

Министерство образования и науки Республики Казахстан  
Некоммерческое акционерное общество «Холдинг «Кәсіпқор»

**А. И. ГРИШИНА, К. Ш. МУРАТАЛИЕВ,  
М. С. ИСАБЕКОВ, А. Ф. ТАРАН**

## **СРЕДСТВА И ТЕХНОЛОГИИ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ**

*Разработано в качестве учебного пособия по  
актуализированным типовым учебным планам и программам для  
системы технического и профессионального, послесреднего  
образования по специальности  
1201000 – «Техническое обслуживание, ремонт и эксплуатация  
автомобильного транспорта»*

Нур-Султан, 2019

УДК 629.3 (075)  
ББК 39.33 – 08 я 73  
С 74

Средства и технологии диагностирования: Учебное пособие / А.И. Гришина, К.Ш. Мураталиев, М.С. Исабеков, А.Ф. Таран. – Нур-Султан: Некоммерческое акционерное общество «Холдинг «Кәсіпқор», 2019 г.

ISBN 978-601-333-758-6

*Учебное пособие разработано в соответствии с актуализованным типовым учебным планом по специальности 1201000 «Техническое обслуживание, ремонт и эксплуатация автомобильного транспорта», ПМ 12 «Проведение диагностики и ремонта электронного оборудования автомобиля». При разработке учебного пособия были изучены и проанализированы программы формирующие модуль ПМ 12.*

*Учебное пособие описывает теоретические основы необходимые для применения средств и технологий диагностирования электронного оборудования автомобиля. В пособии описаны: классификация систем управления двигателями, общее описание этих систем, их функциональные особенности, описаны различные виды датчиков систем управления двигателем, их назначение принцип их работы и методы проверки, основные способы, технологические приемы и технические средства диагностирования электронных систем, блоков и отдельных функциональных узлов, которые в настоящее время широко применяются в автомобильных бортовых устройствах автоматического контроля и управления, приведено описание общего устройства стендовых систем диагностирования современного автомобиля, функциональные возможности стационарных систем и принцип действия наиболее распространённых видов диагностических средств, расписаны способы считывания и расшифровки диагностических кодов.*

УДК 629.3 (075)  
ББК 39.33 – 08 я 73

**Рецензенты:**

- Костанайский колледж автомобильного транспорта УМО по профилю «Автомобильный транспорт»;
- ОЮЛ «Ассоциация автодорожников Казахстана».

Рекомендовано Республиканским научно-практическим центром «Учебник»

© НАО «Холдинг «Кәсіпқор», 2019

## Оглавление

Введение .....	5
Общая часть .....	7
<b>Глава 1. Общее описание системы электронного управления двигателем. Датчики системы</b> .....	7
1.1. Функции электронного блока управления (ЭБУ).....	8
1.2. Описание датчиков системы управления двигателем.....	13
<b>Глава 2. Порядок диагностики электронных систем автомобиля</b> .....	25
2.1. Меры предосторожности при проведении диагностики. Диагностическая цепь.....	25
2.2. Порядок проведения диагностики. Основные этапы.....	26
2.3. Работа диагностической лампы. Регистрация ошибок.....	29
2.4. Режим отображения кодов.....	30
2.5. Схема проведения диагностики. Описание диагностического тестера.....	31
2.6. Расположение узлов и элементов в подкапотном пространстве. Схема электронных соединений ЭБУ.....	36
2.7. Проверки диагностической цепи.....	37
2.8. Диагностические карты кодов неисправностей.....	38
2.9. Типичные неисправности системы управления.....	41
2.10. Приборы и оборудование пользователя.....	42
<b>Глава 3. Виды диагностических систем</b> .....	46
3.1. Общее устройство стендовых систем.....	46
3.2. Бортовое диагностическое программное обеспечение.....	51
3.3. Основные сведения о стандарте (новая версия).....	53
3.4. Диагностические разъемы. Цоколёвка разъёма. Предварительные проверки.....	54
3.5. «Замороженный» кадр (freeze frame record).....	57
<b>Глава 4. Диагностирование двигателей внутреннего сгорания и других систем автомобиля</b> .....	59
4.1. Принцип работы систем управления .....	59
4.2. Диагностирование систем топливоподачи, зажигания, впускного тракта.....	62
4.3. Диагностирование системы вентиляции картера, вентилятора системы охлаждения, климат-контроля .....	68
4.4. Диагностирование системы круиз - контроля .....	72
4.5. Диагностирование системы впрыска .....	73
4.6. Диагностирование АБС.....	78
4.7. Диагностирование АКПП.....	79
<b>Глава 5. Считывание диагностических кодов</b> .....	85
5.1. Структура кодов и ошибок на автомобилях Toyota, Honda, ВАЗ.....	85

5.2. Считывание кодов неисправностей.....	86
5.3. Удаление кодов и неисправностей.....	87
Комплект лабораторно-практических работ.....	90
Заключение .....	124
Словарь терминов .....	126
Перечень сокращений и обозначений.....	127
Список использованной литературы .....	129

## Введение

На сегодняшний день среди ранее выпущенных учебных пособий, литературных учебников, технических справочников и иной технической документации по технологиям диагностирования автомобилей на русском и государственном языках в Республике Казахстан полностью отсутствуют источники детально описывающие такой раздел как средства и технологии диагностирования электронного оборудования автомобиля. Основа данной проблемы - это то, что системная технической диагностики автомобильных компьютеров, блоков, датчиков и систем управления получила наибольшее распространение в Республике Казахстан сравнительно не так давно. Так же до настоящего времени не все выпускаемые транспортные средства, оснащены необходимыми бортовыми системами (компьютерами) самодиагностики, саморегулирования и самоуправления.

Современные стандарты диагностических параметров и методов проведения диагностирования только в настоящее время получает наибольшее распространение в международных требованиях и в стандартах, на примере таких как OBD-II, OBD-III и EOBD. Предлагаемое учебное пособие – *«Средства и технологии диагностирования»*, является достаточно подробным современным учебным пособием, которое ориентировано на ознакомление студентов специальности 1201000 «Техническое обслуживание, ремонт и эксплуатация автомобильного транспорта» с системами электронного управления двигателями, различными видами датчиков, основными этапами проведения диагностики, расположением узлов и элементов в подкапотном пространстве, общим устройством стендовых систем, работой системы управления двигателем и другое, а также порядком диагностики электронных систем автомобиля, диагностики работы датчиков и узлов, регистрацией ошибок, проверкой диагностических цепей, чтением диагностических карт кодов неисправностей, мерами предосторожности при работе с приборами и оборудованием, чтением структуры кодов и ошибок, удалением кодов и неисправностей в условиях постоянного роста требований к качеству работы электронных блоков управления автомобилей. В учебном пособии достаточно подробно описаны современные методы и средства диагностики составных компонентов электронных системы автоматического управления двигателем (ЭСАУ-Д), таких как входные датчики и выходные исполнительные устройства.

Основным преимуществом пособия является подготовленный материал лабораторно-практических занятий, предназначенный как для закрепления теоретических знаний так и отработки практических навыков. Контрольные вопросы по завершению каждой главы составлены с ориентацией на представленный в них материал, который, является учебной теоретической базой, дает возможность достаточно полно получить ответ на заданные контрольные теоретические вопросы.

Каждый хорошо обоснованный ответ, позволяет использовать теоретический материал пособия при поиске неисправностей в реальных условиях диагностирования. В заключение следует отметить, что некоторая часть представленных в пособие теоретических данных является авторским переводом различных первоисточников, вышедших в появившихся на полках различных изданий не ранее 1995 года. Это делает учебное пособие еще более актуальным не только для учащихся системы ТиПО, но и для специалистов автосервиса.

Учебное пособие разработано и структурировано в соответствии с актуализированным типовым учебным планом по специальности 1201000 «Техническое обслуживание, ремонт и эксплуатация автомобильного транспорта», ориентировано на результаты обучения профессионального модуля ПМ 12 «Проведение диагностики и ремонта электронного оборудования автомобиля».

Данный модуль описывает знания, умения и навыки необходимые для применения средств и технологий диагностирования электронного оборудования автомобиля. При изучении модуля обучающиеся усваивают следующие знания: технологическое оборудование для проведения диагностических работ, протоколы обмена данными, приемы и способы диагностирования электронных систем автомобиля, а также технику безопасности при их техническом обслуживании и ремонте.

Результатами обучения данного модуля являются такие навыки как:

- Проверять работоспособность электронного оборудования автомобиля;
- Обслуживать систему электронного управления агрегатами автомобиля;
- Знать функции электронного блока управления;
- Проводить диагностику датчиков электронных блоков управления;
- Определять состояние работоспособности электронных датчиков;
- Определять ошибки электронных блоков управления.

Основными критериями оценки знаний являются такие как:

- Проверка работоспособности датчиков;
- Проверка и диагностирование работоспособности антиблокировочной системы;
- Проверка и диагностирование работоспособности автоматической коробки передач;
- Проверка работоспособности электронных систем «Круиз-Контроль» и «Климат-Контроль»;
- Диагностирование функции блока управления системы впрыска топлива;
- Диагностирование функции датчиков электронных блоков системы впрыска топлива, АКПП и системы ABS;
- Определение ошибок электронных блоков управления системы впрыска топлива, систем ABS и управления АКПП.

## Общая часть

### Глава 1. Общее описание системы электронного управления двигателем. Датчики системы

*Электронная система автоматического управления двигателем (ЭСАУД)* – это оригинальная структура информационного оборота, которая предоставляет контроль и выполнение всех первостепенных и второстепенных функций всех основных и вспомогательных подсистем двигателя [1]. Само развитие ЭСАУД получила за счет развития технической оснастки таких систем как: система зажигания и система впрыска, т.е. их модификации, электрофикации и возникновении вопросов для реализации этих технических модифицированных целей, так как система, отвечающая на поставленные вопросы должна, была не только отвечать за точную и безотказную работу этих подсистем, но и координировать их работу в целом. В дальнейшем по мере развития, разнообразия и унификации таких систем как: систем охлаждения, тормозных систем, системы питания и выпуска отработавших газов и другие, системы электронного управления расширили свои функции и стали управлять порядком деятельности всех вышеуказанных систем.

Все ЭСАУД можно символически классифицировать на два основных вида, так как принципиально отличаются они только по функционалу, а именно, какие функции она выполняет и в каком объеме информационного оборота функционирует. В общем это система ECM (Engine Control Module) [1], в которой ЭБУ двигателем находится отдельно и система ECU (Electronic Control Unit) [1], в которой ЭБУ помещен в единый ЭБУ, который координирует и проверяет порядок работы как самого двигателя, так и работу электронной подвески, например. В настоящее время в конструкциях ЭСАУД чаще встречается объединённый блок управления для всех систем, например, от электронной подвески до навигационной системы или системы климат-контроль. Преимущество таких блоков в том, что, во-первых: при установке всего одного контроллера на весь автомобиль подключаются провода с датчиков всех систем и агрегатов, а во-вторых: при неисправности хотя бы одного блока все остальные сохраняют свою работоспособность и помогают владельцам выявить неисправность или даже своевременно остановить автомобиль в целом.

Работа ЭСАУД – системная координация параметра крутящего момента двигателя в зависимости от режимов его работы. В целом ЭСАУД это совокупная работа датчиков и БЭУ (рис. 1.1) [1].

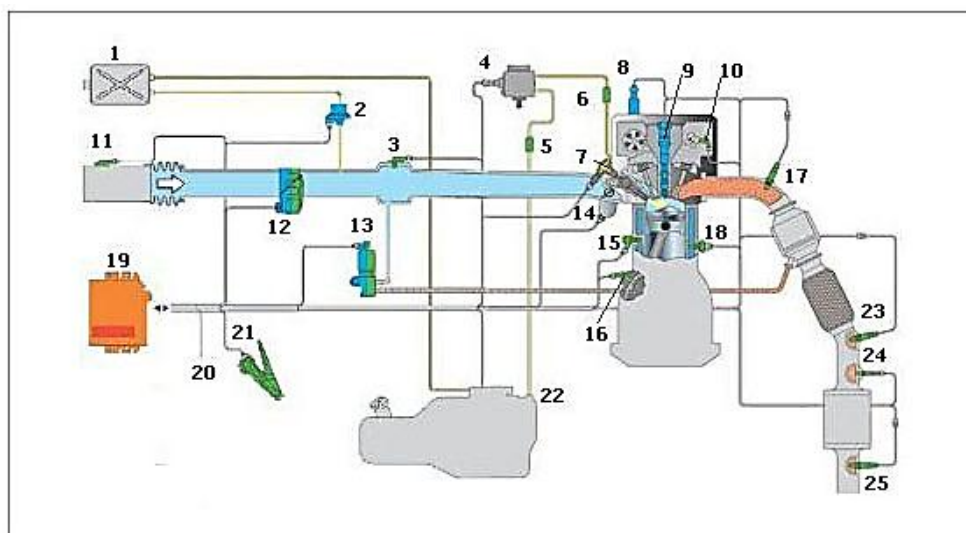


Рис. 1.1. Схема устройства электронной системы управления двигателем

1- адсорбер; 2- запорный клапан системы управления паров бензина; 3 - датчик давления во впускном коллекторе; 4 - топливный насос высокого давления; 5 - датчик давления топлива в контуре низкого давления; 6 - датчик давления топлива в контуре высокого давления; 7 - форсунка впрыска; 8 - клапан регулирования фаз газораспределения; 9 - катушка зажигания; 10 - датчик Холла; 11 - датчик температуры воздуха на впуске; 12 - блок управления дроссельной заслонкой с датчиком положения; 13- управляющий клапан системы рециркуляции отработавших газов; 14 - потенциометр заслонки впускного коллектора; 15 - датчик детонации; 16 - датчик частоты вращения коленчатого вала; 17 - кислородный датчик; 18 - датчик температуры охлаждающей жидкости; 19 - блок управления; 20 - диагностический интерфейс; 21 - датчик положения педали акселератора; 22 - топливный насос; 23 - кислородный датчик; 24 - датчик температуры отработавших газов; 25 - датчик оксидов азота

### 1.1. Функции электронного блока управления (ЭБУ)

На автомобиле электронный блок управления (ЭБУ) выполняет множество функций. Он принимает сигналы от различных датчиков и информаторов двигателя. Затем на основе полученных данных он генерирует выходные сигналы для управления исполнительными механизмами и системами двигателя и в дальнейшем посылает им команды для систематизации их работы в условиях наиболее рационального функционирования для определенного режима работы двигателя [2].

Так как ЭБУ двигателя подключается ко всей электронике автомобиля и действует в совокупности со всеми системами в его основные функции входит: управление впрыском горючей смеси, корректировка открытия и закрытия дроссельной заслонки при разнообразных режимах и



соответствующей им нагрузке двигателя; корректирование работы подсистем, отвечающих за воспламенение горючей смеси, а также исключение неправильной их работы; анализ отработавших газов и контроль за подсистемами накопления паров отработавших газов в процессе сгорания топлива; контроль и управление за работой большинством систем, отвечающих за движение отработавших газов и дальнейшее их распределение; изменение величины нагрева и охлаждения охлаждающей жидкости.

ЭБУ или электронный блок управления - это необходимый компонент, скорее, главный комбинированный блок управления. Подобно человеческому мозгу, который контролирует и координирует различные функции и деятельность человеческого тела, ЭБУ действует как основной компьютер, отвечающий за работу двигателя автомобиля, в том числе контролирующий и координирующий функции различных подсистем автомобиля.

ЭБУ, в основном состоит из 2 частей (рис. 1.2.) [3] из системы управления двигателем (СУД) и блока управления дополнительными подсистемами (БУС). Функция СУД заключается в обеспечении оптимальной производительности двигателя путем управления работой основных исполнительных механизмов на двигателе. БУС принимает входные сигналы от датчиков различных систем двигателя для того чтобы изменять различные показатели в работе для достижения оптимальных условий работы двигателя, на примере топливной экономичности автомобиля.

Подсистемы, которые контролируются БУС это такие системы как: система впрыска топлива, сгорания топлива, автоматическая коробка передач, охранные системы, системы климат-контроль, круиз-контроль, тормозная система и так далее [5].

СУД получает входные сигналы, от датчиков, которые расположены в системах, неконтролируемых БУС, для считывания определенных данных, а в последующем их корректировки и регулирования для обеспечения их нормальной работы.



Рис. 1.2. Электронный блок управления

Поскольку ЭБУ управляет различными электронными системами автомобиля, всякий раз, когда возникает проблема с работой какой-либо из системы ЭБУ будет нести ответственность за предупреждение водителя о ее возникновении. Водитель получая сигнал, в дальнейшем предпримет необходимые корректирующие действия, для устранения возникшей проблемы.

Например, если возникает проблема с работой автоматической коробки переменных передачи автомобиля, из-за которой температура в коробке передач стала очень высокой, тогда процессор подает определенный сигнал в ЭБУ, который в последующем информирует водителя соответствующим индексированием, например, световым датчиком (загоранием чип-кода). Далее, благодаря системной работе датчиков и командам ЭБУ автоматическая коробка получит наилучший режим охлаждения, подходящий для данной модели автомобиля. В случае возникновения каких-либо механических проблем и отсутствия возможности исправить их при помощи датчиков или работы других систем водитель может использовать данный сигнал для устранения проблемы с помощью специалистов станций технического обслуживания.

Эффективность работы электронного блока управления очень важна для немедленного сбора сигналов от подсистем в случае возникновения каких-либо проблем для оповещения водителя в нужное время. Возьмем на примере работы всего организма человека - если мозг не функционирует, то все подфункции в организме человека так же могут быть нарушены или алогичным образом не функционировать. Аналогичная ситуация возникает и в автомобиле, в том случае, когда ЭБУ (рис. 1.3.) [7], не работает должным образом, водитель не может выявить (распознать) те или иные неисправности или место их возникновения. В свою очередь различные подсистемы не смогут правильно общаться друг с другом, и это может привести к серьезным повреждениям как двигателя, так и автомобиля в целом.



Рис. 1.3. Место установки ЭБУ на автомобиле

Пока на сегодняшний день не существует идеальных механизмов и систем, работающих непрерывно без выхода из строя весь период эксплуатации. Аналогично им ЭБУ также может быть поврежден по многим причинам. Одной из причин возникновения неисправностей ЭБУ может быть износ, коррозия, термические нагрузки и др. Второй причиной могут являться короткие замыкания и перегрузки напряжения в электрических цепях всех энергопотребителей автомобиля.

Основными показателями некорректной работы ЭБУ могут быть такие причины как:

- нет сигнализаторов, отвечающих за правильную работу всех подсистем автомобиля и всех их исполнительных механизмов;
- нет ответных сигналов на управление измерителей (датчиков) при эксплуатации автомобиля;
- нет какой-либо связи с при подключении анализирующего (диагностирующего) сканера (оборудования);
- механические и иные нарушения целостности ЭБУ.

Поскольку большая часть неисправностей ЭБУ не подлежит устранению и ЭБУ как обычное устройство ремонту не подлежит, он меняется целиком. Стоит отметить, что менять старый ЭБУ на новый необходимо только тогда, когда полностью и детально проведено его диагностирование, а именно после выявления всех показателей неправильной работы блока.

Главными показателями появления некорректной работы ЭБУ могут быть такие причины как:

- неквалифицированное перепрограммирование базы данных ЭБУ автомобиля молодыми слесарями или специалистами не прошедшими определенные специализированные виды обучения на СТОА и АТП;
- «Подзарядка» от другого автомобиля при заведенном двигателе;
- неправильное включение в цепь АКБ автомобиля (ошибка подключения по полярности);
- удаление «+»-го (плюсового) или «-»-го (минусового) кабеля аккумулятора при рабочем двигателе;
- осуществления пуска стартера при отсутствии в цепи силовой шины;
- попадание электроразряда на проводку или ее изоляцию, а также на измерители (датчики) при ведении сварочных и иных видов работ;
- повышенная влажность, которая приводит к проникновению капель воды в основной блок ЭБУ;
- неправильная работа или неисправность агрегатов системы, отвечающей за появление электрической искры, воспламеняющей топливовоздушную смесь в цилиндрах двигателя в нужный момент;
- замыкание или частичный обрыв проводки автомобиля.

Самостоятельный поиск некорректной работы двигателя и его систем можно производить только следуя специальному порядку действий то есть для начала необходимо произвести внешний осмотр ЭБУ двигателя, затем

произвести сканирование с помощью диагностического устройства, далее определить исправности устройства путем его замены на новое и в дальнейшем путем прогнозирования и оценки функциональности правильной работы бортового компьютера произвести полную диагностику всех рабочих функций бортового компьютера[8].

Чаще всего в условиях станций технического обслуживания допустимо определить только основные виды неисправностей двигателя и систем автомобиля, определение более мелких требует детального изучения работы каждого отдельного узла или детали отдельных систем двигателя. Поэтому прежде, чем производить внешний анализ целостности или принимать решение о замене ЭБУ, нужно убедиться в следующем, а именно в том, что: в баке автомобиля не присутствует топливо; в трубе выхлопа нет затычек; клеммы АКБ туго затянуты; электропроводка автомобиля не нарушена; ключ в зажигании соответствует оригиналу определенного автомобиля.

Так же стоит отметить, что при замене ЭБУ, самой ответственной работой всего процесса является правильное включение его через электропроводку и соответствующие цоколи к датчикам и сигнализаторам. А в частности стоит отметить, что перед началом подключения ЭБУ «+» (плюсовой) и «-» (минусовой) кабели аккумуляторной батареи автомобиль необходимо отсоединить, иначе вероятность того, что ЭБУ придет в негодность очень велика, а тем самым в последствии выйдут из строя такие системы как: система очистки выхлопных газов, система климат-контроль, система круиз-контроль и другие.

Так как для точной и правильной работы ЭБУ ему нужно получать сигналы от всех измерительных устройств (т.е. датчиков), ему необходимы определенные рабочие значения величин напряжений, получаемые от генератора и силы тока, получаемые от аккумуляторной батареи. Правильное соединение с «массой», дает хорошую возможность передачи от ЭБУ принимать от датчиков значения измеряемых величин и импульсов, а также передавать с помощью их корректирующие сигналы всем исполнительным системам электронной цепи автомобиля.

Основные поломки ЭСАУД могут возникнуть чаще всего при неправильной работе таких устройств как [9].

- предохранителей (достаточно легкое в производстве и недорогое устройство, его не доставит труда заменить, а иногда достаточно зачистить его контакты);

- электронных термостатов (чаще всего приходит в неисправное состояние, и как следствие может являться первым источником многих других неисправностей);

- свечей зажигания (при неверном подборе могут вызывать нарушения в целостности подводки высокого напряжения и тока) корректируют (меняют) измеряемые величины датчиков и их показания;

- датчиков таких как: Холла; электросаслонки дросселя; кислородный датчик; датчик давления в системе турбонаддува;
- электроклапанов таких как: управления системой турбонаддува; насоса охлаждения наддувной системы; давления в турбосистеме; в газораспределительной системе;
- катушки зажигания;
- форсунок (в дизельных и инжекторных двигателях).

Главное при исключении неисправностей стоит уделять особое внимание таким моментам как: поддержание в рабочем (исправном) состоянии всех потребителей и источников электронной системы автомобиля, за которые отвечает ЭСУД, начиная с проводки и контактов в разъёмах, предохранителей и завершая электронными измерителями и датчиками, отвечающих за деятельность всех систем автомобиля в целом. Контакты должны быть зачищены, без окисления. Электрическая проводка должна быть без повреждений, которые могут препятствовать передаче всех видов импульсов от датчиков к ЭБУ. Так же стоит отметить, что низкое качество горючих материалов может привести к отказам или перебоям в работе: свечей зажигания; электромагнитного клапана системы газораспределения, а в последствии и неисправности датчика, регулирующего давление масла в картере, а также датчика, контролирующего содержание кислорода [6].

## **1.2. Описание датчиков системы управления двигателем**

Во всех современных автомобилях для обеспечения оптимальных режимов работы двигателя и остальных вспомогательных систем, применяются датчики, которые получают определенный сигнал от с определенной системы и передают его в ЭБУ, тот в свою очередь получая сигнал, анализирует его и принимает решение о том или ином порядке действий [6].

Порядок работы всех датчиков ЭСАУ примерно одинаковый, - это преобразование информации, а именно преобразование неэлектрических параметров в электрический сигнал — напряжение, ток частоту, фазу и т. д. Полученные сигналы кодируются в цифровой код и поступают в ЭБУ.

Датчики автомобильных электронных систем можно классифицировать по трем признакам: принципу действия, типу энергетического преобразования и основному назначению.

По принципу действия датчики подразделяют на электроконтактные, потенциометрические, оптические, оптоэлектронные, электромагнитные, индуктивные, магниторезистивные, магнитострикционные, фото- и пьезоэлектрические, датчики на эффектах Холла, Доплера, Кармана, Зеебека и Вигоида [10].

В зависимости от энергетического преобразования датчики (Д) бывают активными, в которых выходной электрический сигнал (ЭС) возникает как

следствие входного неэлектрического воздействия (НВ) без приложения сторонней электрической энергии за счет внутреннего физического эффекта (например фотоэффекта), и пассивными, в которых электрический сигнал (ЭС) есть следствие модуляции внешней электрической энергии (ВЭ) управляющим неэлектрическим воздействием (НВ). Например, потенциометрический датчик, является пассивным преобразователем угла поворота оси потенциометра (чувствительного элемента ЧЭ) в электрический сигнал [10].

Любой датчик всегда состоит, как минимум, из двух частей — из чувствительного элемента (ЧЭ), способного воспринимать входное неэлектрическое воздействие (НВ), и из преобразователя (П) промежуточного неэлектрического сигнала (НС) от чувствительного элемента в выходной электрический сигнал (ЭС) [11].

По назначению датчики классифицируются по типу управляющего неэлектрического воздействия: датчики крайних положений, датчики угловых и линейных перемещений, датчики частоты вращения и числа оборотов, датчики относительного или фиксированного положения, датчики механического воздействия, датчики давления, датчики температуры, датчики влажности, датчики концентрации кислорода, датчик радиации и др. [11].

При подключении датчиков к ЭБУ следует иметь в виду, что шасси (масса) автомобиля не может быть использована в качестве измерительной земли.

Датчики подключаются к ЭБУ для передачи информации о параметрах контролируемой среды (рис. 1.4.) [11]. В автомобильных системах они имеют огромное значение и при различных условиях всегда выбирают датчик с наименьшим числом соединителей. Если к датчику следует подключить 5—6 проводов (например, ЛДТ), целесообразно разместить микросхему обработки сигнала непосредственно на датчике и передавать данные контроллеру через последовательный интерфейс.

К основным датчикам управления двигателем относят:

- 1) Датчик массового расхода воздуха
- 2) Датчик положения дроссельной заслонки
- 3) Датчик температуры охлаждающей жидкости
- 4) Датчик детонации
- 5) Датчик кислорода
- 6) Датчик положения коленчатого вала
- 7) Датчик скорости
- 8) Датчик положения распределительного вала
- 9) Датчик антиблокировочной системы
- 10) Датчик Холла
- 11) Датчик давления масла
- 12) Датчик давления топлива
- 13) Датчик абсолютного давления воздуха

- 14) Датчик фаз
- 15) Датчик температуры всасываемого воздуха

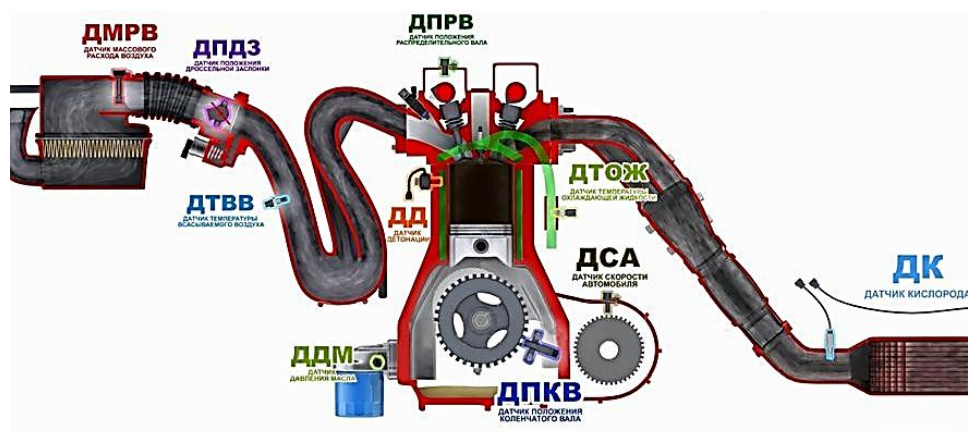


Рис. 1.4. Места установки датчиков на двигателе

ДМРВ - Датчик массового расхода воздуха; ДПДЗ - Датчик положения дроссельной заслонки; ДТОЖ - Датчик температуры охлаждающей жидкости; ДД - Датчик детонации; ДК - Датчик кислорода; ДПКВ - Датчик положения коленчатого вала; ДСА - Датчик скорости автомобиля; ДДМ - Датчик давления масла; ДТВВ - Датчик температуры всасываемого воздуха

#### Датчик массового расхода воздуха (ДМРВ)

ДМРВ (рис. 1.5.) измеряет объемное количество всасываемого двигателем воздуха. Его устройство простое, поэтому выходит из строя достаточно редко. Однако в некоторых случаях может фиксировать и выдавать некорректную информацию.

Например, при завышении показаний от него на 10...20% возникают проблемы в работе двигателя, в частности, могут «плавать» холостые обороты, мотор «захлебывается» и плохо запускается. Если же значения показаний от датчика будут ниже, чем они есть на самом деле, то падают динамические характеристики машины, а также повышается расход топлива [10,11].



Рис. 1.5. Датчик массового расхода воздуха

Корректная работа датчика массового расхода воздуха очень зависит от состояния воздушного фильтра. Датчик может выдавать некорректные

данные в том случае, если на автомобиле установлен фильтр нулевого сопротивления (а также в случае отсутствия воздушного фильтра).

Интересная особенность датчика массового расхода воздуха состоит в том, что автомобили, оборудованные им, нельзя тюнинговать, увеличивая мощность мотора. В частности, это касается двигателей ВАЗ, которые некоторые автолюбители «модифицируют» до значения мощности в 150...160 лошадиных сил. При этом датчик заведомо будет работать некорректно, поскольку попросту не рассчитан на такое количество проходящего в двигатель объема воздуха.

Для стандартных ВАЗовских двигателях датчик массового расхода воздуха на холостых оборотах должен фиксировать прохождение около 8...10 килограммов воздуха в час. При увеличении оборотов до значения 3000 об/мин соответствующее значение увеличивается до 28...32 кг/час. У двигателей, по объему похожих на ВАЗовские эти значения будут близкими или аналогичными.

Проверка датчика массового расхода воздуха заключается в измерении выдаваемого им постоянного напряжения с помощью электронного мультиметра.

#### **Датчик положения дроссельной заслонки (ДПДЗ)**

ДПДЗ (рис. 1.6.) необходим для фиксирования положения дроссельной заслонки в конкретный период времени. Данное ее положение меняется в зависимости от того, нажата-ли педаль акселератора и насколько сильно. Чаще всего датчик ДПДЗ устанавливается именно на дросселе и/или на одной из осей заслонки.

Например, в случае выхода из строя ДПДЗ возникают проблемы в реакции автомобиля на действия водителя по отношению к педали газа. Например, появляются рывки провалы при ее нажатии, самопроизвольное повышение оборотов двигателя, или их «плавание» [10,11].

Также могут появиться рывки и провалы при работе двигателя под нагрузкой. То есть педаль газа как бы «начинает жить своей жизнью».

В целом же, ДПДЗ — устройство достаточно надежное, но при выходе его из строя ремонту или восстановлению оно не подлежит, поэтому его следует только менять полностью.

ДПДЗ можно с помощью мультиметра, способному измерить постоянное напряжение в диапазоне до 5 Вольт.



Рис. 1.6. Датчик положения дроссельной заслонки



### **Датчик детонации (ДД)**

Данный датчик (рис. 1.7.) фиксирует возникновения в двигателе только детонационных стуков. В настоящее время существуют два типа таких датчиков — резонансные и широкополосные. Первые из них (резонансные) считаются уже устаревшими, и их можно встретить лишь в двигателях старых конструкций. Резонансный датчик рассчитан на определенную звуковую частоту, которая соответствует микровзрывам в моторе.



Рис. 1.7. Датчик детонации

Широкополосный датчик записывает звуковые сигналы в диапазоне от 6 Гц до 15 кГц. Соответствующие данные передаются на ЭБУ, и уже именно он принимает решение о том, имеет ли место детонация или нет. И если она таки имеется, то ЭБУ автоматически меняет угол зажигания, чтобы избежать данное повторение.

ДД проверить можно выполняя два метода — измерением показаний выходного сопротивления, напряжения или используя осциллограф в процессе режима работы ДД в динамике [10,11].

### **Датчик давления масла (ДДМ)**

Существует два типа датчиков давления масла — механические (считаются устаревшими и устанавливаются, соответственно, на старые машины) и электронные (современные, устанавливаются на большинство современных автомобилей).

Датчик давления масла (рис. 1.8.) — достаточно надежные устройства (хотя механический выходит из строя чаще, поскольку в его конструкции есть движущиеся электрические контакты, которые со временем выходят из строя), но случаются неисправности в их проводке (обрыв проводов, повреждение изоляции). Признаками выхода датчика из строя будут проблемы с индикацией давления и/или уровня масла в двигателе.



Рис. 1.8 Датчик давления масла

Проверка датчика давления масла возможна лишь при демонтаже. Для данной проверки понадобится электронный мультиметр и воздушный компрессор [10,11].

### **Датчик температуры охлаждающей жидкости (ДТОЖ)**

Его задача фиксировать температуру тосола или антифриза, и передавать эту информацию на ЭБУ. На основании принятой информации ЭБУ корректирует обогащенность топливовоздушной массы, попадающей в

двигатель, соответственно, чем холоднее двигатель — тем более богатая будет эта самая смесь.

В целом ДТОЖ (рис. 1.9.) является термистором — то есть, чем ниже температура — тем выше сопротивление, и наоборот, чем выше температура — тем ниже сопротивление. Однако на ЭБУ датчик подает значение не сопротивления, а напряжения.



Рис. 1.9. Датчик температуры охлаждающей жидкости

Это реализовано системой управления датчиком. Так, например, если температура антифриза будет низкая, то выходное напряжение датчика будет большим, а по мере её прогревания напряжение датчика будет уменьшаться.

Устройство ДТОЖ достаточно простое, и почти никогда не выходит из строя. Однако в некоторых случаях (например, при механических повреждениях) может повредиться электрический контакт внутри датчика. Вторая возможная причина поломки — обрыв проводки от датчика до ЭБУ или повреждение ее изоляции. Как и в случае с другими датчиками, этот узел ремонту не подлежит, и его нужно только менять на новый.

