, какие работы выполнялись, какие еще сопутствующие качественные признаки проявляются при этом. Определяющим при последовательности задания вопросов является логическая целесообразность того или иного вопроса. Взаимодействие с системой происходит посредством последовательного предъявления пользователю вопросов (рис. 2.72–2.75) от системы и выбора им вариантов ответа в меню различных типов.

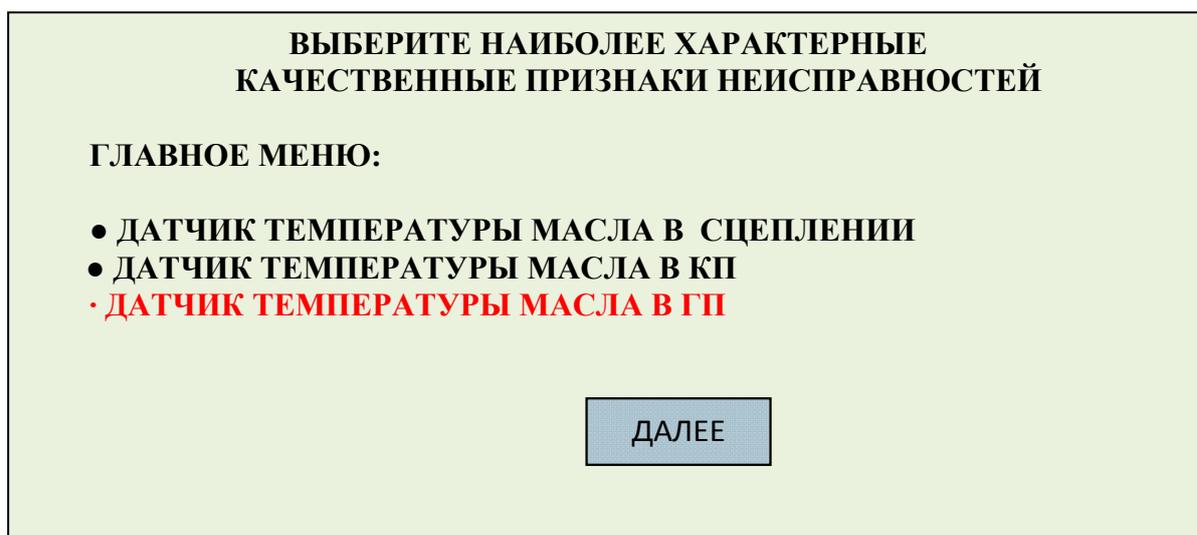


Рис. 2.71. Главное меню

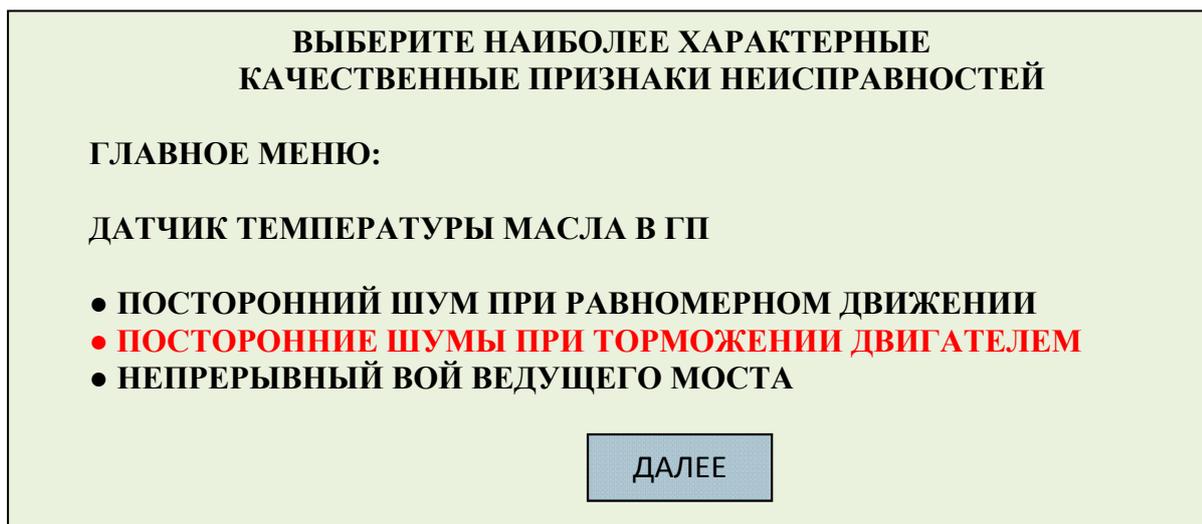


Рис. 2.72. Выбор признака

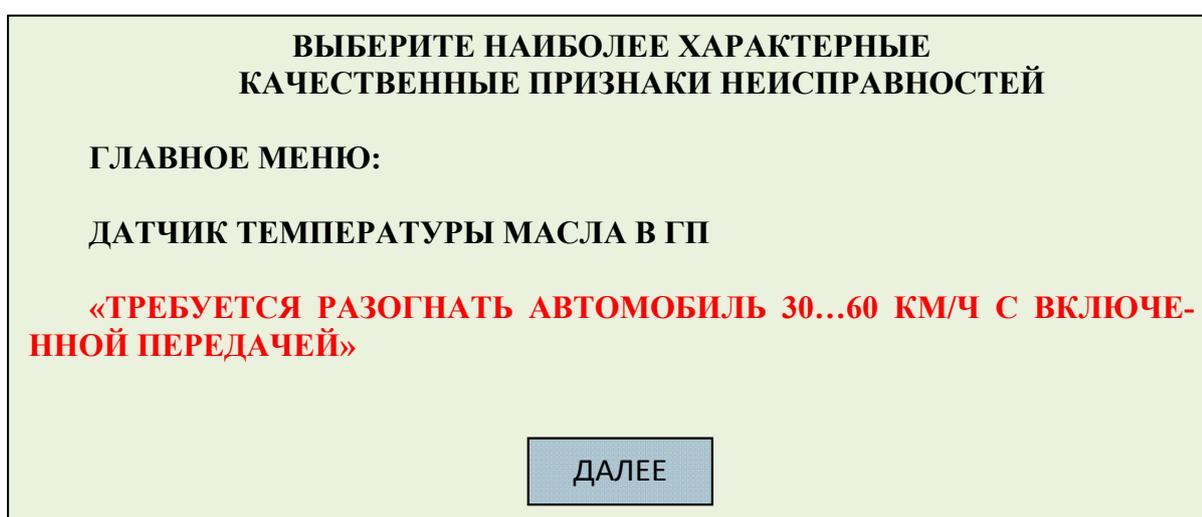


Рис. 2.73. Выбор признака

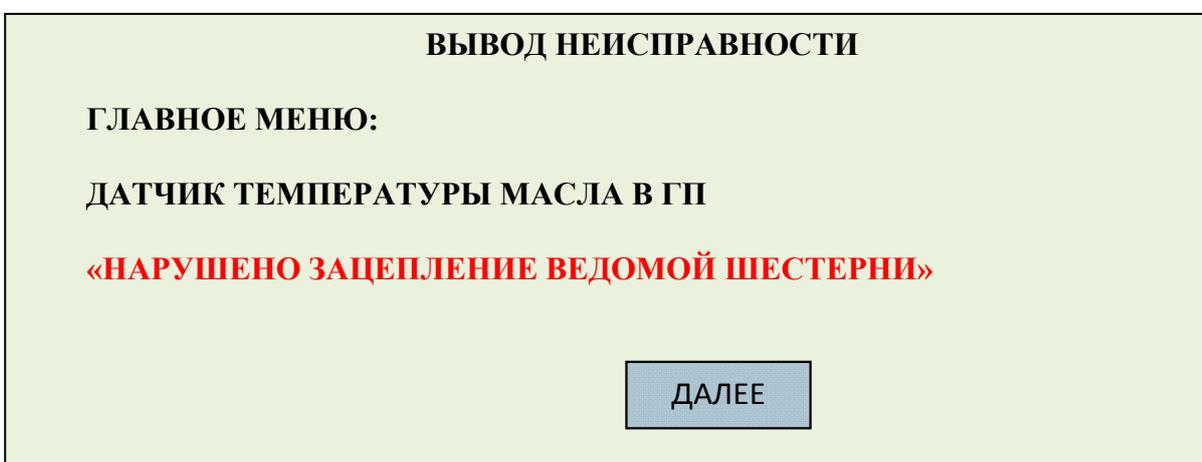


Рис. 2.74. Вывод неисправности

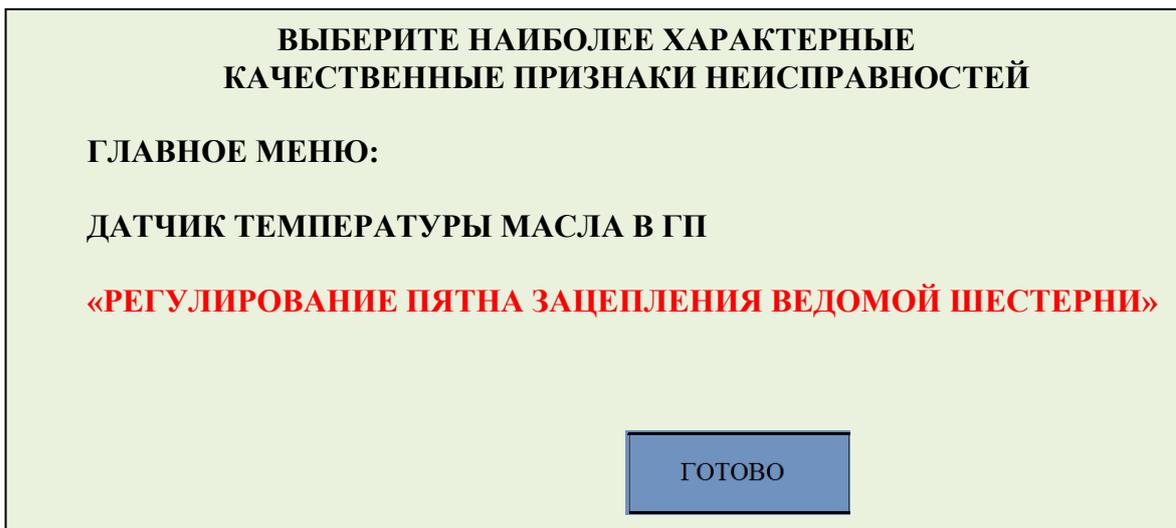


Рис. 2.75. Рекомендации по устранению неисправности

Исправность главной передачи и дифференциала проверяют на ходу. При движении автомобиля со скоростью 30–60 км/ч с включенной передачей (но не накатом) прослушивают шум шестерен. Наличие шума свидетельствует о неправильном зацеплении шестерен, когда пятно контакта смещено в сторону широкой части зубьев ведомой шестерни. Если шум шестерен проявляется при торможении двигателем, это говорит о смещении пятна контакта зацепления в сторону узкой части зубьев ведомой шестерни. Работа ведущего моста с непрерывным «воем» шестерен главной передачи может наблюдаться при большом износе подшипников, недостаточном уровне масла в картере главной передачи или малой вязкости масла.

По результатам опроса уточняются вероятности рассматриваемых гипотез. В ряде случаев, основываясь только на результатах ответов на опросные вопросы, можно принять диагностическое решение. Диагностическая система обладает знаниями о типичных ситуациях, соответствующих наличию наиболее часто встречающихся неисправностей. В ходе опроса система анализирует полученную информацию, формирует гипотезы о неисправностях и предлагает в оптимальной последовательности провести диагностические проверки по качественным признакам с использованием инструментальных средств диагностирования. Номенклатура диагностических средств, применяемых при поиске, легко изменяется в соответствии с имеющимися у пользователя.

Взаимодействие с системой происходит посредством последовательного предъявления заданий на проведение диагностических проверок. При этом доступна инструкция о технологии проведения проверки. Работа системы заканчивается определением наиболее вероятной неисправности двигателя.

Применение встроенного диагностирования позволит увеличить уровень эксплуатационной надежности автомобильного парка, снизить материальные и трудовые затраты на проведение технического обслуживания и ремонта автомобилей, уменьшить потребность в технологическом оборудовании и производственно-складских помещениях.

