



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
ФИЛИАЛ В Г. СЫЗРАНИ

---

Кафедра «Техническая эксплуатация и ремонт транспортных средств»

А.Д. ЦОЙ, Р.И. АЛЬМЕЕВ, А.П.ЧИЛИКОВ

**УСТРОЙСТВО И ДИАГНОСТИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОННОЙ  
СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ДВИГАТЕЛЕМ  
АВТОМОБИЛЯ «LADA KALINA 11184»**

*Практикум*

Самара  
Самарский государственный технический университет  
2015

Печатается по решению редакционно-издательского совета СамГТУ

УДК 62-523.8

**Устройство и диагностирование электронной системы управления двигателем автомобиля «LADA KALINA 11184»:** Практикум. / *А.Д. Цой, Р.И. Альмеев, А.П. Чиликов*. Самар. гос. техн. ун-т, 2015. – 54 с.

Практикум предназначен для студентов дневного, вечернего и заочного обучения специальности 190603 «Сервис транспортных и технологических машин и оборудования (автомобильный транспорт)», направлений подготовки бакалавров 23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов», 23.03.01 «Технология транспортных процессов». Может использоваться при выполнении лабораторных работ по дисциплинам «Техническая эксплуатация автомобилей, оборудованных компьютерными системами», «Современные и перспективные электронные системы управления транспортных средств», «Электротехника и электрооборудование транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования», «Электрооборудование автомобилей».

Рассмотрены содержание и методика выполнения лабораторных работ на лабораторном стенде-тренажёре «Система управления инжекторного двигателя автомобиля ВАЗ-11184» с использованием мотор-тестера МТ10К.

УДК 62-523.8

Рецензент канд. техн. наук *А.П. Осипов*

© А.Д. Цой, А.П. Чиликов,  
Р.И. Альмеев, 2015  
© Самарский государственный  
технический университет, 2015

## ВВЕДЕНИЕ

В связи с развитием и удешевлением технологий производства механических и электронных узлов системы впрыска, решение задачи точной дозировки топлива в автомобильном двигателе значительно упростилось и карбюраторные системы топливоподачи стали уступать место инжекторным системам.

Первоначально это были системы механического впрыска «K-jetronic», впоследствии «KE-jetronic» – механический впрыск с электронным управлением, затем их сменили системы электронного впрыска «L-,LE-,LN-jetronic», которые, в свою очередь, уступили место системам типа «Motronic», в которых также были реализованы функции управления включением кондиционера, гидроусилителя рулевого управления, автоматической коробки передач, тормозной системы и других узлов и систем автомобиля. С дальнейшим развитием электроники и ростом требований к автомобилю в плане экологичности и экономичности, системы впрыска вытеснили карбюраторные системы питания также на автомобилях малых классов.

Электронный впрыск топлива является наилучшим методом обеспечения полного управления составом топливно-воздушной смеси на всех рабочих режимах. Он не требует регулировок и поддерживает оптимальную эффективность нейтрализатора отработавших газов и, следовательно, соответствие экологическим требованиям в течение длительного периода времени.

Дополнительными преимуществами системы электронного впрыска топлива являются уменьшение расхода топлива, фактическое улучшение динамических показателей двигателя, ездовых качеств и комфортабельности автомобиля в целом.

## ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ РАБОТЫ

Цель работы – изучение устройства, особенностей и принципов функционирования электронной системы управления, систем питания и зажигания инжекторного двигателя, а также получение практических навыков диагностирования работы двигателя с помощью встроенных средств.

Основные задачи, выполняемые в ходе лабораторной работы:

1) Изучить устройство и особенности работы систем инжекторного двигателя:

- электронная система управления;
- система зажигания;
- система питания.

2) Ознакомиться с составом лабораторного стенда:

- исполнительные устройства;
- датчики;
- элементы управления работой стенда;
- блок управления;
- бортовой компьютер.

3) Ознакомиться с особенностями и порядком проведения работы на лабораторном стенде.

4) Выполнить основной план работ на стенде в соответствии с заданием:

- изучить процессы функционирования систем питания и зажигания на различных режимах работы двигателя;
- получить практические навыки по проведению диагностирования неисправностей в работе систем двигателя с помощью бортового компьютера, входящего в состав стенда или дополнительных внешних средств диагностирования.

5) Отразить результаты выполненной работы с оформлением отчёта.

# 1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

## 1.1 Электронная система управления двигателем

На ряд комплектаций автомобиля LADA KALINA устанавливается двигатель ВАЗ-21114. Данный двигатель оснащен системой распределенного впрыска, то есть бензин подается форсункой один раз за такт в тот цилиндр, в котором происходит такт впуска.

Электронная система управления двигателем (ЭСУД) (рис. 1.1 и 1.2) состоит из контроллера, датчиков и исполнительных устройств [1].

**Контроллер** (рис. 1.3) системы впрыска является центральным устройством системы управления двигателем. Альтернативные названия: ECU, ЭБУ – электронный блок управления.

Контроллер установлен в центральной части передней панели, под радиатором отопления салона. Он получает входные сигналы от датчиков системы и в соответствии с управляющей программой рассчитывает параметры управления питанием и зажиганием. Контроллер подает управляющие (выходные сигналы) на форсунки, катушку зажигания, электробензонасос, регулятор холостого хода, вентилятор системы охлаждения, клапан продувки адсорбера и другие исполнительные устройства [1].

При включении зажигания питание от аккумуляторной батареи подается на контроллер. Тот, в свою очередь, включает главное реле, реле бензонасоса, реле первичной цепи зажигания и реле включения вентилятора охлаждения. Когда зажигание отключается, контроллер задерживает выключение главного реле на время, которое необходимо для завершения вычислений, установки регулятора холостого хода, управления вентилятором системы охлаждения.

Контроллер содержит три запоминающих устройства — оперативное запоминающее устройство (ОЗУ), программируемое постоянное запоминающее устройство (ППЗУ) и электрически репрограммируемое запоминающее устройство (ЭРПЗУ) [2].