ДТОЖ проверить можно как прямо на месте в двигателе, так и после его демонтажа [10,11].

#### **Датчик концентрации кислорода (ДКК)**

ДКК (рис. 1.10.) в целом представляет собой — лямбда-зонд. Главная его функция — фиксировать количество кислорода в выхлопных газах. Данная информация также передается на ЭБУ, а он уже принимает решение о подаче топлива в двигатель, изменяя состав топливовоздушной смеси (бедная/богатая). Если кислород в выхлопных газах обнаружен — значит, смесь бедная, если не обнаружен — богатая.



Рис. 1.10. Датчик концентрации кислорода

ДД устройство достаточно надежное и выходит из строя очень редко. И все-таки в случае его поломки происходит следующее: увеличивается выброс вредных веществ вместе с выхлопными газами в атмосферу.

Неисправность ДКК можно определить внешне по увеличившемуся расходу топлива. Основным недостатком ДКК является его относительно завышенная стоимость по сравнению с другими датчиками автомобиля.

ДКК можно проверить как визуально методом, так и тестером [10,11].

#### **Датчик положения коленчатого вала (ДПКВ)**

Это один из главных датчиков двигателя внутреннего сгорания, и именно от ДПКВ зависит вся работа двигателя. Функция ДПКВ (рис. 1.11.) - это формировать электронный сигнал об изменении углового положения зубчатого колеса, закрепленного на коленчатом валу. На основании полученной информации от ДПКВ ЭБУ принимает решение о том, в какое момент в какой цилиндр подать топливо и зажечь свечу.



Рис. 1.11. Датчик положения коленчатого вала

В целом ДПКВ напоминает стандартный магнит с тонким проводом.

При выходе из строя ДПКВ возможно появление таких ситуаций как: двигатель полностью останавливается, так как теряется синхронность в подачи топлива, искры в конкретный цилиндр. Это неисправность проявляется чаще всего. Однако иногда ЭБУ переводит двигатель в аварийный режим, в котором обороты двигателя ограничиваются значениями 3000...5000 об/мин. В этом случае на приборной панели загорается сигнальная лампа Check Engine.

ДПКВ проверить можно тремя методами: измеряя сопротивление, индуктивность и с помощью осциллографом [10,11].

#### **Датчик положения распределительного вала (ДПРВ)**

Датчик (рис. 1.12.) считывает данные об угле положения распределительного вала, и передает их на ЭБУ. На основе полученных данных ЭБУ принимает решение об открытии топливных форсунок в конкретный момент времени. На старых инжекторных моторах (примерно до 2005 года) ДПРВ не устанавливался.

Так как впрыск топлива во впускной коллектор на них производился в режиме, когда открывались две форсунки одновременно, что характеризовалось повышенным расходом топлива.



Рис. 1.12. Датчик положения распределительного вала

На двигателях, у которых установлен ДПРВ, выполняется так называемый фазированный впрыск топлива. То есть, в нужный момент открывается лишь определенная форсунка инжектора, куда в данный момент должно подаваться топливо. При неисправности ДПРВ ЭБУ переведет двигатель в аварийный режим, что приведет к повышенному расходу топлива примерно на 10...15%, а в некоторых случаях двигатель троит в этом случае ЭБУ сформирует сигнал ошибки, и на приборной панели загорается сигнальная лампочка Check Engine. Поэтому в дальнейшем стоит выполнить дополнительную диагностику с помощью электронного сканера ошибок.

ДПРВ проверить можно выполнить с помощью мультиметра и/или осциллографа [10,11].

#### **Датчик давления топлива (ДДТ)**

Эти датчики устанавливаются в топливной раме двигателя. И в бензиновых и в дизельных двигателях задача датчика давления (рис. 1.13.) топлива одинакова, и состоит в том, чтобы обеспечивать значение давления в определенных рамках, необходимых для нормального функционирования мотора, обеспечения его номинальной мощности, нормализации шума при его работе.



Рис. 1.13. Датчик давления топлива

#### **Датчик скорости автомобиля (ДС)**

Данный датчик (рис. 1.14.) фиксирует скорость вращения вала, передавая зафиксированную информацию на ЭБУ, а он уже рассчитывает скорость на основании полученной информации. В автомобилях с механической трансмиссией данная информация передается на спидометр.



Рис. 1.14. Датчик скорости автомобиля

В автомобилях, оборудованных автоматической трансмиссией, на основании информации принимается решение о переключении передач на повышение или понижение.

Также на основании информации от ДС выполняется расчет пробега машины, то есть, работа одометра.

Датчик выдает на ЭБУ импульсы напряжения в диапазоне от 1 до 5 Вольт с частотой, равной скорости вращения колес. По их частоте прибор

вычисляет скорость движения автомобиля, а по количеству импульсов — расстояние, которое он прошел.

В целом ДД достаточно надежное устройство, однако в некоторых случаях изнашивается пластиковая шестеренка, могут окислиться контакты, что приведет к проблемам в ЭБУ. Например, ЭБУ не сможет определить стоит ли машина или едет, и на какой скорости. На некоторых автомобилях (например, на некоторых моделях Chevrolet) ЭБУ в аварийном режиме может отключить двигатель, и движение станет невозможным [10,11].

#### **Датчик Холла (ДХ)**

Датчик Холла — это простое и надежное устройство, однако в некоторых случаях он может выдавать некорректные данные.

Датчики, работа которых основана на эффекте Холла, используются в основном в электронных системах зажигания. Преимущества их применения — это отсутствие контактной группы (проблемный узел, который иногда может подгорать), а также обеспечение более высокого напряжения на свечах зажигания (30 кВ вместо 15 кВ).



Рис. 1.15. Датчик Холла

При неисправности датчик Холла (рис.1.15.), чаще всего расположенного в электронной системе зажигания, могут возникнуть следующие последствия: проблемы с запуском двигателя; проблемы в работе двигателя на холостом ходу (появляются перебои, неустойчивые обороты); подергивание автомобиля при движении в режиме, когда двигатель набрал высокие обороты; двигатель глохнет во время движения машины [10, 11].

#### **Датчик антиблокировочной системы (ДАС)**

На автомобилях, оборудованных АБС (антиблокировочной системой), на каждом колесе имеется по одному такому датчику (рис. 1.16). Их задача — фиксировать скорость вращения колес в определенный момент времени. Место расположения в автомобиле может быть разный. Так же данный датчик имеет возможность работать на основе элементов Холла наиболее распространены вследствие своей простоты и надежности работы. Основанные на эффекте Холла — появлении поперечной разности потенциала в проводнике, помещенном в магнитное поле.



Рис. 1.16. Датчик антиблокировочной системы

В целом датчик антиблокировочной системы достаточно надежное устройство, и выходит из строя редко, чаще из-за механических

повреждений, связанных с тем, что они установлены в непосредственной близости к колесу и дороге.

Если электронный блок управления считывает, что от датчика/датчиков приходит некорректная информация, то он активирует сигнальную лампу системы АБС на приборной панели и отключает ее в аварийном режиме. Что в частности приводит к увеличению небезопасного управления автомобилем.

ДАС можно проверить различными способами — путем измерения сопротивления, напряжения или с помощью осциллографа [10,11].

В некоторых системах предусмотрена установка двух датчиков — в системах высокого и низкого давления.

Конструктивно датчик представляет собой сенсорный элемент, состоящий из металлической мембраны и тензорезисторов. Чем толще будет мембрана — тем на большее давление рассчитан датчик. Если значение давления выходит за заданные рамки (эти значения заложены в ПЗУ электронного блока управления), то в системе срабатывает регулирующий клапан в топливной рампе, и давление соответствующим образом корректируется. В случае выхода датчика из строя ЭБУ активирует сигнальную лампу Check Engine на приборной панели, и начинает использовать стандартные (нерегулируемые) значения расхода топлива. Это приводит к работе двигателя в неоптимальном режиме, что выражается в перерасходе топлива и потере мощности двигателя (динамических характеристик машины) [10,11].

#### **Датчик абсолютного давления воздуха (ДАДВ)**

В классическом исполнении датчик абсолютного давления воздуха (рис. 1.17.) выполнен из четырех резисторов, имеющих переменное значение сопротивления, и которые соединены электронным мостом. Они наклеены на диафрагму, которая или сжимается или растягивается в зависимости от того, какое давление входящего воздуха в настоящий момент имеется на впускном трубопроводе.



Рис. 1.17. Датчик абсолютного давления воздуха

Задача ДАДВ состоит в том, чтобы фиксировать изменение давления на впускном трубопроводе в зависимости от изменения нагрузки и частоты вращения коленчатого вала, преобразуя эту информацию в выходной электрический сигнал. Этот сигнал традиционно подается на электронный блок управления, и на основании этой информации ЭБУ изменяет

продолжительность подачи топлива в камеры сгорания, а также угол опережения зажигания.

При выходе его из строя начинаются проблемы в работе двигателя — «плавают» холостые обороты, машина теряет динамические характеристики, возрастает расход топлива [10,11].

### **Датчик фаз (ДФ)**

Работа датчика фаз (рис. 1.18) основан на упомянутом выше эффекте Холла. Его задача — фиксация так называемой верхней мертвой точки сжатия поршня первого цилиндра. Соответствующая информация передается на ЭБУ, и на ее основании производится фазированный впрыск топлива в остальные цилиндры в соответствии с порядком работы цилиндров двигателя. Как правило, местом установки датчика фаз является задняя часть головки блока цилиндров. При выходе из строя датчика фаз возникает разфазировка впрыска топлива в цилиндры, то есть, двигатель переходит в режим нефазированного впрыска топлива.

Электронный блок управления при этом активирует сигнальную лампу Check Engine на приборной панели. Двигатель при этом начинает работать неустойчиво, вплоть до полной остановки, снижение динамики машины в разных режимах езды, двигатель «троит». В некоторых случаях отмечается наоборот повышенный расход топлива [10,11].



Рис. 1.18. Датчик фаз

### **Датчик температуры всасываемого воздуха (ДТВВ)**

Данный датчик (рис. 1.19.) необходим для того, чтобы топливовоздушная смесь имела оптимальный для работы двигателя состав. Выход из строя указанного элемента грозит нестабильной работой мотора, «плавающими» холостыми оборотами (они будут или слишком высокими или слишком низкими), потерей динамики и мощности автомобиля. Также будут проблемы с запуском двигателя, а также значительный перерасход топлива, особенно при сильных морозах.



Рис. 1.19. Датчик температуры всасываемого воздуха

Стоит отметить, что у этого датчика, в отличие от многих других, можно восстановить его работоспособность, то есть, не выполнять замену. Иногда помогает и элементарная очистка (нужно делать осторожно).

Проверка работы датчика температуры всасываемого воздуха производится с помощью электронного мультиметра [10,11].

### **Контрольные вопросы для закрепления**

1. Основные функции электронных блоков управления?
2. Из каких основных частей состоит блок электронного управления?
3. Основные неисправности электронных блоков управления?
4. Что такое память электронного блока из чего она состоит?
5. Виды памяти электронных блоков?
6. Основные виды датчиков управления двигателем?
7. Основное назначение датчиков управления двигателем и места их расположения?
8. Основные виды неисправностей электронных блоков управления?
9. Основные причины возникновения неисправностей в системах ЭСАУД?
10. Из каких частей состоит обычно любой датчик управления двигателем?



## **Глава 2. Порядок диагностики электронных систем автомобиля**

### **2.1. Меры предосторожности при проведении диагностики. Диагностическая цепь**

В конструкциях автомобилей все более широкое применение находят электронные системы управления. Проведение диагностирования современного автомобиля без использования средств для анализа работы электронных систем управления может дать недостаточно полную информацию о его техническом состоянии. При использовании в автомобиле большого количества электронных систем электрооборудование автотранспорта состояло из автономных и несложных подсистем основные принципы, которых необходимо придерживаться при диагностировании электронных систем и электрооборудования современных автомобилей. На сегодняшний день практически все выпускаемые двигатели внутреннего сгорания оборудованы электронной системой. Автопроизводители уделяют особое внимание этой системе, так как добиться высокой мощности двигателя при одновременном снижении расхода топлива и выполнении жестких экологических требований возможно только с помощью очень точного и своевременного дозирования топлива и эффективного поджигания топливно-воздушной смеси на всех режимах работы двигателя. Но в конструктивных элементах электронной системы автомобиля, в процессе продолжительной эксплуатации неизбежно возникают различные отказы и неисправности. Происходит изменение электрических характеристик, нарушение регулировок, потеря работоспособности датчиков, их разъемов, предохранителей и проводов. Это приводит к существенному ухудшению работы двигателя и при несвоевременном устранении возникающих в электронной системе неисправностей к полной потере им работоспособности [21,24].

Основная задача диагностики в процессе технического обслуживания-определение технического состояния и прогнозирование его дальнейших изменений. Это позволяет управлять техническим состоянием автомобиля.

При работе с автомобильными электронными системами очень важно соблюдать требования по включению, демонтажу, монтажу, диагностике элементов и узлов системы двигателя. Выполнение этих требований исключает возможность включения дополнительных дефектов при диагностике и ремонте автомобиля. Перед демонтажом любых элементов системы управления отсоедините массу аккумулятора;

-не допускается запуск двигателя без надежного включения батареи.

-при работе двигателя не допускается отключение аккумулятора от бортовой сети автомобиля.

- при зарядке от внешнего источника батарея должна быть отключена от бортовой сети.

-блок управления не подвергается воздействию температуры, превышающей 80° с, например, в сушильной печи.

-конструкция вязущие системы жгутов проводов система управления двигателем предусматривает соединение только с определенным ориентиром. В обеих частях переключателя имеются элементы ориентации.

При правильном ориентировании разделка выполняется без усилий.

Соединение с неправильным ориентиром может привести к отказу переключателя, модуля или другого элемента системы.

-не допускается демонтаж или разборка соединителей блока управления при включении зажигания.

-перед проведением электросварочных работ отключите аккумуляторный шнур и разъемы блока управления.

- не следует направлять сопловые элементы системы во избежание коррозии контактов при паровой очистке двигателя.

-не допускается применение контрольно-измерительного оборудования, не указанного в диагностических картах, во избежание ошибок и повреждений правильных узлов.

- измерение напряжения с помощью вольтметра с номинальным внутренним сопротивлением 10 МОм/в.

- очень важно использовать лампу малой мощности, если предусмотрено применение пробника с контрольной лампой. Применение светильников большой мощности (например, из фары) не допускается. Если конкретный вид пробника не оговорен, очень важно убедиться в безопасности его использования для контроля цепей системы управления посредством простой проверки лампы. Для этого очень важно последовательное соединение точного амперметра (цифровой мультиметр с высоким сопротивлением) с лампой отверстия и передача энергии аккумулятора в цепь ламп/амперметра. Если амперметр показывает менее 0,25 А, применение лампы безопасно. Если амперметр показывает ток, превышающий 0,25 А, использование лампы опасно [31].

Человек часто получает электростатический заряд за счет трения и индукции. Пример трения-скольжение по автомобильному креслу. При этом создается заряд до 25000 В. Индуктивный заряд имеет место в хорошо изолированной обуви, когда человек находится рядом с объектом с повышенным зарядом и попадает в кратчайшее время на землю. Одинаковые полярные заряды оставляют человека с противоположным высоким зарядом. Любая противоположность статических зарядов, которые могут вызвать повреждения, в связи с этим элементы работы электроники очень осторожны.

## **2.2. Порядок проведения диагностики. Основные этапы**

*Диагностика* - система проверки автомобиля без разборки его узлов и агрегатов путём использования специального оборудования, позволяющего дать объективную оценку пригодности автомобиля для дальнейшей

эксплуатации. Диагностирование может быть объективным осуществляемым с помощью контрольно измерительных средств, специального оборудования, приборов, инструмента (рис 2.1.).

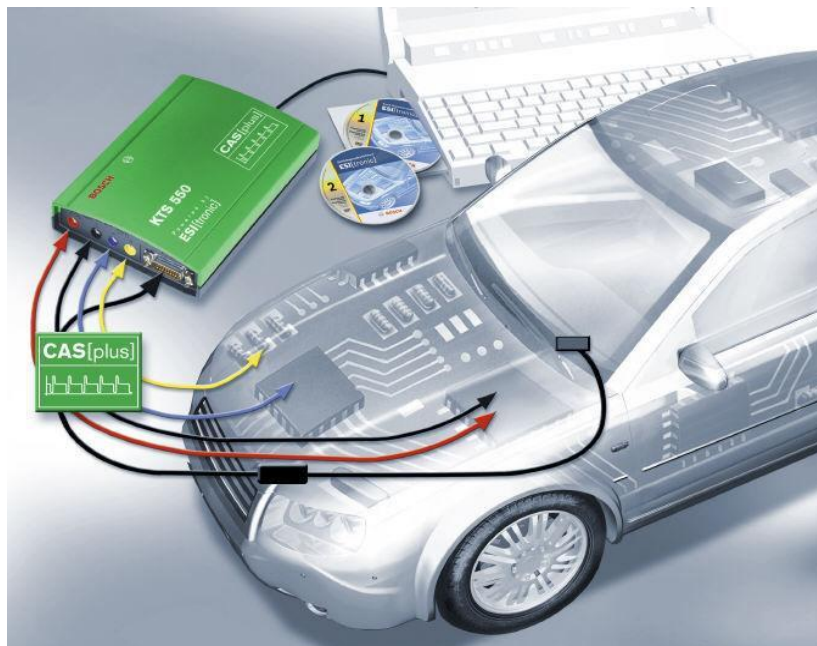


Рис. 2.1. Этапы диагностики автомобиля

Основные задачи диагностики:

1. Общая оценка автомобиля и его узлов и агрегатов;
2. Определение места, характера и причины возникновения дефекта;
3. Проверка неисправности на которую указал водитель;
4. Определение готовности автомобиля к государственному техническому осмотру;
5. Выдача информации о ТС автомобиля организации производства ТО и Р;
6. Контроль качества выполнения ТО и Р;
7. Создание условий для эффективного использования трудовых и материальных ресурсов [31].

В настоящее время существуют следующие типы диагностики:

1) Ручная. Водитель проводит диагностику во время движения или его имитации. Во время проверки определяются параметры, которые впоследствии сравнивают со стандартными.

2) Компьютерная. Осуществляется по показателям, получаемым в ходе следующих процессов:

Последовательность этапов компьютерной диагностики автомобилей следующая:

- 1) контроль текущих параметров всех систем;
- 2) чтение и зануление кодов дефектов;
- 3) проверка работоспособности механизмов;
- 4) обнуление сервисных этапов;

- 5) кодирование блоков управления;
- 6) синхронизация иммобилайзера и электронного блока управления (ЭБУ);
- 7) наладка пневматической подвески;
- 8) постановка рабочих оборотов.

Первоначально используются все доступные средства компьютерной диагностики и считываются не только коды ошибок, но и все цифровые данные, прямо или косвенно относящиеся к возникшей проблеме. Затем все данные дополнительно подвергаются электрической (аналоговой) проверке.

В первую очередь необходимо тщательно проверить электрическую систему автомобиля (аккумулятор, генератор, провода и контакты), чтобы убедиться в ее полной исправности. Далее необходимо, чтобы сканер определил проверяемую автомобиль, т.е. разрешил просмотр данных в режиме реального времени. Данная функция (она обычно называется Data Stream — отображение потока данных) может использоваться для проверки сигналов датчиков и других элементов систем управления в режиме реального времени [37]. Таким образом, на дисплей сканера выводятся сигналы датчиков автомобиля и параметры системы впрыска топлива в течение некоторого времени в режимах холостого хода, увеличения и сброса скорости вращения вала двигателя. После этого проводится анализ полученных результатов и делаются выводы о правильности работы системы, наличии и характере неисправностей. Одним из основных преимуществ того или иного сканера в этом случае является возможность работы в режиме многоканального осциллографа, т.е. получения графиков зависимости параметров не только от времени, но и от других параметров, а также исследования влияния изменения определенного параметра на тот, что выбран для анализа. И еще больше облегчает нахождение причин неисправностей возможность сравнения осциллограмм, полученных при тестировании, со стандартными осциллограммами для подобных автомобилей[32]. И в завершение следует стереть из памяти контроллера коды ошибок и провести повторную инициализацию системы. При первой активации системы после стирания памяти контроллера управления (это может произойти также после отключения аккумулятора в процессе ремонта либо замены каких-либо узлов или деталей) потребуется процедура повторной инициализации.

Основными этапами диагностирования являются:

- 1) определение показателя, который оценивает техническое состояние автомобиля, системы или агрегата;
- 2) сопоставление полученного показателя со стандартом;
- 3) вывод по состоянию автомобиля;
- 4) расчет срока службы до состояния полного износа.

После визуального осмотра, диагностика автомобиля должна проводиться с помощью специализированных приборов, например Bosch KTS-540 и профессиональных программ. Каждая программа подстроена под

разные системы или марки автомобиля. Компьютерная тестовая система является самой гибкой из всех перечисленных. Она позволяет считывать коды OBD-II и потоки данных в реальном времени и представлять их в интуитивно понятном виде, текстового описания возможных неисправностей, таблиц, а также многопараметрических графиков. При помощи такой системы можно проводить и виртуальные тесты: изменять вручную один из параметров и смотреть, что будет происходить с остальными. При этом в реальном времени ведется протокол, необходимый для детального анализа переходных процессов[40].

### 2.3. Работа диагностической лампы. Регистрация ошибок

В рабочем режиме при включенном зажигании и неработающем двигателе лампа вспыхивает на время 0,6 с. и гаснет, если подсистема самодиагностики не определила неисправностей в электрических цепях системы управления.

В случае если диагностическая лампа не гаснет после включения зажигания или горит при работающем двигателе, это означает, что крайне важно провести техническое обслуживание системы и двигателя в возможно короткий срок. В режиме считывания кодов неисправностей диагностическая лампа отображает номера ошибок, зафиксированных и сохраненных в памяти электронного блока управления подсистемой самодиагностики.

Рис. 2.2. Коды этих ошибок можно считывать из памяти с помощью диагностического тестера DST 2 или задать блоку управления режим отображения кодов неисправностей.

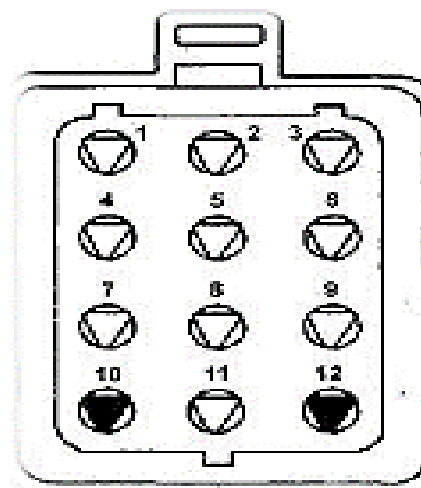


Рис 2.2. Схема диагностического разъема

Этот режим задается при включенном зажигании и не вращающемся двигателе путем замыкания контактов 10 и 12 диагностического разъема, находящегося под капотом автомобиля. [40].

В этом режиме подсистема самодиагностики управляет включением/выключением лампы диагностики, высвечивая хранящиеся в памяти коды ошибок. Сначала выдается код 12, который не является кодом неисправности и свидетельствует только об исправности диагностической цепи и работоспособности подсистемы самодиагностики. В случае если код 12 отсутствует, крайне важно воспользоваться описанием проведения диагностики по схеме А - "Проверка диагностической цепи". Код 12 высвечивается три раза подряд в следующей последовательности:

- одно включение лампы (первая цифра кода -1);

- пауза;
- два включения лампы подряд (вторая цифра кода - 2);
- длинная пауза;
- повтор кода - одно включение;
- пауза;
- два включения подряд;
- длинная пауза;
- одно включение;
- пауза;
- два включения подряд;
- длинная пауза.

После кода 12 выдаются коды неисправностей, по три раза каждый - сначала количество включений, отвечающих первой цифре кода; пауза, количество включений равное второй цифре и т.д. В случае если в памяти нет кодов неисправностей, продолжает выдаваться код 12.

#### **2.4. Режим отображения кодов**

В наше время автомобили оснащены электронными блоками управления, контролирующими работу всей системы в целом, при этом, электронные блоки держат связь с большей частью датчиков, установленных в автомобиле и собирают информацию о их работе, в том числе и выдают ошибки OBD 2. Таким образом, при помощи авто сканера, есть возможность подключиться к электронному блоку и проверить неисправный автомобиль на предмет нарушения работы датчиков и системы в целом. При этом, авто сканер выдает коды ошибок OBD 2 на свой экран, в том случае если таковые имеются. Однако, коды OBD сами по себе ничего не говорят и для того, чтобы расшифровать коды OBD необходимо иметь под рукой толстый справочник, в котором подробно изложена расшифровка кодов ошибок OBD. В соответствии со стандартом OBD-II коды ошибок алфавитно-цифровые, содержащие пять символов, например, P0113. Первый символ -буква, указывающая на систему, в которой произошла неисправность. Второй символ - цифра указывает как определен код: с помощью SAE или производителем автомобиля. Остальные три цифры указывают характер неисправности. [40].

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

- В -для корпусной электроники
- С -для электроники на шасси
- Р -для электронных систем управления силовым агрегатом
- U -тип системы не определено

Не все возможные комбинации кодов использованы, многие зарезервированы на будущее за SAE. Второй символ (цифра) принимает значение 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 дальнейшего использования по 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 воздуха;

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. Права цифра в блоке соответствует более специфической информации. Например, низкий или высокое напряжение, сигнал вне допустимого диапазона значений Код P0113, расшифровывается с учетом сказанного следующим образом:

P -неисправность систем управления силовым агрегатом,

0-код установлен SAE,

1 -система подачи топлива и воздуха,

13 -высокий уровень сигнала датчика температуры воздуха во впускном коллекторе.

В системе OBD-II используется значительное число кодов ошибок.

## **2.5. Схема проведения диагностики.**

### **Описание диагностического тестера**

Объект системы диагностики характеризуется необходимостью и возможностью диагностики. В свою очередь, необходимость диагностики определяется закономерностями изменения технического состояния автомобиля и затратами на поддержание его работоспособности. Возможности диагностики связаны с наличием внешних знаков, позволяющих обнаружить неисправность автомобиля без разборки, а также доступностью к измерению этих знаков. Различают системы тестового и функционального диагностирования.

В системах тестового диагностирования на объект подаются специально организуемые тестовые действия. В системах функционального диагностирования, которые работают в процессе употребления объекта по назначению, подача тестовых действий, как правило, исключается; на объект поступают только рабочие действия, предусмотренные его алгоритмом функционирования. В системах обоих видов средства диагностирования воспринимают и анализируют ответы объекта на входные (тестовые или

рабочие) действия и выдают результат диагностики, т.е. ставят диагноз: объект исправен или неисправен, работоспособен или нетрудоспособен, функционирует правильно или неправильно, имеет такой то дефект или в объекте повреждена его составная часть и т.п. Системы тестового диагностирования необходимые для проверки исправности и работоспособности, а также поиска дефектов, исправность, нарушающих или работоспособность объекта. Эффективностью процессов диагностирования определяется не только качеством алгоритмов диагностирования, но и в не меньшей мере качеством средств диагностирования. Последние могут быть аппаратными или программными, внешними или встроенными, ручными, автоматизированными или автоматическими, специализированными или универсальными. Компьютерная диагностика включает в себя последовательную проверку большинства систем управления: двигателем, АКП, АБС, пневмо подвеской и др. В свою очередь диагностика каждой системы многоступенчатая. По результатам диагностики представляется отчет о выявленных ошибках и предложения по ремонту неисправностей или замене агрегатов и узлов. Система диагностики на разных автомобилях может быть разной, но принцип действия всех систем похож, блок управления считывает показания датчиков на разных режимах работы в процессе эксплуатации автомобиля (запуск, прогрев, холостой ход и др.).

Показания датчиков бывают статическими и динамическими. Статические показания определяются предельным значением, импульсом определенного уровня, а динамические передают изменение параметра и проверяются на допустимые диапазоны. Все диагностические системы сохраняют и отражают статические данные коды ошибок и динамические характеристики. Необходимо помнить, что автомобиль это набор сложных устройств и агрегатов. Его состояние зависит от большого числа параметров. Существует три вида оценки работоспособности технических систем. К первому виду относится диагностика по состоянию отдельных элементов системы. В этом случае техническое состояние диагностируемой системы определяется в результате прямых, косвенных или совокупных измерений параметров элементов [41]. Схема диагностирования представлена на рисунке 2.3.

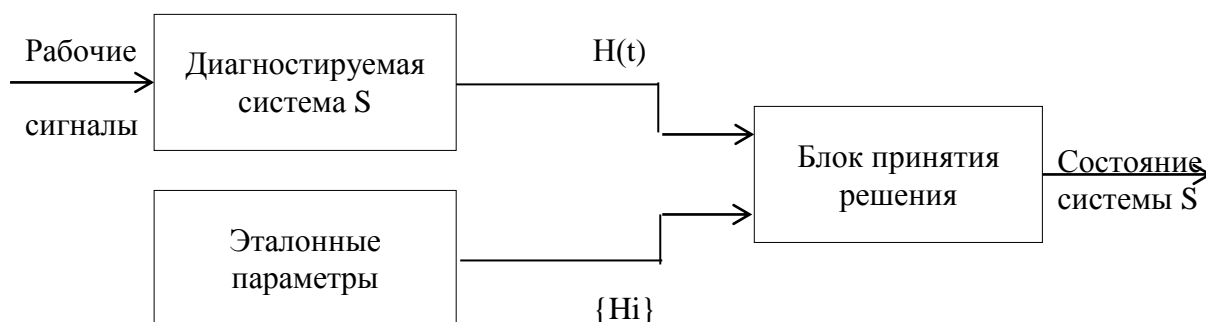


Рис. 2.3. Схема диагностирования



На рисунке 2.3.  $N(t)$  вектор параметров, характеризующей состояние как отдельных элементов, так и системы в целом:  $\{N_i\}$ —множество эталонных векторов параметров. В качестве таких параметров могут быть различные параметры электрической цепи различные параметры электрической цепи температура или давление например в камере сгорания.

Средствами диагностики работают специальные приборы и стенды. Они подразделяются на внешние (индивидуальные) и встроенные, являющиеся составной частью автомобиля. При диагностике использует не только измерительные технические средства, но и субъективные возможности человека, его органов чувств, опыта, навыков; использует субъективную диагностику в простых ситуациях, а в сложных ситуациях-объективную диагностику. Системы диагностики при измерении диагностических параметров работа объекта подразделяется на тестовые при искусственном возобновлении. Различают универсальные и специальные системы, обеспечивающие только один диагностический процесс, предназначенный для нескольких различных диагностических процессов При тестовым диагностировании на вход исследуемой системы (объекта диагностики) подаются специальные тестовые воздействия. [44]. Рассмотрим функциональную схему (рис. 2.4.).

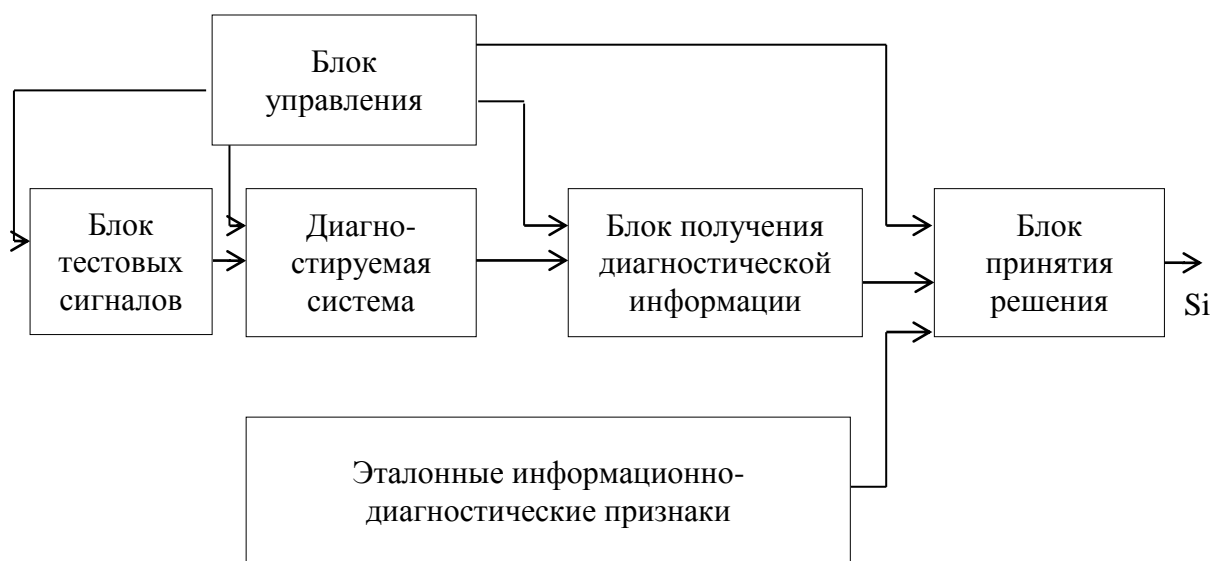


Рис.2.4.Функциональная схема

Диагностические системы могут быть общие, когда объектом является изделие в целом, а назначением — определение его состояния на уровне «годно-негодно» и локальные — для диагностирования составных частей объекта (агрегатов, систем, механизмов). Кроме того, диагностические средства могут быть ручными или автоматизированными (автоматическими).

Под прогнозированием технического состояния автомобиля понимают определение срока его исправной работы до возникновения предельного состояния, обусловленного технической документацией (ГОСТами, отраслевыми нормативами, заводскими инструкциями). Оценку же

технического состояния объекта в прошлом (например, для выявления причины аварийного отказа, повлекшего за собой дорожно-транспортное происшествие) называют ретроспекцией. Практические задачи прогнозирования или ретроспекции решают, пользуясь известными закономерностями изменений параметров технического состояния объекта в функции наработки (пробега) путем соответственно их экстраполяции или интерполяции.

Различают диагностирование периодическое и непрерывное. Первое осуществляют через определенные периоды наработки объекта перед ТО или ремонтом автомобиля, а второе при помощи встроенных на автомобиле диагностических средств, в процессе его эксплуатации.

#### **Краткое описание и принцип действия диагностического тестера**

Диагностический прибор X-431 PRO Lite Рис 2.5. представляет собой новый диагностический сканер для поиска неисправностей в автомобиле и выполнен на базе операционной системы Android.. Соединение между диагностическим разъемом автомобиля и диагностическим соединителем (VCI) автомобиля и планшетным, осуществляется по каналу Bluetooth, это позволяет сканеру серии X-431 PRO Lite проводить диагностику неисправностей всех систем обширного модельного ряда автомобилей, в том числе, считывание кодов неисправностей (DTC), удаление кодов неисправностей (DTC), считывание потока данных, тестирование исполнительных устройств и выполнение специальных функций. Диагностирует электронные системы управления наиболее распространенных моделей. Диагностические функции включают в себя считывание кодов DTC, удаление кодов DTC, считывание потока данных, специальные функции.