Контрольные вопросы

1. Встроенная система диагностирования автомобилей с дизельным двигателем.
2. Алгоритм работы встроенной системы диагностирования дизельного двигателя.
3. Структура программы по диагностированию технического состояния дизеля.
4. Описание работы программы по диагностированию технического состояния дизеля.
5. Встроенная система диагностирования автомобилей КАМАЗ с использованием мониторинга технического состояния транспортных средств.
6. Описание и функции бортовой системы контроля на автомобилях семейства ГАЗ.
7. Опишите работу бортового компьютера в режиме маршрутного компьютера.
8. Опишите работу бортового компьютера в режиме просмотра внутренних переменных ЭБУ.
9. Опишите работу бортового компьютера в режиме просмотра и стирания кодов неисправностей ЭБУ.
10. Опишите работу бортового компьютера в режиме управления исполнительными механизмами ЭБУ.
11. Опишите работу бортового компьютера в режиме отображения информации о приборе.
12. Алгоритм работы системы диагностирования инжекторного двигателя.
13. Транзисторные и тиристорные модули зажигания со встроенными средствами исследования.
14. Конденсаторно-тиристорный модуль зажигания со встроенным блоком контроля функционирования.
15. Встроенная система диагностирования трансмиссии автомобилей.
16. Встроенная система диагностирования сцепления грузовых автомобилей.
17. Встроенная система диагностирования коробки перемены передач грузовых автомобилей.
18. Встроенная система диагностирования главной передачи грузовых автомобилей.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

Основная литература

1. Шец, С.П. Техническое диагностирование элементов электрооборудования автомобилей. Лабораторный практикум [Текст]: учеб. пособие / С.П. Шец, С.В. Волохо. – Брянск: БГТУ, 2005. – 62 с.
2. Эммиль, М.В. Автоматические регуляторы частоты вращения автомобильных и тракторных дизелей [Текст]: учеб. пособие / М.В. Эммиль – М.: РУДН, 2007. – 156 с.
3. Ютт, В.Е. Электронные системы управления ДВС и методы их диагностирования [Текст]: учеб. пособие / В.Е. Ютт, Г.Е. Рузавин. – М.: Горячая линия-Телеком, 2007. – 104 с.
4. Гетманенко, В.М. Современные электронные устройства автотранспортных средств [Текст]: учеб. пособие / В.М. Гетманенко. – зерноград: ФГОУ ВПО АЧГАА, 2008. – 149 с.
5. Легков, А.И. Электронное оборудование автомобилей [Текст]: учеб. пособие / А.И. Легков, А.А. Лопарев, С.А. Плотников. – 2-е изд. – Киров: Издание Кировского филиала МГИУ, 2008. – 160 с.
6. Стручалин, В.М. Современные и перспективные электронные системы автомобилей: Лабораторный практикум [Текст]: учеб. пособие / В.М. Стручалин. – Краснодар: КубГТУ, 2008. – 261 с.
7. Решедько, В.В. Электроника и электрооборудование транспортных и транспортно-технологических машин [Текст]: учеб. пособие / В.В. Решедько. – Новосибирск: Изд-во СГУПС, 2009. – 227 с.
8. Ютт, В.Е., Эксплуатация антиблокировочных систем грузовых автомобилей [Текст]: учеб. пособие / В.Е. Ютт, А.М. Резник, В.В. Морозов, Попов А.И. – М.: Горячая линия-Телеком, 2010. – 88 с.
9. Федотов А.И. Диагностика автомобиля [Текст]: учебник / А.И. Федотов. – Иркутск: Изд. ИрГТУ, 2012. – 468 с.
10. Ютт, В.Е. Эксплуатация электронных систем автомобилей [Текст]: учеб. пособие / В.Е. Ютт, А.М. Резник, В.В. Морозов, А.И. Попов. – М.: МАДИ, 2012. – 253 с.
11. Волков, В.С. Электроника и электрооборудование транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования [Текст]: учебник. В.С. Волков. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: ИЦ «Академия», 2013. – 368 с.
12. Ютт, В.Е. Аппараты систем управления зажиганием и впрыском топлива [Текст]: учеб. пособие / В.Е. Ютт, В.В. Морозов, В.И. Чепланов. – М.: Изд. МАДИ, 2013. – 112 с.
13. Лянденбургский, В.В. Техническая диагностика на транспорте [Текст]: учеб. пособие / В.В. Лянденбургский, П.И. Аношкин, А.С. Иванов, А.М. Белоковыльский. – Пенза: ПГУАС, 2012. – 252 с.

14. Лянденбургский, В.В. Топливные системы современных и перспективных двигателей внутреннего сгорания [Текст]: учеб. пособие / В.В. Лянденбургский, А.А. Грабовский, А.М. Белоковильский, В.В. Салмин, П.И. Аношкин. – Пенза: ПГУАС, 2013. – 323 с.

15. Лянденбургский, В.В. Основы научных исследований [Текст]: учеб. пособие / В.В. Лянденбургский, А.В. Баженов, В.В. Коновалов. – Пенза: ПГУАС, 2013. – 388 с.

16. Лянденбургский, В.В. Дипломное проектирование [Текст]: учеб. пособие / В.В. Лянденбургский. – Пенза: ПГУАС, 2013. – 332 с.

17. Лянденбургский, В.В. Информационно-интеллектуальные системы контроля и управления транспортными средствами [Текст]: учеб. пособие / В.В. Лянденбургский, Г.И. Шаронов, А.В. Баженов. – Пенза: ПГУАС, 2014. – 372 с.

Дополнительная литература

18. Харазов, А.М. Диагностическое обеспечение технического обслуживания и ремонта автомобилей [Текст]: справ. пособие / А.М. Харазов. – М.: Высш. шк., 1990. – 208 с.

19. Иванов, В.И. Применение ЭВМ на автомобильном транспорте [Текст] / В.И. Иванов. – М.: Транспорт, 1997. – 144 с.

20. Технический прогресс транспортных средств за рубежом [Текст]. – М.: ИКТП, 1988. – 214 с.

21. Лукинский, В.С. Прогнозирование надежности автомобиля [Текст] / В.С. Лукинский, Е.И. Зайцев. – Л.: Политехника, 1991. – 222 с.

22. Данов, Б.А. Электронное оборудование иностранных автомобилей: Системы управления двигателем [Текст] / Б.А. Данов, Е.И. Титов. – М.: Транспорт, 1998. – 76 с.

23. Данов, Б.А. Электронное оборудование иностранных автомобилей: Системы управления трансмиссией, подвеской и тормозной системой [Текст] / Б.А. Данов, Е.И. Титов. – М.: Транспорт, 1998. – 78 с.

24. Данов, Б.А. Электронное оборудование иностранных автомобилей: Системы управления оборудованием салона [Текст] / Б.А. Данов, Е.И. Титов. – М.: Транспорт, 1998. – 60 с.

25. Данов, Б.А. Электронные приборы автомобилей [Текст] / Б.А. Данов, В.Д. Рогачев. – М.: Транспорт, 1992. – 77 с.

26. Долматинский, Ю.А. Автомобиль за 100 лет [Текст] / Ю.А. Долматинский. – М.: Знание, 1986. – 235 с.

27. Техническая эксплуатация автомобилей [Текст]: учебник для вузов / Е.С. Кузнецов [и др.]. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Наука, 2003. – 535 с.