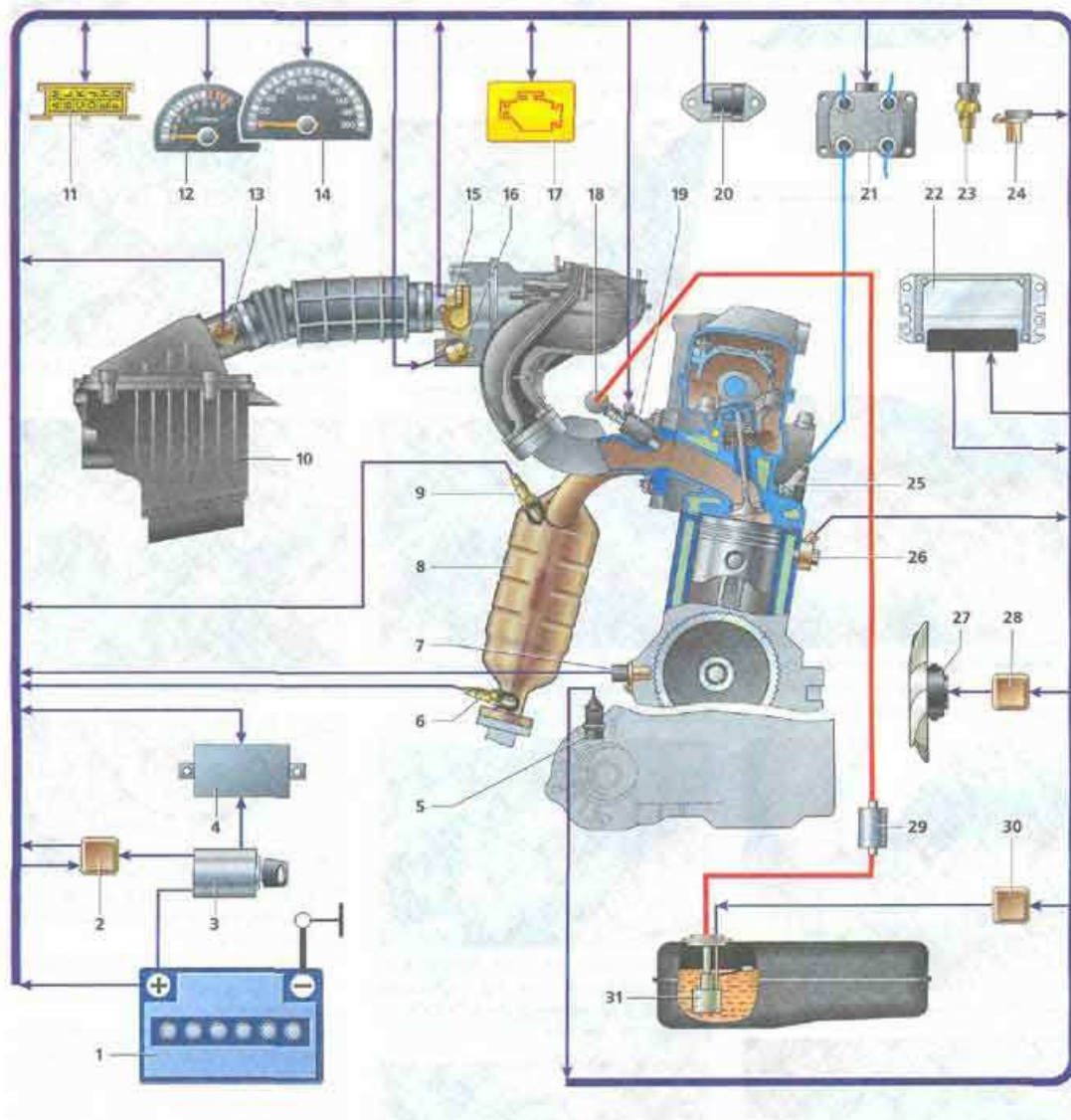


Рис. 1.1. Схема электронной системы управления двигателем:

1 — аккумуляторная батарея; 2 — главное реле; 3 — замок зажигания; 4 — блок управления иммобилайзера; 5 — датчик скорости; 6 — диагностический датчик кислорода; 7 — датчик положения коленчатого вала; 8 — выпускной коллектор; 9 — управляющий датчик кислорода; 10 — воздушный фильтр; 11 — диагностический разъем (колодка диагностики); 12 — тахометр; 13 — датчик массового расхода воздуха; 14 — спидометр; 15 — датчик положения дроссельной заслонки; 16 — регулятор холостого хода; 17 — сигнализатор неисправности системы управления двигателем; 18 — топливная рампа; 19 — форсунка; 20 — датчик неровной дороги; 21 — катушка зажигания; 22 — контроллер; 23 — датчик температуры охлаждающей жидкости; 24 — датчик фаз; 25 — свеча зажигания; 26 — датчик детонации; 27 — вентилятор системы охлаждения; 28 — реле вентилятора системы охлаждения; 29 — топливный фильтр; 30 — реле бензонасоса; 31 — топливный модуль.