#### **Подключение к автомобилю**

Способ подключения диагностического соединителя VCI к разъему DLC зависит от комплектации автомобиля:

\*Автомобиль оснащен системой бортовой диагностики OBDII и укомплектован стандартным разъемом DLC с контактом питания 12В и линией передачи данных.

\*Автомобиль не оснащен системой бортовой диагностики OBDII, укомплектован нестандартным разъемом DLC, а в некоторых случаях питание 12В подается через разъем прикуривателя или непосредственным подключением к выводам АКБ.

Соблюдайте следующую процедуру для подключения диагностического соединителя к автомобилю с системой OBDII:

1. Установите местоположение разъема DLC.
2. Вставьте диагностический соединитель VCI в разъем DLC автомобиля (допускается применение удлинителя OBDII для подключения диагностического соединителя к разъему DLC).
3. Выберите один из двух способов для подключения электропитания

Сетевой адаптер: подсоедините один конец сетевого адаптера к разъему DC IN прибора X-431 PRO Lite а другой конец к сетевой розетке.

Встроенная аккумуляторная батарея.

Для автомобилей, неоснащенных OBDII, выполните следующее:

1. Установите местоположение разъема DLC.
2. Подберите специальный диагностический соединитель.
3. Подключите один конец соединителя в разъем DLC, затем подключите другой конец соединителя к адаптеру для OBD I, затянув невыпадающие винты крепления.

4. Подключите к другому концу адаптера для OBDI стандартный диагностический соединитель VCI.

5. Для подачи питания на адаптер для OBD I от:

А. прикуривателя (дополнительно): подсоедините штекер кабеля прикуривателя в гнездо прикуривателя, а другой конец кабеля – к силовому разъему адаптера для OBD I.

В. кабеля питания с зажимами для АКБ (дополнительно): подключите один конец кабеля питания с зажимами АКБ к выводам АКБ, а другой конец кабеля к силовому разъему адаптера для OBD I.

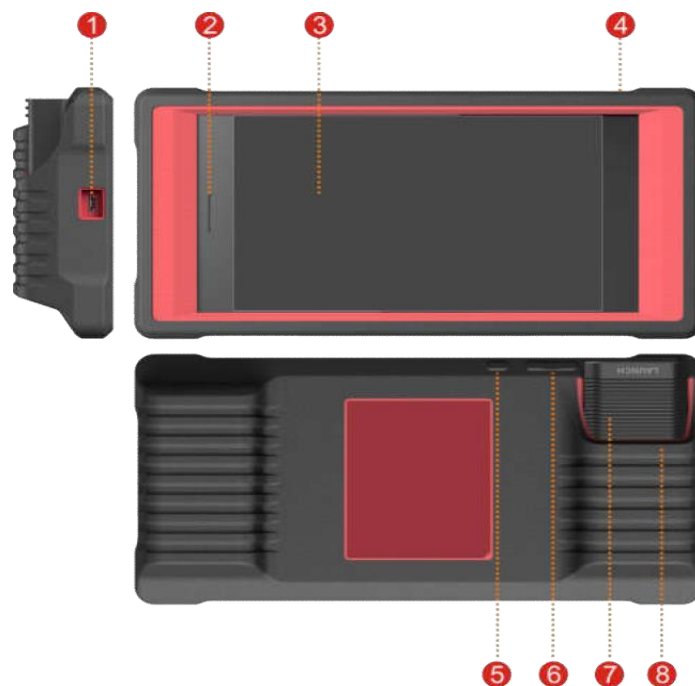


Рис. 2.5. Диагностический прибор X-431 PRO Lite.

1- Разъем для зарядного устройства/USB; 2 - Динамики; 3 - ЖК-дисплей; 4- Тыльная камера; 5- Кнопка POWER/ блокировки экрана; 6- Кнопка громкости +/-; 7- Соединитель VCI; 8- Гнездо для соединителя VCI

## 2.6. Расположение узлов и элементов в подкапотном пространстве. Схема электронных соединений ЭБУ

Современные цифровые технологии позволяют применять широкий ряд управляющих функций в автомобиле. Много параметров, влияющих на его работу, могут приниматься во внимание одновременно, так что управление различными системами может осуществляться с максимальной эффективностью. Электронный блок управления (ЭБУ) (рис. 2.6.) получает электрические сигналы от датчиков или от генераторов в ожидаемом интервале значений, оценивает их и затем проводит вычисление пусковых сигналов для исполнительных устройств (приводов). Программа управления хранится в специальной памяти, а за реализацию этой программы отвечает микропроцессор.

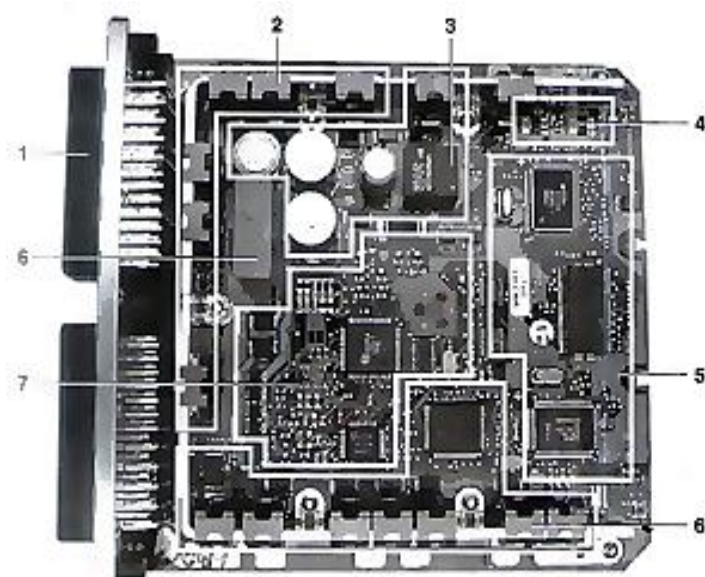


Рис.2.6. Электронный блок управления.

1 - разъем; 2 - задающие каскады малой мощности; 3 - импульсный источник питания (SMPS); 4 - CAN интерфейс (интерфейс шины передачи данных); 5 - блок памяти микропроцессора; 6 - задающие каскады большой мощности; 7 - входные и выходные контуры; 8 - питания

### Эксплуатационные условия

К ЭБУ предъявляются очень высокие требования по отношению к следующим факторам:

а) температуре окружающей среды (во время нормальной работы должны находиться в пределах  $-40 - +85^{\circ}\text{C}$  для коммерческих автомобилей и  $-40 - +70^{\circ}\text{C}$  для легковых автомобилей);

б) к воздействию со стороны таких материалов, как масло и топливо и т.п;

в) к воздействию к влажности окружающей среды;

г) обладать механической прочностью, например, при наличии вибраций при работе двигателя.

Одновременно очень высокие требования касаются электромагнитной совместимости и защиты от высокочастотных помех.

### Устройство и конструкция

ЭБУ (рис. 2.6.) размещается в металлическом корпусе и соединяется с датчиками, исполнительными устройствами и источником питания через многоштырьковый разъем (1). Компоненты электронной системы для

непосредственного управления исполнительными устройствами располагаются в корпусе ЭБУ таким образом, чтобы обеспечить хорошее рассеяние тепла в окружающую среду.

Современные системы электронного управления автомобилями включают следующие функции:

- электронное управление двигателем и собственно ТНВД;
- электронное управление переключением передач в трансмиссии;
- антиблокировочную систему тормозов (ABS);
- противобуксовочную систему (TCS);
- электронную систему курсовой устойчивости (ESP);
- систему управления тормозным моментом (MSR);
- электронные иммобилайзеры (EWS) и бортовые компьютеры и т.д.

Использование указанных функций делает необходимым обеспечение связи между индивидуальными ЭБУ посредством работы в сети. Обмен информацией между различными системами управления уменьшает общее количество датчиков, активизируя в то же время использование потенциальных возможностей, присущих индивидуальным системам. Интерфейсы систем связи, которые были специально разработаны для применения в автомобилях, могут быть подразделены на две категории: обычные интерфейсы; последовательные интерфейсы, то есть CAN (Controller Area Network)

Если ЭБУ устанавливается непосредственно на двигателе, то отвод тепла осуществляется через встроенный в корпус ЭБУ охладитель, в котором постоянно течет топливо (только для коммерческих автомобилей). Большинство компонентов ЭБУ выполняется по технологии SMD (Surface-Mounted Device - платы с поверхностным монтажом). Обычная проводка используется только в некоторых элементах питания и в разъемах, так что здесь могут быть применены компактные конструкции небольшой массы.

## **2.7. Проверки диагностической цепи**

Диагностическая цепь является средством связи электронного блока управления с внешними устройствами, позволяющими проанализировать работу системы управления двигателем, и включает в себя следующие составные элементы:

- блок управления - источник диагностической информации;
- провода от контакта разъема блока управления к клеммам диагностической колодки;
- диагностическую колодку - разъем для подсоединения диагностической аппаратуры;
- провода от контакта разъема блока управления к диагностической лампе;
- диагностическую лампу (или лампа неисправности) - средство отображения информации с блока управления.

Проверка диагностической цепи является первым шагом к выявлению неисправности в системе управления двигателем. С нее должна начинаться диагностика всех жалоб по ездовым качествам, т. к. она указывает на следующее логическое действие. Правильное использование карты сокращают время диагностики и предотвращают замену исправных узлов. Проверка электрической цепи системы подачи топлива (рис. 2.7.). Описание цепи. При включении зажигания контроллер включает реле электробензонасоса и электробензонасос начинает работать. При отсутствии опорных импульсов от датчика положения коленчатого вала (двигатель не работает), контроллер выключает электробензонасос через 2 с после включения зажигания.

Описание проверок.

Последовательность соответствует цифрам на карте.

- 1.Выполняется принудительное включение электробензонасоса.
- 2.Проверяется наличие напряжения +12 В на контактах реле электробензонасоса.
- 3.При включении зажигания и прокрутке двигателя контроллер должен включать электробензонасос [41].

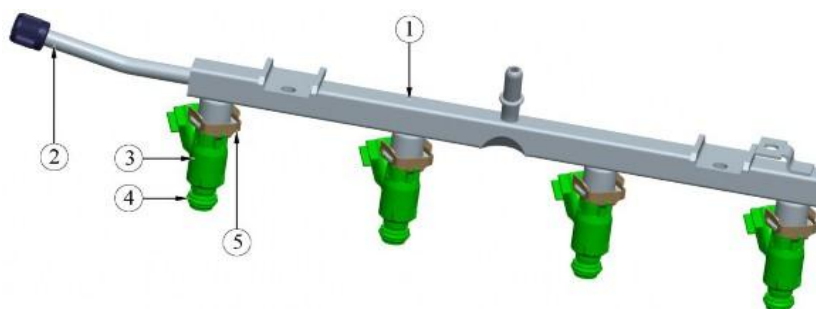


Рис 2.7. Рампа форсунок в сборе двигателя 21129

1 - рампа форсунок; 2 - штуцер для контроля давления топлива; 3 - форсунка; 4 - уплотнительное кольцо; 5 - клипса форсунки

## 2.8. Диагностические карты кодов неисправностей

С каждым годом количество электроники в автомобилях становится все больше и больше. С одной стороны благодаря электронике современные транспортные средства становятся совершеннее и безопаснее. Но, к сожалению, из-за огромного количества электронных технологий в случае неисправности современного автомобиля без специального электронного оборудования не обойтись. Ведь только благодаря специальным сканерам можем узнать с помощью кодов ошибок причину появления на приборной панели значка «Чек двигателя».

Рассмотрим основные диагностические коды неисправности автомобиля, которые дадут вам представление о том, как интерпретировать самые распространенные коды ошибок, связанные с появлением "Чек

двигателя" на приборной панели пытаются установить причину ошибки самостоятельно с помощью сканера подключаемого в диагностический порт OBD 2 / OBD II автомобиля.

Диагностические карты обеспечивают быстрый и эффективный поиск неисправностей системы управления двигателем (рис 2.8.).

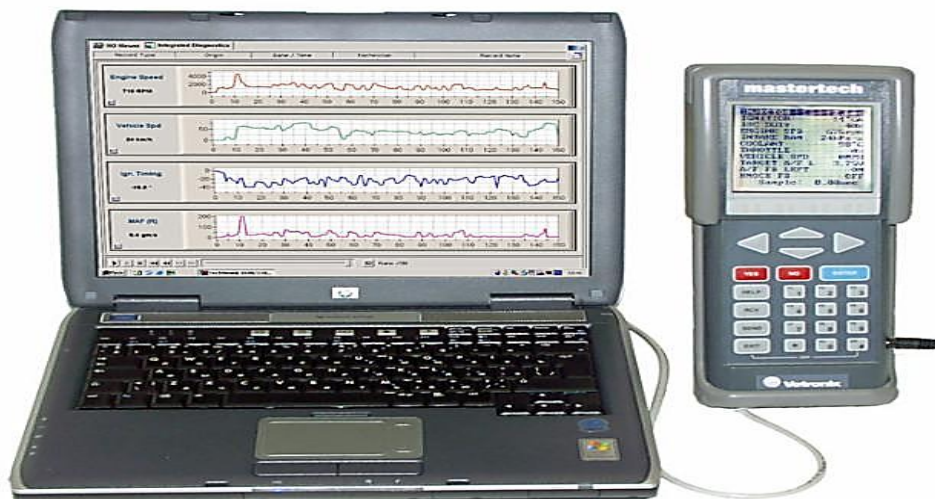


Рис. 2.8. Компьютерное диагностическое оборудования

Каждая диагностическая карта обычно состоит из двух страниц: “Дополнительной информации” и “Диаграммы поиска неисправностей”. Дополнительная информация содержит условия занесения кода неисправности, схемы соединений и пояснения к блокам диаграммы поиска неисправности. Поиск и устранение неисправности осуществляется в соответствии с диаграммой последовательности поиска неисправности. Важно пользоваться картами правильно. Диагностике поиска неисправности необходимо всегда начинать с проверки диагностической цепи. В системе управления двигателем используется контроллер с 81-клеммовым разъемом, который находится в труднодоступном месте. Поскольку клеммы внутри колодок разъема недоступны для подключения внешних измерительных приборов, то для проведения проверки исправности цепей жгута системы впрыска необходимо использовать специальные разветвители сигналов подключаемые между контроллером и жгутом проводов. Проверка диагностической цепи приводит к другим картам (рис. 2.9.) Использование карты кода неисправности без предварительной проверки диагностической цепи не допускается. Это может привести к неверному диагнозу и замене исправных деталей. После устранения неисправности и очистки всех кодов рекомендуется повторить проверку диагностической цепи для того, чтобы убедиться в правильности ремонта. Данные карты используются, если при проверке диагностической цепи обнаружится код неисправности, занесенный в память контроллера. При наличии более одного кода анализ и устранение

неисправностей необходимо всегда начинать с кодов P0560 (неверное напряжение бортовой сети) или P0562 (пониженное напряжение бортовой сети) [46].

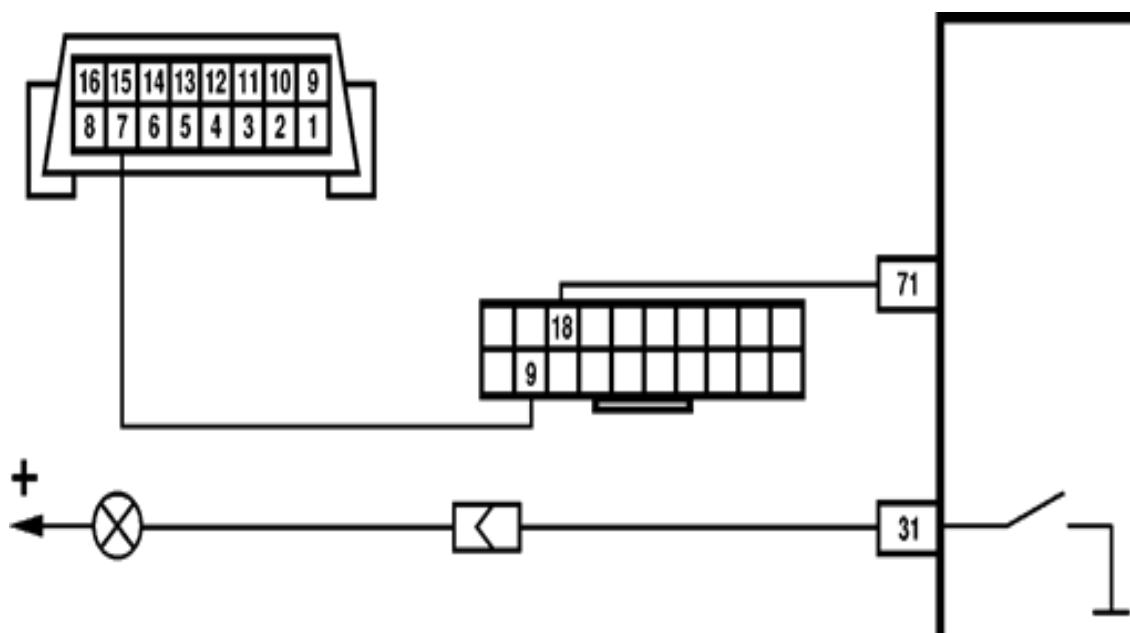


Рис. 2.9. Карта первоначальной проверки и карты кодов неисправностей

Определение и идентификация неполадок при работе СУД и двигателя, которые способны привести к следующим последствиям:

Превышение оптимальной токсичности отработавших газов. Это требование к бортовой диагностике является действительным для всех систем управления двигателем, которые обеспечивают выполнение токсичных норм «Евро-3».

Ухудшение параметров двигателя (к примеру, уменьшение мощности и крутящего момента, снижение ходовых качеств, увеличение топливного расхода). Выход из строя двигателя или компонентов системы управления. Например, это может быть выход из строя каталитического нейтрализатора при возникновении пропусков воспламенения.

Получение информации о неисправностях при помощи сигналов диагностической лампы.

Когда загорается диагностическая лампа, водитель не должен немедленно прекращать работу автомобиля. Это просто предупреждение о том, что в СУД присутствует неисправность, но автомобиль при этом может продолжить самостоятельное движение в аварийном режиме. Задачей водителя в данном случае будет как можно скорее доставить автомобиль к специалистам по техническому обслуживанию. Мигание диагностической лампы сообщает об обнаружении серьезных неисправностей, которые могут привести к серьезным повреждениям СУД (например, такая неисправность, как пропуск воспламенения).



При обнаружении неполадки в память ошибок контроллера СУД вносится следующая информация:

а) код ошибки в соответствии с международной классификацией.

б) статус-флаги или просто признаки, которые характеризуют состояние неисправности во время считывания информации при помощи прибора диагностики.

в) стоп-кадр показывает значения наиболее значимых для системы параметров при фиксации ошибки.

Коды ошибок и дополнительная информация, которая сопутствует им при обнаружении неисправности, делают существенно легче специалистам их поиск, а так же устранение.

Активирование аварийных режимов при работе СУД.

Во время обнаружения неисправности, чтобы обеспечить нормальные ходовые качества, предотвратить превышение значений токсичности, а так же предотвратить неисправности прочих составляющих СУД, система запускает аварийный режим работы. Суть такого режима заключается в том, что при появлении неисправностей цепи одного из датчиков контроллера СУД применяет для расчётов замещающие значения, которые значатся в памяти контроллера, не беря во внимание реальные сигналы датчика. [49].

## **2.9. Типичные неисправности системы управления**

Автомобиль представляет собой сложное техническое устройство. Несмотря на то, что современные автомобили отличаются повышенной надёжностью возникают различные поломки.

В случае возникновения неисправности, возникают два вопроса:

-установление причин неисправности (диагностика автомобиля);

-устранение поломки (ремонт).

Оценка технической неисправности автомобиля и его общего состояния называется диагностикой. Проведенная диагностика позволяет в полной мере выявить все неисправности и рассчитать стоимость будущего ремонта. Существует два типа диагностики, каждый из которых имеет свои особенности:

-косвенная диагностика – по ряду внешних признаков;

-прямая техническая диагностика.

Определенные навыки и знание принципа действия основных систем автомобиля в состоянии самостоятельно провести диагностику по внешним признакам. Это особенно актуально, особенно в тех случаях, когда неисправность случается в пути и до ближайшего сервисного центра много километров. Конкретный тип неисправности может проявляться несколькими признаками. Также это может быть признак одного вида или их комбинация. К примеру, в случае повреждения герметичности топливной системы, появляется характерный запах бензина, а также образуются пятна от вытекающего топлива. Особое внимание уделяется состоянию

индикаторов, расположенных на контрольной панели водителя, режимам работы двигателя, плавности хода, легкости управления, а также эффективности тормозной системы. [35].

Выполняя диагностику следует руководствоваться определенными принципами, в частности такими как: определение и учет внешних признаков неисправности; проведение диагностирования, от самого простого, к сложному, последовательно отбрасывая возможные причины неправильной работы двигателя.

В других случаях, несколько типов неисправностей могут иметь практически идентичные внешние проявления. Так, увеличенный расход топлива может говорить о нарушении режима работы форсунок, плохо установленном угле опережения в системе зажигания или возникать по причине низкого давления в шинах [34].

## **2.10. Приборы и оборудование пользователя**

Современное диагностическое оборудование для автомобилей позволяет использовать различные виды диагностического оборудования для профилактических проверок и обследования систем при возникновении признаков неисправности. Приборы для диагностики можно условно распределить на три отдельные группы: автомобильные сканеры; мотор-тестеры и осциллографы и устройства для проверки определенной системы (рис.2.10.).

Диагностика электронного блока управления (ЭБУ), то с этим отлично справятся автомобильные сканеры. Рядовая модель прибора не оснащается датчиками. При помощи соединительных проводов сканер подключается прямо к ЭБУ, откуда и получает всю необходимую информацию. Отсутствие такого прибора под рукой может серьезно усложнить диагностику современного автомобиля, а его наличие даст возможность быстро найти неисправности и ликвидировать их на ранней стадии.



Рис. 2.10. Портативный автосканер, мотор-тестер, оборудование для диагностики

Автомобильный сканер позволяет провести активацию оборудования; сменить программу блока; открыть доступ к паспортным данным; просмотреть ошибки и избавиться от них; сменить режим отображения данных на приборной панели; и многое другое.

Некоторые разновидности сканеров для автомобилей способны считывать дополнительные данные. В их число входят параметры с кодом ошибки, которые были автоматически занесены в память ЭБУ после возникновения. Дополнительная функция помогает выявить причины неисправности, а не только факт ее наличия. Среди сканеров присутствуют и такие модели, в которых присутствует дополнительный функционал за счет встроенных датчиков осциллографа и мультиметра. Они открывают доступ к широкому спектру данных, что делает их незаменимыми при профилактическом использовании [44].

Приборы для считывания информации могут быть в виде автономного устройства с собственным программным обеспечением и техническим оснащением или специального комплекса для ПК. В состав комплекса входит не только программное оснащение для ОС, но и набор адаптеров.

Различают 2 типа автомобильных сканеров: - мультимарочный (рис. 2.11.) и - дилерский (рис. 2.12.).



Рис. 2.11. Мультимарочный LAUNCH



Рис. 2.12. Сканер автосканер VAG vas

Для мультимарочных сканеров характерна возможность работы с множеством автомобилей. Их преимуществом является установка нескольких протоколов для обмена данными с ЭБУ. В комплекте с такими приборами поставляется набор кабелей-адаптеров. Он позволяет работать с разной конфигурацией диагностических разъемов. К сожалению, большинство мульти марочных сканеров имеют ограниченный функционал.

Мотор-тестер используется для получения данных о работе электрооборудования двигателя, а также имеет в своем распоряжении

функции осциллографа. Основной отличительной чертой от автомобильного сканера является способ получения информации. Прибор оснащен собственными датчиками, что позволяет ему обходить ЭБУ и получать данные напрямую. Осциллограф — прибор считывающий данные с датчиков, который способен выводить ее в графическом или числовом виде, а затем анализировать. Для сравнения используются стандартные показатели, имеющиеся для каждой модели. Иногда осциллограф используют отдельно от мотор-тестера [43].

Функции мотор-тестера:

1) Режим тестера -диагностика систем двигателя и сравнительный анализ с номинальными значениями (например, тестирование по пусковому току);

2) Режим осциллографа- анализ работы датчиков ЭБУ:

-считывание параметров управляющих сигналов, которые идут от электронного блока управления к различным исполнительным устройствам;  
-сбор и проверка данных о работе цепей системы зажигания.

Дополнительные функции диагностика параметров не связанных с электроникой (к примеру, получение данных о давлении масла и топлива).

Приборы для диагностики отдельных систем автомобиля. Для получения данных о работе отдельных систем часто используются специальные устройства. Для того чтобы изменить показания спидометров можно воспользоваться корректором одометров. В ряде случаев этот прибор может использоваться как программатор [42].

### **Контрольные вопросы для закрепления**

1. Методы диагностирования систем топливной аппаратуры двигателя?
2. Какова достоверность диагностирования бортовыми системами самоконтроля, каковы недостатки этого метода?
3. Какими методами можно диагностировать электрогидравлические форсунки?
4. Как можно определить заклинивание клапана регулятора топливоподачи?
5. Какие основные режимы диагностирования используются при сканировании и выявлении кодов неисправностей?
6. Перечислите основные датчики идущие в комплекте к мотортестеру?
7. Какая существует классификация средств диагностирования ?
8. Перечислите основные типы стационарного диагностического оборудование?
9. Какие средства диагностирование относятся смешанным?
10. Какие существуют системы диагностирования?

## Глава 3. Виды диагностических систем

### 3.1. Общее устройство стендовых систем

Стенд Launch X-931 Touchless для диагностики углов развала и схождения. Стенд X-931 Touchless (рис. 3.1.) позволяет быстро и точно измерить данные об углах установки колес без необходимости устанавливать какие-либо мишени или датчики на колеса автомобиля, необходимо прокатить автомобиль мимо системы измерения — и данные готовы. Точность, не уступает современным 3D-стендам, использующим мишени.



Рис.3.1. Стенд X-931 Touchless

Стенд Launch X-931 Touchless включает в себя элементы (рис. 3.2.):

- Четырехстоечный подъемник Launch TLT-440WF, оборудованный специальными адаптерами для установки блоков бесконтактного измерения
  - Блоки системы бесконтактного измерения и анализа данных (4 шт.):
    - модуль лазерной проекции
    - измерительные камеры
    - система камер для взаимного позиционирования самих измерительных блоков
    - Мобильная стойка с PC на базе ОС Windows и лицензионным ПО
    - Принтер
    - ЗП/ЗЛ/ПП/ПЛ бесконтактный измерительный модуль (лазерный проектор и камера)
    - Система камер взаимного позиционирования измерительных модулей
    - Калибровочные мишени системы взаимного позиционирования
    - Адаптеры для установки блоков бесконтактного измерения (2 передних + 2 задних)
    - Компьютер+принтер
    - Коммутатор (switch)
    - Колонны подъемника

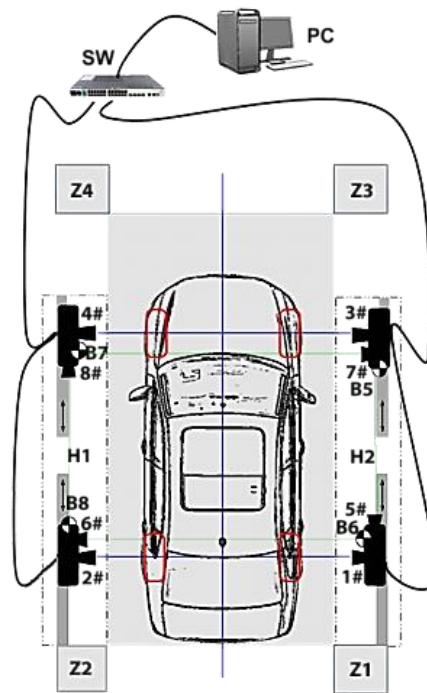


Рис. 3.2. Элементы станда Launch X-931 Touchless

К подъемнику подключены четыре датчика, которые могут свободно перемещаться вдоль автомобиля. Датчики производят дистанционное исследование колес на предмет углов установки. При этом, прокатывание автомобиля так же производится автоматически: дорожка на которой установлен автомобиль построена по типу конвейерной ленты, она сама движется под колесами в прямом и обратном направлениях. Рис.3.3[49],[52]

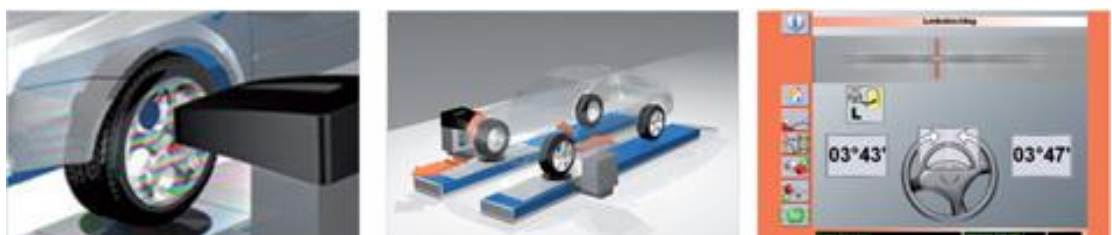


Рис. 3.3. Дорожка для установки автомобиля

### **Универсальный мобильный тормозной стенд «STENTOR»**

Тормозной стенд «STENTOR» (рис. 3.4.) предназначен для измерения параметров и оценки показателей эффективности рабочей, резервной и стояночной тормозной системы транспортных средств, в том числе легковых, грузовых автомобилей, автобусов, автопоездов, автомобильной спецтехники.

Тормозной стенд представляет собой легко перемещаемую рамную конструкцию с двумя парами тормозных роликов идеально имитирующих дорожное сцепление даже для шипованных колес автомобилей.



Рис.3.4. Универсальный мобильный тормозной стенд

Для заезда и съезда автомобиля на стенд используются четыре съемных металлических пандуса. Диагностируемые данные: тормозные силы колес, удельная тормозная сила и осевая нагрузка колес в процессе торможения, время срабатывания тормозной системы, усилие на педали тормоза (опция), усилие давления в контуре пневматической тормозной системе (опция), усилие на рычаге стояночной системы (опция).

Для облегчения заезда и выезда автомобиля на стенд предусмотрена блокировка вращения роликов. Для перемещения стенда по площадке «STENTOR» оборудован съемными колесами.

Стенд может быть интегрирован в состав диагностических линий при помощи встроенного порта RS232.

Конструкция универсального мобильного тормозного стенда «STENTOR» (рис. 3.5.) позволяет использовать стенд в любом удобном месте, в том числе и под открытым небом.



Рис. 3.5. Универсальный мобильный тормозной стенд «STENTOR» в сложенном состоянии



Низкий профиль (высота 200 мм), блокировка тормозных роликов и пандусы делают заезд и съезд автомобиля на стенд легким и удобным. Информация о работе стенда выводится на экран персонального компьютера или на информационное табло.[44],[ [http://www itmotors.ru :mobilny-tormoznoi-stend-stent](http://www.itmotors.ru:mobilny-tormoznoi-stend-stent)].

### **Стендовые мотор-тестеры**

Эти системы не подключаются к бортовым электронным блокам управления и, таким образом, не зависят от бортовой диагностической системы автомобиля. Они обычно диагностируют отдельные механизмы двигателя и системы зажигания, поэтому их часто называют мотор-тестерами. Основными элементами мотор-тестера (Рис. 3.6.) являются датчики, а также блок обработки и индикации результатов измерений воспринимаемых сигналов. Датчики и регистрирующие приборы соединены с кабелями с помощью штекеров и зажимов.

"Автомастер АМ1-М" современный диагностический комплекс на базе персонального компьютера, сочетающий в себе функции мотортестера, сканера электронных блоков управления, многоканального осциллографа и генератора имитатора сигналов датчиков.

Современные методики тестирования:

- относительная компрессия;
- баланс мощности;
- цилиндровый баланс;
- тест производительности форсунок.



Рис. 3.6. Мотор-тестер

Мотортестер - основная, базовая часть диагностического комплекса "Автомастер АМ1-М".

Он включает в себя: стойку с поворотным кронштейном для подключения датчиков, консоль с платами согласования и измерений,

системный блок с компьютером на базе современного процессора, монитор 17, комплект датчиков и присоединительных жгутов.

Мотортестер позволяет достичь высокой точности измерений.

Удобная конструкция с поворотным кронштейном на конце которого закреплен модуль нормирования. К модулю подсоединяются датчики и жгуты мотортестера.

Комплекс может работать, синхронизируясь от сигналов первичной или вторичной цепи, что заметно упрощает подключение ко многим современным автомобилям, не имеющим возможности подключения к первичной цепи.

Для подключения к группе форсунок при проведении теста производительности прибор укомплектован специальным переходником. Адаптер для подключения к системам DIS позволяет одновременно подключаться к четырем двухвыводным катушкам. Специальные переходники для измерения давления в цилиндре (компрессии).

Программное обеспечение работает в среде Windows и обновляется через Интернет.

Цифровой осциллоскоп имеет большие возможности по управлению изображением:

- стоп-кадр;
- масштабирование по вертикали и горизонтали;
- режим детального исследования участка сигнала (лупа);
- выбор режима отображения (кадр или растр);
- возможность сохранения осциллограммы на жестком диске для последующего просмотра.

Специальный режим определения максимального и минимального напряжения пробоя на свечах зажигания, проверка стабильности искрообразования.

Режим мультиметра для измерения сопротивлений, постоянного и переменного напряжения, скважности сигналов. Высокоомный вход для проверки чувствительных цепей и измерения характеристик L-зонда для оценки его состояния.

Проверка компрессии путем измерения давления в конце такта сжатия при помощи датчика давления. В этом режиме также выводится осциллограмма изменения давления в цилиндре.

Режим универсального вольтметра с высоким входным сопротивлением.

Режим осциллографа Лямбда-зонд, позволяет наблюдать форму сигнала с датчика.

Возможность вывода результатов диагностики на принтер и сохранения их в базе клиентов. Ведение "истории неисправностей" автомобиля.

Основная часть мотор-тестера — осциллоскоп, на экране которого появляются различные осциллограммы, отражающие режим работы и

техническое состояние проверяемых деталей и приборов системы зажигания. Оценка сигнала, появляющегося на экране осциллоскопа, основывается на анализе изменений (при наличии неисправностей) характера электрических процессов, протекающих в цепях низкого и высокого напряжения. По отдельным частям изображения можно судить также о работе некоторых элементов систем питания и зажигания, а характер изменения позволяет выявлять причины неисправностей.