28. Положение о техническом обслуживании и ремонте подвижного состава автомобильного транспорта [Текст] / М-во автомоб. трансп. РСФСР. – М.: Транспорт, 1988. – 78 с.

29. Техническая эксплуатация автомобилей [Текст] / под ред. Г.В. Краморенко. – М.: Транспорт, 1983. – 488 с.
30. Техническое обслуживание и ремонт автомобилей: пособие по дипломному проектированию [Текст] / Б.Н. Суханов, И.О. Борзых, Ю.Ф. Бедарев. – М.: Транспорт, 1991. – 159 с.
31. Краткий автомобильный справочник ГосНИИ автомобильного транспорта [Текст]. – 8-е изд., перераб. и доп. – М.: Транспорт, 1979. – 464 с.
32. Булычев, А.Л. Теоретические основы электроники [Текст] / А.Л. Булычев. – М.: Энергоформат, 1987.
33. Единый тарифно-квалификационный справочник работ и профессий рабочих [Текст]: Вып. части 1, 2. – М.: Экономика, 1990.
34. Тормозные устройства [Текст]: справочник / М.П. Александров, А.Г. Лысяков, В.Н. Федосеев, М.В. Новожилов; под общ. ред. М.П. Александрова. – М.: Машиностроение, 1985. – 312 с.
35. Автомобильные датчики [Текст]. – М.: Машиностроение, 1982. – 101 с.
36. Автомобильные электронные системы [Текст] / под ред. Ю.М. Галкина – М.: Машиностроение, 1982. – 142 с.
37. Боровских, Ю.И. Автомобильные контрольно-измерительные приборы [Текст] / Ю.И. Боровских. – М.: Транспорт, 1976. – 192 с.
38. Буна Бела. Электроника на автомобиле [Текст] / Буна Бела. – М.: Транспорт, 1979. – 192 с.
39. Есеновский-Лашков, Ю.К. Электроника автомобильных систем управления [Текст] / Ю.К. Есеновский-Лашков. – М.: Машиностроение, 1987. – 198 с.
40. Автомобили КамАЗ: вопросы и ответы [Текст] / П.С. Ярьско [и др.]. – М.: Транспорт, 1989. – 286 с.
41. Пустовалов, Б.И. От Руссо – Балта до КамАЗа [Текст] / Б.И. Пустовалов. – Минск: Выш. шк., 1984. – 94 с.
42. Жомиру, В.Н. Справочник по диагностике технического состояния автомобиля [Текст] / В.Н. Жомиру, В.И. Амарией. – Кишинев, 1989. – 226 с.
43. Ветлицкий, В.Н. Бортовые автономные системы управления автомобилем [Текст] / В.Н. Ветлицкий [и др.]. – М.: Транспорт, 1984. – 189 с.
44. Литвиненко, В.В. Электрооборудование легковых автомобилей: диагностика и устранение неисправности [Текст] / В.В. Литвиненко. – 2-е изд. – М.: Информавто, 1995. – 48 с.
45. Акимов, С.В. Электрическое и электронное оборудование автомобиля [Текст] / С.В. Акимов [и др.]. – М.: Машиностроение, 1988. – 276 с.
46. Современные грузовые автотранспортные средства [Текст]: справочник. – М.: Транспорт, 1997. – 536 с.

47. Гируцкий, О.И. Электронные системы управления агрегатами автомобиля [Текст] / О.И. Гируцкий. – М.: Транспорт, 2000.
48. Справочник для студентов: Высшая математика. Физика. Теоретическая механика. Сопротивление материалов [Текст] / А.Д. Полянин, В.Д. Полянин. – М.: ООО «Издательство Астрель», 2000. – 480 с.
49. Боровский А.Н. Программирование в Delphi 2005 старт [Текст] – СПб.: БХВ-Петербург, 2005. – 448 с.
50. Лянденбургский, В.В. Техническая эксплуатация автомобилей. Диагностирование автомобилей [Текст]: учеб. пособие / В.В. Лянденбургский, А.А. Карташов, А.С. Иванов. – Пенза: ПГУАС, 2011. – 288 с.
51. Лянденбургский, В.В. Средства для диагностирования топливной аппаратуры автомобилей с дизельными двигателями [Текст]: моногр. / В.В. Лянденбургский. – Пенза: ПГУАС, 2012. – 208 с.
52. Техническая эксплуатация автомобилей [Текст] / под ред. д-ра техн. наук, проф. Е.С. Кузнецова. – М.: Транспорт, 2003. – 413 с.
53. Бажанов, А.П. Типовые методы, модели и алгоритмы выбора оптимальных контрольных интервалов на базе вероятностных и детерминистических концепций в процессе создания и производства датчиков [Текст] / А.П. Бажанов // Сборка в машиностроении, приборостроении. – 2006. – № 11. – С 20–30.
54. Лянденбургский, В.В. Комбинированная система технического обслуживания автомобилей [Текст] / В.В. Лянденбургский, В.И. Назаров // Проблемы качества и эксплуатации автотранспортных средств: материалы III Междунар. науч.-техн. конф. Ч. II. – Пенза, 2004. – С. 47–49.
55. Надежность и эффективность в технике: справочник: в 10 т. / ред. совет: В.С. Авдусевский (пред.) и [др.] Т.2. Математические методы в теории надежности и эффективности [Текст] / под ред. Б.В. Гнеденко. – М.: Машиностроение, 1987. – 280 с.
56. Лянденбургский, В.В. Встроенная система диагностирования автомобилей с дизельным двигателем [Текст] / В.В. Лянденбургский, Ю.В. Родионов, С.А. Кривобок // Автотранспортное предприятие. – М., 2012. – № 11. – С. 45–48.
57. Лянденбургский, В.В. Программа поиска неисправностей транспортных средств / В.В. Лянденбургский, А.И. Тарасов, А.В. Федосков, С.А. Кривобок // Контроль. Диагностика. – М., 2012. – № 8. – С. 23–29.
58. Лянденбургский, В.В. Совершенствование компьютерного обеспечения технической эксплуатации автомобилей [Текст]: моногр. / В.В. Лянденбургский, А.С. Иванов. – Пенза: ПГУАС 2012. – 398 с.
59. Лянденбургский, В.В. Встроенная система диагностирования автомобилей с инжекторными двигателями [Текст] / В.В. Лянденбургский, Ю.В. Родионов, Д.В. Коротков // Вестник Таджикского технического университета. – 2012. – № 2 (18). – С. 51–55.