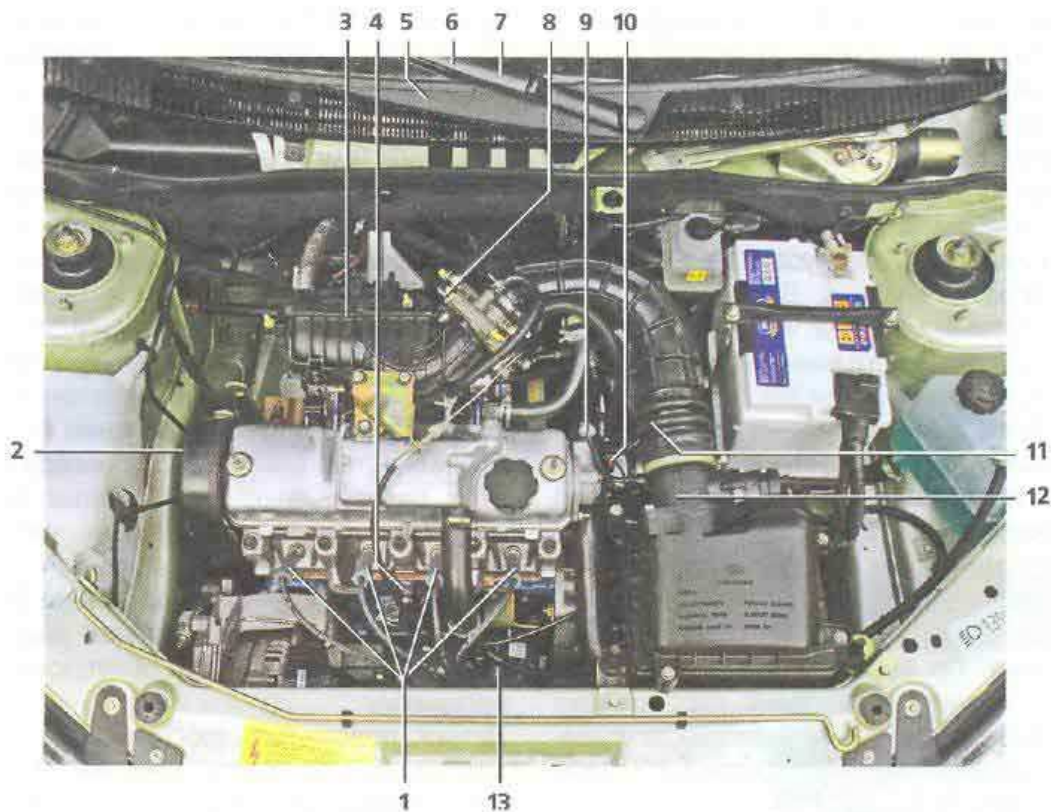


Рис. 1.2. Элементы электронной системы управления двигателем:

1 — свеча зажигания; 2\* — датчик положения коленчатого вала; 3\* — датчик концентрации кислорода; 4 — датчик детонации; 5\* — контроллер и блок реле системы управления; 6\* — диагностический разъем и блок предохранителей; 7\* — сигнализатор неисправности; 8 — датчик положения дроссельной заслонки; 9 — датчик фаз; 10 — датчик температуры охлаждающей жидкости; 11\* — датчик скорости; 12 — датчик массового расхода воздуха; 13 — катушка зажигания. \* На фото не виден.



Рис. 1.3. Контроллер

ОЗУ используется контроллером для временного хранения текущей информации о работе двигателя (измеряемых параметров) и расчетных данных. Также в ОЗУ записываются коды возникающих неисправностей. Эта память энергозависима, т. е. при прекращении питания (отключении аккумуляторной батареи или отсоединении от контроллера жгута проводов) ее содержимое стирается.

В ППЗУ хранится управляющая программа, которая содержит последовательность команд (алгоритм) и калибровочные данные (настройки). Содержимое этого запоминающего устройства не зависит от питания.

ЭРПЗУ используется для хранения идентификаторов контроллера, двигателя и автомобиля (записываются коды иммобилайзера при обучении ключей) и других служебных кодов. Кроме того, в ЭРПЗУ записываются эксплуатационные параметры (общий пробег автомобиля и время работы двигателя, общий расход топлива), а также нарушения режимов работы двигателя и автомобиля (время работы двигателя: с перегревом, на низкооктановом топливе, с превышением максимально допустимых оборотов, неисправными датчиками детонации, концентрации кислорода и скорости). ЭРПЗУ также является энергонезависимой памятью и может хранить информацию при отсутствии питания контроллера.

Система управления двигателем имеет функции самодиагностики. Контроллер определяет наличие неисправностей датчиков, исполнительных устройств, цепей, и включает сигнализатор неисправности в комбинации приборов, сохраняя в своей памяти коды неисправностей. При обнаружении неисправности система управления переводит двигатель в аварийный режим работы. При таком режиме контроллер для управления двигателем вместо показаний вышедшего из строя датчика использует замещающие данные, хранящиеся в ППЗУ.

Аварийный режим позволяет владельцу автомобиля доехать до предприятия автосервиса, где будет возможно проведение



диагностирования и устранение обнаруженных неисправностей. Такой режим характеризуется ухудшением некоторых показателей работы двигателя (например, увеличивается расход топлива, ухудшается запуск двигателя, снижаются динамические свойства автомобиля). Поэтому нельзя долгое время эксплуатировать автомобиль с неисправностями системы управления.

Единственный датчик, при неисправности которого автомобиль теряет работоспособность – это датчик положения коленчатого вала. Если информации с датчика нет, то контроллер не может выполнить синхронизацию процессов питания и зажигания.

После устранения причин неисправности сигнализатор будет выключен контроллером через определенное время задержки, в течение которого неисправность не проявляется, и при условии, что в памяти контроллера отсутствуют другие коды неисправностей, требующие включения сигнализатора.

Коды неисправностей (даже если сигнализатор погас) остаются в памяти контроллера и могут быть считаны с помощью диагностических приборов, подключаемых к диагностической колодке. Коды неисправности также удаляются из памяти контроллера, если отключить аккумуляторную батарею более чем на 10 секунд.

**Датчик положения коленчатого вала (ДПКВ)** (рис. 1.4) установлен с правой стороны двигателя по ходу движения автомобиля, в нижней части блока цилиндров.



Рис. 1.4. Датчик положения коленчатого вала

Датчик выдает контроллеру информацию о частоте вращения и угловом положении коленчатого вала.

Датчик — индуктивный. При прохождении вблизи сердечника зубьев задающего диска, объединенного со шкивом привода генератора, в катушке датчика индуцируется электрический импульс [3]. Таким образом, ДПКВ является цифровым датчиком и имеет два состояния – «есть сигнал» (прохождения зуба задающего диска) и «нет сигнала» (прохождение впадины задающего диска). Для синхронизации с ВМТ поршней 1 и 4 цилиндров на диске сформирована впадина путем срезания двух из 60 зубьев. Таким образом, на задающем диске 58 зубьев. Установочный зазор между сердечником и вершинами зубьев составляет  $1 \pm 0,4$  мм [1].