Компьютер мотор-тестера обрабатывает информацию, полученную от двигателя, и представляет результаты на дисплее или в виде распечатки на принтере.

Перед проведением диагностирования вводят модель автомобиля, тип двигателя, трансмиссии, системы зажигания, впрыска топлива и другие параметры, характеризующие объект диагностирования. Мотор-тестеры способны диагностировать большинство автомобильных систем, в том числе системы пуска, электроснабжения, зажигания, оценивать компрессию в цилиндрах, измерять параметры системы питания.

Современные мотор-тестеры могут выдавать информацию о состоянии системы зажигания в виде цифр или осциллограммы процесса.

К недостаткам мотор-тестеров следует отнести то, что с их помощью трудно обнаружить непостоянные неисправности в сложных электронных системах, когда неисправность в одной системе проявляется в виде симптомов в других системах, функционально связанных с первой.

### **3.2. Бортовое диагностическое программное обеспечение**

Системы программного обеспечения автомобилей обеспечиваются функцией считывания кодов неисправностей с помощью контрольной лампы, например Check engine — проверь двигатель. Это наиболее простой вид бортового диагностирования, которое заключается в условном присвоении ряду неисправностей электронной системой управления цифровых кодов. Эти коды при проявлении соответствующих им неисправностей заносятся в память электронного блока управления. Коды могут отображаться контрольной лампочкой в виде ряда длинных и коротких импульсов. После визуального считывания импульсов их значение может быть расшифровано с помощью специальных таблиц.

**Бортовое диагностическое программное обеспечение, для доступа к которому требуется специальное дополнительное считывающее устройство.**

Считывание информации с такого программного обеспечения осуществляется с помощью специальных устройств — сканеров. Контролируемые параметры и коды неисправностей считываются непосредственно с электронного блока управления.

Специальное программное обеспечение позволяет просматривать данные со сканера в табличном и графическом виде, сохранять их, создавать базы данных по обслуживаемым автомобилям.

Система самодиагностики транспортного средства в процессе его работы непрерывно сравнивает текущие величины сигналов с эталонными значениями в памяти электронного блока управления. Кроме того, она отслеживает реакцию исполнительных механизмов. Любые несоответствия параметров друг другу или эталонным значениям расцениваются как неисправность, каждой из которых присвоен свой код. Ранее системы управления могли определить и запомнить 10-15 кодов, современные системы хранят до нескольких сотен кодов, относящихся не только к двигателю, но и к автоматической коробке передач, антиблокировочной системе (АБС), подушкам безопасности, климат-контролю и т.д.

В электронных блоках управления самодиагностика позволяет корректировать угол опережения зажигания, а на автомобилях без нейтрализатора — регулировать содержание оксида углерода в отработавших газах. Кроме того, на современных моделях сканеров реализовано тестовое диагностирование: входные сигналы подаются в определенный момент с последующей проверкой датчиков и реакции исполнительных элементов.

Сканер (Рис.2.6 гл.2) проверяет входные и выходные параметры электрических цепей и информирует оператора об их величине. Таким образом, он всего лишь фиксирует наличие или отсутствие неисправностей в каком-либо узле, но не позволяет определять их причины, которых может быть много для одних и тех же значений контролируемых параметров.

#### **Функциональные возможности сканера:**

- Чтение и стирание кодов неисправностей систем автомобиля;
- Чтение текущих параметров системы;
- Считывание потоков данных систем автомобиля;
- Проверка исполнительных механизмов;
- Адаптация блоков управления;
- Кодирование блоков управления;
- Отдельные программы для спецфункций;
- Удаленная диагностика.

В настоящее время наибольшее распространение получили сканеры KTS 650/670 фирмы «Бош».

*Программное обеспечение* ESI[tronic] имеет модульную структуру. Установленный на автосканере Bosch KTS 650/670 вариант включает в себя сектор А и сектор С9, позволяющие идентифицировать автомобиль, осуществлять диагностику любых систем автомобиля, а также формировать заказы, счета и вести складской учет запчастей сервисного центра. Программное обеспечение рекомендуется периодически обновлять.

Автосканер Bosch KTS 650/670 имеет сенсорный экран (Рис. 3.7.), управление прибором осуществляется при помощи стилуса, входящего в комплектацию. Также аппарат оснащен разъемом PS/2, что позволяет присоединить к нему стандартную клавиатуру или мышь. Имеется возможность подключения к автосканеру принтера из числа входящего в список дополнительного оборудования Bosch, а также любого внешнего VGA-монитора через видеовыход аппарата.



Рис. 3.7. Сенсорный экран автосканера

Сканеры имеют несколько режимов работы. В режиме «Ошибки» на экране высвечиваются цифровые коды той или иной неисправности, хранящиеся в памяти блока управления на автомобиле. Режим «Параметры» позволяет оценить работу двигателя при движении автомобиля: напряжение в бортовой сети, детонацию, частоту вращения коленчатого вала, состав смеси, скорость движения и т.д. Возможности сканеров при проверке системы впрыска конкретного автомобиля определяются диагностическими функциями блока управления данного автомобиля, однако, как правило, все сканеры считывают и стирают коды неисправностей, выводят цифровые параметры в реальном масштабе времени, могут приводить в действие некоторые исполнительные механизмы (форсунки, реле, соленоиды). [43],[44],[50].

### 3.3. Основные сведения о стандарте (новая версия)

В последнее время идет обсуждение системы следующего поколения - OBD III, которая добавит к существующей системе функции телеметрии. Используя технологию миниатюрных блоков приемопередачи данных по радиоканалу, подобной автоматическим системам, работающим на принципе звуковой сигнализации, система OBD III, установленная на автомобиль может передавать информацию о наличии неисправностей в системе контроля эмиссии автомобиля непосредственно в организацию по контролю за состоянием окружающей среды. Устройство передает VIN-код автомобиля и все коды неисправностей, хранящихся в памяти блока управления двигателем автомобиля.

Система может быть запрограммирована на автоматическую передачу информации по сети сотовой или космической связи сразу после включения светового индикатора наличия неисправностей или отвечать на запрос,

полученный по сотовой, спутниковой связи или от придорожного контрольного приспособления, передавая полную информацию по адресу запроса о состоянии системы контроля эмиссии автомобиля. По этим причинам ускорение применения этой системы становится чрезвычайно привлекательным для контролирующих органов по причине высокой эффективности системы и ее невысокой стоимости. В настоящее время примерно 30% всех автомобилей контролируемого региона при периодическом техосмотре не проходят проверку на исправность системы контроля эмиссии автомобиля. С помощью дистанционного мониторинга автомобилей, оборудованных системой OBD III с возможностью телеметрии данных, исключается необходимость прохождения периодических осмотров, за исключением автомобилей, в которых зафиксированы неисправности.

Прототип подобной системы уже по достоинству оценен организациями, которым приходится идентифицировать автомобиль, проезжающий по дороге, мимо придорожного контрольно-регистрационного устройства. Система способна считывать информацию поступающей от автомобилей, несущихся вплотную бампер к бамперу со скоростью 150 км / ч. Применение для передачи данных существующих сетей сотовой и спутниковой связи облегчают внедрение системы. Система телеметрии OBD III также может быть скомбинирована с спутниковой технологии определения положения объекта (GPS), что облегчит документирования получения данных. С помощью определения времени прохождения радиосигнала от этих спутников можно определить местоположение любого автомобиля, судна или самолета в любой точке земли с точностью до нескольких метров. Система глобального позиционирования (GPS) в настоящее время широко используется владельцами транспортных средств для определения местоположения и маршрута транспортных средств с отражением этих данных на электронных картах. Причины, почему применение спутниковой телеметрии для OBD III эффективнее по сравнению с технологией придорожных приемопередатчиков: большее количество одновременно контролируемых автомобилей и более высокая точность.

### **3.4. Диагностические разъемы. Цоколёвка разъёма. Предварительные проверки**

В современных автомобилях с помощью разъема OBD с стандартной распиновкой разъема для диагностики к бортовому компьютеру можно подключить специальный адаптер или сканер и провести полную диагностику самостоятельно практически любому автомобилисту. С 1996 года в США была разработана вторая концепция стандарта OBD 2, которая стала обязательной для вновь выпускаемых автомобилей.

Назначение OBD 2 определить: тип диагностического разъема; распиновку разъема для диагностики; электрические протоколы связи и формат сообщения. OBD-2 поддерживает 5 протоколов обмена данными.

Зная место расположение и стандартную распиновку разъема OBD 2, можно провести проверку авто самостоятельно. Благодаря повсеместному внедрению OBD 2 при диагностике автомобиля можно получить код ошибки, который будет одинаковым вне зависимости от марки и модели автомобиля.

Распиновка диагностического разъема OBD 2 имеет особенный штекер питания от бортовой сети, это позволяет использовать любые сканеры и адаптеры без дополнительных электрических цепей. Если раньше протоколы диагностики показывали лишь общую информацию о наличии какой-либо проблемы, то сейчас, благодаря связи диагностического устройства с электронными блоками автомобиля можно считать более полную информацию о конкретной неисправности.

Каждое подключаемое диагностическое оборудование обязательно соответствует одному из трех международных стандартов: CAN; SAE J1850; ISO 9141-2.

Расположение диагностического разъема с распиновкой OBD 2 для диагностики может сильно отличаться в различных автомобилях. Единого стандарта для местоположения нет, поэтому в таких случаях необходимо обратиться к инструкции по эксплуатации автомобиля.

Несколько распространенных точек расположения диагностического разъема:

- в прорези нижнего кожуха панели приборов в районе левого колена водителя;
- под пепельницей, установленной в центральной части панели приборов (некоторые модели Пежо);
- под пластиковыми заглушками на нижней части панели приборов или на центральной консоли (характерно для продукции концерна VAG);
- на задней стенке панели приборов за корпусом перчаточного ящика (некоторые модели Лада);
- на центральной консоли в районе рычага стояночного тормоза (встречается на некоторых машинах);
- в нижней части ниши подлокотника (распространено на французских автомобилях);
- под капотом вблизи моторного щита (характерно для некоторых машин корейского и японского производства).

### **Виды разъемов с распиновкой OBD 2**

В начале 2000 годов не существовало строгих требований к наружной форме разъема, и многие автопроизводители самостоятельно назначали конфигурацию устройства. На сегодняшний день есть два типа разъема OBD 2 (Рис. 3.8. и 3.9.), обозначаемые как Тип А и Тип В.

Оба штекера практически одинаковые внешне и имеют 16-пиновый выход (два ряда по восемь контактов), отличие состоит только между центральными направляющими пазами.

Нумерация пинов в колодке ведется слева направо, при этом в верхнем ряду стоят контакты с номерами 1-8, а в нижнем — с 9 по 16. Наружная часть корпуса выполнена в форме трапеции со скругленными углами, что обеспечивает надежное подключение диагностического переходника.

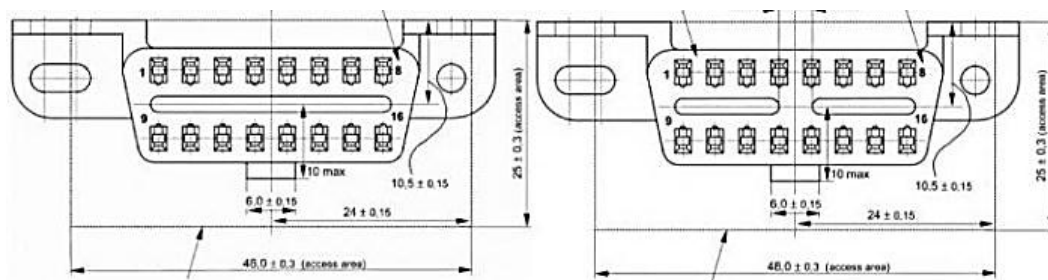


Рис. 3.8. Разновидности разъема — Тип А слева и Тип В справа

Ниже представлена схема и назначение контактов в разъеме с распиновкой OBD 2 (рис. 3.9.), которые определены стандартом.

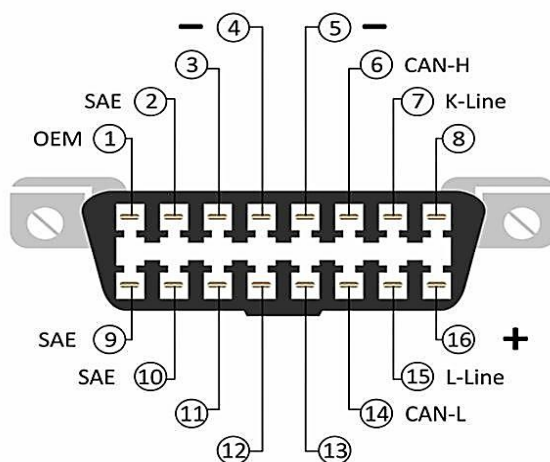


Рис. 3.9. Общее описание штекеров

1 - резервный, на данный пин может выводиться любой сигнал, который установит завод-изготовитель автомобиля; 2 - канал «К» для передачи различных параметров (может обозначаться - шина J1850); 3 - аналогично первому; 4 - заземление разъема на кузов автомобиля; 5 - заземление сигнала диагностического адаптера; 6 - прямое подключение контакта CAN-шины J2284; 7 - канал «К» по стандарту ISO 9141-2; 8 - аналогично контактам 1 и 3; 9 - аналогично контактам 1 и 3; 10 - пин подключения шины стандарта J1850; 11 - назначение пина задается заводом-изготовителем автомобиля; 12 - аналогично; 13 - аналогично; 14 - дополнительный пин CAN-шины J2284; 15 - канал «L» по стандарту ISO 9141-2; 16 - положительный вывод напряжения бортовой сети (12 Вольт)



Примером заводской распиновки разъема OBD 2 может служить Хендай Соната, где на пин 1 подается сигнал от блока управления антиблокировочной системы, а на пин 13 - сигнал от блока управления и датчиков надувных подушек безопасности.

В зависимости от протокола работы допускаются варианты распиновок:

При использовании стандартного протокола ISO 9141-2 он активизируется через пин 7, при этом пины 2 и 10 в разъеме неактивны. Для передачи данных применяются выводы с номерами 4, 5, 7 и 16 (иногда может задействоваться пин номер 15).

При протоколе типа SAE J1850 в варианте VPW (Variable Pulse Width Modulation) задействованы пины 2, 4, 5, а также 16. Разъем характерен для американских и европейских автомобилей Дженерал Моторс.

Использование J1850 в режиме PWM (Pulse Width Modulation) предусматривает дополнительное задействование вывода 10. Такой тип разъема используется на продукции концерна Ford. Для протокола J1850 в любом виде характерно неиспользование вывода с номером 7.

Конечно, для многих подобные схемы и описания распиновок разъема OBD2 очень сложны. Однако на практике многим автомобилистам в силу разных причин приходится сталкиваться с необходимостью проведения самостоятельной диагностики для оперативной проверки своих сомнений в работе машины, проверки ошибок, настроек.

Очевидные преимущества самостоятельной диагностики через разъем OBD 2:

- Экономия средств;
- Оперативное выявление ошибок и неисправности.

[26], [ <https://voditeliauto.ru/poleznaya-informaciya/aksessuary-i-gadzhety-dlya-avto/razem-obd2-raspinovka.html>].

### **3.5. «Замороженный» кадр (Freeze frame record)**

При включении индикатора MIL подпрограмма DE (Executive) заносит в память ЭБУ значения всех параметров на момент появления кода неисправности. Так, в памяти формируется снимок параметров или «замороженный кадр» (Freeze frame record), в котором обычно запоминается следующая информация:

- коды ошибок;
- соотношение воздух/топливо (коэффициент  $\lambda$ );
- 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.

Снимок содержит информацию о параметрах на момент записи только первого из всех возможных кодов ошибок. Автопроизводители как правило 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.[42]

### **Контрольные вопросы для закрепления**

1. Из каких основных узлов состоит стенд Launch X-931 Touchless для диагностики углов развала и схождения?
2. Конструкция и принцип работы тормозного стенда «STENTOR» ?
3. Перечислите параметры технического состояния двигателя, которые определяются мотор-тестером?
4. Преимущества и недостатки мотортестеров?
5. Виды и функциональные возможности сканеров?
6. Какие существуют типы диагностического разъема OBD 2?
7. Какие выводы с номерами применяются для передачи данных при использовании стандартного протокола ISO 9141-2?
8. Какие выводы с номерами применяются для передачи данных при использовании протокола типа SAE J1850?
9. На чём основывается оценка сигнала, появляющегося на экране осциллоскопа мотортестера?
10. Понятие «замороженный кадр»?

## Глава 4. Диагностирование двигателей внутреннего сгорания и других систем автомобиля

### 4.1. Принцип работы систем управления

Компьютер (ECU) В памяти компьютера находятся собственно программа управления и набор так называемых "карт" (maps), в которых отражена необходимая для работы программы информация. При этом сама программа более-менее стандартна для любого двигателя, а вот карты, используемые ею, уникальны для каждой модели и каждой модификации двигателя.

Можно представить себе простейшую программу, которая работает с двумя картами, одна из которых представляет собой трехмерную таблицу, в которой по горизонтали (вдоль оси X) заданы значения массы поступающего воздуха, по вертикали (вдоль оси Y) - значения оборотов двигателя, а вдоль оси Z - значения углов открытия дроссельной заслонки. На пересечении всех трех колонок и столбцов таблицы проставлены значения количества топлива, которое необходимо впрыснуть при данных условиях работы двигателя. Во второй карте, двумерной, заданы соответствия между количеством топлива и временем открытия форсунок, в результате из этой карты программа может узнать - длительность электрического импульса, который должен быть подан на форсунки.

В процессе работы программа каждые несколько миллисекунд опрашивает датчики, сравнивает полученные значения с заданными в первой карте, выбирает из соответствующей ячейки содержащееся там значение количества топлива, потом переходит ко второй карте и выбирает исходя из этого значения требуемое время открытия форсунок. Далее следует импульс на форсунки - цикл завершен.

Описанный процесс отличается от реального тем, что на самом деле таких карт больше и в них отражены взаимные зависимости гораздо большего числа параметров, чем было перечислено, в том числе нагрузка на двигатель, температура двигателя, температура воздуха и даже высота над уровнем моря. Но цель работы программы управления та же - конечным результатом сбора и обработки данных от датчиков должна быть длительность электрического импульса на форсунку.

Таким образом, вся сложность заключается не в написании собственно программы, которая сверяется последовательно с несколькими картами и в результате "добирается" до некоторого значения, а в самих картах, которые должны быть очень точными и подобраны под конкретную модификацию двигателя.

Кроме этого, ECU системы TCCS управляет также и углом опережения зажигания, зависимость которого от различных текущих параметров работы двигателя также задается соответствующими картами. Обратная связь в системе TCCS, как и в любой другой системе впрыска, обеспечивается

лямбда-зондом (датчиком кислорода). Необходимость ее обусловлена тем, что как бы ни были хороши и точны карты, находящиеся в памяти ECU, каждый экземпляр двигателя все равно в той или иной мере отличается от остальных и требует индивидуальной подстройки топливной системы.

В процессе эксплуатации двигателя также происходят изменения, связанные с его старением и износом, и которые тоже было бы неплохо компенсировать. Кроме этого, сами карты могут быть изначально составлены не оптимально для некоторых сочетаний внешних условий и режимов работы двигателя и, таким образом, требовать корректировки. Именно эти задачи и позволяет решить наличие обратной связи.

Но главная цель при решении всех этих задач - это достижение наиболее полного сгорания горючей смеси в цилиндрах двигателя для получения наилучших характеристик его токсичности. Известно, что оптимальным для полного сгорания топлива является соотношение воздух/топливо равное 14.7:1.

Это отношение называют "стехиометрическим" или, иначе, "коэффициент лямбда" (именно отсюда и пошло название "лямбда-зонд"). Выглядит обратная связь так. После того, как компьютер определил необходимое количество топлива, которое нужно впрыснуть в текущий момент работы двигателя исходя из текущих условий и режима его работы, топливо сгорает и выхлопные газы поступают в выпускную систему.

В этот момент с датчика кислорода считывается информация о содержании кислорода в выхлопных газах, на основании чего можно сделать вывод, а так ли все прошло, как было рассчитано, и не требуется ли коррекция состава горючей смеси. Образно говоря, компьютер постоянно проверяет свои расчеты по конечному результату, информацию о котором он получает от датчика кислорода, и, если это требуется, выполняет окончательную точную подстройку состава горючей смеси.

Но так происходит не всегда - в некоторых режимах работы двигателя компьютер игнорирует информацию от датчика кислорода и руководствуется только своими собственными расчетами. Когда это происходит.

**Режимы управления** Компьютер любой системы управления впрыском с обратной связью, в том числе и TCCS, в процессе работы может находиться в одном из двух режимов управления - либо в режиме замкнутого контура (closed loop), когда он использует информацию датчика кислорода в целях точной корректировки, либо в режиме разомкнутого контура (open loop), когда он игнорирует эту информацию. Рассмотрим основные режимы работы двигателя и режимы управления.

**Запуск двигателя.** В момент запуска требуется, в зависимости от температуры как самого двигателя, так и окружающего воздуха, обогащенная горючая смесь. Это характерно для всех бензиновых двигателей внутреннего сгорания, как карбюраторных, так и двигателей с впрыском. Соотношение воздух/топливо в этом режиме варьируется в среднем от 2:1 до 12:1.

В этом режиме компьютер системы TCCS работает в режиме разомкнутого контура.

**Прогрев двигателя до рабочей температуры.** После запуска двигателя компьютер системы TCCS постоянно проверяет текущую температуру двигателя и в зависимости от этого параметра производит расчет состава горючей смеси, а также устанавливает требуемую величину прогревных оборотов посредством воздушного клапана ISC (Idle Speed Control).

В процессе прогрева двигателя с ростом температуры соотношение воздух/топливо изменяется компьютером в сторону обеднения, а прогревные обороты также уменьшаются. В это же время происходит разогрев датчика кислорода в выпускном коллекторе до рабочей температуры. Компьютер при этом работает в режиме разомкнутого контура.

**Холостой ход.** По достижении заданной температуры двигателя и при условии достаточного для работы разогрева датчика кислорода (датчик кислорода начинает выдавать правильные показания только при температуре от 300С и выше) компьютер переключается в режим замкнутого контура и начинает использовать показания датчика кислорода для поддержания стехиометрического состава горючей смеси (14.7:1), обеспечивающего наименьший уровень содержания токсичных веществ в выхлопных газах.

**Резкое ускорение.** Как только Вы нажимаете педаль газа "в пол" и полностью открываете дроссельную заслонку - компьютер безоговорочно переходит в режим разомкнутого контура. Под нагрузкой (а компьютер всегда в состоянии определить, велика ли нагрузка на двигатель) компьютер может переключиться в режим разомкнутого контура несколько раньше - уже при открытии дроссельной заслонки на 68 или более процентов от ее хода.

При этом он будет поддерживать состав горючей смеси в пределах от 11.9:1 до 12:1 для получения большей мощности. Принудительный холостой ход (торможение двигателем). Компьютер также переходит в режим разомкнутого контура в случаях, когда текущие обороты двигателя превышают величину оборотов холостого хода, а дроссельная заслонка полностью закрыта - например, когда Вы движетесь под уклон, убрав ногу с педали газа и не выключив передачу. При этом компьютер обеспечивает обедненный состав горючей смеси. В этом режиме автомобиль замедляется, двигаясь по инерции.

С целью экономии топлива в определенном диапазоне оборотов двигателя топливоподача может полностью прекращаться; Таким образом, мы видим, что большую часть времени компьютер TCCS находится в режиме замкнутого контура, который обеспечивает оптимальный состав горючей смеси. Более того, находясь в этом режиме, компьютер "самообучается", корректируя и модифицируя карты, используемые в режиме разомкнутого контура, адаптируя их к текущим условиям эксплуатации и состоянию двигателя.

Т.е., если, скажем, компьютер замечает, что в режиме замкнутого контура для достижения оптимального сгорания ему приходится все время обогащать топливо - воздушную смесь на, скажем, 5% относительно базовых значений, прописанных в соответствующих картах, то через некоторое время, когда он удостоверится в стабильности этого корректирующего коэффициента, он соответствующим образом модифицирует сами карты, тем самым влияя и на смесеобразование в режиме разомкнутого контура. Каталитический нейтрализатор и лямбда-зонд - это совершенно разные устройства.

Оба эти устройства служат одной и той же цели - снижению уровня токсичности выхлопа, но выполняют каждое свою работу: лямбда-зонд помогает системе управления впрыском готовить оптимальную с точки зрения полноты сгорания горючую смесь, а нейтрализатор эту смесь дожигает. Причина выхода из строя нейтрализатора - это работа двигателя в течение длительного времени на обогащенной (или богатой) смеси, к чему может привести как выход из строя лямбда-зонда, так и неисправности в системе питания и зажигания.

#### **4.2. Диагностирование систем топливоподачи, зажигания, впускного тракта**

Диагностирование системы топливоподачи.

Перед диагностированием системы топливоподачи необходимо сбросить давление в системе подачи топлива в следующем порядке: включить нейтральную передачу, затормозить автомобиль стояночным тормозом; отсоединить провода от электробензонасоса; запустить двигатель, дать ему поработать на холостом ходу до остановки из-за выработки топлива;

Для проверки давления подачи топлива и производительности топливного насоса необходим манометр с набором различных переходников и адаптеров, имеющий пределы измерения 0,40...0,45 Мпа.

На некоторых автомобилях в топливной магистрали имеется специальный вывод с золотником (клапан Шрёдера), для быстрого подсоединения манометра (рис. 4.2.а).

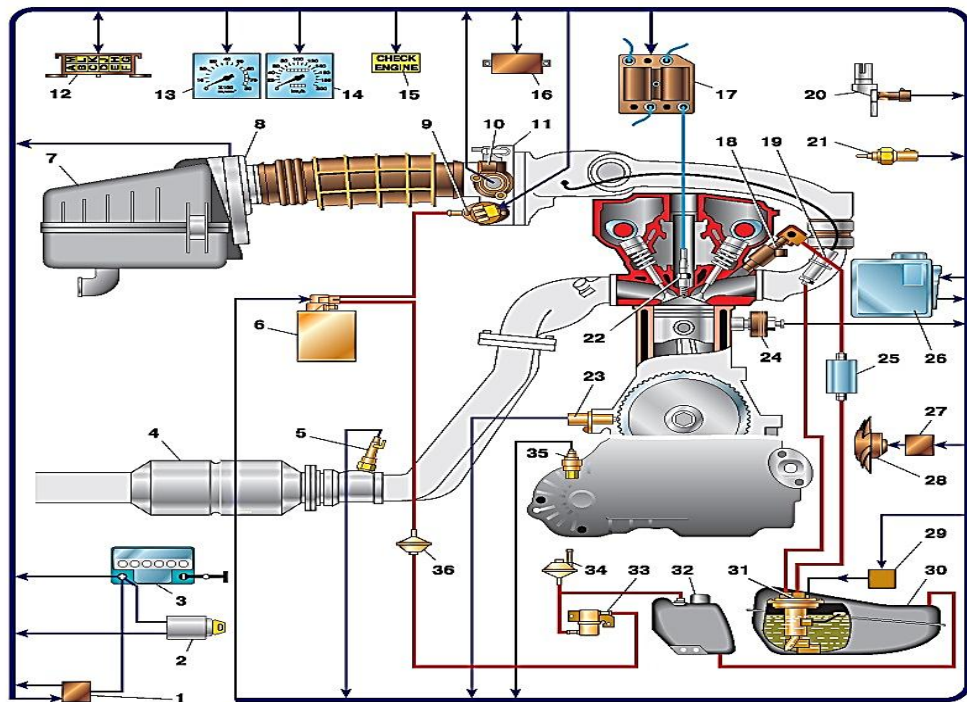


Рис. 4.1. Схема системы управления двигателем VAZ-21124

1 - реле зажигания; 2 - выключатель зажигания; 3 - аккумуляторная батарея; 4- нейтрализатор; 5 - датчик концентрации кислорода; 6 - адсорбер с электромагнитным клапаном; 7 - воздушный фильтр; 8 - датчик массового расхода воздуха; 9 - регулятор холостого хода; 10 - датчик положения дроссельной заслонки; 11 - дроссельный узел; 12 - колодка диагностики; 13 - тахометр; 14 - спидометр; 15 - контрольная лампа "CHECK ENGINE"; 16 - блок управления иммоби-лайзером; 17 - модуль зажигания; 18 - форсунка; 19 - регулятор давления топлива; 20 - датчик фаз; 21 - датчик температуры охлаждающей жидкости; 22 - свеча зажигания; 23 - датчик положения коленчатого вала; 24 - датчик детонации; 25 - топливный фильтр; 26 - контроллер; 27 - реле включения вентилятора; 28 - электровентиль системы охлаждения; 29 - реле включения электробензонасоса; 30 - топливный бак; 31 - электробензонасос с датчиком указателя уровня топлива; 32 - сепаратор паров бензина; 33 - гравитационный клапан; 34 - предохранительный клапан; 35 - датчик скорости; 36 - двухходовой клапан

На автомобилях, не имеющих клапана Шрёдера, для подключения манометра необходим (рис. 4.2,б) переходник. Для включения топливного насоса достаточно замкнуть соответствующие ножки на колодке реле топливного насоса; если напряжение к силовым контактам реле поступает от замка зажигания или другого реле, то необходимо также включить зажигание.

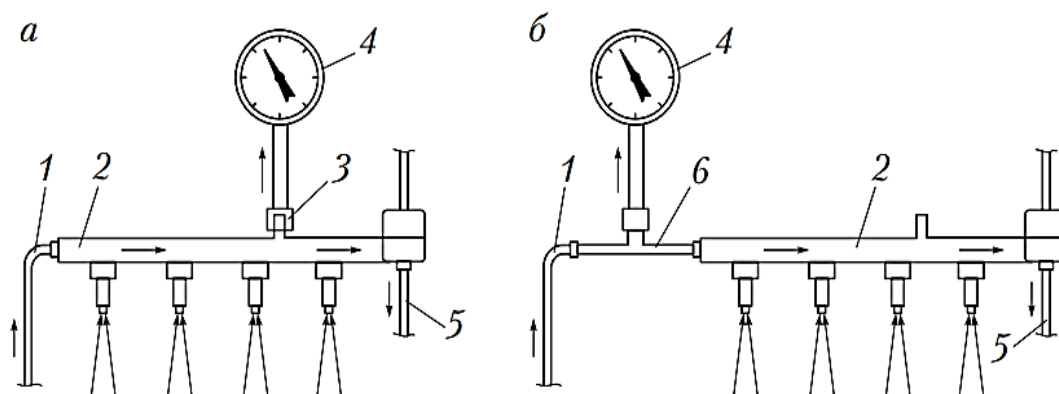


Рис. 4.2. Измерение давления в системах распределенного впрыска с клапаном Шрёдера (а) и без него (б)

1 - подающий трубопровод; 2 - топливораспределительная магистраль; 3 - золотниковый клапан Шрёдера; 4 - манометр; 5 - трубопровод обратного слива; 6 - адаптер-тройник

В том случае если оба описанных метода по каким-либо причинам не могут быть использованы, измерение давления осуществляется непосредственно на работающем двигателе или при прокрутке коленчатого вала стартером. Если измерение давления происходит при остановленном двигателе, то манометр будет показывать нерегулируемое давление в системе, которое обычно составляет 0,25...0,30 МПа. После запуска двигателя давление должно снизиться до 0,20...0,25 МПа, т.е. на величину разрежения во впускном коллекторе. Если полученное значение меньше указанного в технической документации, необходимо проверить регулятор давления и производительность топливного насоса. При давлении, большем рекомендованного, нужно проверить нет ли засорения регулятора и магистрали обратного слива.

Измерение количества подаваемого топливным насосом топлива производится по схеме (рис. 4.3.) т.е. с использованием топливопровода обратного слива. Для этого топливопровод обратного слива необходимо отсоединить от регулятора давления 2 и опустить в емкость вместимостью не менее 1,0...1,5 л. Мерную емкость можно расположить в любом удобном для расстыковки обратного топливопровода месте. Затем нужно включить топливный насос и измерить объем топлива, поступившего в мерную посуду за 30 с; в зависимости от типа системы он составляет 0,75...1,00 л.



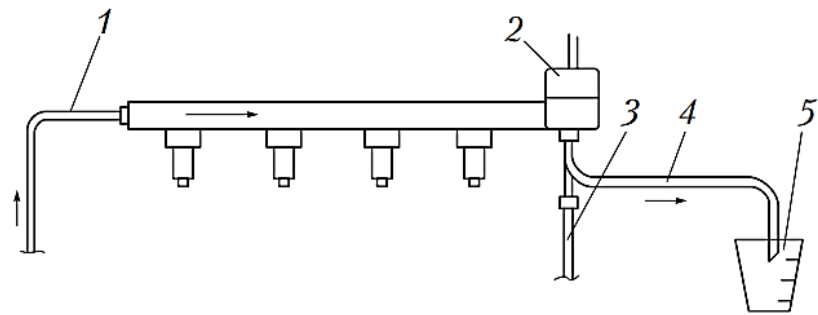


Рис. 4.3. Измерение производительности насоса в системах распределенного впрыска

1 -подающий топливопровод; 2 - регулятор давления; 3 - топливопровод обратного слива; 4 - шланг; 5 - мерная емкость

Если производительность насоса ниже данного интервала, нужно проверить топливный фильтр и подающую магистраль. При исправных фильтре и топливопроводе причиной недостаточной производительности насоса может быть разрыв или трещина в подающем топливопроводе или внутри бензобака (для насосов погружного типа).

Для проверки остаточного давления необходимо прогреть двигатель до рабочей температуры и выключить его. После 20-минутной паузы давление в системе не должно быть ниже 0,1 МПа. Более быстрое падение давления свидетельствует об утечке топлива, которая может происходить в регуляторе давления, обратном клапане бензонасоса, а также в пусковой и основных форсунках.[44],[42].

#### **Диагностирование системы зажигания**

Любая неисправность в системе зажигания, как в первичной, так и во вторичной цепи, определённым образом влияет на форму и параметры импульса высокого напряжения во вторичной цепи системы зажигания.

Таким образом, наблюдая осциллограмму (рис. 4.4.) высокого напряжения, можно комплексно продиагностировать систему зажигания. Зная нормальные параметры импульса зажигания, а также осциллограммы типовых неисправностей и видя при этом осциллограмму высокого напряжения исследуемой системы зажигания, можно выявить неисправности системы зажигания.