60. Лянденбургский, В.В. Встроенные средства для контроля работоспособности и перемещения автомобилей [Текст] моногр. / В.В. Лянденбургский. – Пенза: ПГУАС, 2010. – 112 с.
61. Лянденбургский В.В. Система контроля передвижения автомобиля [Текст] / В.В. Лянденбургский, Ю.В. Родионов, Е.В. Кравченко // Автотранспортное предприятие. – М., 2012. – № 2. – С. 24–28.
62. Лянденбургский, В.В. Встроенная система диагностирования автомобилей с дизельным двигателем [Текст] / В.В. Лянденбургский, Ю.В. Родионов, С.А. Кривобок // Автотранспортное предприятие. – М., 2012. – № 11. – С. 45–48.
63. Лянденбургский В.В. Программа поиска неисправностей транспортных средств [Текст] / В.В. Лянденбургский, А.И. Тарасов, А.В. Федосков, С.А. Кривобок // Контроль. Диагностика. – М., 2012. – № 8. – С. 23–29.
64. Лянденбургский, В.В. Вероятностно-логический метод поиска неисправностей автомобилей [Текст] / В.В. Лянденбургский, А.И. Тарасов, А.В. Федосков, С.А. Кривобок // Мир транспорта и технологических машин. – 2011. – № 4. – С. 3–9.
65. Лянденбургский, В.В. Совершенствование комплекса КАД-300 для диагностирования двигателей автомобилей [Текст] / В.В. Лянденбургский. – Пенза: ПГУАС, 2012. – 196 с.
66. Лянденбургский, В.В. Совершенствование компьютерного обеспечения технической эксплуатации автомобилей: монография / В.В. Лянденбургский, А.С. Иванов – Пенза: ПГУАС, 2012. – 398 с.
67. Лянденбургский, В.В. Вероятностно-логический метод поиска неисправностей автомобилей [Текст]: моногр. / В.В. Лянденбургский, А.И. Тарасов. – Пенза: ПГУАС, 2013. – 220 с.
68. Белявцев, А.В. Топливная аппаратура автотракторных дизелей: Конструктивные особенности и эксплуатация [Текст] / А.В. Белявцев, А.С. Процеров. – М.: Росагропромиздат, 1988. – 223 с.
69. Борщенко, Я.А. Разработка метода диагностирования автомобильных дизелей по неравномерности вращения коленчатого вала [Текст]: дис. ... канд. техн. наук / Я.А. Борщенко. – Курган, 2003. – 151 с.
70. Власов, П.А. Особенности эксплуатации дизельной топливной аппаратуры [Текст] / П.А. Власов. – М.: Агропромиздат, 1987. – 127 с.
71. Иванов, В.И. Применение ЭВМ на автомобильном транспорте [Текст] / В.И. Иванов. – М.: Транспорт, 1997. – 144с.
72. Гуднев, В.И. Улучшение технико-экологических показателей тракторных дизелей [Текст]: дис. ... канд. техн. наук / В.И. Гуднев. – М., 1998. – 128 с.
73. Дамбаев, В.Д. Разработка методики диагностирования дизеля КамАЗ-740 встроенными средствами [Текст]: дис. ... канд. техн. наук / В.Д. Дамбаев. – М., 1987. – 208 с.

74. Жаров, С.П. Разработка системы информационного обеспечения водителя с целью повышения топливной экономичности грузового автомобиля [Текст]: дис. ... канд. техн. наук / С.П. Жаров. – Курган, 1991. – 180 с.
75. Климпущ, О.Д. Исследование и выбор диагностических параметров автомобильных дизелей семейства ЯМЗ [Текст]: дис. ... канд. техн. наук / О.Д. Климпущ. – Киев, 1973. – 213 с.
76. Колчин, А.В. Новые средства и методы диагностирования автотракторных двигателей [Текст] / А.В. Колчин, Ю.К. Бобков. – М.: Колос, 1982. – 111 с.
77. Крутов, В.И. Автоматическое регулирование двигателей внутреннего сгорания [Текст]: учеб. пособие для вузов / В.И. Крутов. – М.: Машиностроение, 1979. – 616 с.
78. Медведков, В.И. Автомобили КамАЗ-5320, КамАЗ-4310, Урал-4320 [Текст]: учеб. пособие / В.И. Медведков, С.Т. Билык, Г.А. Гришин. – М.: ДОСААФ, 1987. – 372 с.
79. Мирошников, Л.В. Диагностирование технического состояния автомобилей на автотранспортных предприятиях [Текст] / Л.В. Мирошников, А.П. Болдин, В.П. Пал. – М.: Транспорт, 1977. – 263 с.
80. Обнаружение неисправностей дизелей ЯМЗ [Текст] / Б.С. Антропов, В.И. Жеребятьев, В.П. Цаплин. – М.: Агропромиздат, 1989. – 128 с.
81. Руктешель, О.С. Анализ и синтез автоматического управления переключения передач автотранспортных средств [Текст]: автореф. дис. ... д-ра техн. наук / О.С. Руктешель. – М., 1987. – 32 с.
82. Савченко, О.Ф. Контроль и экспертиза технического состояния тракторных дизелей в условиях эксплуатации [Текст]: дис. ... канд. техн. наук / О.Ф. Савченко. – Новосибирск, 1997. – 260 с.
83. Сергеев, А.Г. Точность и достоверность диагностики автомобилей [Текст] / А.Г. Сергеев. – М.: Транспорт, 1980. – 188 с.
84. Набоков, В.А. Аппараты систем зажигания [Текст] / В.А. Набоков. – М.: Издательский центр «Академия» 2009. – 320 с.
85. Тиристорная система электронного зажигания [Текст] / а.с. 1772403 SU, МКИ5 F 02 P 3/06 / Г.И. Шаронов [и др.]. – № 4715444/21; Заявлено 19.05.89; опубл. 30.10.1992.
86. Формирователь импульсов для конденсаторно-тиристорного модуля зажигания на основе триггера защелки [Текст]: пат. (Решение о выдаче патента на полезную модель от 27. 01.2012 г. Форма № 01 ПМ -2008) МПК F02P 3/08 / Г.И. Шаронов [и др.]. – № 2011131968/17 (047151); Заявлено 29.07.2011г.
87. Формирователь импульсов для конденсаторно-тиристорного модуля зажигания на основе триггера защелки [Текст]: пат. № 114104 МПК F02P 3/08 / Г.И. Шаронов [и др.]. – № 2011132383/20 (047679); Заявлено 01.08.2011; опубл. 10.03.2012

88. Ютт, В.Е. Электрооборудование автомобилей [Текст] / В.Е. Ютт. – М.: Транспорт, 1989. – 287 с.