По количеству и частоте импульсов ДПКВ электронный блок управления рассчитывает фазу и длительность сигналов управления форсунками и катушкой зажигания.

**Датчик фаз (ДФ)** (рис. 1.5) установлен на заглушке головки блока цилиндров.



Рис. 1.5. Датчик фаз

Принцип действия датчика основан на эффекте Холла [3]. В отверстие хвостовика распределительного вала запрессован штифт. Когда штифт вала проходит мимо сердечника датчика, датчик выдает на контроллер импульс напряжения низкого уровня (около 0 В), соответствующий положению поршня 1-го цилиндра в конце такта сжатия. Сигнал датчика фаз контроллер использует для

последовательного впрыска топлива в соответствии с порядком работы цилиндров.

При выходе из строя датчика фаз контроллер переходит в режим парно-параллельного впрыска топлива, при котором топливо впрыскивается в два цилиндра [1].

**Датчик температуры охлаждающей жидкости (ДТОЖ)** (рис. 1.6) установлен на головке блока цилиндров таким образом, что его чувствительный элемент омывается охлаждающей жидкостью.



Рис. 1.6. Датчик температуры охлаждающей жидкости

Электрическое сопротивление датчика уменьшается при повышении температуры охлаждающей жидкости.

Изменение сопротивления ДТОЖ вызывает изменение опорного напряжения, подаваемого на датчик контроллером. Контроллер по падению напряжения на датчике определяет температуру охлаждающей жидкости .

При возникновении неисправности или обрыва цепи питания ДТОЖ загорается сигнализатор неисправности системы управления двигателем, включается вентилятор системы охлаждения, а значение температуры рассчитывается по обходному алгоритму [4].

**Датчик положения дроссельной заслонки (ДПДЗ)** (рис. 1.7) установлен на оси дроссельной заслонки, электромеханический и представляет собой потенциометр.



Рис. 1.7. Датчик положения дроссельной заслонки

На один конец его обмотки подается от контроллера стабилизированное напряжение +5 В, а другой соединен с «массой». С подвижного вывода потенциометра (ползунка) снимается сигнал для контроллера. Изменение текущего положения дроссельной заслонки приводит к изменению электрического сопротивления датчика. По падению опорного напряжения определяется положение дроссельной заслонки. Эта информация используется для расчета угла опережения зажигания и длительности импульсов впрыска топлива, а также для управления регулятором холостого хода.

При выходе из строя ДПДЗ или его цепей контроллер включает сигнализатор неисправности и рассчитывает предполагаемое значение положения дроссельной заслонки по частоте вращения коленчатого вала и массовому расходу воздуха [1].

**Датчик массового расхода воздуха (ДМРВ)** (рис. 1.8) термоанемометрического типа расположен между воздушным фильтром и шлангом подвода воздуха к дроссельному узлу.



Рис. 1.8. Датчик массового расхода воздуха

В зависимости от расхода воздуха напряжение выходного сигнала датчика изменяется в диапазоне от 1,0 до 5,0 В.

Если сигнал ДМРВ по какой-либо причине отсутствует (обрыв цепи или отказ самого датчика), то контроллер рассчитывает значение массового расхода воздуха по частоте вращения коленчатого вала и положению дроссельной заслонки. Как правило, расход топлива значительно увеличивается – это может служить косвенным признаком выхода из строя ДМРВ или обрыва цепи датчика.

ДМРВ имеет встроенный датчик температуры воздуха (ДТВ), чувствительным элементом которого является термистор, установленный в потоке воздуха. Выходной сигнал датчика изменяется в диапазоне от 0 до 5,0 В в зависимости от температуры воздуха, проходящего через датчик.

При возникновении неисправности цепи ДТВ контроллер включает сигнализатор неисправности и заменяет показания датчика фиксированным значением температуры воздуха (33 °С) [1].

**Датчик детонации (ДД)** (рис. 1.9) закреплен в передней верхней части блока цилиндров.



Рис. 1.9. Датчик детонации

Пьезокерамический чувствительный элемент датчика генерирует электрический сигнал, амплитуда и частота которого соответствуют параметрам вибраций двигателя [1]. При возникновении детонации амплитуда вибраций определенной частоты возрастает. Таким образом, датчик позволяет определить преддетонационное состояние

в конкретном цилиндре. В четырехцилиндровых двигателях достаточно одного датчика, для 6- и 8- цилиндровых используют два одинаковых датчика [2].

Если датчик детонации показывает, что в каком-то из цилиндров начинается детонационное сгорание, контроллер уменьшает в этом цилиндре угол опережения зажигания.

**Управляющий датчик концентрации кислорода (УДК)** (рис. 1.10) установлен в выпускном коллекторе до каталитического нейтрализатора отработавших газов.



Рис. 1.10. Управляющий датчик концентрации кислорода

Датчик – электролитического типа. Один из электродов датчика омывается отработавшими газами, а другой – воздухом. Между электродами расположен твердый электролит – диоксид циркония или диоксид титана. Разность потенциалов на электродах датчика, изменяющаяся приблизительно от 50 до 900 мВ, возникает, если есть разница в концентрации кислорода в двух газовых средах – отработавших газах и атмосферном воздухе. Чем больше разница в концентрации, тем сильнее сигнал датчика. Следовательно, низкий уровень сигнала соответствует бедной смеси (много кислорода осталось в отработавших газах), а высокий уровень — богатой смеси (кислород в отработавших газах отсутствует или его очень мало). По информации, получаемой с данного датчика, контроллер определяет, какое количество топлива необходимо подавать на данном режиме.