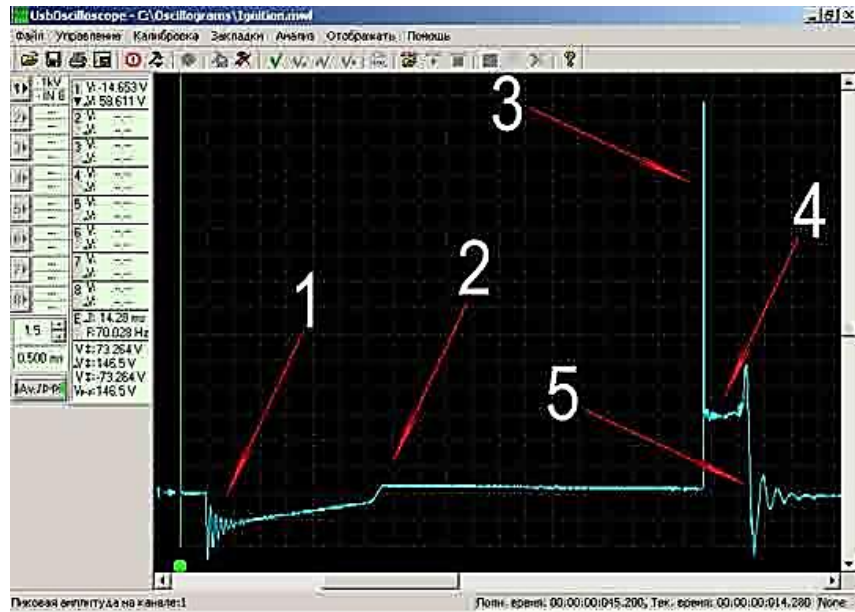


Рис. 4.4. Осциллограмма высокого напряжения системы зажигания

1. Начало накопления энергии в магнитном поле катушки зажигания (момент открытия силового транзистора коммутатора системы зажигания).

2. Момент перехода коммутатора системы зажигания в режим удержания энергии в магнитном поле (по достижении тока в первичной обмотке катушки зажигания равного около 8А, коммутатор переходит в режим стабилизации тока на этом уровне).

3. Пробой искрового промежутка и начало горения искры (момент закрытия силового транзистора коммутатора).

4. Участок горения искры.

5. Конец горения искры и начало затухающих колебаний. Во-вторых, необходимо наличие соответствующего электропитания KTS-650.

#### **Основные неисправности системы зажигания**

Умея читать осциллограммы, можно понять процессы происходящие в исправной и неисправной системах зажигания ДВС и быстро определить неисправность. Например:

а) Осциллограмма вторичного напряжения исправной системы зажигания (рис. 4.5.);

б) Осциллограмма при дефекте высоковольтных проводов (рис. 4.6.);

в) Типичный дефект катушки зажигания- межвитковое замыкание (рис. 4.7.);

г) Увеличен искровой зазор на свече зажигания (рис. 4.8.).

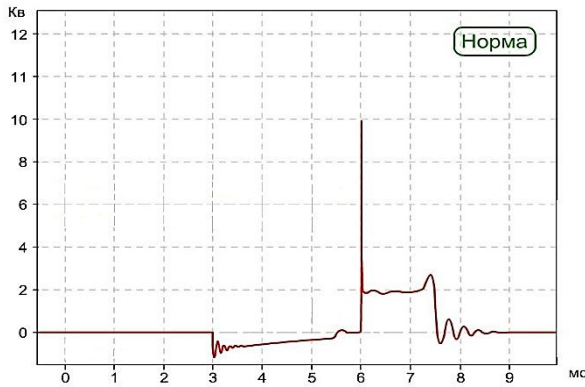


Рис. 4.5. Осциллограмма вторичного напряжения

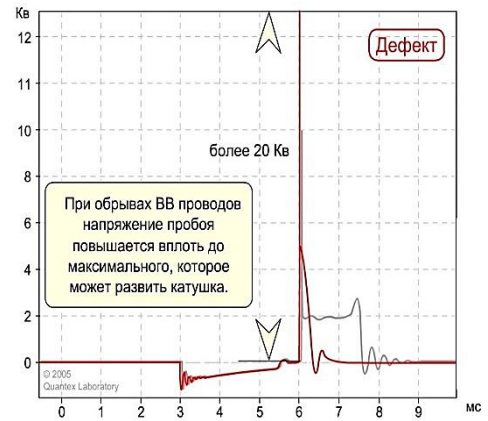


Рис.4.6. Осциллограмма при дефекте высоковольтных проводов



Рис. 4.7. Дефект катушки зажигания- межвитковое замыкание

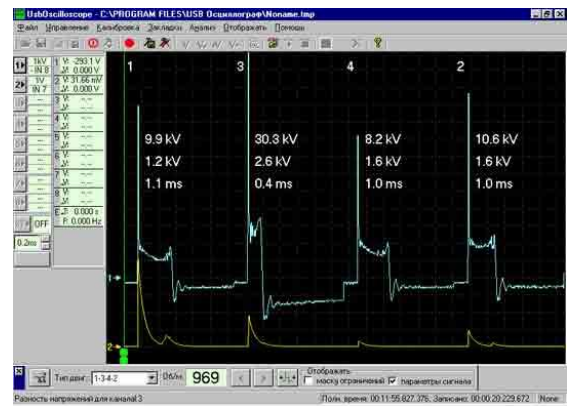


Рис. 4.8. Увеличен искровой зазор

Чётко видны отклонения формы и параметров импульса зажигания на 3-м цилиндре. Время горения плазмы меньше нормы, а напряжение пробоя искрового промежутка и напряжение горения плазмы увеличены.

В случае сильного загрязнения свечи зажигания, плазма горит не между ее электродами, а стекает по загрязнённому изолятору. Это вызывает снижение пробивного напряжения. Неисправность характерна повышенным напряжением горения в начале участка горения и его уменьшением к концу этого участка.[44],[42].

### Диагностирование впускного тракта

От состава топливоздушной смеси (её «качества») зависит не только максимальная мощность двигателя, но и его управляемость – излишний воздух, поступающий во впускной тракт, может стать причиной остановки двигателя.

Признаки подсоса воздуха во впускном коллекторе. Незначительные «излишки» воздуха могут никак не проявлять себя, так как они не способны

сильно изменить состав горючей смеси, и выявить их сможет только диагностика двигателя. Но при крупных повреждениях впускного тракта симптомами подсоса воздуха могут стать: это неустойчивая работа двигателя на холостом ходу, вплоть до его остановки; провалы при ускорении, причём при резком нажатии на педаль «газа» двигатель может опять же заглохнуть, особенно в начале движения ; возможно повышение рабочей температуры мотора из-за его работы на слишком бедной смеси. Следует заметить, что неравномерная работа двигателя «сглаживается» на средних и высоких оборотах, можно лишь отметить снижение тяговых качеств двигателя.

Как может «лишний» воздух поступать в цилиндры? Попадание избыточного воздуха в топливную смесь возможно не только непосредственно через нарушение прокладки впускного коллектора, но и через сопряжённые с ним детали. Подсос возможен через: уплотнения форсунок; прокладку ресивера; прокладку (уплотнительные кольца) корпуса дроссельной заслонки. Кроме того подсос возможен через повреждённый шланг вакуумного усилителя тормозов, а также через уплотнение его клапана (штуцера), вставленного в корпус усилителя. Более того при неправильной настройке свободного хода выключателя стоп-сигнала («лягушки») можно нарушить правильную работу самого усилителя, в результате чего будет избыточный забор воздуха во впускной коллектор.

**Поиск неисправности.** Трещины и разрывы воздушных шлангов можно увидеть и «невооружённым» глазом. Также можно проверить, насколько плотно соединены между собой детали. Нередко случается, что во время ремонта, например, не затянули как следует гайки крепления других узлов. Если видимых причин неисправностей нет, то очень эффективным является распыление из баллончика составов типа «Быстрый старт», изготовленных на основе эфира, вдоль стыков деталей. Процедуру нужно проводить на работающем двигателе. Эфир, попавший через щели в коллектор, вызовет изменения в работе мотора – его обороты должны кратковременно увеличиться. Наконец, вопрос о том, как можно обнаружить подсос воздуха во впускном коллекторе, легко разрешить, если у вас есть дымогенератор. С его помощью поиск мест нарушений герметичности не представляет особых проблем. «Накачав» дымом впускной тракт, можно визуально наблюдать, где нарушена целостность впускной системы – при этом лучше воспользоваться лампой (фонариком) синего цвета – в её свете становится более заметным.[41],[45].

### **4.3. Диагностирование системы вентиляции картера, вентилятора системы охлаждения, климат-контроля**

#### **Диагностирование системы вентиляции картера**

Для проверки работы системы вентиляции нужно снять на заведенном моторе крышку с заливной горловины. Если все исправно, то могут наблюдаться лишь отдельные «выстреливающие» капельки масла, либо

вообще не будет следов его появления. В противном случае из горловины будет выбрасываться моторное масло.

Если прикрыть отверстие рукой, то при исправной системе не должно чувствоваться какого-либо давления на нее, а когда система находится под избыточным давлением, то газ будет пытаться оттолкнуть ладонь и это усилие будет постепенно увеличиваться. Для проверки исправности клапана вентиляции, а он обычно расположен во впускном коллекторе, нужно отсоединить шланг от картера к клапану, завести мотор и закрыть пальцем освободившийся штуцер на клапане. Если клапан рабочий, то палец почувствует создание вакуума, а при снятии пальца со штуцера, последует характерный щелчок. В противном случае клапан требует замены. Нарушение работы клапана отражается на нарушении состава топливной смеси и сопутствующими проблемами.

### **Диагностирование вентилятора системы охлаждения**

Современные вентиляторы, в основном электрические. Проблема в проводке, датчиках, предохранителях и т.д. Среди основных неисправностей вентилятора можно выделить наиболее распространённые, когда вентилятор охлаждения:

- Не включается;
- Не выключается;
- Рано включается;
- Неправильно направляет потока воздуха.

Можно проконтролировать работу вентилятора несколькими способами. Если вентилятор не включился, возможно, он не получил необходимый сигнал. В этом случае, в первую очередь, проверяется вся цепочка передачи этого сигнала. Для этого с помощью тестера определяется, есть ли питающее напряжение. Если его нет, то проблема в перегоревшем предохранителе или плохом контакте.

Подавая напряжение на сам вентилятор, проверяется именно его исправность. Если он будет крутиться, значит, проблема не в нем.

При проверке температурного датчика, его провода отсоединяются и замыкаются между собой. Если проблема в нем, то вентилятор заработает. А если вентилятор не работает, значит его, скорее всего, нужно менять.

Если же вентилятор радиатора, наоборот, работает не останавливаясь, значит проблемы в термодатчике, замыкании проводов или в «залипании» контактов реле, когда его контакты не могут разомкнуться и напряжение для работы вентилятора продолжает подаваться.

Причиной постоянной работы вентилятора охлаждения также может стать термостат, отвечающий за поддержание оптимальной температуры двигателя. При превышении температуры антифриза более 90°C, открывается специальный клапан между большим и малым кругом системы охлаждения.

При поломке термостата этот клапан заклинивает, антифриз нередко движется только по малому кругу (не попадая в радиатор для остывания). В результате вентилятор будет всё время включён.

Определить эту проблему несложно. Если при ощупывании шлангов радиатора они будут холодными, а сам двигатель горячим, значит проблема в термостате. Обычно заклинивание клапана термостата можно решить, постучав по его корпусу. Если это не помогает, значит устройство необходимо снимать и менять.

Вентилятор может включаться раньше необходимости. Вероятнее всего это поломка термодатчика, который подлежит замене. Также надо учитывать типы датчиков. Они могут быть рассчитаны на разную температуру (так называемые «летние» и «зимние»). Они работают с учетом заданной температуры. Если используется «зимний» датчик, необходимо знать, что он запаздывает и включается немного позже.

В таком случае вентилятор включится до появления сигнала о перегреве. Данная ситуация нарушением не является. Если же вентилятор обдувает не двигатель, а радиатор, значит он неправильно установлен. Возможно, были спутаны клеммы при подключении или допущены ошибки. Так или иначе, необходимо произвести правильное переподключение вентилятора.

#### **Диагностирование климат-контроля.**

Как получить доступ к ошибкам и прочитать их на примере климат-контроля Фольксваген Пассат Б6.

Чтобы войти в режим отображения ошибок, нужно выключить зажигание, нажать одновременно кнопки рециркуляции воздушного потока и «ECON». Включить зажигание (должны загореться лампочки на приборной панели), продолжая удерживать кнопки зажатыми несколько секунд. Отпустить кнопки – должно включиться тестирование Климатроника, которое длится секунд 20 – 25. После этого на дисплее с левой стороны отобразится трёхзначный буквенно-цифровой код ошибки, справа – три нуля.

Нажатием кнопок, регулирующих скорость вращения притяжного вентилятора, можно пролистывать ошибки. Чтобы стереть ошибки, достаточно нажать «ECON», удерживая кнопку на протяжении 3 секунд. Однократное нажатие этой кнопки переведёт климат-систему в обычный режим индикации. Отметим, что функция самодиагностики не выявляет непосредственную проблему – она только указывает на источник появления неисправности, занося в память соответствующую запись. Рассмотрим, как следует интерпретировать коды ошибок, высвечиваемых на дисплее с левой стороны:

119 – проблема с датчиком, отслеживающим скорость движения ТС;

214 – ошибка измерения напряжения электропитания КК;

21А – ошибка, связанная с несоответствием опорного напряжения номинальным параметрам;

- 510 – неисправен температурный датчик главного (центрального) дефлектора;
- 511 – не работает температурный датчик дефлектора обдува ног;
- 30B – неисправность датчика, измеряющего температуру вне транспортного средства;
- 311 – проблемы с температурным датчиком центральной (передней) панели;
- 313 – неработающий датчик, измеряющий температуру воздуха внутри приточного канала;
- 318 – неисправность датчика, ответственного за измерения давления в контуре Климатроника;
- 31C – неисправен датчик, измеряющий температуру вентилятора;
- 31D – проблемы в работе фотодатчика, ответственного за определение интенсивности излучения солнца;
- 332 – поломка температурного датчика, установленного на выходе испарителя;
- 333 – неработающий датчик высокого давления;
- 382 – отсутствует управляющий сигнал, поступающий на компрессор климат-контроля;
- 4F7 – проблемы в работе исполнительного электродвигателя, управляющего заслонкой регулировки температуры воздуха;
- 4F8 – ошибки в работе исполнительного электродвигателя, управляющего центральной заслонкой;
- 4F9 – ошибка, связанная с работой приточного вентилятора, обеспечивающего нагнетание воздуха в систему;
- 4FA – не работает исполнительный электродвигатель, управляющий заслонкой воздухозаборника;
- 4B6 – ошибка отсутствия сигнала, дающего старт отсчёту времени режима «зажигание выключено»;
- 25B – проблемы с функционированием исполнительного электродвигателя, управляющего заслонками размораживателя и обдува ног;
- 62E – отсутствует сигнал температуры ОЖ;
- 538 – проблемы в работе шины данных-комфорт;
- 53D – не работает БУ комбинации приборов (локализация – шина CAN-комфорт);
- 513 – ошибка в работе диагностического интерфейса (локализация – шина данных);
- 4AE – неправильная версия программного обеспечения, обслуживающего шину данных-комфорт;
- 414 – неверная кодировка блока управления;
- 43F – климат-контроль не в состоянии обеспечить базовые установки работы;
- 444 – отсутствие ошибок.

На основании полученных данных диагностики можно определить, неисправность климат-контроля и принять меры к устранению проблем.[45],[26].

#### 4.4. Диагностирование системы круиз-контроля

Система круиз-контроль поддерживает скорость автомобиля электродвигателем, связанным с тросом газа. Система круиз-контроль оснащена блоком управления, выключателем на педали тормоза, контрольных переключателей и датчиком частоты вращения. Рассмотрим диагностику работоспособности системы круиз-контроль на примере автомобиля Toyota Avensis.

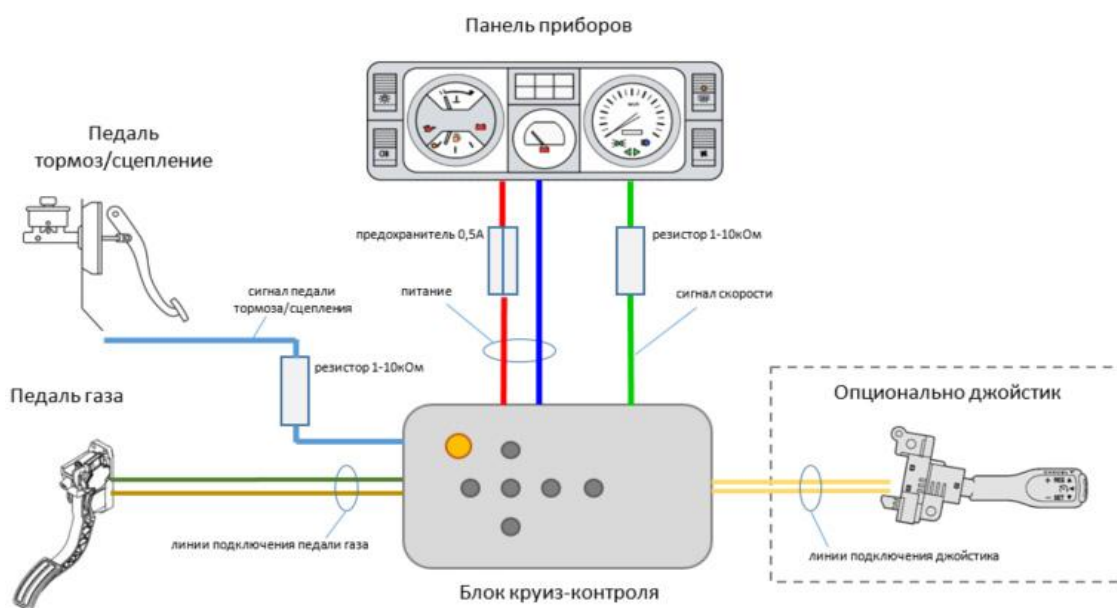


Рис. 4.9. Схема устройства системы круиз-контроля автомобиля Toyota Avensis

Общие проверки, по которым можно определить неисправности:

1. Без ключа (при поданном на КК питании) горит красный светодиод;
2. При включении зажигания красный светодиод гаснет (педаль тормоза/сцепления не нажата);
3. При включенном зажигании и нажатой педали тормоза/сцепления красный светодиод загорается;
4. При отпуске педали тормоза (и сцепления) красный светодиод гаснет;
5. При включенном зажигании и ненажатой педали тормоза (и сцепления), при нажатии Set, On/Off (на джойстике) или кнопок А,В должен загораться зеленый светодиод (если в этот момент двигатель заведен – КК немного поднимет обороты относительно холостых, до 1000-1200 об/мин.



Диагностика устройств круиз-контроля: датчика скорости, контрольного модуля системы круиз-контроль, модуля ССМ контролирующего все функции автоматического контроля скорости, привода системы круиз-контроль, главного переключателя CRUISE, переключателя SET/RESUME, индикатора главного переключателя CRUISE производятся с применением сканера. Неисправностям присваиваются коды, которые сохраняются в ЭБУ двигателя. Круиз-контроль не будет работать в случае наличия каких-либо неисправностей в двигателе или АККП.

Диагностика электронных систем управления производится с применением мотортестера с цифровым осциллографом и возможностями анализа полученных графиков.[26].

#### **4.5. Диагностирование системы впрыска**

##### **Общее диагностирование**

Для более полного изложения рассматриваемого ниже материала на рис. 4.10. приводится в качестве примера схема электронной системы впрыска бензина Motronic.

В эту систему могут поступать следующие данные:

- включено или выключено зажигание;
- положение распределительного вала;
- частота вращения коленчатого вала;
- скорость движения автомобиля;
- диапазон изменения передаточного отношения (в случае наличия автоматической трансмиссии);
- номер включенной передачи;
- информация о включении кондиционера;
- напряжение аккумуляторной батареи;
- температура воздуха на впуске;
- расход воздуха;
- угловое положение дроссельной заслонки;
- напряжение сигнала кислородного датчика;
- сигнал датчика детонации.

Входные каскады ЭБУ осуществляют подготовку поступивших от датчиков сигналов, характеризующих режимные параметры, микропроцессор обрабатывает эти данные, определяет рабочий режим двигателя и производит расчет параметров необходимых управляющих сигналов, которые передаются на входные каскады усиления, а затем поступают к исполнительным устройствам. Исполнительные устройства воздействуют на системы питания и зажигания, обеспечивая точное дозирование топлива и оптимальный момент зажигания. Установленный с торца распределительной магистрали регулятор давления топлива 4 поддерживает в системе постоянное давление впрыска топлива и осуществляет слив его излишек в

топливный бак 27. Этим обеспечивается циркуляция топлива в системе и исключается образование паровых пробок.

Основу системы составляет ЭБУ 12. Количество впрыскиваемого топлива, определяемое временем открытия электромагнитной форсунки 5, зависит от сигнала, подаваемого ЭБУ.

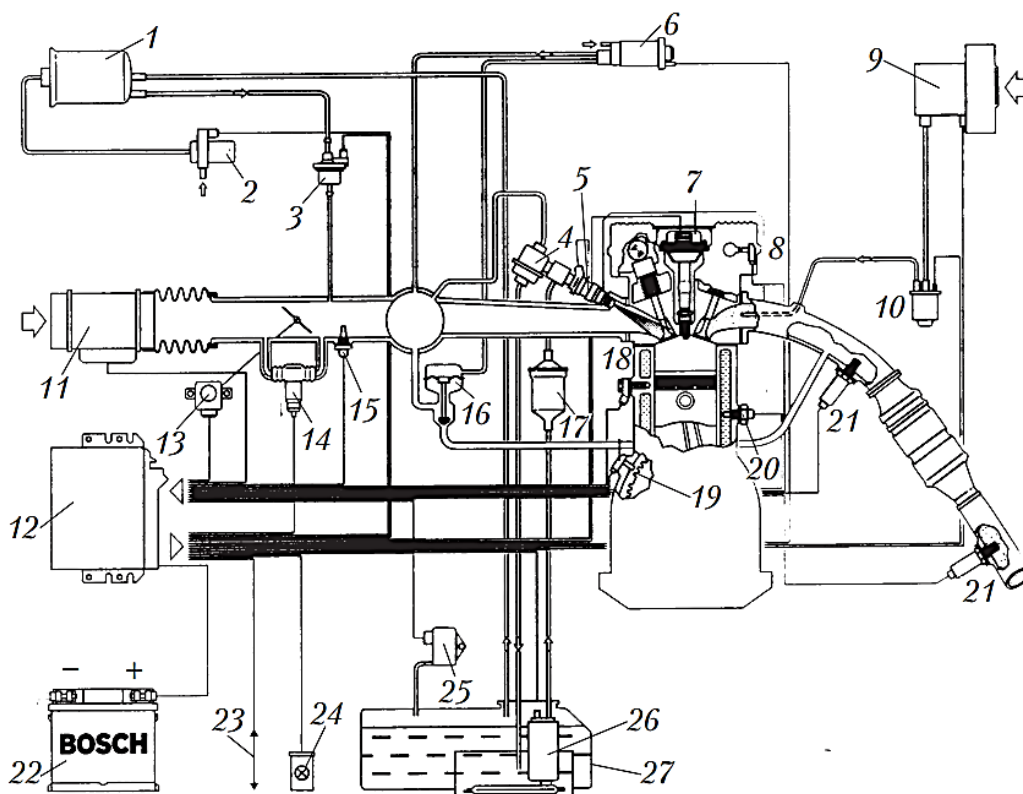


Рис. 4.10.Схема электронной системы Motronic с встроенной системой диагностики

1- адсорбер; 2- клапан впуска воздуха; 3 - клапан регенерации продувки; 4 - регулятор давления топлива; 5 - электромагнитная форсунка; 6 - регулятор давления; 7 - катушка - свеча зажигания; 8 - датчик фазы; 9 - вспомогательный воздушный насос для подачи дополнительных порций воздуха; 10 - вспомогательный воздушный клапан; 11 - расходомер воздуха; 12 - ЭБУ; 13 - датчик положения дроссельной заслонки; 14 - клапан дополнительной подачи воздуха (регулятор холостого хода); 15 - датчик температуры воздуха; 16 - клапан системы рециркуляции отработавших газов; 17 - топливный фильтр; 18 - датчик детонации; 19 - датчик частоты вращения коленчатого вала; 20 - датчик температуры охлаждающей жидкости; 21 - лямбда-зонды (кислородные датчики); 22 - аккумуляторная батарея; 23 - диагностический разъем; 24 - диагностическая лампочка; 25 - датчик дифференциального давления; 26 - электрический топливный насос в топливном баке; 27 - топливный бак

Основным параметром, определяющим дозировку топлива, является объем всасываемого воздуха, измеряемый расходомером воздуха 11. Топливо из распределительной магистрали поступает к электромагнитным форсункам. Впрыск топлива через форсунки, в зависимости от особенностей системы впрыска, может быть параллельным (топливо впрыскивается одновременно всеми форсунками) и последовательным (топливо впрыскивается по порядку работы двигателя перед тактом впуска, аналогично работе системы зажигания). Независимо от положения клапана впуска воздуха 2 форсунки впрыскивают топливо за один или два оборота коленчатого вала двигателя (за цикл, за два такта). Если впускной клапан в момент впрыска закрыт, топливо накапливается в пространстве перед клапаном и поступает в цилиндр при следующем его открытии одновременно с воздухом.

Длительность впрыска определяется блоком управления двигателем.

Клапан дополнительной подачи воздуха 14, установленный в воздушном канале, выполненном параллельно дроссельной заслонке, подает в двигатель дополнительный объем воздуха при холодном пуске и прогреве двигателя, что приводит к увеличению частоты вращения коленчатого вала. Для ускорения прогрева повышают частоту оборотов холостого хода (более 1000 об/мин).

При запуске холодного двигателя в цилиндры поступает повышенное количество топлива, в то время как дроссельная заслонка прикрыта и воздуха для работы двигателя недостаточно. В это время по сигналу ЭБУ открывается клапан дополнительной подачи воздуха, подающий воздух во впускной трубопровод, минуя дроссельную заслонку, что обеспечивает устойчивую работу двигателя во время прогрева.

Повышение надежности системы впрыска, а также предупреждение отказов и неисправностей достигается использованием функций электронного обеспечения работы двигателя, что позволяет не только оптимально управлять рабочими процессами впрыска, но и осуществлять диагностирование технического состояния системы как подключением диагностического оборудования, так и с использованием встроенных функций самодиагностики.

Считывание кодов неисправностей производится сканером (тестером), подсоединяемым к диагностическому разъему 23.

Распознавание неисправности происходит при непрерывном цикловом процессе сравнения показателей датчиков и систем на любых режимах работы с заложенными в блоке управления матрицами рабочих значений данных параметров (частота цикла на автомобилях различных производителей может отличаться). Несоответствие полученного рабочего значения требуемому для заданного режима работы распознается как неисправность, о чем водителя оповещает характерный сигнал на рабочей панели автомобиля.

### **Проверка рабочих форсунок**

Точная проверка работоспособности форсунок и электронной системы

впрыска может быть произведена с помощью мотор-тестера или осциллографа по продолжительности открытия форсунки в зависимости от режима работы двигателя. Типичные формы импульсов открытия клапана форсунки, которые делятся от 1 до 14 мс, показаны на рис. 4.11.

На сигнал открытия форсунки в системе впрыска без дополнительной пусковой форсунки накладывается дополнительный импульс во время пуска холодного двигателя (рис. 4.11. б). Продолжительность импульса при запуске и на холостом ходу двигателя обычно больше, чем при работе двигателя с небольшими нагрузками при низкой частоте вращения коленчатого вала, но меньше, чем при увеличении частоты и полном открытии дроссельной заслонки или резком увеличении частоты вращения.

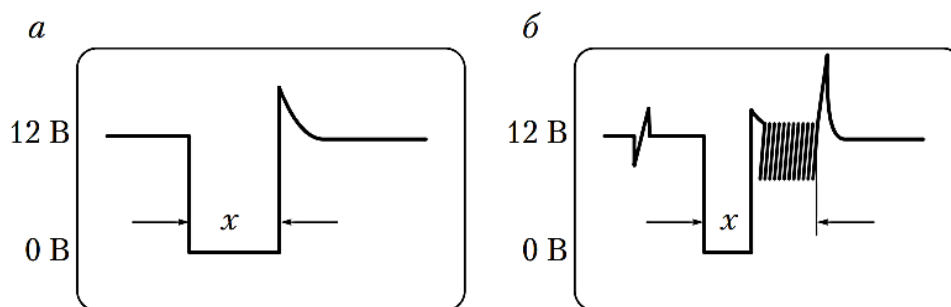


Рис. 4.11. Формы импульсов при работе форсунки электронной системы впрыска

с дополнительной (а) и без дополнительной пусковой форсунки запуска холодного двигателя (б): *x* — продолжительность открытия форсунки

Стенд для проверки и очистки форсунок бензиновых двигателей (рис. 4.12.) представляет собой комплекс устройств и принадлежностей для обслуживания элементов системы впрыска бензинового двигателя.

Проверку форсунок осуществляют визуально через стекло мензурок по числу тестируемых форсунок (4, 6 или 8).

Факел распыла должен быть четким, без отклонений.

Внутренний диаметр мензурки подобран таким образом, чтобы было обеспечено максимально возможное уменьшение завихрения факела. Это позволяет наблюдать за процессом впрыска и формированием факела. Для качественного наблюдения за факелом впрыска предусмотрена специальная подсветка мензурок группой светодиодов белого света.

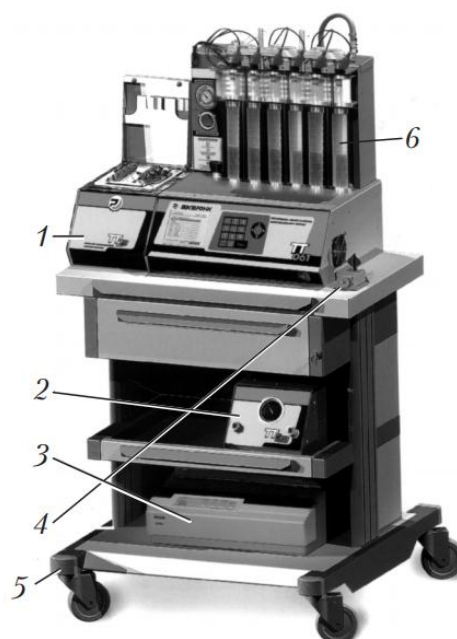


Рис. 4.12. Общий вид стэнда ТТ-Ортіма для проверки и очистки форсунок бензиновых двигателей

1 - установка для проверки и очистки форсунок ультразвуковым методом; 2 - модуль химической промывки элементов двигателя; 3 - принтер с портом; 4 - приспособление для извлечения микрофильтров из форсунок; 5 - передвижная стойка; 6 - мензурки

Контроль производительности (рис. 4.13.) и факела форсунок (рис. 4.14.) осуществляется по шкале мензурок.

Заправка стэнда тестовой жидкостью осуществляется через заливную горловину. В гидросистеме два электронасоса, один из которых служит для откачки тестовой жидкости из форсунок, рампы и магистрали обратно в бак. Моющие характеристики достигаются применением генератора, формирующего оптимальную частоту специального излучателя.

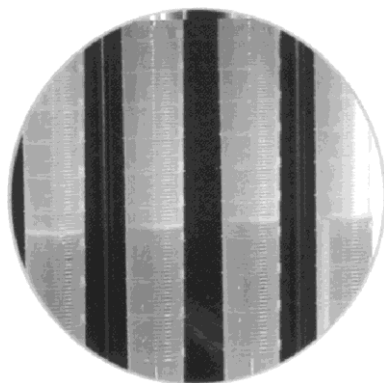


Рис. 4.13. Проверка производительности форсунки



Рис. 4.14. Проверка факела форсунки

При проверке и очистке форсунок следует производить замену их топливных фильтров, так как фильтры выполнены из нейлона и имеют ячейки в несколько микрометров, поэтому, как правило, засоряются, а очистке не подлежат; заменяют также защитные колпачки форсунок, так как на них образуются отложения микрочастиц углерода, и уплотнительные кольца форсунок.[45],[46].

#### 4.6. Диагностирование АБС

Перечень операций диагностики антиблокировочных систем следующий:

1. При наличии тормозной системы с пневмоприводом проверить наличие соответствующего функционирования регулятора давления. Давление отсечки считается достигнутым, когда регулятор с характерным звуком выпускает воздух в атмосферу. Давление включения считается достигнутым, когда клапан выпуска воздуха в атмосферу закрыт. Проверить наличие соответствия давления отсечки и давления включения регулятора давления требованиям производителя.

2. При наличии тормозной системы с гидроприводом сначала определить, возникли ли неисправности в тормозной системе или в антиблокировочной системе. Для этого выключить реле питания АБС и проверить работу тормозной системы с гидроприводом при дорожных испытаниях.

3. Проверить колесные датчики. Для этого поддомкратить проверяемое колесо, на суппорте тормоза которого, установлен колесный датчик, а затем при вращении колеса измерить сигнал с датчика. Напряжение сигнала (амплитуда его) должна быть не менее 0,1 вольта. Если напряжение менее 0,1 вольта, то в месте измерения следует проверить исправность и чистоту разъемов, а также зазоры в ступицах колес. Проверить визуально роторы (индукторы) колесных датчиков на отсутствие их повреждения или загрязнения. Следует проверить сопротивление колесных датчиков, причем оно должно быть в пределах 800-900 Ом. Проверить также зазор между датчиком и ротором, который должен быть в пределах 1,5 — 2 мм.

4. Проверить отсутствие окисления и несоответствующего контакта всех разъемов АБС.

5. Проверить электрические кабели АБС на отсутствие обрыва, замыкания на массу, замыкания на источник напряжения, замыкания проводов между собой. При необходимости проверить сопротивление изоляции проводов с помощью мегомметра. Сопротивление изоляции проводов должно быть не менее 20000 Ом.

6. Проверить отсутствие несоответствующего соединения компонентов (шлангов, трубопроводов, датчиков, модуляторов и др.) АБС с его электронным блоком управления.

7. Проверить отсутствие дефектов АБС с помощью сигнальной лампы, как показано в табл. 4.1.