89. Беспалов, В.Е. Системы зажигания комбинированного типа [Текст] / В.Е. Беспалов. – Кемерово: Кузбасский гос. техн. ун-т, 2000. – 242 с.

90. РПМ 114101 RU, МПК F02P 3/08. Формирователь импульсов для конденсаторно-тиристорного модуля зажигания / Г.И. Шаронов, А.Г. Трясогузов, В.Г. Борисова. – № 2011131970/07, заявл. 29.07.2011; опубл. 10.03.2012, Бюл. № 7.

91. РПМ 114102 RU, МПК F02P 3/08. Формирователь импульсов для конденсаторно-тиристорного модуля зажигания / Г.И. Шаронов, А.Г. Трясогузов, В.Г. Борисова. – № 2011131970/07, заявл. 29.07.2011; опубл. 10.03.2012, Бюл. № 7.

92. РПМ 114103 RU, МПК F02P 3/08. Формирователь импульсов для конденсаторно-тиристорного модуля зажигания / Г.И. Шаронов, А.Г. Трясогузов, В.Г. Борисова. – № 2011131982/07, заявл. 29.07.2011; опубл. 10.03.2012, Бюл. № 7.

93. РПМ 118693 RU, МПК F02P 3/08. Формирователь импульсов для конденсаторно-тиристорного модуля зажигания / Г.И. Шаронов, А.Г. Трясогузов, В.Г. Борисова. – № 2011132507/07, заявл. 02.08.2011; опубл. 27.07.2012, Бюл. № 21.

94. РПМ 119399 RU, МПК F02P3/045 Формирователь импульсов для конденсаторно-тиристорного модуля зажигания / Г.И. Шаронов, А.Г. Трясогузов, В.Г. Борисова. – № 2011133184/07, заявл. 08.08.2011; опубл. 20.08.2012, Бюл. № 23.

95. Родионов, Ю.В. Формирователь импульсов для конденсаторно-тиристорного модуля зажигания [Текст] / Ю.В. Родионов, Г.И. Шаронов // Мир транспорта и технологических машин. – 2012. – № 2. – С. 47–51.

96. Набоких, В.А. Аппараты систем зажигания: справочник: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / В.А. Набоких. – М.: Издательский центр «Академия», 2009. – 320 с

97. Шаронов Г.И. Алгоритмические возможности электронных систем зажигания при формировании иницирующего разряда в двигателях внутреннего сгорания [Текст] / Г.И. Шаронов // Проблемы качества и эксплуатации автотранспортных средств: материалы III Междунар. науч.-техн. конф. (19–21 мая 2004 г., Пенза) / [редкол.: Э.Р. Домке (отв. ред.) и др.]. – Пенза: ПГУАС, 2004. – Ч.1. – С. 208–213.

98. Шаронов, Г.И. Свойства искрового иницирующего разряда различных видов систем зажигания / Г.И. Шаронов, С.М. Францев, В.И. Видулов [Текст] // Проблемы автомобильно-дорожного комплекса России: материалы V Междунар. науч.-техн. конф. (21–23 мая 2008 г., Пенза) / [в 2 ч./редкол.: Э.Р. Домке (отв. ред.) и др.]. – Пенза: ПГУАС, 2008. – Ч.2. – С. 87–94.

99. Францев, С.М. Влияние характеристики выделения энергии искрового разряда системы зажигания на показатели газового двигателя [Текст] / С.М. Францев, Г.И. Шаронов, А.И. Нефедьев // Известия Волгоградского государственного технического университета. – 2011. – Т. 8. – № 3. – С. 74–77.].

100. Шаронов, Г.И. Влияние форсированных токовременных параметров искрового инициирующего разряда на показатели газового двигателя [Текст] / Г.И. Шаронов, С.М. Францев, В.И. Викулов, Э.Р. Домке // Вестник МАДИ (ГТУ). – 2009. – №4. – С. 30–34.

101. Францев, С.М. Теоретико-экспериментальные исследования параметров систем зажигания высокой энергии для газовых двигателей [Текст] / С.М. Францев, Г.И. Шаронов. – Пенза.; ПГУАС, 2012. – 120 с.

102. Брижинева, М. Стабилизация напряжения преобразователя [Текст] / М. Брижинева // Радио. – 1984. – №10. – С. 30–31.

103. Тиристорная система электронного зажигания [Текст]: а.с. 1772403 SU, МКИ5 F 02 P 3/06. / Г.И. Шаронов [и др.]. – № 4715444/21; Заявлено 19.05.89; Опубл. 30.10.92 Бюл. № 40 // Открытия. Изобретения. – 1992. – №40.

104. Формирователь импульсов для конденсаторно-тиристорного модуля зажигания [Текст]: РПМ 114098 RU, МПК F02P 3/00 / Г.И. Шаронов, А.Г. Трясогузов, В.Г. Борисова. – № 2011131969/07, заявл. 29.07.2011; опубл. 10.03.2012, Бюл. № 7.

105. Родионов, Ю.В. Формирователь импульсов для конденсаторно-тиристорного модуля зажигания [Текст] / Ю.В. Родионов, Г.И. Шаронов // Мир транспорта и технологических машин. – 2012. – № 2. – С. 47–51.