Для нормальной работы датчик концентрации кислорода должен иметь температуру не ниже 300 °С, поэтому для быстрого прогрева после запуска двигателя в него встроен нагревательный элемент, которым управляет контроллер. По мере прогрева сопротивление датчика снижается, и он начинает генерировать выходной сигнал. Контроллер постоянно выдает в цепь датчика опорное напряжение 450 мВ. Пока датчик не прогреется, его выходное напряжение находится в диапазоне от 300 до 600 мВ [1]. При этом контроллер управляет системой впрыска, не учитывая напряжение на датчике (по разомкнутому контуру). По мере прогрева датчика его внутреннее сопротивление уменьшается, и он начинает изменять выходное напряжение, выходящее за пределы указанного диапазона. Тогда контроллер отключает нагрев датчика и начинает учитывать сигнал датчика концентрации кислорода для управления подачей топлива в режиме замкнутого контура.

Датчик концентрации кислорода может выйти из строя в результате применения этилированного бензина или использования при сборке двигателя герметиков, содержащих в большом количестве силикон (соединения кремния) с высокой летучестью. Испарения силикона могут попасть через систему вентиляции картера в камеру сгорания. Присутствие соединений свинца или кремния в отработавших газах может привести к выходу датчика из строя [3].

В случае выхода из строя датчика или его цепей контроллер включает сигнализатор неисправности, заносит в свою память соответствующий код неисправности и управляет топливоподачей по разомкнутому контуру.

**Диагностический датчик концентрации кислорода (ДДК)** расположен после каталитического нейтрализатора. Он конструктивно такой же, как УДК. Предназначен для контроля технического состояния каталитического нейтрализатора: если показания диагностического датчика будут совпадать с показаниями управляющего датчика, значит, отработавшие газы не меняют своего состава при прохождении через каталитический нейтрализатор.



Напряжение выходного сигнала прогретого ДДК при работе в режиме замкнутого контура и исправном нейтрализаторе должно находиться в диапазоне от 590 до 750 мВ [1].

**Датчик скорости автомобиля (ДС)** (рис.1.11) расположен на картере коробки передач. Принцип его действия основан на эффекте Холла. Задающий диск датчика установлен на коробке дифференциала.



Рис. 1.11. Датчик скорости автомобиля

Датчик скорости выдает на контроллер прямоугольные импульсы напряжения (нижний уровень — не более 1 В, верхний - не менее 5 В) с частотой, пропорциональной скорости вращения ведущих колес. Количество импульсов датчика пропорционально пути, пройденному автомобилем. Контроллер определяет скорость автомобиля по частоте импульсов.

При выходе из строя датчика или его цепей контроллер заносит в свою память код неисправности и включает сигнализатор.

**Датчик неровной дороги (ДНД)** установлен в моторном отсеке на правой чашке брызговика.

Датчик использует пьезоэффект для измерения амплитуды колебаний кузова. При движении по неровной дороге возникает переменная нагрузка на трансмиссию, которая влияет на частоту вращения коленчатого вала. При этом колебания частоты вращения коленчатого вала похожи на аналогичные колебания, возникающие при пропусках воспламенения в цилиндрах. В этом случае для предупреждения ложного обнаружения пропусков воспламенения



контроллер отключает эту функцию бортовой системы диагностики при превышении сигнала ДНД выше определенного порога.

При выходе из строя датчика или его цепей контроллер заносит в свою память код неисправности и включает сигнализатор.

**Блок управления иммобилайзера** (рис. 1.12) расположен внутри панели приборов.



Рис. 1.12. Блок управления иммобилайзера

При включении зажигания контроллер обменивается информацией с иммобилайзером (если он активирован), предназначенным для предотвращения несанкционированного пуска двигателя. Если при обмене информацией установлено, что доступ к пуску двигателя разрешен, контроллер продолжает функционировать. В противном случае пуск двигателя блокируется.

**Система зажигания** состоит из катушки зажигания, высоковольтных проводов и свечей зажигания. При эксплуатации она не требует обслуживания и регулирования, за исключением замены свечей.

**Катушка зажигания** (рис. 1.13) представляет собой блок из двух катушек.



Рис. 1.13. Катушка зажигания

Управление током в первичных обмотках катушек осуществляется контроллером в зависимости от режима работы двигателя. К выводам вторичных (высоковольтных) обмоток катушек подключены свечные провода: к одной обмотке — 1-го и 4-го цилиндров, к другой — 2-го и 3-го. Таким образом, искра одновременно проскакивает в двух цилиндрах (1-4 или 2-3) — в одном во время такта сжатия (рабочая искра), в другом - во время такта выпуска (холостая). Катушка зажигания — неразборная, при выходе из строя ее заменяют.

**Свечи зажигания** А17ДВРМ или их аналоги, с помехоподавительным резистором сопротивлением 4-10 кОм и медным сердечником. Зазор между электродами свечи — 1,0-1,1 мм. Размер шестигранника под ключ — 21 мм [1].

В связи с постоянным направлением тока во вторичных обмотках катушки, ток искрообразования у каждой пары свечей, работающих одновременно, всегда протекает с центрального электрода на боковой — для одной свечи и с бокового электрода на центральный — для другой. Электроэрозионный износ свечей пары будет разным.

**Предохранители и диагностический разъем системы управления двигателем:** три предохранителя (по 15 А каждый) и диагностический разъем системы управления (рис. 1.14) расположены под крышкой туннеля пола.

**Плавкая вставка в цепи питания системы управления двигателем** (рис. 1.15) на конце провода красного цвета (подсоединенного к выводу «+» аккумуляторной батареи), выполненная в виде отрезка провода серого цвета сечением  $1 \text{ мм}^2$ .