Таблица 4.1. Диагностика АБС автомобиля с использованием сигнальной лампы

Условия выявления дефектов	Наличие дефекта АБС	Отсутствие дефекта АБС
Зажигание выключено	Сигнальная лампа горит	Сигнальная лампа не горит
Зажигание включено, но ДВС не работает	Сигнальная лампа горит 0,5 сек. После чего гаснет, либо не горит	Сигнальная лампа горит
ДВС работает	Сигнальная лампа горит или загорается примерно через 20 сек. после начала работы ДВС	Сигнальная лампа не горит
При движении автомобиля происходит торможение	Сигнальная лампа загорается или мигает	Сигнальная лампа не горит

8. Проверить электронный блок управления. При этом сначала проверить наличие соответствующего электропитания на нем. Затем проверить отсутствие кодов дефектов в памяти ЭБУ. При необходимости проверить наличие соответствующих входных и выходных сигналов ЭБУ при подаче на его разъем тестовых сигналов с помощью соответствующего диагностического контроллера или проверить ЭБУ с помощью его временной замены на заведомо исправный.

9. Проверить работу реле гидронасоса, реле электромагнитных клапанов (при наличии гидравлической тормозной системы).

10. Проверить с помощью контрольного манометра и тестера (например, источника питания и генератора эталонных сигналов) наличие соответствующего функционирования клапанов, модуляторов, датчиков АБС [44].

#### 4.7. Диагностирование АКПП

Перечень предварительных диагностических операций следующий:

1. Проверить отсутствие горения ламп сигнализирующих о наличие дефектов в АКПП при работающем ДВС;
2. Проверить отсутствие течи масла из АКПП;
3. Проверить отсутствие несоответствующего состояния и фиксации рычага селектора;

4. Проверить наличие соответствующего уровня масла в КПП. При этом на щупе следует проверить наличие соответствия уровня масла температуре АКПП. На щупе, который вставляется в заливную горловину имеются метки как для непрогретой так и для прогретой до рабочей температуры ГМКПП. Для полного прогрева АКПП должна проработать в течение 15 минут. При низком уровне масла гидротрансформатор не развивает расчетного крутящего момента, а завышенный уровень масла приводит к сильному пенообразованию. Температура масла в гидротрансформаторе должна находиться в пределах 60—90°С (при температуре ниже 60°С происходит пенообразование, а выше 90°С снижается крутящий момент);

5. Проверить отсутствие несоответствующего состояния масла в АКПП. Наличие посторонних частиц или запаха гари свидетельствует о наличии дефектов элементов АКПП (дефектов дисков, износе корпуса гидроблока, дефектов уплотнений, дефектов электромагнитных клапанов);

6. Проверить отсутствие засорения фильтра АКПП;

7. Проверить при нажатой педали тормоза переключением селектора на 1—2 секунды в каждый из режимов («N», «P», «D», «R»), наличие характерных слабых толчков АТС, которые свидетельствуют о включении режимов. Проверить отсутствие несоответствующего шума в АКПП;

8. Проверить отсутствие самопроизвольного движения автомобиля при нахождении селектора в положении «N»;

9. Проверить наличие соответствующего давления в гидросистеме с применением средства измерения. Давление масла на входе в АКПП обычно должно быть 0,15—0,20 МПа, причем его снижение отрицательно сказывается на развиваемом АКПП крутящем моменте;

10. Проверить наличие соответствующей работы датчика для контроля частоты вращения;

11. Проверить наличие соответствующей работы электромагнитных клапанов;

12. Проверить при проведении контрольной поездки работу АКПП. Так при разгоне автомобиля при плавном нажатии на педаль управления подачей топлива переключение передач в АКПП должно происходить без резкого повышения оборотов коленчатого вала ДВС.

При этом контроль оборотов ДВС следует выполнять при помощи тахометра. Проверить при проведении контрольной поездки отсутствие следующих дефектов АКПП: отсутствие движения на передачах; стуки при трогании с места; нечеткое или затяжное переключение передач; рывки при движении; переключение передач при несоответствующей скорости движения; шум АКПП при переключении передач или при работе на передачах, перегрев АКПП. Проверить работу АКПП в режиме «кик-даун».

Примечание.

1. При необходимости следует проверить с применением средств измерений производительность гидронасоса и давление в гидросистеме,



давление в момент переключения передач, давление срабатывания предохранительного клапана.

2. При необходимости проверяется сопротивление электромагнитных клапанов переключения передач, которое зависит от конструкции ГМКПП и примерно составляет 15—24 Ом, а также электромагнитного клапана регулятора давления масла, которое примерно составляет 6—10 Ом.

3. При необходимости следует демонтировать гидроблок и прочистить его каналы и клапаны.

### **Диагностирование АКПП: переключения передач при работе**

Дефекты АКПП выявляются при их работе, причем по внешним проявлениям. Необходимо отметить, что работа АКПП зависит от чистоты масла (от отсутствия попадания механических включений в масло), уровня, температуры и давления масла, герметичности соединений всасывающих и нагнетательных магистралей, от отсутствия засорения фильтра.

При низком уровне масла гидротрансформатор не развивает расчетного крутящего момента, а завышенный уровень приводит к сильному пенообразованию. Температура масла в гидротрансформаторе должна находиться в пределах 60—90°C (при температуре его ниже 60°C происходит пенообразование, а при температуре выше 90°C снижается крутящий момент). Давление масла на входе в гидротрансформатор обычно составляет 0,15—0,20 МПа, причем его снижение отрицательно сказывается на развиваемом АКПП крутящем моменте. Нарушение герметичности магистралей и засорение фильтра ухудшают работу АКПП.

Для выявления причин дефектов АКПП в необходимых случаях их следует демонтировать и разобрать. Приводятся ниже возможные дефекты и возможные причины.

### **Дефект — отсутствие движения**

Возможные причины дефекта следующие:

1. Недостаточное количество или несоответствующее состояние масла в АКПП;
2. Неисправность гидротрансформатора (дефект шлицевого соединения, дефект лопаток, нарушение герметичности);
3. Неисправность электрогидравлических клапанов;
4. Неисправность регулятора;
5. Несоответствующее состояние фрикционных дисков муфт;
6. Несоответствующее состояние поршней муфт;
7. Несоответствующее состояние манжет поршней и/или уплотнительных колец муфт;
8. Несоответствующее состояние планетарных передач (шлицевого соединения, шестерен), а также других передач;
9. Несоответствующее состояние селектора;
10. Неисправность маслососа или предохранительного клапана, редукционного клапана;

11. Несоответствующее состояние магистралей (течь, засорение, подсос воздуха) предназначенных для рабочей жидкости засорение сетки фильтра маслонасоса.

**Дефект — самопроизвольное движение (в положении Р или N)**

Возможные причины дефекта следующие:

1. Несоответствующее состояние селектора;
2. Несоответствующее состояние фрикционных дисков муфт;
3. Несоответствующее состояние поршней муфт.

**Дефект — не работает передача заднего хода**

Возможные причины дефекта следующие:

1. Неисправность электрогидравлического клапана;
2. Несоответствующее состояние поршней муфт;
3. Несоответствующее состояние фрикционных дисков муфт;
4. Несоответствующее состояние манжет поршней и/или уплотнительных колец муфт.

**Дефект — АТС останавливается при переключении передач или не развивает оборотов**

Возможные причины дефекта следующие:

1. Неисправное состояние двигателя;
2. Неисправность электрогидравлических клапанов;
3. Несоответствующее состояние фрикционных дисков муфт;
4. Несоответствующее состояние магистралей (течь, засорение, подсос воздуха) предназначенных для рабочей жидкости, засорение сетки фильтра маслонасоса;
5. Недостаточное количество или несоответствующее состояние масла в АКПП;
6. Неисправность маслонасоса или его клапанов (редукционного, предохранительного).

**Дефект — передачи переключаются с ударами**

Возможные причины дефекта следующие:

1. Несоответствующее состояние фрикционных дисков муфт;
2. Недостаточное количество или несоответствующее состояние масла в АКПП;
3. Неисправность масляного насоса или его клапанов (редукционного, предохранительного);
4. Несоответствующее состояние магистралей (течь, засорение, подсос воздуха) для рабочей жидкости, засорение сетки фильтра маслонасоса;
5. Неисправность электрогидравлических клапанов;
6. Несоответствующее состояние поршней муфт;
7. Несоответствующее состояние манжет поршней и/или уплотнительных колец муфт.

**Дефект — пробуксовка АКПП при работе**

Возможные причины дефекта следующие:

1. Недостаточное количество или несоответствующее состояние масла;

2. Несоответствующее состояние магистралей (течь, засорение, подсос воздуха) предназначенных для рабочей жидкости засорение сетки фильтра маслонасоса;

3. Неисправность маслонасоса или его клапанов (редукционного, предохранительного);

4. Неисправность гидротрансформатора;

5. Несоответствующее состояние фрикционных дисков муфт;

6. Несоответствующее состояние поршней муфт;

7. Несоответствующее состояние механизма блокировки гидротрансформатора.

**Дефект — АКПП шумит при нахождении селектора в положении «нейтраль»**

Возможные причины дефекта следующие:

1. Износ подшипников;

2. Несоответствующее состояние муфт;

3. Неисправность гидротрансформатора;

4. Неисправность маслонасоса;

5. Несоответствующее состояние планетарных и других передач.

**Дефект — передачи переключаются при несоответствующей скорости движения**

Возможные причины дефекта следующие:

1. Неисправность регулятора или датчика контроля частоты вращения (при наличии в конструкции АКПП);

2. Недостаточное количество или несоответствующее состояние масла в АКПП;

3. Неисправность маслонасоса или его клапанов (редукционного, предохранительного);

4. Неисправность электрогидравлических клапанов;

5. Несоответствующее состояние магистралей (течь, засорение, подсос воздуха) предназначенных для рабочей жидкости, засорение сетки фильтра маслонасоса;

6. Несоответствующее состояние фрикционных дисков муфт;

7. Несоответствующее состояние поршней муфт;

8. Несоответствующее состояние манжет поршней и/или уплотнительных колец муфт;

9. Несоответствующее состояние механизма блокировки гидротрансформатора.

**Дефект — течь масла из КПП**

Возможные причины дефекта следующие:

1. Засорение фильтра в КПП;

2. Недостаточное количество или несоответствующее состояние масла в КПП;

3. Несоответствующее состояние уплотнений в АКПП;

4. Наличие механического повреждения АКПП.[44],[43].

## **Контрольные вопросы для закрепления**

1. Каков перечень предварительных диагностических операций при диагностировании АКПП?
2. Для чего нужен режим закрытого цикла (с обратной связью по датчику кислорода)?
3. Причины дефекта АККП при самопроизвольном движении (в положении Р или N).
4. Как осуществить диагностику АБС с помощью сигнальной лампы?
5. Что может являться причиной недостаточной производительности бензонасоса при исправных фильтре и топливопроводе?
6. Какую роль играет датчик концентрации кислорода в режиме закрытого цикла?
7. Какого вида неисправность в датчике температуры труднее всего определить программными средствами?
8. Какую роль играет датчик концентрации кислорода в функционировании системы впрыска топлива?
9. Как влияет изменение уровня сигнала датчика концентрации кислорода на процесс впрыска топлива?
10. В каком режиме работы системы датчик концентрации кислорода не влияет на впрыск топлива?

## Глава 5. Считывание диагностических кодов

### 5.1. Структура кодов и ошибок на автомобилях Toyota, Honda, ВАЗ

Руководствуясь данными стандартов OBD-II и EOBD коды всех возможных ошибок являются алфавитно — цифровыми, обычно они содержат в себе пять основных символов, например, P0331. Первый символ — буква, которая указывает на систему, в которой произошла неисправность. Второй символ — цифра указывает, как определен код: с помощью SAE или производителем автомобиля. Остальные три цифры указывают характер неисправности (рис. 5.1.) [18].



Рис. 5.1. Состав и строение кодов и ошибок неисправностей

В стандартах OBD-II и EOBD принято использование следующего обозначения – это первого символа в виде латинской буквы впереди четырех чисел в последующем обозначении. Латинские буквы в данном случае применяются для обозначения отдельного вида электронной системы автомобиля. На сегодняшний день их всего 4 [19]:

- Символ B (body) — неисправности электроники корпусной;
- Символ C (chassis) — неисправности электроники шасси;
- Символ P (powertrain) — неисправности ЭСАУ в силовых агрегатах;
- Символ U (undefined) — используется в тех случаях когда диагностическая установка не в состоянии определить тип электронной системы, то есть в том случае, когда база данных диагностической установки очень мала по объему и в нее не вошли коды неисправностей отдельных систем, например таких как Систем Климат-контроль, Круиз-контроль или

охранной системы – в случае когда система сигнализации устанавливается не заводом – изготовителем самого автомобиля, а именно не оригинальная охранная система. Такое возникает тогда, когда владельцы автомобилей устанавливают на автомобиль охранные системы самостоятельно не проверяя их производителя, выбирая наиболее дешевого, а также и качество их изготовления.

На сегодняшний день используются не все из возможных кодов неисправностей – многие из них находятся в резервированном массиве, хранящемся в стандарте SAE.

Второй последующий символ – это цифра может варьироваться в диапазоне значений 0, 1, 2, или 3.

0 - означает, что код ошибки введен из резерва SAE; цифра

1 - указывает на то, что код введен заводом-производителем;

2 и 3 зарезервированы для дальнейшего использования в системе SAE.

Третий символ – это цифры, варьирующиеся в диапазоне от 0 до 9 и

указывающие на подсистему, в которой обнаружена неисправность.

1,2 - системы питания и охлаждения двигателя;

3 - системы зажигания;

4 - системы контроля за токсичными выбросами;

5 - системы контроля оборотов двигателя;

6 - БЭУ;

7,8- агрегаты трансмиссия;

9, 0 - неисправности систем зарезервированных за SAE.

Последние две цифры в коде ошибки указывают на конкретную причину неисправности. Например, неисправности различных датчиков, исполнительных механизмов, электронных и электрических цепей и другие.

## 5.2. Считывание кодов неисправностей

Рассмотри код ошибки автомобиля *Toyota P0113* с учетом описания изложенного выше получаем: P – это неисправность систем управления силовыми агрегатами, 0 — код установлен и зарезервирован в SAE, 1 - это неисправность возникшие соответственно в системах подачи топлива и воды и последние 2 цифры соответственно 13 – это высокий уровень сигнала датчика температуры воздуха во впускном коллекторе [22].

Код ошибки автомобиля *Honda B0625*: B – это неисправность, возникшая в корпусной электронике, 0 – код установлен и зарезервирован в SAE, 6 – неисправность, полученная с датчиков на блок ЭБУ, 25 – Обрыв проводки или неверные параметры, поступающие на блок управления от подушек безопасности, установленных со стороны переднего пассажира [25].

Код ошибки автомобиля *VAZ C0665*: C – это неисправность, возникшая в системе шасси автомобиля, , 0 – код установлен и зарезервирован в SAE, 6 – неисправность, полученная с датчиков на блок ЭБУ, 65 - Цепь измерителя бокового ускорения неисправна [24].

Любое запоминающее устройство БЭУ обладая определенной емкостью, способно сохранить до 40 кодов неисправностей.

В случае выявления той или иной определённой неисправности в память ошибок ЭБУ добавляется такая информация как:

- код самой ошибки в соответствии со стандартами;
- состояние диагностического прибора или датчика, а именно в каком диапазоне находится измеряемый параметр, или просто его признаки (Например, в максимальном или предельном значении);
- стоп-кадр, показывающий систему в которой зафиксирована ошибка или код неисправности.

В квалификации по степени значимости в разделе экологической безопасности коды ошибок подразделяют на четыре основные типа [26]:

Коды типа А и В - отражают наличие неисправности, приводящей к увеличению количества токсичных веществ, выбрасываемых автомобилем в окружающую среду. Они внесены в память электронных блоков управления, связаны они в основном с неисправностями, приводящими к увеличению количества токсичных веществ, вырабатываемых автомобилем. При их занесении в ЭБУ загорается сигнализатор MIL, ее принято называть как чек «Check Engine» (проверить двигатель) или «Service engine soon» (двигатель нуждается в обслуживании).

Коды типа С и D относятся к неисправностям, не связанным с увеличением загрязнения окружающей среды, а чаще всего применяются как сигнализаторы, появление которых указывает на проведение диагностических мероприятий. При их занесении в ЭБУ обычно загорается индикатор «Service», он загорается только в том случае если такой установлен в системе контроля автомобилем.

Рассмотрим код неисправности автомобилей ВАЗ **P0174A P** – это неисправность системы управления силовыми агрегатами, 0 — код установлен и зарезервирован в SAE, 1 – неисправность возникшая в системе питания двигателя, 74 – срабатывание датчика контроля рабочей смеси, А - Смесь блока цилиндров слишком бедная, которая приводит к обильным выхлопам с удушливым запахом [23].

### **5.3. Удаление кодов и неисправностей**

Различные коды и ошибки возникают по самым различным причинам.

В некоторых случаях существуют ошибки, которые возникают только в случаях достаточно серьезных неисправностей, а на мелкие электрические неполадки датчики совершенно не реагируют. В данном случае – это существенный недостаток, который не позволяет автовладельцам своевременно выявить и устранить ту или иную неисправность. В настоящее время все чаще встречаются системы автоматического управления с датчиками и сигнализаторами, позволяющим распознать и в дальнейшем устранить даже незначительные неисправности, что в дальнейшем только

увеличит в целом ресурс самого автомобиля. Изначально стоит тщательно разобраться по каким причинам вышли ошибки и в чем основная причина их появления. Обнуление программы основной памяти БЭУ может привести к еще более серьезным проблемам, а именно к самым негативным последствиям.

Существует три основных метода удаления кодов и ошибок неисправностей [23]:

1) С помощью диагностического оборудования. Данный метод является рекомендуемым на сегодняшний день.

2) Извлечением соответствующих предохранителей со сканера или электронного блока управления. В этом случае также обнуляются данные по адаптивному управлению системами.

3) Отключением от «массы» клемм аккумуляторной батареи. В этом случае, в период повторного срабатывания датчика ошибка вновь появится на панели бортового компьютера.

Удаление ошибок (кода) неисправностей с помощью диагностического оборудования всегда приводит к удалению кодов только из того раздела памяти, откуда они могут выдаваться с помощью соответствующего сигнализатора (светового или звукового).

В настоящее время для удаления тех или иных кодов неисправностей или ошибок существует большое многообразие программ позволяющих обнулять программную базу электронных блоков управления до заводских настроек. Также любой специалист или автолюбитель может столкнуться с такой проблемой как: код ошибки сохраняется на экране бортового компьютера даже в том, случае когда сама неисправность уже устранена, а сброс клеммы не помогает, тогда, в этом случае пытаться самостоятельно используя программное обеспечение пытаться обнулить ошибку не рекомендуется. В данной ситуации рекомендуется применять специальные сканеры, позволяющие подключаться с БЭУ через специализированное программное обеспечение для считывания и в дальнейшем для сброса определенного кода и ошибки [23].

Чаще всего стирание кодов ошибок рекомендуется производить только после ремонта, в противном случае внутренняя память БЭУ может их повторно учитывать при дальнейшем управлении системами двигателя.

### **Контрольные вопросы для закрепления**

1. Каким видом ошибок являются коды неисправностей в автомобиле?
2. Из каких обязательных составных частей состоит маркировка кодов неисправностей?
3. Что означает первая буква кода неисправности?
4. На сколько видов классификации подразделяют второй показатель в маркировке кода неисправности?
5. Что означает вторая цифра в маркировке кода неисправности?



6. На что указывают последние две цифры в маркировке кода неисправности?
7. Какими методами можно удалять коды ошибок и неисправностей?
8. Почему не рекомендуется систематически обнулять программную базу ЭБУ?
9. Какой из методов удаления ошибок является самым рациональным и почему?
10. Какие ошибки чаще всего можно удалить путем сброса клем аккумулятора?

## Комплект лабораторно – практических работ

### Лабораторно - практическая работа № 1 (к теме 2.2.)

#### Порядок проведения диагностики. Основные этапы

*Цель занятия:* ознакомить основными этапами диагностики автомобиля, изучить назначение и устройство современных средств технического диагностирования.

Перед началом занятия необходимо знать: порядок проведения диагностики, основные способы проведения диагностики и поиска неисправностей на автомобилях.

После окончания занятия необходимо уметь:

- выявлять дефекты;
- контроля рабочих параметров;
- методику и приёмы проведения контрольных замеров и диагностики;
- способы формирования требований к системам контроля технического состояния транспортных средств.

*Оборудование (приборы, материалы дидактическое обеспечение):* сканер, мультиметр, инструкционные карты, раздаточный материал, презентация к учебному занятию, инструкция по технике безопасности для обучающихся.

#### *Теоретическая часть*

#### **Ход работы**

Процесс диагностики любого современного автомобиля является важным этапом его проверки (рис 1.1.). Можно получить комплексную оценку состояния автомобиля, а также проанализировать конкретные характеристики отдельных элементов. Во время диагностики проводится тщательный осмотр кузова автомобиля, салона или отдельных компонентов. Диагностика двигателя автомобиля дает новые возможности для в получении данных о техническом состоянии систем и механизмов двигателя.

Техническое диагностирование обеспечивает значительную экономию средств на содержание автомобилей за счет сокращения их простоя во время обслуживания и ремонта, выполнения действительно необходимых регулировочных и ремонтных операций, сокращения расхода запасных частей и топлива.

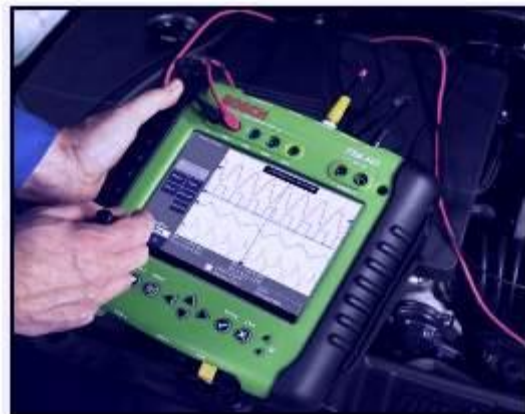


Рис.1.1. Диагностика двигателя автомобиля

Это достигается путем своевременного обнаружения и устранения незначительных неисправностей в системах зажигания, питания, а также в агрегатах трансмиссии. [33]. Процесс диагностирования включает тестирование всех основных параметров и характеристик систем, влияющих на работу автомобиля (блок управления двигателя, автоматическая трансмиссия, пневмоподвеска, система АБС, система безопасности, круиз контроль, иммобилайзер и т.д.).

Диагностика каждого агрегата, механизма и системы автомобиля состоит из нескольких этапов,

Проверка системы управления двигателем;

Диагностика топливной системы двигателя;

Проверка наполняемости цилиндров, анализ оборотов и т.д. [34]

Поверхностный осмотр ДВС, замер компрессии и давления топлива

Перед началом работ следует внимательно осмотреть двигатель и подкапотное пространство. Отдельного внимания заслуживают элементы проводки, топливные шланги, патрубки. Затем нужно проверить состояние воздушного фильтра, а также фильтра топлива. Если фильтры забиты, тогда это может оказаться причиной сбоев в работе агрегата. Параллельно проверяется уровень технических жидкостей (моторное масло, тосол, антифриз, тормозная жидкость).

Правильный порядок диагностики неисправности предполагает выполнение трех следующих основных шагов:

1.Проверка работоспособности бортовой системы диагностики. Проверка осуществляется путем выполнения проверки диагностической цепи. Так как данная проверка является отправным пунктом диагностики или поиска причины невыполнения норм токсичности, необходимо всегда начинать с нее.

Если бортовая диагностика не работает, проверка диагностической цепи выводит на конкретную диагностическую карту.

2.Проверка наличия актуальных кодов неисправностей. В случае наличия актуальных кодов в памяти контроллера необходимо обратиться непосредственно к диагностическим картам с соответствующими номерами. В случае отсутствия кодов переходят к шагу 3.

3.Контроль данных, передаваемых контроллером.

### **Контрольные вопросы:**

1.Приведите методы диагностирования по параметрам рабочих процессов?

2.Назовите основные причины появления дымного выхлопа из выпускного тракта?

3. Виды методы и задачи диагностики. Диагностика неработающего двигателя?

4. Диагностика неисправностей двигателя методом измерения падения давления воздуха, подаваемого в цилиндры?

5. Процесс технического диагностирования. Методы и средства диагностирования?

## Лабораторно - практическая работа № 2 ( к теме 2.4.)

### Режим отображения кодов

*Цель занятия:* изучить методы контроля блока управления по кодам неисправностей. Освоить метод диагностики контроллера управления по кодам неисправностей.

Перед началом занятия необходимо знать систему бортовой диагностики, диагностика электронной системы управления двигателем соблюдения порядка ее проведения.

После окончания занятия необходимо уметь проводить диагностику электронных систем и блоков управления двигателем, устанавливаемых на автомобили.

*Оборудование (приборы, материалы, дидактическое обеспечение):* инструкционные карты, раздаточный материал, презентация к учебному занятию, инструкция по технике безопасности для обучающихся.

#### *Теоретическая часть*

##### *Ход работы*

На автомобиле техническое состояние датчиков определяется автоматически при проверке посредством встроенной диагностики, индикатором которой является контрольная лампа «CHECK ENGINE» («Проверьте двигатель»), расположенная в комбинации приборов. Она информирует водителя о том, что в системе управления двигателем возникла неисправность, а также выдает диагностические коды, хранящиеся в памяти контроллера, чтобы помочь специалисту найти неисправность.

При включении зажигания контрольная лампа загорается и, пока двигатель еще не работает, происходит проверка исправности системы. После пуска двигателя лампа должна гаснуть. Если она продолжает гореть, значит, система встроенной диагностики обнаружила неисправность.

Для указания источника неисправности служат двузначные диагностические коды (Таблица 2.1.). У различных контроллеров коды неисправностей могут отличаться. В табл. 1 представлена расшифровка диагностических кодов неисправностей датчиков применительно к контроллеру отечественного типа «Январь-4».

Таблица 2.1. Коды неисправностей контроллера типа «Январь-4»

Код	Неисправность
12	Неисправность диагностической цепи контрольной лампы
14	Высокий уровень сигнала датчика температуры охлаждающей жидкости
15	Низкий уровень сигнала датчика температуры охлаждающей жидкости

19	Ошибка датчика положения коленчатого вала
21	Завышенное напряжение сигнала датчика положения дроссельной заслонки
22	Недостаточное напряжение сигнала датчика положения дроссельной заслонки
24	Отсутствует сигнал датчика скорости автомобиля
33	Ошибка датчика массового расхода воздуха (высокая частота сигнала на выходе датчика)
34	Ошибка датчика массового расхода воздуха (низкая частота сигнала на выходе датчика)
43	Ошибка датчика детонации

Когда неисправность обнаружена, код заносится в память контроллера и включается контрольная лампа «CHECK ENGINE». Это не означает, что автомобиль должен быть немедленно остановлен, а двигатель - выключен, но причина включения лампы должна быть выяснена при первой же возможности. Если неисправность пропадает, контрольная лампа гаснет обычно через 10 с, но код неисправности будет храниться в памяти контроллера.

Коды неисправностей, хранящиеся в памяти контроллера, могут быть прочитаны специальным диагностическим прибором либо подсчетом числа вспышек лампы «CHECK ENGINE».

Для считывания кодов с помощью лампы необходимо соединить вывод «В» (рис. 2.1.) колодки диагностики с выводом «А» или с «массой».

**А** - контакт, соединенный с «массой»;  
**В** - диагностический контакт для подачи сигнала на контроллер; **Г** - контакт управления электробензонасосом; **М**- контакт выдачи информации (канал последовательных данных).

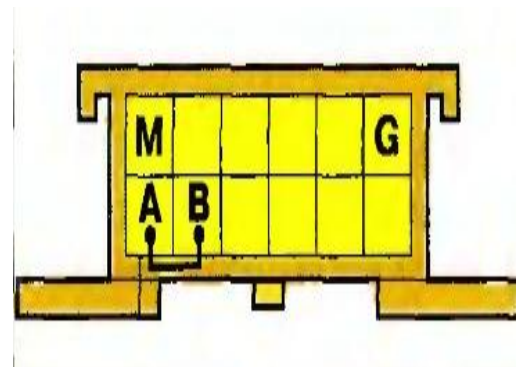


Рис. 2.1. Колодка диагностики "Январь-4":

Колодка диагностики на автомобилях ВАЗ расположена в салоне под панелью приборов. После соединения контактов «А» и «В» включите зажигание. Лампа «CHECK ENGINE» вспышками три раза подряд высветит код «12» в такой последовательности: вспышка, пауза (1..2 с), вспышка, вспышка, длинная пауза (2-3 с), и так еще два раза (рис. 2.2.). Код «12» говорит о том, что работает система диагностики. Если код «12» не

высвечивается, то имеются неполадки в самой системе диагностики. После высвечивания кода «12» лампа «CHECK ENGINE» выдает коды неисправностей (три раза подряд), если последние существуют, или просто продолжает высвечивать код «12» в случае, когда неисправности не установлены.

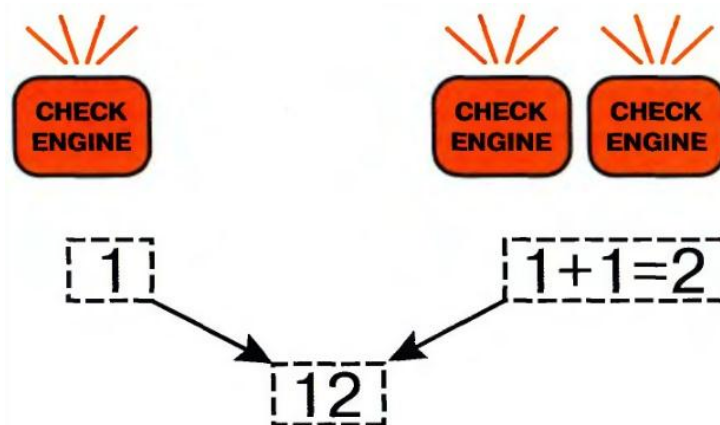


Рис. 2.2. Выдача кода "12" контрольной лампой «Check engine»

Если в памяти контроллера хранится более одного кода неисправностей, то каждый из них высвечивается трижды. По окончании диагностики размыкать выводы «А» и «В» колодки диагностики разрешается лишь через 10 с после выключения зажигания.

Стирают коды из памяти контроллера по окончании ремонта. Для стирания необходимо отключить питание контроллера не менее чем на 10 с отсоединением клеммы «минусового» провода от вывода «-» аккумуляторной батареи или удалением предохранителя защиты контроллера. Чтобы не повредить контроллер, включать и отключать его питание необходимо только при выключенном зажигании.

Следует отметить, что считывание диагностических кодов контроллеров фирмы Bosch возможно только с помощью специального диагностического прибора DST-2, а лампа «CHECK ENGINE» в этих системах лишь сигнализирует о возникшей неисправности, но не дает информацию о ее характере.

### **Контрольные вопросы:**

1. Какие стандарты применяются в компьютерной диагностике автомобилей?
2. Какие системы автомобиля можно проверить с помощью компьютерной диагностики?
3. Какие устройства применяются в компьютерной диагностике автомобилей?
4. Какое опережение зажигания необходимо для работы двигателя?
5. В чем заключаются особенности диагностики?

## **Лабораторно - практическая работа № 3** (к теме 2.6.)

### **Расположение узлов и элементов в подкапотном пространстве. Схема электронных соединений) ЭБУ**

*Цели занятия:* ознакомиться с режимами работы двигателя под управлением электронных блоков управления (ЭБУ).

Изучить общие принципы работы системы управления инжекторного двигателя.

Перед началом занятия\_необходимо знать: Используя лабораторный стенд, провести испытания системы впрыска топлива и зажигания.

После окончания занятия необходимо знать: Изучение системы впрыска и зажигания, а также исследование влияния внешних параметров на работу системы управления двигателя внутреннего сгорания (ДВС). Расположение агрегатов и систем в подкапотном пространстве (Рис. 1.)

*Оборудование:* (приборы, материалы, дидактическое обеспечение): наглядные пособия, презентация к занятию.

#### *Теоретическая часть*

##### *Ход работы*

В основе работы системы впрыска топлива имеет следующие процессы: воздух, который поступает в двигатель, измеряется специальным датчиком расхода воздуха, данные показания переносятся в компьютер (электронный блок управления (ЭБУ)), который анализирует их и с учетом значений различных параметров, заложенных в его памяти (температура воздуха, температура двигателя, степень открытия дроссельной заслонки, скорость, с которой она открывается, скорость вращения коленчатого вала и т.д.), рассчитывает то количество топлива, которое необходимо сжечь в количестве воздуха при данном режиме работы двигателя. Затем ЭБУ передает на форсунки электрический импульс необходимой длительности, открываются форсунки, топливо (которое находится под давлением) впрыскивается во впускной коллектор.

На рисунках 3.1., 3.2. и 3.3. приведена разновидность электронных блоков управления (ЭБУ или ECU).





Рис. 3.1. Внешний вид ЭБУ автомобиля Калина



Рис. 3.2. Внешний вид ЭБУ автомобиля ВАЗ 2110

Электронные системы управления двигателем (СУД) подразделяются на два типа: импульсного и непрерывного впрыска.

В системах импульсного типа форсунки открываются импульсным электрическим сигналом и количество топлива, впрыскиваемого в цилиндры, будет зависеть от длительности электрического сигнала. В системах непрерывного впрыска форсунки открываются под давлением топлива и количество впрыскиваемого топлива, будет зависеть от давления топлива.