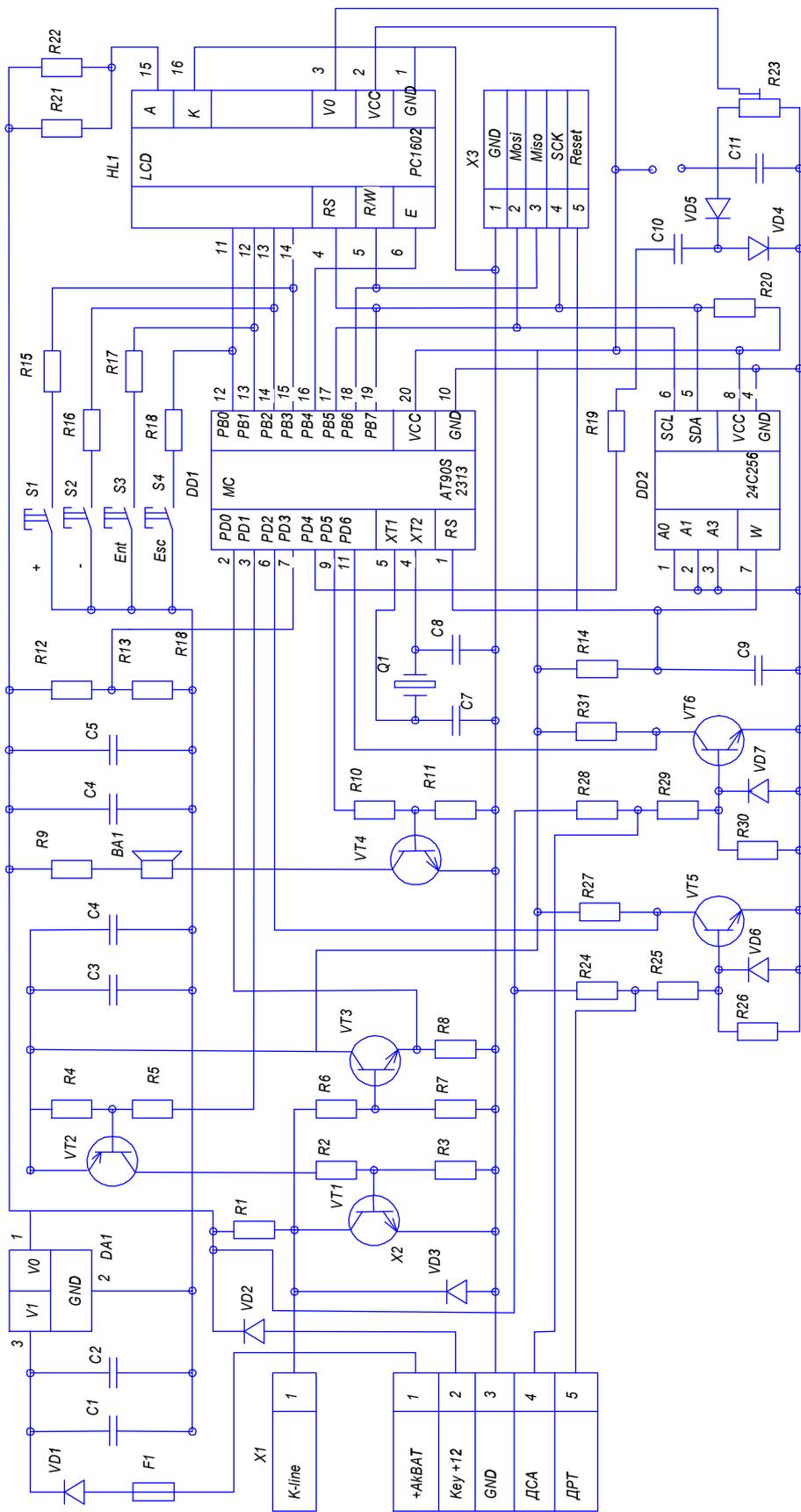
106. Нефедьев, А.И. Формирователи импульсов на биполярных транзисторах для конденсаторных модулей зажигания [Текст] / А.И. Нефедьев, Г.И. Шаронов // Электроника и электрооборудование транспорта. – 2012. – №2–3. – С. 9–12.

107. Шаронов, Г.И. Формирователи импульсов для конденсаторных модулей зажигания на основе триггера защёлки [Текст] / Г.И. Шаронов // Проблемы автомобильно-дорожного комплекса России: материалы VI Международной науч.-техн. конф. (18–20 апреля 2012 г., Пенза) / [редкол.: Э.Р. Домке (отв. ред.) и др.]. – Пенза: ПГУАС, 2012. – С. 152–158.

108. Шаронов Г.И. Формирователь импульсов для конденсаторно-тиристорного модуля зажигания [Текст] / Г.И. Шаронов, А.И. Нефедьев // Проблемы качества и эксплуатации автотранспортных средств: материалы VI Международной науч.-техн. конф. (16–18 мая 2012 г., Пенза) / [ред. кол.: Э.Р. Домке (отв. ред.) и др.]. – Пенза: ПГУАС, 2012. – С. 436–440.