Рис. 1.14. Предохранители и диагностический разъем системы управления двигателем:

1 — диагностический разъем; 2 — предохранитель силовой цепи главного реле; 3 — предохранитель силовой цепи реле электробензонасоса; 4 — предохранитель цепи постоянного питания контроллера

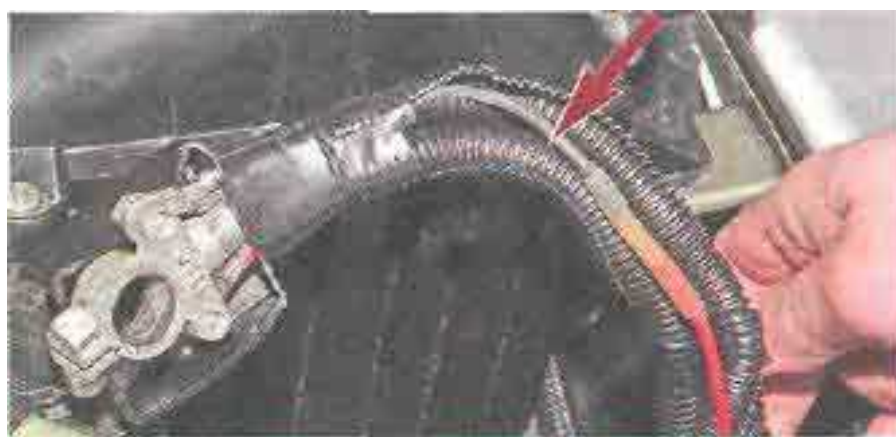


Рис. 1.15. Плавкая вставка в цепи питания системы управления двигателем

**Блок реле системы управления** (рис. 1.16), состоящий из главного реле, реле электробензонасоса и реле электровентильатора

системы охлаждения расположен под консолью панели приборов, рядом с контроллером.

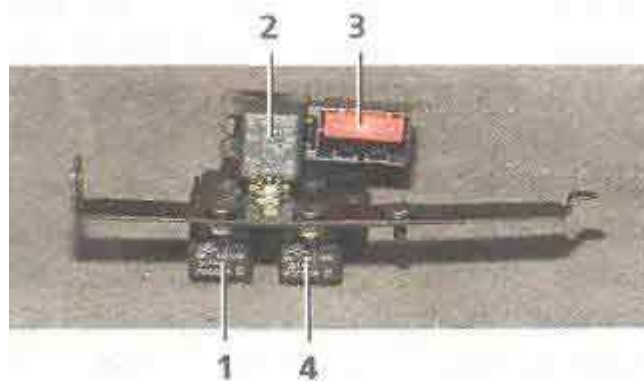


Рис. 1.16. Блок реле системы управления:

1 — реле электроventилятора системы охлаждения; 2 — реле электробензонасоса; 3 — предохранитель (50 А) электроventилятора системы охлаждения; 4 — главное реле

При включении зажигания контроллер на 2 секунды запитывает реле электробензонасоса для создания необходимого давления в топливной рампе. Если в течение этого времени проворачивание коленчатого вала стартером не началось, контроллер выключает реле и вновь включает его после начала проворачивания. Если зажигание включалось три раза подряд без проворачивания стартером коленчатого вала, то следующее включение реле электробензонасоса произойдет только с началом проворачивания.

**Электроventилятор системы охлаждения** включается, если температура охлаждающей жидкости превысит допустимое значение. В системе управления двигателем выполненной под нормы токсичности Euro-3, используется два реле включения электроventилятора. В зависимости от условий работы двигателя и кондиционера контроллер может включить электроventилятор на высокую скорость или на низкую — через другое реле и дополнительный резистор.

## 1.2. Система питания двигателя

Схема системы питания автомобиля ВАЗ-1118 показана на рисунке 1.17.

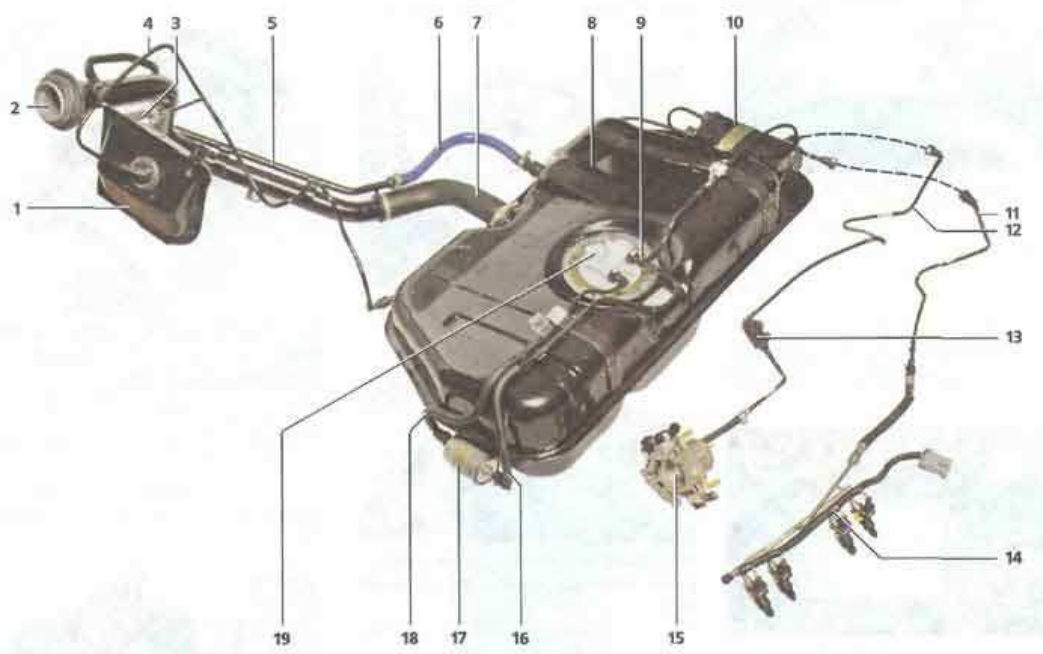


Рис. 1.17. Схема системы питания двигателя:

1 — сепаратор; 2 — наливная труба; 3 — шланг подвода паров топлива из бака к сепаратору; 4 — трубка отвода паров топлива из сепаратора к адсорберу; 5 — вентиляционная трубка; 6 — шланг вентиляционной трубки; 7 — шланг наливной трубы; 8 — топливный бак; 9 — тройник; 10 — адсорбер; 11 — трубка подвода топлива к топливной рампе; 12 — трубка подвода паров топлива к электромагнитному клапану продувки адсорбера; 13 — электромагнитный клапан продувки адсорбера; 14 — топливная рампа с форсунками; 15 — дроссельный узел; 16 — шланг подвода топлива к тройнику; 17 — топливный фильтр; 18 — шланг подвода топлива к топливному фильтру; 19 — топливный модуль

Топливо подается из бака, установленного под днищем в районе заднего сиденья. Топливный бак состоит из двух сваренных между собой стальных штампованных частей. Наливная труба соединена с баком бензостойким резиновым шлангом. В верхнюю часть наливной трубы вварена вентиляционная трубка, соединенная с баком пластмассовым шлангом. Вентиляционная трубка служит для отвода воздуха, вытесняемого из бака при его заправке топливом. В пробке заливной горловины встроены впускной и выпускной клапаны

вентиляции топливного бака.

**Топливный модуль** (рис. 1.18), включающий топливный насос, регулятор давления топлива и датчик указателя уровня топлива, установлен в топливном баке.



Рис. 1.18. Топливный модуль

Для грубой очистки топлива на входе модуля имеется сетчатый фильтр. Для доступа к топливному модулю под подушкой заднего сиденья в днище автомобиля выполнен лючок.

**Датчик указателя уровня топлива** (рис. 1.19) управляет работой стрелочного прибора и сигнализатора, расположенных в комбинации приборов.

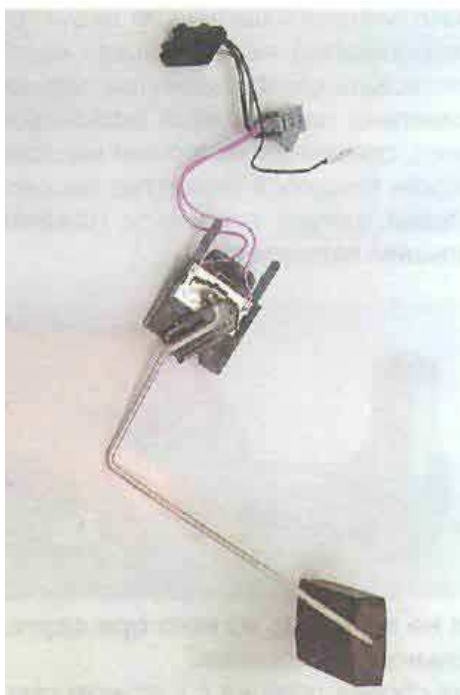


Рис. 1.19. Датчик указателя уровня топлива

**Топливный насос** (рис. 1.20) — электрический, погружной, роторный.



Рис. 1.20. Топливный насос

Топливный насос включается по команде электронного блока управления (контроллера) при включении зажигания, через реле. Насос создает в системе давление, превышающее рабочее давление в топливной рампе. От насоса топливо под давлением подается к топливному фильтру.

**Топливный фильтр тонкой очистки** (рис. 1.21) — неразборный, с бумажным фильтрующим элементом. Фильтр закреплен на кронштейне топливного бака, справа. На корпусе фильтра нанесена стрелка, которая должна совпадать с направлением движения топлива.



Рис. 1.21. Топливный фильтр тонкой очистки



После фильтра в нагнетающую топливную магистраль встроен тройник, через который топливо подводится к топливной рампе и регулятору давления топлива, расположенному в топливном модуле.

**Регулятор давления топлива** (рис. 1.22) представляет собой клапан, который открывается при превышении давления топлива в магистрали, стравливая часть топлива в бак.



Рис. 1.22. Регулятор давления топлива с уплотнительными кольцами

Регулятор давления неразборный, при выходе из строя подлежит замене. Давление топлива в топливной рампе при включенном зажигании и неработающем двигателе должно составлять от 3,6 до 4,0 бар.

**Топливная рампа** (рис. 1.23) представляет собой трубку с установленными на ней форсунками. Рампа прикреплена к впускной трубе двумя винтами.



Рис. 1.23. Топливная рампа



Топливо под давлением подается во внутреннюю полость рампы, а оттуда — через форсунки во впускную трубу.

**Форсунка** (рис. 1.24) представляет собой электромагнитный клапан, пропускающий топливо при подаче на него напряжения и запирающийся под действием возвратной пружины при обесточивании. На выходе форсунки выполнен распылитель, через который топливо впрыскивается во впускной тракт. Управляет работой форсунок контроллер.



Рис. 1.24. Форсунка электромагнитная

Форсунки уплотняются в рампе и впускной трубе резиновыми кольцами и фиксируются на рампе металлическими скобами. При обрыве или замыкании обмотки форсунку следует заменить

**Элементы подвода воздуха к дроссельному узлу (рис. 1.25).** Воздух подводится к дроссельному узлу двигателя через воздухозаборник, воздушный фильтр и гофрированный резиновый шланг. Воздушный фильтр установлен в передней левой части моторного отсека на трех резиновых держателях (опорах). Фильтрующий элемент — бумажный. После фильтра воздух проходит через датчик массового расхода воздуха.



Рис. 1.25. Элементы подвода воздуха к дроссельному узлу:

1 — воздухозаборник; 2 — воздушный фильтр; 3 — корпус датчика массового расхода воздуха; 4 — шланг подвода воздуха к дроссельному узлу; 5 — шланг основного контура вентиляции картера двигателя

**Дроссельный узел** (рис. 1.26) представляет собой корпус дроссельной заслонки (с выполненными в нем каналами), на котором установлены регулятор холостого хода и датчик положения дроссельной заслонки. Дроссельный узел закреплен на впускной трубе.



Рис. 1.26. Дроссельный узел

Во избежание обмерзания дроссельного узла при низкой температуре и высокой влажности окружающего воздуха в узел встроены блок подогрева, через который циркулирует жидкость системы охлаждения. При нажатии педали «газа» дроссельная заслонка открывается, изменяя количество поступающего в двигатель воздуха (подача топлива рассчитывается контроллером в зависимости от расхода воздуха).