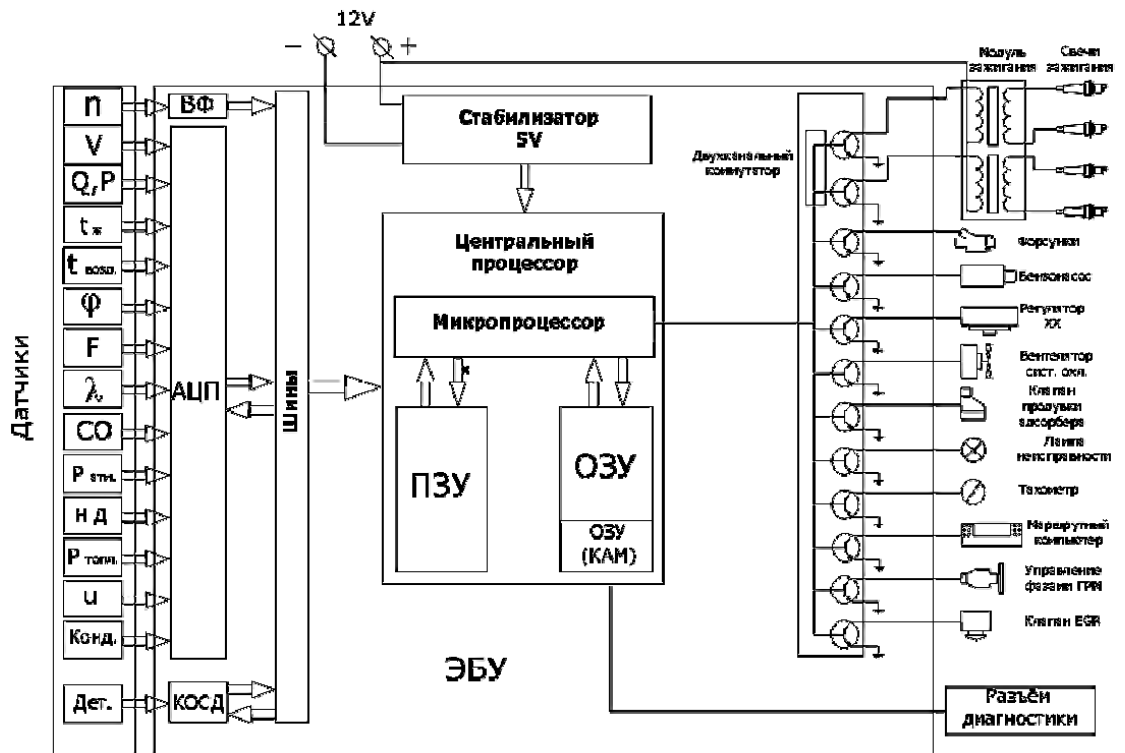


Рис. 3.3. Блок-схема управления впрыском топлива и зажигания

$n$  – датчик частоты вращения и положения коленчатого вала;  $v$  – датчик скорости движения автомобиля;  $Q, P$  – датчик нагрузки на двигатель;  $t_{ж}$  – датчик температуры охлаждающей жидкости;  $t_{возд}$  – датчик температуры воздуха;  $\varphi$  – датчик положения дроссельной заслонки;  $F$  – датчик фаз;  $\lambda$  – датчик кислорода;  $CO$  – потенциометр (может устанавливаться на автомобилях, на которых не установлен кислородный датчик);  $P_{атм}$  – датчик атмосферного давления;  $НД$  – датчик неровности дороги;  $P_{топл}$  – датчик давления топлива;  $u$  – сигнал напряжения бортовой сети;  $Конд.$  – сигнал включения кондиционера;  $Дет.$  – датчик детонации

СУД состоит из датчиков (измерительных преобразователей) (рис. 3.4.), ЭБУ и исполнительных устройств.

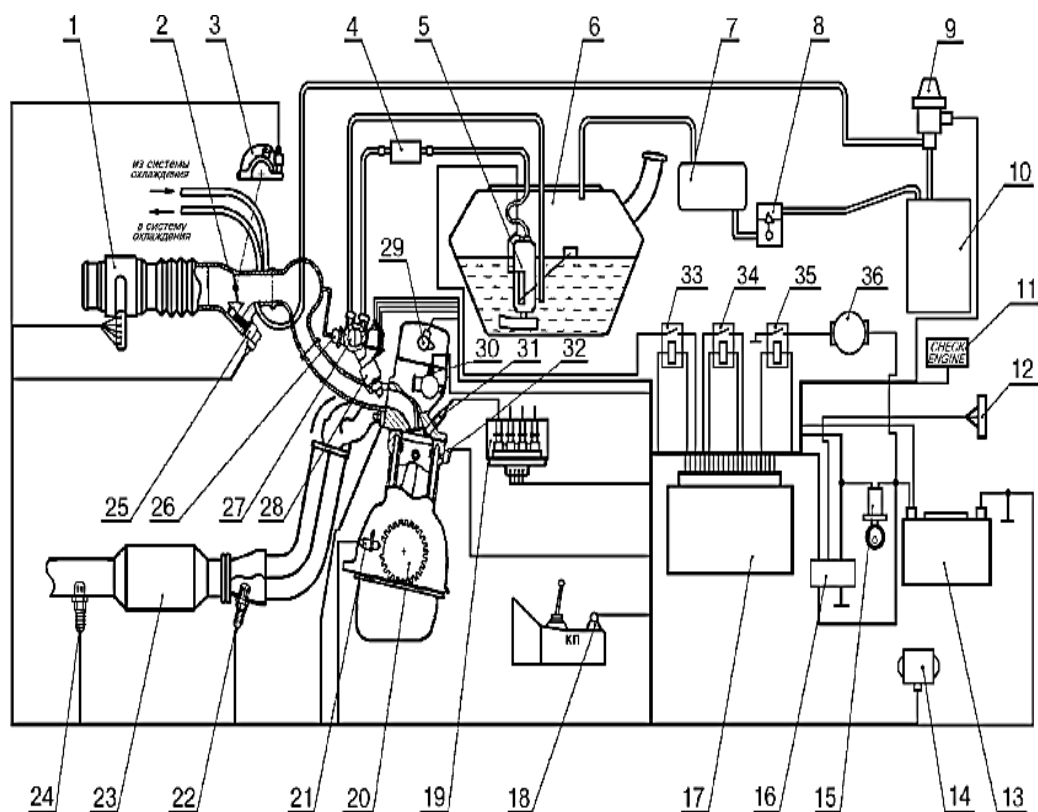


Рис. 3.4. Схема системы управления ДВС ВАЗ ЕВРО-3

1 – датчик массового расхода воздуха; 2 – патрубок дроссельный; 3 – датчик положения дроссельной заслонки; 4 – топливный фильтр; 5 – электробензонасос; 6 – топливный бак; 7 – сепаратор; 8 – гравитационный клапан; 9 – электромагнитный клапан продувки адсорбера; 10 – адсорбер; 11 – лампа контроля; 12 – колодка диагностики; 13 – аккумулятор; 14 – датчик неровной дороги; 15 – замок зажигания; 16 – иммобилизатор АПС-4; 17 – ЭБУ; 18 – датчик скорости; 19 – модуль зажигания; 20 – задающий диск; 21 – датчик положения коленчатого вала; 22 – управляющий датчик кислорода; 23 – нейтрализатор; 24 – диагностический датчик кислорода; 25 – регулятор холостого хода; 26 – регулятор давления топлива; 27 – топливная рампа; 28 – форсунки; 29 – датчик фаз; 30 – датчик температуры охлаждающей жидкости; 31 – свечи зажигания; 32 – датчик детонации; 33 – реле электробензонасоса; 34 – главное реле; 35 – реле электроventилятора; 36 – электроventилятор системы охлаждения двигателя

СУД работает следующим образом. С датчиков, встроенных в двигатель, снимается информация о режиме работы двигателя: частота вращения коленчатого вала, положение коленчатого вала по углу поворота, расход воздуха или абсолютное давление во впускном трубопроводе, положение дроссельной заслонки, температура охлаждающей жидкости и воздуха, поступающего во впускной коллектор и др. Эти сигналы поступают в ЭБУ, который перерабатывает полученную информацию и управляет

исполнительными механизмами: форсунками, модулем зажигания, регулятором холостого хода, электрабензонасосом, вентилятором охлаждающей жидкости, клапаном продувки адсорбера, клапаном рециркуляции выхлопных газов.

Импульсные сигналы от датчика частоты вращения и положения коленчатого вала поступают во входной формирователь, который преобразует их в импульсы прямоугольной формы.

Нагрузка на двигатель определяется с помощью датчика абсолютного давления во всасывающем коллекторе или датчиком массового расхода воздуха.

По датчику детонации ЭБУ, управляя катушками зажигания, корректирует угол опережения зажигания. По датчику кислорода ЭБУ, управляя форсунками, корректирует количество впрыскиваемого топлива, а следовательно изменяется состав топливной смеси.

Аналоговые сигналы от датчиков преобразуются в аналого-цифровом преобразователе (АЦП) в цифровые коды, которые поступают в микропроцессор. Например, от датчиков расхода воздуха передается не непосредственно расход воздуха, а его электрический аналог – напряжение, величина, которого зависит от расхода воздуха.

### **Контрольные вопросы:**

1. Для чего предназначен ЭБУ и где он устанавливается?
2. Функционирование каких систем двигателя обеспечивает ЭБУ?
3. Какие типы памяти имеет ЭБУ и для чего предназначен каждый из них?
4. Какие дополнительные функции осуществляет ЭБУ во время работы автомобиля?
5. Основные работы системы впрыска топлива?

## Лабораторно - практическая работа № 4 (к теме 2.7.)

### Проверки диагностической цепи

*Цели занятия:* получить навыки проверки диагностической цепи. Проверить диагностической лампой (или лампы диагностики).

Перед началом занятия необходимо знать: Проверить работоспособность лампы диагностики CHECK-ENGINE. Проверить функционирование управления лампой диагностики.

После окончания занятия необходимо знать: Необходимо устранить неисправность, сбросить ошибки.

*Оборудование (приборы, материалы, дидактические обеспечение):*  
Двигатель, Мультицикл, прибор ДСТ-2М, Переключатель медная.

#### *Теоретическая часть*

##### *Ход работы*

Диагностическая цепь (рис. 4.1.) является средством связи электронного блока управления с внешними устройствами, позволяющими проанализировать работу системы управления двигателем, и включает в себя следующие составные элементы:

- блок управления - источник диагностической информации;
- провода от контакта разъема блока управления к клеммам диагностической колодки;
- диагностическую колодку - разъем для подсоединения диагностической аппаратуры;
- провода от контакта разъема блока управления к диагностической лампе;
- диагностическую лампу (или лампы неисправности) - средство отображения информации с блока управления.

После подключения прибора к диагностической колодке и включения зажигания в правом верхнем углу экрана прибора должен появиться знак наличия информационного обмена между блоком и прибором DST2.

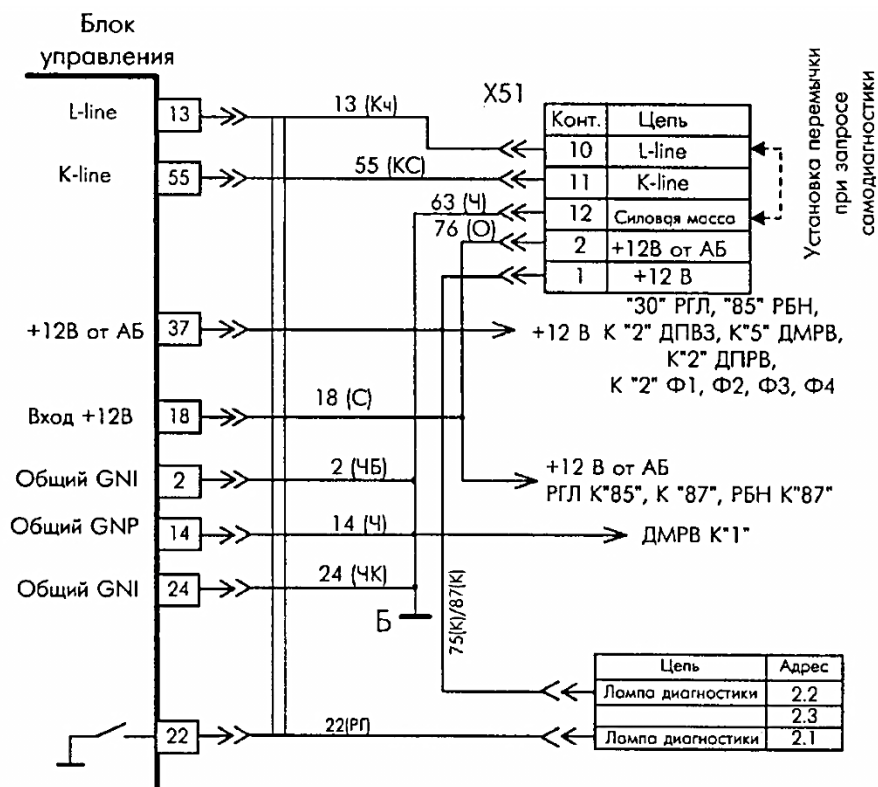


Рис. 4.1. Диагностические цепи

1. Карта А-1 Лампа неисправности не загорается на короткое время при включении зажигания

**Описание цепи**

При включении зажигания и неработающем двигателе диагностическая лампа должна загореться на короткое время и погаснуть. Это говорит о том, что она исправна, а блок управления готов к функционированию. Напряжение на первый контакт лампы поступает после включения блоком управления главного реле. Блок управления соединяет второй контакт лампы с "массой".

**Описание проверок:**

1. Проверка исправности провода 22 (РГ).
2. Проверка наличия напряжения между контактом "2" диагностической колодки X51 и массой до включения зажигания и проверка наличия напряжения между контактом "1" и массой после включения зажигания.
3. Проверка наличия напряжения после включения зажигания на контактах "18", "27", "37".
4. Проверка цепей заземления между блоком управления (контакт "14") и "массой" двигателя.

**Описание цепи**

При включении зажигания лампа неисправности должна загораться на короткое время и гаснуть. Напряжение с замка зажигания подается через замкнутые контакты главного реле на первый контакт лампы диагностики.

Блок управления подключает лампу, замыкая ее контакт на "массу" посредством провода 22 (РГ) и контакта 22 в соединителе блока управления. Если диагностический контакт "13" блока управления соединен с "массой", блок управления управляет диагностической лампой, выдавая код 12 и коды неисправности, хранящиеся в памяти блока управления. После подключения прибора DST 2 к диагностической колодке, реализуя опции "ИМ" и "Лампа неисправности" можно принудительно включить лампу для контроля ее исправности.

#### **Описание проверок**

1) Если лампа неисправности горит неярко при подаче соответствующей команды с прибора DST 2, то следует проверить заземление провода 14 (Ч) (электрический контакт с "массой") (точка Б).

2) Блок управления может выдавать код 12 и при этом не реализовывать информационный обмен с прибором DST 2. Если прибор DST 2 не отображает параметры управления, а лампа выдает код 12, следует проверить прибор DST 2 на исправном автомобиле, а также проверить на обрыв цепи между контактом 55 соединителя блока управления и контактом 11 в диагностической колодке.

3) Если цепи лампы исправны, то неисправен блок управления.

4) Если лампа неисправности горит постоянно, но при этом нет ошибок управления, то возможно замыкание провода 22 (РГ) на "массу".

#### **Контрольные вопросы:**

1. Как проверить работоспособности бортовой системы диагностики?
2. Этапы проверки наличия кода неисправности?
3. Осуществление обследования диагностической цепи?
4. Какой код должна выдавать лампа диагностики при проверке диагностической цепи, если она исправна?
5. Структурные и диагностические параметры?

## Лабораторно - практическая работа № 5 (к теме 2.9.)

### Типичные неисправности системы управления

*Цели занятия:* сформировать у студентов опыт по диагностированию автомобилей с применением компьютерного программного обеспечения; по коду неисправности определить, практически выявить и устранить неисправности в автомобиле.

Перед началом занятия необходимо знать: устройство электронных систем управления двигателя (ЭСУД); виды работ по техническому обслуживанию ЭСУД; виды ремонтных работ ЭСУД

После окончания занятия необходимо: Разбирать, собирать узлы и агрегаты автомобиля и устранять неисправности.

*Оборудование (приборы, материалы, дидактические обеспечение):*

Инструкционные карты, раздаточный материал, презентация к учебному занятию, инструкция по технике безопасности для обучающихся.

#### *Теоретическая часть*

##### *Ход работы*

Генератором систем управления двигателем в мире является немецкая фирма Bosch. Технический прогресс в области электроники, жесткие нормы экологической безопасности обуславливают неуклонный рост числа подконтрольных систем двигателя [2].

Простейшей системой управления двигателем является объединенная система впрыска и зажигания. Современная система управления двигателем объединяет значительно больше систем и устройств, среди которых: топливная система; система впрыска; система впуска; система зажигания; выпускная система; система охлаждения; система рециркуляции отработавших газов; система улавливания паров бензина; вакуумный усилитель тормозов.

Исполнительные устройства входят в состав конкретных систем двигателя и обеспечивают их работу.

Исполнительными устройствами топливной системы являются топливный электронасос и перепускной клапан. В системе впрыска управляемыми элементами являются форсунки и клапан регулирования давления. Работа системы впуска управляется с помощью привода дроссельной заслонки и привода впускных заслонок.

Катушки зажигания являются исполнительными устройствами системы зажигания. Система охлаждения современного автомобиля также имеет ряд компонентов, управляемых электроникой: термостат, реле дополнительного насоса охлаждающей жидкости, блок управления вентилятора радиатора, реле охлаждения двигателя после остановки [3].



Таблица 5.1. Возможные неисправности их причины устранения

Причина неисправности	Метод устранения
1. Проскальзывание ремня привода генератора 2. Неисправен генератор 3. Подключение новых потребителей Владелец автомобиля сверх допустимых пределов 4. Чрезмерное загрязнение поверхности батареи 5. Загрязнение электролита посторонними примесями 6. Уровень электролита ниже верхней кромки пластин 7. Замыкание в электрических цепях автомобиля 8. Неисправен электромагнитный клапан 9. Неисправен реле стеклоочистителя 10. Неисправен редуктор	

**Контрольные вопросы:**

1. Основные методы контроля и диагностики автомобиля и двигателя.
2. Классификация современных автомобильных генераторов.
3. Особенности конструкции генераторов компактного исполнения.
4. Реле-регулятор генератора содержит.
5. Основные параметры диагностирования автомобилей.

## Лабораторно - практическая работа № 6 ( к теме 3.3.)

### Диагностические разъемы. Цоколёвка разъёма БУ. Предварительные проверки

*Цель занятия:* получить основные сведения о диагностических разъемах. Цоколёвка разъёма БУ.

Перед началом занятия необходимо разобраться с назначением, требованиями и параметрами диагностических разъемов по ОВД- 2.

После окончания занятия необходимо уметь разбираться в назначении и требованиях, предъявляемых диагностическим разъемам ОВД-2.

*Оборудование (приборы, материалы, дидактическое обеспечение):* диагностический стенд двигатель ВАЗ-21124 (приборы, материалы, дидактическое обеспечение). Инструкционные карты, раздаточный материал, презентация к практическому занятию.

#### *Теоретическая часть.*

Устройство для работы с OBD представляет собой диагностический разъем (рис. 6.1.), к которому подключаются приборы контролирующие состав выхлопных газов и работу основных систем автомобиля. Распиновка OBD 2 – это перечень требований, которых должны придерживаться производители машин. Диагностический разъем OBD согласно требованиям должен находиться на расстоянии не более 18 см от руля. Система является универсальной, использует стандартный цифровой протокол CAN. Он дает возможность получить подробную информацию о неисправностях автомобиля.

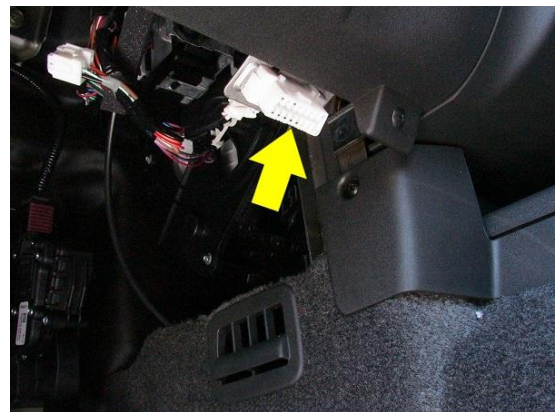


Рис. 6.1. Месторасположения  
разъема для диагностики

Протоколы OBD2 предоставляют возможность считывать различные параметры, количество которых зависит от блока управления и схема разъема (рис. 6.2.) и может отличаться у различных производителей (Black Mamba).



Рис. 6.2. Схема разъема OBD II

Диагностический разъем имеет 16 контактов — распиновка их следующая:

- 1 - устанавливается на заводе-производителе;
- 2 - связан с шиной J 1850 (J1850 Bus+);
- 3- устанавливает производитель;
- 4- контролирует заземляющие контакты автомобиля (шасси) (Chassis Ground);
- 5 -для контроля заземляющей сети сигнальной линии (Signal Ground);
- 6 - связан с цифровой шиной CAN (CAN High (J-2284));
- 7 - ISO 9141 – 2, K – Line;
- 8,9 - устанавливает автопроизводитель;
- 10 - для контроля за шиной CANJ 1850 (J1850 Bus-);
- 11, 12, 13 - установлены производителем;
- 14 - для контроля шины CANJ 2284 (CAN Low (J-2284));
- 15 - ISO 9141-2, L – Line;
- 16 -для контроля напряжения аккумуляторной батареи (Battery Power).

Основные рекомендации: не загромождать разъем, найти его расположение, если сканер с трудом заходит в разъем, не прибегать к избыточным усилиям, проверьте, не загнуты ли контакты, нет ли в гнездах посторонних предметов (скрепок, других мелочей), не подключать к разъему сомнительные сканеры, различные самоделки. Так как разъем непосредственно подключен к блокам управления автомобиля, некорректное подключение может привести к неисправности ЭБУ.

### Контрольные вопросы:

1. В чём различие двух типов диагностических разъемов OBD-II?
2. Назовите описание штекеров в диагностическом разъеме.
3. При использовании протокола J1850 в режиме PWM предусмотрено задействование какого вывода.
4. Сколько существует протоколов, которые поддерживает OBD-II?
5. Какие выводы с номерами применяются для передачи данных при использовании стандартного протокола ISO 9141-2?

## Лабораторно - практическая работа № 7 (к теме 4.3.)

### Диагностика системы вентиляции картера, вентилятора системы охлаждения, климат-контроля

*Цели занятия:* изучить способы и приобрести навыки по проверке системы вентиляции картера (рис. 7.1.), вентилятора системы охлаждения, климат-контроля.

Перед началом занятия необходимо знать: устройство системы вентиляции картера, вентилятора системы охлаждения, климат-контроля

После окончания занятия необходимо знать: способы проверки вышеуказанных систем.

*Оборудование (приборы, материалы, дидактическое обеспечение):*

Диагностический стенд двигатель ВАЗ-21124, инструкционные карты, раздаточный материал, презентация к практическому занятию.

*Теоретическая часть.*

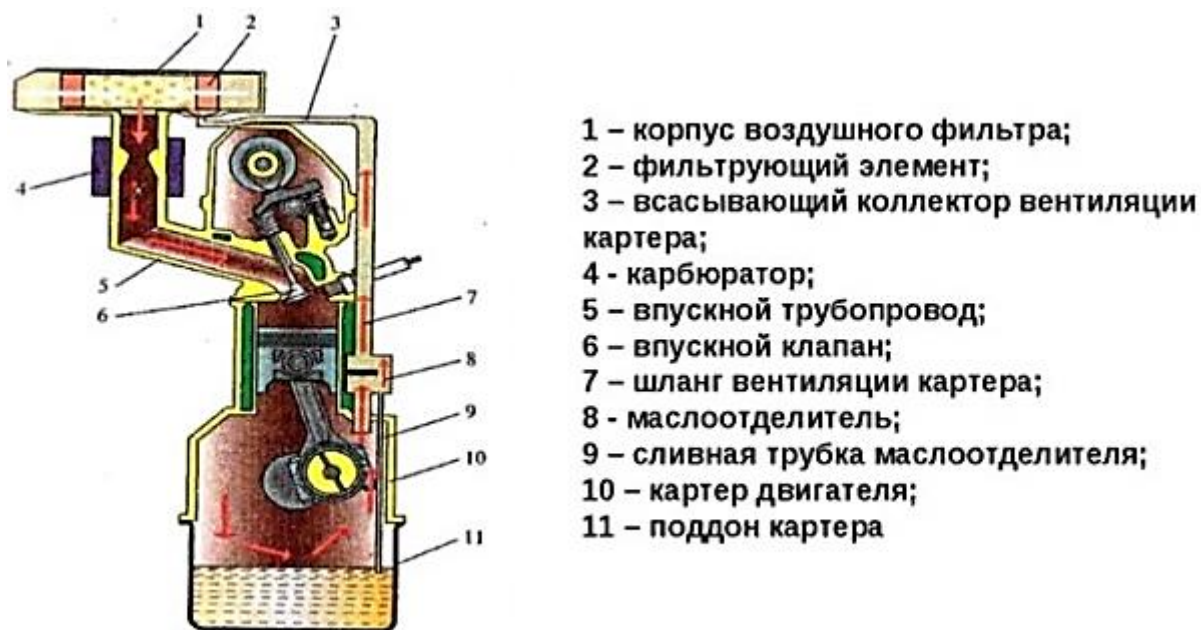


Рис. 7.1. Система вентиляции картера

Признаки неисправности PCV

- Появление следов масла в воздушном фильтре;
- Запотевание сальников и стыка крышки клапанов двигателя;
- Дым из выхлопа по причине попадания частиц масла с газами в камеру сгорания;
- Следы масла вокруг крышки заливной горловины и на крышке клапанов.

Следы масла на заливной горловине и по стыку крышки клапанов. Помимо этого, данные симптомы указывают и на сильный износ или неисправность (сгорел клапан, залегли кольца, лопнули перегородки поршня) поршневой группы и необходимости их проверки путем замера компрессии.

Причины неисправности:

- Забит или неисправен клапан вентиляции картерных газов;
- Загрязненный клапан PCV;
- Загрязнились вытяжные отверстия в узле дросселя или штуцере карбюратора;
- Сильный износ поршневой группы.

Проверка исправности. Для проверки работы системы вентиляции нужно снять на заведенном моторе крышку с заливной горловины. Если все исправно, то могут наблюдаться лишь отдельные «выстреливающие» капельки масла, либо вообще не будет следов его появления. В противном случае из горловины будет выбрасываться моторное масло. Если прикрыть отверстие рукой, то при исправной системе не должно чувствоваться какого-либо давления на нее, а когда система находится под избыточным давлением, то газ будет пытаться оттолкнуть ладонь и это усилие будет постепенно увеличиваться. Для проверки исправности клапана вентиляции, а он обычно расположен во впускном коллекторе, нужно отсоединить шланг от картера к клапану, завести мотор и закрыть пальцем освободившийся штуцер на клапане. Если клапан рабочий, то палец почувствует создание вакуума, а при снятии пальца со штуцера, последует характерный щелчок. В противном случае клапан требует замены. Нарушение работы клапана отражается на нарушении состава топливной смеси.

#### **Диагностика вентилятора системы охлаждения**

Если вентилятор не включается, проверьте реле вентилятора и термовыключатель (термореле), управляющий включением вентилятора в зависимости от температуры охлаждающей жидкости. Проверьте надежность соединения электрических разъемов и убедитесь в отсутствии повреждения проводов между реле вентилятора и термовыключателем. С помощью омметра убедитесь в наличии замкнутого состояния контактов термовыключателя при температуре охлаждающей жидкости ниже 83°C и в наличии разомкнутого состояния контактов при температуре выше 93°C. При нарушении указанных условий замените термовыключатель.

Проверьте электрические цепи реле вентилятора: используя омметр, убедитесь в наличии проводимости между выводами "1" и "2", "3" и "4". При невыполнении указанных условий замените реле. Подключите амперметр и аккумуляторную батарею к разъему вентилятора. Убедившись, что вентилятор вращается свободно, снимите показания амперметра.

Если показания амперметра выходят за указанные пределы (в зависимости от модели электродвигателя), замените мотор вентилятора

## Диагностика системы климат-контроля

*Проверка сканером:* Проверяют климатический контроль с помощью отключаемого диагностического сканера. В этом случае у работы следующая последовательность:

- отключите зажигание автомобиля;
- подключите внешний сканер для проверки;
- отыщите кнопку рециркуляции и противоположную ей клавишу (справа или слева в углу);
- одновременно нажмите на клавишу с настройками зажигания, не запуская мотор.

После этого сканер начнёт считывать данные, и на экране появятся записи о старте диагностики. Устройство автоматически проверит его и выдаст ошибки в виде цифровых кодов.

*Проверка без сканера.* Для проверки текущего состояние оборудования действуйте в следующей последовательности:

- отключите зажигание;
- нажмите кнопку Auto и кнопку для выбора режима забора воздуха на панели (внутренний или внешний) и включите мотор (рис.7. 2.).
- индикаторы панели должны засветиться 4 раза, а интервал между ними будет 1 секунда;
- для выхода из диагностического режима нажимается кнопка Off;



Рис.7.2. Панель приборов

- когда индикаторы проверятся, начнётся диагностика состояния датчиков климат контроля;
- чтобы проверить приводы, нажмите клавишу выбора режима забора воздуха;
- проверку приводов следует проводить, когда двигатель прогрелся;
- чтобы замедлить режим проверки, нажмите на клавишу для включения обогрева лобового стекла;
- с секундным интервалом начнут включаться приводы от заслонок, реле и вентилятор системы;

- чтобы перейти на режим диагностики, нажмите на клавишу Auto;
- результат проведённой проверки вы увидите на экране, где отображается температура;
- если на дисплее показывается 2 кода или больше, индикацию проводят с меньшего значения;
- для завершения процедуры нажмите на Off.

Если вам удалось устранить все неисправности, о которых сообщает система по результатам проведённой самодиагностики, не забудьте очистить память. Для этого нужно нажать кнопки для включения обогрева заднего и переднего стекла. Делается это одновременно.

Экран начнёт мигать, что означает проведение диагностики. Когда проверка закончится, на экране появятся соответствующие цифровые значения. В этих кодах зашифрованы ошибки, с помощью которых можно понять, о каких неисправностях идёт речь.

Если вы увидели на экране два нуля, то никаких проблем с климат контролем нет.

### **Контрольные вопросы:**

1. Какую работу выполняет система вентиляции картера?
2. Перечислить основные неисправности системы вентиляции картера.
3. Порядок проведения диагностики системы вентиляции картера.
4. Порядок проведения диагностики системы климат-контроля.
5. Основные параметры систем климат-контроля.

## Лабораторно - практическая работа № 8 (к теме 5.1.)

### Структура кодов и ошибок на автомобилях Toyota

*Цель занятия:* изучить строение кодов неисправностей автомобилей марки Toyota. Освоить порядок чтения кодов и ошибок. Закрепить знания по формированию кода и его составу.

Перед началом занятия необходимо знать: диагностика электронной системы управления двигателя, БЭУ, соблюдения порядка ее проведения.

После окончания занятия необходимо уметь знать правила строения кодов неисправностей, уметь считывать коды ошибок, определять систему в которой обнаружена неисправность, знать порядок действий при считывании неисправностей.

*Оборудование (приборы, материалы, дидактическое обеспечение):* Инструкционные карты, раздаточный материал, презентация к практическому занятию, приложения с расшифровками основных часто встречающихся ошибок на автомобилях марки Toyota инструкция по технике безопасности для обучающихся.

*Теоретическая часть.* Коды ошибок автомобиля состоят из 5 цифр (рис. 8.1.)

#### 1 позиция:

Р - код связан с работой двигателя и АКПП

В - код связан с работой «кузовных систем» (подушки безопасности, центральный замок, электростеклоподъемники)

С - код относится к системе шасси (ходовой части)

U - код относится к системе взаимодействия между электронными блоками

#### 2 позиция:

0 - общий для OBD-II и OBD-III;

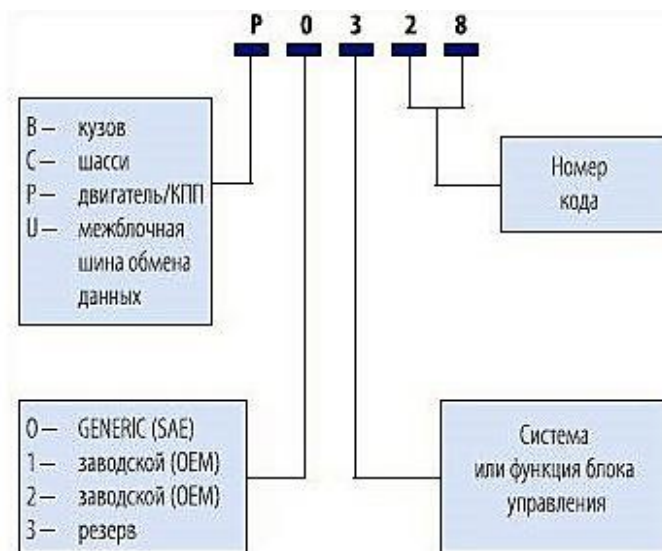


Рис. 8.1. Структура кодов неисправностей

1 и 2 - код производителя

3 позиция - указывает на подсистему, в которой обнаружена неисправность.

1,2 - системы питания и охлаждения двигателя; 3 - системы зажигания; 4 - системы контроля за токсичными выбросами; 5 - системы контроля



оборотов двигателя; 6 - БЭУ; 7,8 - агрегаты трансмиссия; 9, 0 - неисправности систем зарезервированных за SAE.

4 и 5 позиции - порядковый номер ошибки

**Порядок действий при считывании неисправностей** (рис. 8.2.):

- 1) включить зажигание;
- 2) установить перемычку между контактами TC и E1;
- 3) снять перемычку с контактов WA и WB;
- 4) через 4 секунды посчитать количество загораний сигнальной лампы;
- 5) убрать перемычку с контактов TC и E1;
- 6) установить перемычку на контакты WA и WB.



Рис. 8.2. Разъем для подключения диагностического оборудования

### Расшифровка кодов ошибок двигателей «Тойота»

Считывание кодов осуществляется по количеству вспышек лампочки Check Engine с включенным зажиганием и замкнутыми контактами TE1-E1 диагностического разъема DLC1 в моторном отсеке или TC-CG в DLC3 под передней панелью.

Таблица 8.1. Примеры некоторых кодов ошибок с расшифровками

№ п/п	Маркировка кода	Расшифровка неисправности
1	P0335	Некорректный сигнал датчика положения коленчатого вала (ДПКВ)
2	P1346	Неисправность системы изменения фаз газораспределения двигателя
3	P0120	Неправильный сигнал датчика положения дроссельной заслонки (ДПДЗ)
4	P0401	Неисправность системы рециркуляции выхлопных газов
5	P1215	Проблемы в работе топливных форсунок

### **Контрольные вопросы:**

1. Из скольких частей состоит код неисправности?
2. Что означает первая римская буква в маркировке кода неисправности?
3. Что показывают последние две цифры в коде неисправности?
4. Порядок действий при считывании неисправностей.
5. Дайте расшифровку неисправности P0325 используя Приложение с расшифровками или руководство по ремонту.

## Лабораторно - практическая работа № 9 ( к теме 5.1.)

### Структура кодов и ошибок на автомобилях ВАЗ

*Цель занятия:* изучить строение кодов неисправностей автомобилей марки Toyota. Освоить порядок чтения кодов и ошибок. Закрепить знания по формированию кода и его составу.

Перед началом занятия необходимо знать: диагностика электронной системы управления двигателя, БЭУ, соблюдения порядка ее проведения, основные неисправности двигателей и порядок их устранения.

После окончания занятия необходимо уметь знать правила строения кодов неисправностей, уметь считывать коды ошибок, определять систему в которой обнаружена неисправность, знать порядок действий при считывании неисправностей.

*Оборудование (приборы, материалы, дидактическое обеспечение):* Инструкционные карты, раздаточный материал, презентация к практическому занятию, приложения с расшифровками основных часто встречающихся ошибок на автомобилях марки ВАЗ инструкция по технике безопасности для обучающихся.