ПРИЛОЖЕНИЯ

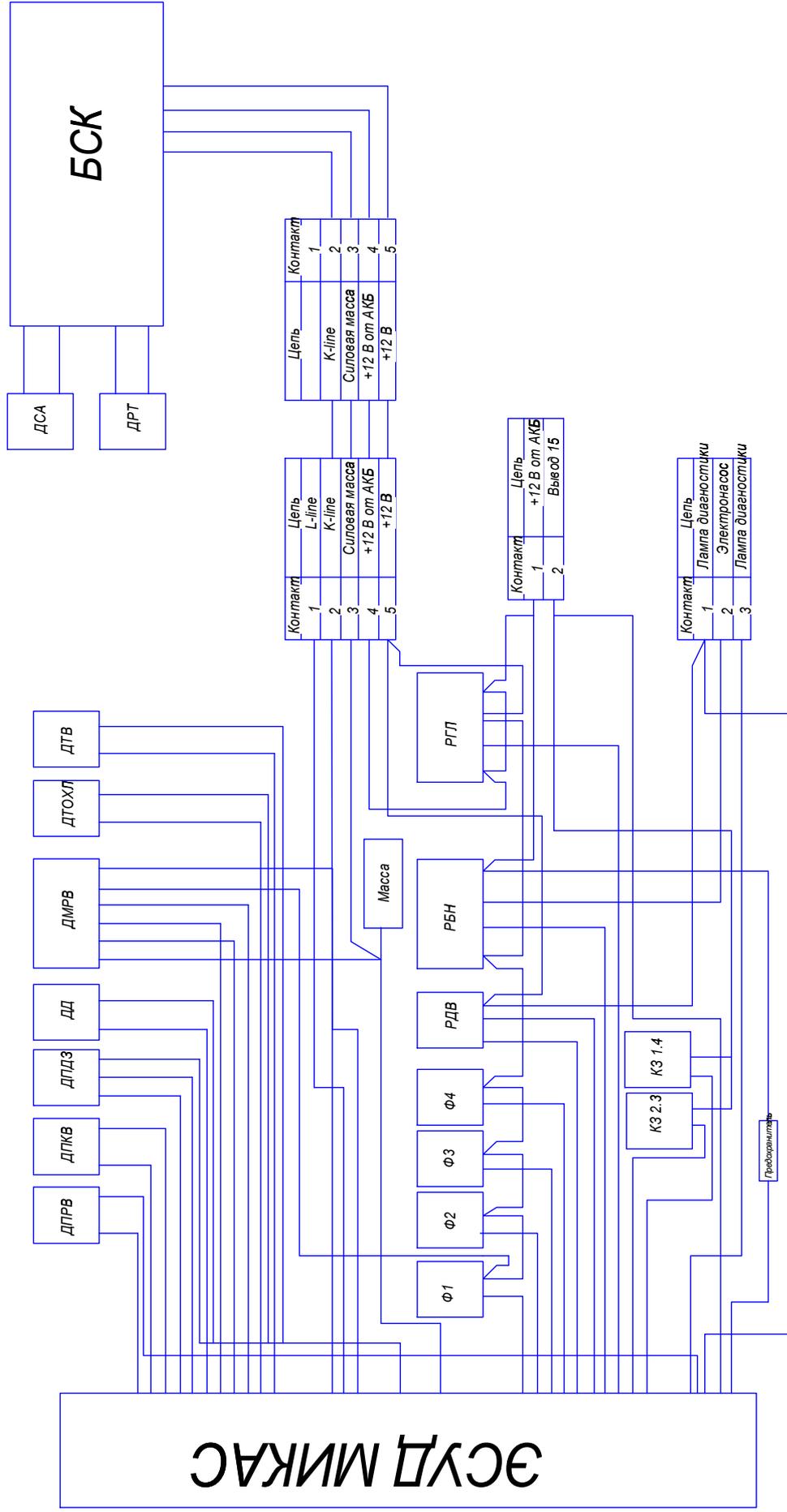
Принципиальная схема БСК



Элементы схемы БСК

Наименование	Обозначение	Номинал	Примечание
Резисторы	R1	510 Ом*0.25Вт	
	R2, R10	1.6 кОм	
	R3-R8, R11-R14	10 кОм	
	R9, R21, R22	240 Ом*0.5 Вт	
	R15-R18, R20, R24 R28	5.6 кОм	
	R19	160 Ом	
	R23	15 кОм	
	R25--R27, R29-R31	10 кОм	
Конденсаторы	C1, C5	47 мкф*25В	
	C3	100 мкф*6.3В	
	C2, C4, C6, C9	0.1 мкф	
	C7, C8	20 пф	
	C10, C11	1 мкф	
Кварцевые генераторы	Q1	4 МГц	
Предохранитель	F1	0.25 мА	
ЖК дисплеи	HL1	PC1602	
Диоды	VD1, VD4 - VD7	КД522	
	VD2, VD3	КД209	
Транзисторы	VT1, VT4	КТ503	
	VT2	КТ361	
	VT3, VT5, VT6	КТ315	
Микросхемы	DA1	78L05	
	DD1	АТ90s2313	
	DD2	АТ24с256	

Схема подключения БСК к ЭСУД



Элементы схемы подключения БСК к ЭСУД

Обозначение	Расшифровка	Кол-во	Примечания
ДПРВ	Датчик положения распределительного вала	1	
ДПКВ	Датчик положения коленчатого вала	1	
ДПДЗ	Датчик положения коленчатого вала	1	
ДД	Датчик детонации	1	
ДМРВ	Датчик массового расхода воздуха	1	
ДТОХЛ	Датчик температуры охлаждающей жидкости	1	
ДТВ	Датчик температуры воздуха	1	
Ф1-Ф4	Форсунка	4	
РДВ	Регулятор добавочного воздуха	1	
РБН	Реле бензонасоса	1	
РГЛ	Главное реле	1	
КЗ 2.3 -КЗ 1.4	Катушка зажигания	2	
ДСА	Датчик скорости автомобиля	1	
ДРТ	Датчик расхода топлива	1	

Приложение 3

Анализ встроенных средств диагностирования

№ п/п	Вид	Производитель и название	Достоинства	Недостатки
1		ОАО «ГАММА-электроникс», г. Самара Маршрутный бортовой компьютер GAMMA GF115	Многофункциональный бортовой компьютер с функцией считывания кодов ошибок	1. Цифровые коды ошибок 2. Совместимость с ГАЗ только ЭБУ «Автел»
2		Компания «Мультисет», г. Тольятти МФУ Multiset	Многофункциональное устройство контроля для заданной топливной экономичности двигателя. Маршрутный компьютер для инжекторных автомобилей	1. Небольшой размер дисплея 2. Отсутствие функции диагностики ЭСУД
3		БСК-3	1) Речевой вывод информации 2) Контроль целостности ламп	1. Отсутствие функции бортового компьютера 2. Отсутствие функции диагностики
4		Компания «Мультитроникс», г. Новгород Маршрутный бортовой компьютер ДИ-8	Маршрутный компьютер с функцией чтения переменных и функцией отображения ошибок КМСУД	1. Небольшой размер дисплея 2. Сложное меню, неудобная навигация
5		НПП «НТС», г. Самара Тестер диагностический DST-6C	Широкие возможности диагностирования ЭСУД	1. Отсутствие функции бортового компьютера 2. Не предусмотрена установка в автомобиль 3. Высокая стоимость
6		НПП «НТС», г. Самара Тестер диагностический DST-8	Аналогично №5	Аналогично №5

О Г Л А В Л Е Н И Е

ПРЕДИСЛОВИЕ	3
ВВЕДЕНИЕ	5
1. ОБЗОР И АНАЛИЗ ВСТРОЕННЫХ СРЕДСТВ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ АВТОМОБИЛЕЙ.....	8
1.1. Общие сведения об автомобильных контрольно-измерительных приборах	8
1.2. Основные требования к методам и средствам технического диагностирования автомобилей	23
1.3. Диагностические параметры	28
1.4. Бортовые системы контроля, встроенные средства диагностирования и индикации	38
1.5. Считывание кодов неисправностей на автомобилях.....	58
1.6. Классификация кодов ошибок по виду неисправности	60
1.7. Бортовые диагностические системы	63
1.8. КОМПЬЮТЕРИЗАЦИЯ АВТОМОБИЛЯ	80
2. УСТРОЙСТВО И ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ ВСТРОЕННЫХ СИСТЕМ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ.....	85
2.1. Встроенная система диагностирования автомобилей с дизельным двигателем.....	85
2.2. Встроенная система диагностирования автомобилей с инжекторными двигателями	117
2.3. Встроенная система диагностирования трансмиссии автомобилей.....	187
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	197
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	205

Учебное издание

Лянденбургский Владимир Владимирович
Шаронов Геннадий Иванович
Ширшиков Андрей Станиславович

БОРТОВЫЕ КОМПЬЮТЕРЫ АВТОМОБИЛЕЙ
Учебное пособие

Редактор М.А. Сухова
Верстка Т.А. Лильп

Подписано в печать 10.11.14. Формат 60×84/16.
Бумага офисная «Снегурочка». Печать на ризографе.
Усл.печ.л. 12,32. Уч.-изд.л. 13,25. Тираж 300 экз. 1-й завод 100 экз.
Заказ №425.



Издательство ПГУАС.
440028, г. Пенза, ул. Германа Титова, 28.