*Теоретическая часть.* Руководствуясь данными стандартов OBD-II и EOBD коды всех возможных ошибок являются алфавитно - цифровыми, обычно они содержат в себе пять основных символов, например, P0331. Первый символ — буква, которая указывает на систему, в которой произошла неисправность. Второй символ - цифра указывает, как определен код: с помощью SAE или производителем автомобиля. Остальные три цифры указывают характер неисправности (рис. 9.1.) [1].



Рис. 9.1. Структура кодов неисправностей

<u>Блок:</u>	<u>Тип:</u>
В — кузов	0 — стандартный (SAE)
С — шасси (подвеска)	1, 2 — заводской (OEM)
Р — двигатель (электронная система управления двигателем), КПП	3 — зарезервировано.
U — шина обмена данными	
<u>Система:</u>	
1, 2 — топливная система	6 — ЭБУ (ECU) или его цепи
3 — система зажигания	7, 8 — трансмиссия (АКПП).
4 — снижение токсичности отработавших газов	
5 — холостой ход	

### **Порядок действий при считывании кодов и ошибок неисправностей:**

- 1) Нажать и удерживать кнопку одометра. Она располагается в нижней части приборной панели;
- 2) Перевести ключ в замке в положение "1", при этом необходимо отпустить кнопку одометра, после чего последует быстрый набор показаний на приборах;
- 3) Нажать кнопку одометра и на дисплее высветится версия прошивки контроллера;
- 4) Нажать кнопку третий, раз для отображения кодов ошибок контроллера ВАЗ (Таблица 9.1).

Таблица 9.1 Примеры некоторых кодов ошибок с расшифровками:

№ п/п	Маркировка кода	Расшифровка неисправности
1	P0030	Нагреватель датчика кислорода до нейтрализатора, обрыв цепи управления
2	P0217	Температура двигателя выше допустимой
3	P0335	Нарушение в цепи датчика положения коленчатого вала неисправна
4	P0560	Напряжение бортовой сети ниже порога работоспособности системы
5	P1123	Богатая смесь в режиме холостого хода
6	P1172	Высокий уровень СО потенциометра
7	P1501	КЗ на массу цепи управления реле бензонасоса
8	P1514	Цепь регулятора холостого хода короткое замыкание на +12В, обры
9	P1602	Контроллер системы управления двигателем, пропадание напряжения питания
10	P1616	Цепь датчика неровной дороги, низкий уровень сигнала

### **Контрольные вопросы:**

1. Что означает и какую информацию несет блок маркировки «Система»?
2. Что означает и какую информацию несет блок маркировки «Код ошибки»?
3. Приведите примеры блоков неисправностей трех различных подсистем.
4. Дайте расшифровку неисправности P0563 используя Приложение с расшифровками кодов и ошибок или руководство по ремонту.
5. Найдите ошибки в маркировках P2525, P0115, P1236.

## Лабораторно - практическая работа № 10 ( теме 5.2.)

### Считывание кодов неисправностей

*Цель занятия:* получить навыки считывания кодов ошибок и неисправностей.

Перед началом занятия необходимо знать: диагностика электронной системы управления двигателя, БЭУ, строение контролеров и датчиков, методы снятия данных по кодам и ошибкам, основные неисправности двигателей и порядок их устранения, строение панели приборов.

После окончания занятия необходимо знать правила считывания кодов и ошибок неисправностей, уметь считывать коды ошибок, определять систему в которой обнаружена неисправность, знать порядок действий при считывании неисправностей.

*Оборудование (приборы, материалы, дидактическое обеспечение):* Инструкционные карты, раздаточный материал, презентация к практическому занятию, приложения с расшифровками основных часто встречающихся ошибок на автомобилях инструкция по технике безопасности для обучающихся.

*Теоретическая часть.* Обычно считывание кодов производят с помощью контрольной лампы Check Engine. Коды неисправностей могут быть считаны двумя способами. Первый (для уже уходящих в прошлое систем самодиагностики) -- светодиодным пробником, подключаемым к диагностическому разъему, или с помощью контрольной диагностической лампы. Расшифровка кодов производится с использованием уже упоминавшихся таблиц, входящих в состав эксплуатационных документов на автомобиль. Второй, современный, способ получения кодов сканером. Как правило, эти приборы не только извлекают коды ошибок, но и расшифровывают их. Чаще всего контрольная лампа на автомобилях находится в комбинации приборов или может быть расположена на панели приборов. В ее функции входит – оповещение водителя о неисправности и необходимости проведения ТО в возможно короткий срок и отображение диагностических кодов неисправностей, хранящихся в памяти ЭБУ. Во время обычной эксплуатации автомобиля контроллер периодически тестирует его электрические и электронные компоненты. При обнаружении неисправности контроллер переходит в аварийный режим работы, подставляя подходящее значение параметра вместо того, которое дает неисправный блок если контроллер обнаружит неисправность в цепи датчика температуры охлаждающей жидкости, программа установит значение температуры, рассчитанное во время работы двигателя (обычно 80°С), и будет использовать это значение при реализации управляющих алгоритмов, чтобы

автомобиль оставался на ходу. Замещающее значение будет храниться в памяти ЭБУ.

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

Для того чтобы считать коды неисправностей при помощи контрольной лампы, необходимо замкнуть ее выводы А и В диагностического разъема (рис. 10.1.) и включить зажигание, не заводя двигатель. В этот момент чек-лампа должна выдать код 12 три раза подряд, который это свидетельствует том, что система самодиагностики работоспособна. Если код 12 отсутствует, это означает что система самодиагностики неисправна.

После этого 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.



Рис. 10.1. Схема диагностического разъема

Коды ошибок как и коды неисправностей могут быть следующих видов:

1. Код, соответствующий постоянной неисправности, т. е. проявляющейся постоянно, пока не устранят неисправность, называется активным кодом (hard code).

2. Непостоянные неисправности проявляются при определенных условиях (скорость автомобиля, температура двигателя, расход топлива и т.д.) и не существуют постоянно.

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). Например код 14,15 (Таблица 10.1).

4. Неспецифические коды ошибок (multiple circuit codes) записываются в память ЭБУ при ненормальной работе системы, причиной которой может быть и неисправность в другой системе. Например код 33,34 (Таблица 10.1).

5. Симптоматические коды ошибок отражают скорее степень механической неисправности двигателя, чем нарушения обмена электрическими сигналами. Например код 44,45 (Таблица 10.1).

Таблица 10.1 Примеры кодов неисправностей с расшифровкой

№ п/п	Код неисправности	Расшифровка кода неисправности
1	14	Высокий уровень сигнала датчика температуры охлаждающей жидкости)
2	15	Низкий уровень сигнала датчика температуры охлаждающей жидкости)
3	33	Значение напряжения выходного сигнала сильно завышено
4	34	Недостаточное разряжение
5	44	(содержание кислорода в выхлопных газах выше нормы)
6	45	(содержание кислорода в выхлопных газах ниже нормы)

**Контрольный вопрос:**

В мастерскую доставлен автомобиль, двигатель которого не заводится. Это одна из новейших моделей с компьютерным управлением двигателя. Техник А сказал, что диагностику следует начать с просмотра кодов ошибок на сканере. Техник Б сказал, что лучше сначала проверить наличие искры на свечах. Кто из них прав? Дайте развернутый ответ.

## Лабораторная практическая работа № 11 (к теме 5.3.)

### Удаление кодов и неисправностей

*Цель занятия:* получить навыки по удалению (стиранию) кодов неисправностей и ошибок с базы БЭУ с помощью тестового программного обеспечения Torque для ELM327.

Перед началом занятия необходимо знать: диагностика электронной системы управления двигателя, БЭУ, основные неисправности двигателей и порядок их устранения, пользователь ПК на уровне «Пользователь», описание кодов и ошибок, и умение их считывать.

После окончания занятия необходимо уметь работать с программным обеспечением Torque для ELM327, уметь удалять (стирать) коды ошибок, определяя при этом систему в которой была обнаружена та или иная неисправность, знать порядок действий при считывании неисправностей.

*Оборудование (приборы, материалы, дидактическое обеспечение):* Программное обеспечение в Демо-версии Torque для ELM327, для работы на ПК, презентация работы с программой к практическому занятию, инструкционные карты, раздаточный материал, приложения с расшифровками основных и часто встречающихся ошибок на автомобилях инструкция по технике безопасности для обучающихся).

*Теоретическая часть:* На примере диагностирования ошибки двигателя с использованием OBD 2 адаптера ELM327 рассмотрим работу в программе Torque для ELM327. Допустим, что в данном случае на панели приборов автомобиля загорелась ошибка « Check Engine» - наиболее распространенная из всех видов ошибок двигателя. В данном случае для диагностирования, определения, а в последующем и удаления данной ошибки при проведении лабораторно-практического занятия понадобится:

1) Ноутбук, планшет или смартфон с Android/iOS (подойдет одно любое устройство из перечисленного).

2) Адаптер ELM327 с подходящим к вашему устройству типом связи (автосканер выпускается в различных версиях — USB, Wi-Fi и Bluetooth), который должен быть полностью совмещенным с применяемым для диагностирования компьютером или смартфоном.

3) Специальная программа для интерпретации полученных от автосканера данных (бесплатная версия программы Torque Lite.

**Общий порядок действий (на примере устройства с Android и адаптера ELM327 с Bluetooth связью):**

- подключить адаптер ELM327 к специальному диагностическому разъёму OBD2 в автомобиле.



- включить зажигание (можно запустить двигатель — автосканер должен работать даже при движении автомобиля). На адаптере должны загореться светодиоды.

- включить Bluetooth в Android –устройстве (смартфоне).

- в настройках Android зайти в беспроводные сети Bluetooth, далее выбрать поиск нового устройства для сопряжения. Идентификатор автосканера обычно OBDII, но может быть и другое имя. Стандартный пароль для сопряжения 1234 или 0000.

- открыть диагностическую программу на Android (в данном случае, Torque) и следовать инструкции программы приведенной ниже

### **Настройка программы Torque для ELM327 и определение кода ошибки**

Первым делом необходимо совместить программу с диагностическим сканером. Для этого необходимо нажать кнопку «Настройки» (рис. 11.1.), далее выбрать пункт «Настройки адаптера OBD» (рис. 11.2.), далее выбираем команду «Тип подключения» (рис. 11.3.) и выбрать соответствующий тип ( в данном случае Bluetooth) и сопряжённый адаптер ELM327.



Рис. 11. 1. этап настройки

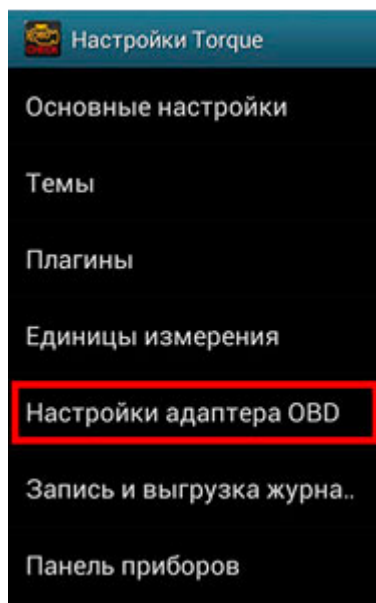


Рис. 11. 2. этап настройки

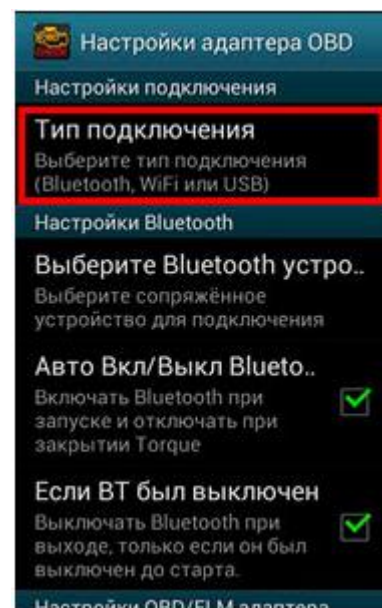


Рис. 11. 3. этап настройки

Для того, чтобы проверить соединение необходимо вернуться на главный экран программы и выбрать команду «Adapter Status» (рис. 11.4.) (данный пункт меню в разных версиях программы может называться и по-другому, например «OBD2 Status» или «Состояние адаптера»). Далее необходимо проверить, чтобы Статус «Ok» был напротив всех четырёх пунктов (рис 11.5.). Если всё в порядке, то можно приступать к диагностике автомобиля. Далее необходимо нажать «CHECK Fault Codes» (в разных версиях может называться - «Считывание ошибок»).

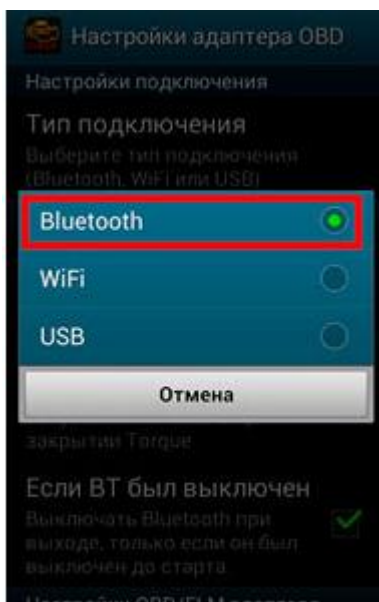


Рис. 11.4. этап настройки



Рис. 11.5. этап настройки

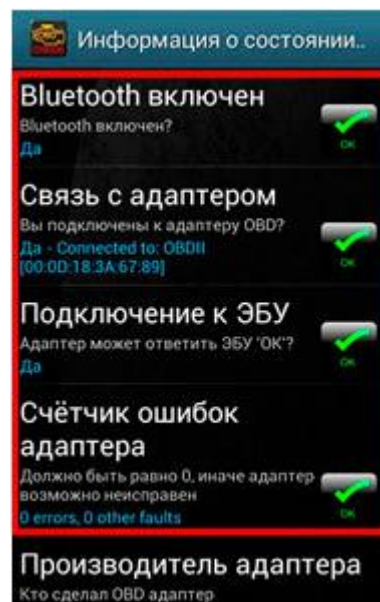


Рис. 11.6. этап настройки

Спустя определенное время получаем код ошибки, например, P0420. Затем с помощью интернет-ресурса или карты по диагностированию и ремонту автомобилей необходимо определить расшифровку выявленной ошибки и советы по ее устранению.

Далее для сброса и удаления ошибки на главной странице программы необходимо выбрать команду «CHECK Fault Codes» (рис. 11.7.) затем на панели программы открывается журнал выявленных при сканировании ошибок (рис. 11.8) Далее необходимо нажать на ошибку которую необходимо стереть с память ЭБУ или сбросить (рис. 11.9.) и в строке выброса выбрать команду «Сбросить ошибки в ЭБУ (рис. 11.10).



Рис. 11.7. этап сброса ошибки

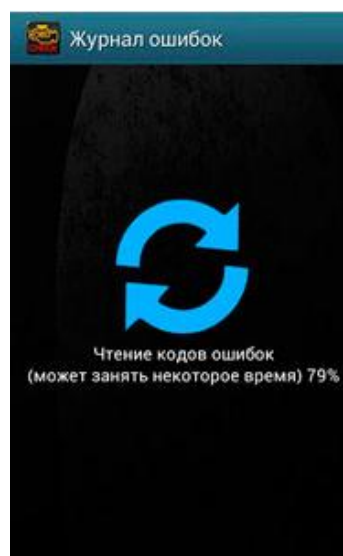


Рис. 11.8. этап сброса

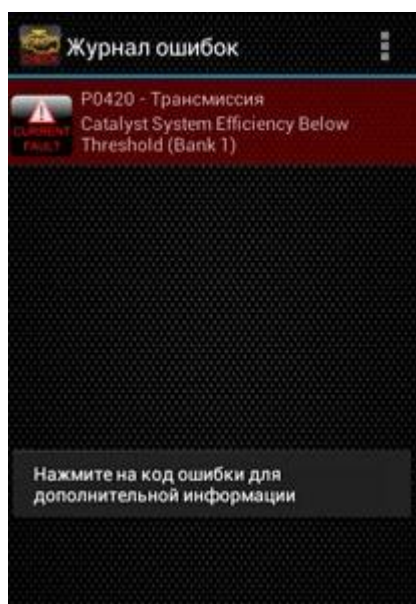


Рис.11. 9. этап сброса ошибки

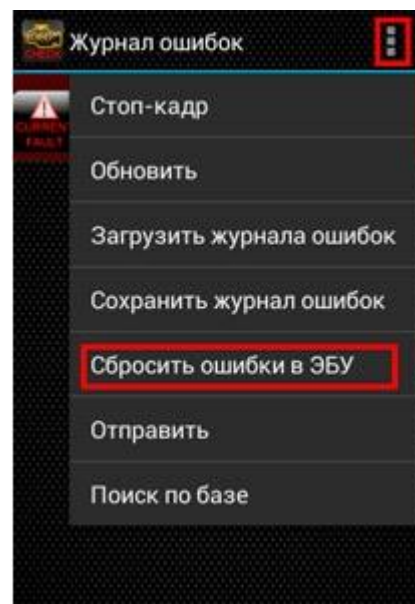


Рис. 11.10 сброс ошибки

Далее можно повторно провести диагностирование и в случае, если программа не показывает и не определяет сохраненных ранее кодов и ошибок, можно считать, что все в порядке и код ошибки был успешно удален с памяти ЭБУ, а ошибки были сброшены [53, 54, 55, 56].

### **Контрольные вопросы:**

1. Обязательно ли в проведение процесса совмещения программного обеспечения с адаптером и почему?
2. Какие виды совмещения можно применять при диагностировании и выявлении кодов ошибок и неисправностей?
3. Попробуйте провести подключение программного обеспечения к тестовому двигателю, определить код и ошибку неисправности с дальнейшим ее стиранием на примере тестовой бесплатной версии программы Torque с применением различных интернет ресурсов по расшифровке кодов ошибок и неисправностей.

## Заключение

Настоящая книга представляет собой практическое учебное пособие по диагностике электронных систем управления автомобиля, состоящее из 5 глав, на базе которых изложенный материал может быть легко изучен обучающимися.

Первая глава учебного пособия содержит теоретические материалы, связанные с описанием классификации систем управления двигателями, или, если использовать общепринятое сокращение ЭСУД, приведены также общее описание систем, их функциональные особенности, описаны различные виды датчиков систем управления двигателем, их назначение, особенности подключения, принцип их работы и методы проверки работоспособности датчиков.

Во второй главе описаны основные способы, технологические приемы и технические средства диагностирования электронных систем, блоков и отдельных функциональных узлов, которые в настоящее время широко применяются в автомобильных бортовых устройствах автоматического контроля и управления. Основная задача диагностики в процессе технического обслуживания – определение технического состояния объекта и прогнозирование его дальнейших изменений. Это позволяет управлять техническим состоянием автомобиля.

В третьей главе содержится описание общего устройства стендовых систем диагностирования современного автомобиля, функциональные возможности стационарных систем и принцип действия наиболее распространенных видов диагностических средств. Программируемый сканер с персональным компьютером. Основные понятия стандарта OBD-II и OBD-III по оборудованию электронных систем управления работой систем автомобиля. Виды разъемов с распиновкой OBD. схема и назначение контактов в разъеме с распиновкой OBD2, которые определены стандартом. Информация о параметрах работы двигателя при «Замороженном» кадре (Freeze frame record).

В четвертой главе описываются общие принципы построения и работы системы управления двигателем. Устройство, схема и принцип работы: Систем топливоподдачи, зажигания, впускного тракта. Систем вентиляции картера, климат-контроля.

В пятой главе расписаны два основных способа считывания диагностических кодов. Система самодиагностики, получение кодов с помощью сканеров, а также виды кодов неисправностей таких как «медленные» и «быстрые». Приведены примеры высвечивания кодов неисправностей и порядок их считывания. Удаление ошибок и кодов неисправностей. Описываются основные принципы построения программ электронных систем управления двигателем (ЭСУД) и их функциональные особенности

Авторами предлагается интуитивно понятная и логичная методика диагностики компонентов системы управления двигателем. Приводятся данные о порядке получения и интерпретации информации системы самодиагностики автомобилей. Учебное пособие предназначено для специалистов, профессионально занимающихся ремонтом автомобилей, а также для обычных автолюбителей, интересующихся устройством электрооборудования своего автомобиля. Пособие охватывает все компетенции будущего специалиста специальности 1201000 «Техническое обслуживание, ремонт и эксплуатация автомобильного транспорта».

## Словарь терминов

**Электронная система автоматического управления двигателем (ЭСАУД)** – это оригинальная структура информационного оборота, которая предоставляет контроль и выполнение всех первостепенных и второстепенных функций всех основных и вспомогательных подсистем двигателя.

**Электронный блок управления** – это общий термин для любых встраиваемых систем, которые управляют одним или несколькими электрическими системами или подсистемами в автомобиле.

**Датчиковая аппаратура** – важная и неотъемлемая часть системы управления двигателем.

**Датчик** – это элемент системы управления двигателем, задача которого состоит в преобразовании физических величин, характеризующих работу двигателя, в электрические величины, пригодные для обработки электронным блоком управления.

**Ошибка неисправности** – специальный код состоящий из букв и цифр, указывающий на вид неисправности и месте ее возникновения

**OBD-II, OBD-III** – стандартов бортового диагностирования второго и третьего уровней.

**SAE** – полная техническая документация по диагностированию автомобилей различных производителей с большим объемом информации, касающейся, диагностирования и ремонта всех агрегатов и систем автомобилей.

## Перечень сокращений и обозначений

**EOBD** – система бортовой самодиагностики.

**ЭСАУД** - Электронная система автоматического управления двигателем.

**ЭСАУ** – электронная система управления.

**ЕСМ** – Engine Control Module - модуль управления двигателем.

**ЭБУ** – Электронный блок управления.

**БЭУ** – Блок электронного управления двигателем.

**ЕСУ** – Electronic Control Unit.

**БУД** – Система управления двигателем.

**БУС** – Блок управления дополнительными системами.

**СТО и АТП** – Станции технического обслуживания и автотранспортные предприятия.

**ДМРВ** - Датчик массового расхода воздуха

**ДПДЗ** - Датчик положения дроссельной заслонки

**ДД** - Датчик детонации

**ДДМ** - Датчик давления масла

**ДТОЖ** - Датчик температуры охлаждающей жидкости

**ДККД** - Датчик концентрации кислорода

**ДПК** - Датчик положения коленчатого вала

**ДПРВ** - Датчик положения распределительного вала

**ДДТ** - Датчик давления топлива

**ДС** - Датчик скорости автомобиля

**ДХ** - Датчик Холла

**ДАС** - Датчик антиблокировочной системы

**ДАДВД** - Датчик абсолютного давления воздуха

**ДФ** - Датчик фаз

**ДТВВ** - Датчик температуры всасываемого воздуха

**ПЗУ** – постоянное запоминающее устройство.

**ОЗУ** – операционное запоминающее устройство.

**OBD-II, OBD-III** – стандартов бортового диагностирования второго и третьего уровней.

**SAE** – полная техническая документация по диагностированию автомобилей различных производителей с большим объемом информации, касающейся, диагностирования и ремонта всех агрегатов и систем автомобилей.

**EOBD** – система бортовой самодиагностики.

**ЭСАУД** - Электронная система автоматического управления двигателем.

**ЭСАУ** – электронная система управления.

**ЕСМ** – Engine Control Module - модуль управления двигателем.

**ЭБУ** – Электронный блок управления.

**БЭУ** – Блок электронного управления двигателем.

**ECU** – Electronic Control Unit.  
**БУД** – Система управления двигателем.  
**БУС** – Блок управления дополнительными системами.  
**СТО и АТП** – Станции технического обслуживания и автотранспортные предприятия.  
**ПЗУ** – постоянное запоминающее устройство.  
**ОЗУ** – операционное запоминающее устройство.  
**SMD** (Surface-Mounted Device - платы с поверхностным монтажом).  
**ДМРВ** - Датчик массового расхода воздуха  
**ДПДЗ** - Датчик положения дроссельной заслонки  
**ДД** - Датчик детонации  
**ДДМ** - Датчик давления масла  
**ДТОЖ** - Датчик температуры охлаждающей жидкости  
**ДКК** - Датчик концентрации кислорода  
**ДПКВ** - Датчик положения коленчатого вала  
**ДПРВ** - Датчик положения распределительного вала  
**ДДТ** - Датчик давления топлива  
**ДС** - Датчик скорости автомобиля  
**ДХ** - Датчик Холла  
**ДАС** - Датчик антиблокировочной системы  
**ДАДВ** - Датчик абсолютного давления воздуха  
**ДФ** - Датчик фаз  
**ДТВВ** - Датчик температуры всасываемого воздуха



## Список использованной литературы

### Основная литература

1. Сига Х., Мидзутани С. Введение в автомобильную электронику: пер. с японск.–М.: Мир, 1989.–232 с.
2. Данов Б.А., Титов Е.И. Электронное оборудование иностранных автомобилей: Системы управления двигателем. — М.: Транспорт, 1998.–76 с.
3. Лакин П. Фирма Lucas. Электронные системы впрыска топлива // Автомобильная промышленность.–1994.–№9.–С.37–39.
4. Электронно-компьютерное оборудование дизелей. Учебное пособие: ПГАСА, Институт непрерывного специального образования.– Днепропетровск, 2002.–59 с.
5. Лянденбургский В.В., Иванов А.С., Рыбачков А.В. Эффективность применения систем диагностирования и саморегулирования в современных автомобилях. Проблемы качества и эксплуатации автотранспортных средств. Материалы III международной научно-технической конференции. – Пенза, 2004. Часть II. С.45-47.
6. Есеновский-Лашков Ю.К. Электроника автомобильных систем управления, -М.,Машиностроение,1987,198 с.
7. Косарев, С. Н. Системы управления двигателем ВАЗ-2112 (1,5 л 16кл.) с распределенным последовательным впрыском топлива под нормы токсичности ЕВРО-2 (контроллеры М1.5.4N и Январь-5.1) автомобилей ВАЗ-21103, 21113, 2112: руководство по техническому обслуживанию и ремонту / С.Н. Косарев. – М.: АСТ: Астрель: Люкс, 2005. – 175 с.
8. Системы управления бензиновыми двигателями. Перевод с немецкого. Первое русское издательство «За рулем», 2005. – 432 с.
9. Встроенные средства для контроля работоспособности и перемещения автомобиля. В.В. Лянденбургский, Пенза, ПГУАС, 2010. – 142 с.
10. Автомобильные датчики – М., Машиностроение, 1982, 101с.
11. Боровских Ю.И. Автомобильные контрольно–измерительные приборы,. - М., Транспорт, 1976, 192 с.
12. Мороз, С.М. Комментарий к ГОСТ Р 51709 – 2001«Автотранспортные средства. Требования к техническому состоянию и методам проверки» [Текст]/ С.М.Мороз.- М.: Транспорт, 2008.-240 с.
13. Андрианов, Ю.В. Оценка автотранспортных средств [Текст]/ Ю.В. Андрианов.- М.: Дело, 2008. - 488 с.
14. Надежность машин [Текст]: учебн. пособие для машиностр. спец. вузов/ Д.Н.Решетов [и др.]; под общ.ред. Д.Н.Решетова. - М.: Высш. шк., 2008. - 238 с.
15. Ротенберг, Р.В. Основы надежности системы водитель - автомобиль - дорога - среда [Текст]/ Р.В. Ротенберг.- М.: Машиностроение, 2007. - 216 с.

16. Toyota Corolla с 2002 г. Дилерское руководство по ремонту. Автомануалы для моделей Toyota.
17. Лянденбургский В.В., Родионов Ю.В., Иванов А.С., Симанчев Д.А. Сигнализатор технического состояния автомобилей на автотранспортном предприятии. Мир транспорта и технологических машин № 4. – Орел, 2010. С. 26.
18. Справочник по диагностике неисправностей автомобиля В.В.Волгин. - М.: Транспорт, 2009. - 140с.
19. Руководство по эксплуатации, техническому обслуживанию и ремонту автомобилей ВАЗ. Издательство третий рим, раздел Мой автомобиль. – М.: 2007. - 139 с.
20. Honda HDS 3.102.029 + J2534 Rewrite 1.1.0.2 Дилерская программа для диагностики Хонда. Диагностическое программное приложение с многоязычным интерфейсом и поддержанием русского языка.
21. Яхьяев Н.Я. Основы теории надежности и диагностики. М.: Издат. Центр «Академия». 2011 г.
22. Справочник по диагностике автомобилей Бортовая диагностика: Рокош У.2013 г. 226 с.
23. Епифанов Л.И., Епифанова Е.А. Техническое и обслуживание и ремонт автомобилей: Учебное пособие для студентов учреждений среднего профессионального образования. М.: ФОРУМ: ИФРА-М, 2003 г.
24. Яковлев В.Ф. Диагностика электронных систем автомобиля. М. Солон-Экспресс. 2003 г.
25. Мордашов Ю.Ф., Запойнов В.Д., Жустев И.В. Диагностика автомобиля: учебно-методическое пособие/ Составители: Мордашов Ю.Ф., Запойнов В.Д., Жустев И.В. – Н.Новгород: НГПУ им.К.Минина, 2012. – 85 с.
26. Диагностика систем управления двигателем. Пособие для начинающих специалистов: Скачко С.А., Скачко К.С.: 2006.-229 с. Издательство: Константа.
27. Практикум: учеб. пособие / под ред. А.Н. Карташевича. — Минск : Новое знание; М. : ИНФРА-М, 2011. — 208 с. : ил.
28. Справочник по диагностике неисправностей автомобиля Волгин В. В. Издательство: Атласы автомобилей. Год издания: 1999 - 96 с.
29. Учебный курс по диагностике систем управления двигателями. Диагностика систем управления двигателями СУД.2003г.175с.
30. Бесприборная диагностика неисправностей легковых автомобилей. Волгин В.В. Издательство: Питер. 2011.- 160 с.
31. Диагностика неисправностей легкового автомобиля. Добров В.В.Издательство: АСТ.2006.-65с.
32. Диагностика электронных система автомобилей приборами НПП НТС. Новые технологические системы. Самара, стр. 178 – 2008.
33. Диагностика электронной системы управления двигателя автомобиля, Астрель, АСТ – 2003.

34. Хернер А., Риль Х. Автомобильная электрика и электроника. – М.: За рулем, 2013 – 625 с.
35. Баженов Ю.В., Каленов В.П. Диагностирование электронных систем управления двигателем .Фундаментальные исследования. – 2014. – № 8-1. – С. 18-23;
36. Мирошников Л.В., Болдин А.П., Пал В.И. Диагностирование технического состояния автомобилей на автотранспортных предприятиях. М.: Транспорт, 2008. - 267 с.
37. Грибков В.М., Карпекин П.А. Справочник по оборудованию для ТО и ТР автомобилей. - М.: Россельхозиздат, 2008. - 223 с.
38. Техническая диагностика автомобилей. В. Д. Мигаль, В. П.Мигаль Издательство: "Маска" 2013.
39. Диагностика и техническое обслуживание машин: учебник для студентов высш. учеб. Заведений. А.Д. Ананьин, В.М. Михлин, И.И. Габитов. – М.: Издательский центр Академия, 2008.
40. Руководство по диагностике и ремонту. ОАО Автоваз.2004.
41. Соснин Д. А. Автотроника. Электрооборудование и системы бортовой автоматики современных легковых автомобилей: Учебное пособие. М.: СОЛОН-Р, 2015.
42. А. А. Тюнин Диагностика электронных систем управления двигателями легковых автомобилей. — М.: СОЛОН-ПРЕСС, 2014.
43. Мигаль В.Д. Методы технической диагностики автомобилей.Учебное пособие. М.: Инфра-М, 2018.
44. Гаврилов К. Л. Диагностика автомобилей при эксплуатации и техническом осмотре: учебное пособие - СП.: Федеральн ое Государственнѐе Учреждение «Российский центр сельскохозяйственного консультирования» 2014.
45. Яковлев В. Ф. Диагностика электронных систем автомобиля. Учебное пособие. М.: СОЛОН-Пресс, 2013.

### Дополнительная литература

46. Конструкция автомобиля. Электрооборудование. Системы диагностики Под редакцией Картунина А.Л. – М.,:Горячая линия-Телеком 2005.
47. Мигаль В.Д. Техническая диагностика автомобилей.Справочное пособие. Х.,- Майдана, 2012 г.
48. Приложение из интернет сети. <http://counter.mirohost.net/> «ТО и ремонт автомобилей» Власов В.М.- 2005 г.
49. Соснин Д А . Автомобильный электробензонасос: устройство, принцип действия и ремонт //Ремонт и Сервис,1998.
50. Автомобильный справочник. BOSCH (ФРГ) /Перевод с англ. М.: "За рулем", 2000.

51. Кабанов Е. И., Пищук В. Я Техническое обслуживание автомобилей: Лаб. практикум: Учеб. пособие для учащихся автотрансп. техникумов.— М.: Транспорт, 1989.

52. «Устройство типового электробензонасоса», «Ремонт & Сервис» № 2, 1998.

### Электронные ресурсы

53. Ресурс программного обеспечения <https://obd2auto.ru/>

54. Ресурс базы данных программного обеспечения Torque <https://www.drive2.ru/l/5600718/>

55. Статья интернет ресурса <https://elm327-obd2.ru/avtodiagnostika/diagnostika-avto-cherez-noutbuk-svoimi-rukami.html> «Самостоятельная диагностика автомобиля через ноутбук»

56. Ресурс разработчиков программного обеспечения для скачивания Пробной бесплатной версии программы Torque <http://torque-pro.ru/>

57. <https://voditeliauto.ru/poleznaya-informaciya/aksessuary-i-gadzhety-dlya-avto/razem-obd2-raspinovka.html>

58. [http://www.itmotors.ru :mobilny-tormoznoi-stend-stentor](http://www.itmotors.ru:mobilny-tormoznoi-stend-stentor)

59. <http://www.motorhelp.ru//diagnostika-sistemy-zazhiganiya>.

60. [http://autorazvoda.net service/cruise](http://autorazvoda.net/service/cruise) Диагностика системы круиз-контроля/

61. [info@toyota-cruise.ru](mailto:info@toyota-cruise.ru). Инструкция пользователя Системы круиз-контроля Тойота CruiseControl v1.03

62. <http://krutimotor.ru/bloki-upravleniya-dvigatелем-vidy-ustrojstvo-remont/>

63. <https://motoran.ru/interesnoe/elektronnyj-blok-upravleniya>

64. <http://mondeo.km.ru/>.

65. [https://autorambler.ru/bz/remont/amulet\\_electrics\\_21](https://autorambler.ru/bz/remont/amulet_electrics_21)

66. <https://dis-7.satu.kz/a18582-datchiki-sistem-upravleniya.html>