**Регулятор холостого хода (РХХ)** обеспечивает подачу воздуха в двигатель на холостом ходу (рис. 1.27).



Рис. 1.27. Регулятор холостого хода

Регулятор холостого хода представляет собой шаговый электродвигатель, который перемещает клапан. Запорный элемент клапана (игла) изменяет проходное сечение канала и обеспечивает регулирование расхода воздуха в обход дроссельной заслонки. Для увеличения частоты вращения коленчатого вала на холостом ходу контроллер подает управляющий сигнал на открытие клапана, увеличивая подачу воздуха в обход дроссельной заслонки, и, наоборот, для уменьшения частоты вращения подается команда на закрытие клапана.

Кроме управления частотой вращения коленчатого вала на холостом ходу контроллер управляет РХХ, снижая токсичность отработавших газов: при торможении двигателем происходит резкое закрытие дроссельной заслонки. В этом случае РХХ увеличивает

подачу воздуха в обход дроссельной заслонки, в результате чего происходит обеднение топливной смеси. Это способствует снижению выбросов углеводородов и окиси углерода.

Регулятор холостого хода неразборный и при выходе из строя подлежит замене.

**Система улавливания паров топлива**, применяемая в системе питания, включает сепаратор, адсорбер, электромагнитный клапан продувки адсорбера, соединительные трубки и шланги.

**Сепаратор** (рис. 1.28) установлен в арке правого заднего колеса.



Рис. 1.28. Сепаратор

Пары топлива из бака частично конденсируются в сепараторе, из которого конденсат через шланг и наливную трубу сливается обратно в бак. В сепараторе установлен гравитационный клапан, предотвращающий вытекание топлива из бака при опрокидывании автомобиля.

Из сепаратора пары топлива попадают в **адсорбер** (установленный на топливном баке сверху, с левой стороны) (рис. 1.29) через штуцер с надписью «TANK», где поглощаются активированным углем.



Рис. 1.29. Адсорбер

Второй штуцер адсорбера с надписью «PURGE» соединен через электромагнитный клапан продувки адсорбера с дроссельным узлом, а третий с надписью «AIR» — с атмосферой.

**Электромагнитный клапан продувки адсорбера** (рис. 1.30) установлен на кронштейне, закрепленном на корпусе воздушного фильтра.



Рис. 1.30. Электромагнитный клапан продувки адсорбера

При остановленном двигателе электромагнитный клапан продувки закрыт, и в этом случае адсорбер не сообщается с дроссельным узлом. Контроллер, управляя электромагнитным клапаном, осуществляет продувку адсорбера, после того как двигатель проработает заданный период времени с момента перехода на режим управления топливоподачей по замкнутому контуру (управляющий датчик кислорода должен быть прогрет до необходимой температуры). Клапан сообщает полость адсорбера с дроссельным узлом — и происходит продувка сорбента: пары топлива смешиваются с воздухом и отводятся через дроссельный узел во впускной тракт и далее в цилиндры двигателя. Чем больше расход воздуха двигателем, тем больше длительность управляющих импульсов контроллера и тем интенсивнее продувка.

### 1.3. Режимы управления подачей топлива

Количеством топлива, подаваемого через форсунки, управляет контроллер.

Топливо подается по одному из двух разных методов: синхронному, т.е. в определенном положении коленчатого вала, или асинхронному, т.е. без синхронизации с вращением коленчатого вала.

Синхронная подача топлива является преимущественно применяемым методом [1]. Синхронизация срабатывания форсунок обеспечивается использованием сигналов датчика положения коленчатого вала и датчика фаз.

Контроллер рассчитывает момент включения каждой форсунки, причем топливо впрыскивается один раз за один полный рабочий цикл соответствующего цилиндра. Такой метод позволяет более точно дозировать топливо по цилиндрам и понизить уровень токсичности отработавших газов.

Асинхронная подача топлива используется на режиме пуска и динамических режимах работы двигателя.

Контроллер обрабатывает сигналы датчиков, определяет режим работы двигателя и рассчитывает длительность импульса впрыска топлива.

Для увеличения количества подаваемого топлива длительность импульса впрыска увеличивается. Для уменьшения - сокращается.

Длительность импульса впрыска может быть проконтролирована с помощью внешнего диагностического прибора.

Управление топливоподачей осуществляется в одном из нескольких режимов, описанных ниже.

#### **Отключение подачи топлива.**

Подача топлива не производится в следующих случаях:

зажигание выключено (это предотвращает калильное зажигание);

коленчатый вал двигателя не вращается (отсутствует сигнал ДПКВ);

- если контроллер определил наличие пропусков воспламенения топливовоздушной смеси в одном или нескольких цилиндрах - подача топлива в эти цилиндры прекращается и сигнализатор неисправностей начинает мигать;

- частота вращения коленчатого вала двигателя превышает предельное значение (около  $6200 \text{ мин}^{-1}$ ).

### **Режим пуска.**

При включении зажигания контроллер с помощью реле включает электробензонасос, который создает давление топлива в рампе форсунок.

Контроллер обрабатывает сигнал датчика температуры охлаждающей жидкости для определения необходимой для пуска длительности импульсов впрыска.

Когда коленчатый вал двигателя при пуске начинает проворачиваться, контроллер формирует фазированный импульс включения форсунок, длительность которого зависит от температуры охлаждающей жидкости. На холодном двигателе импульс впрыска увеличивается для увеличения количества топлива, а на прогретом - длительность импульса уменьшается.

Система работает в режиме пуска до достижения определенной частоты вращения коленчатого вала (желаемые обороты холостого хода), значение которой зависит от температуры охлаждающей жидкости.

Необходимым условием пуска двигателя является достижение оборотов двигателя при прокрутке стартером значения не ниже 80 об/мин, напряжение в бортовой сети автомобиля при этом не должно быть ниже 6 В.

### **Режим управления топливоподачей по разомкнутому контуру.**

После пуска двигателя и до выполнения условий вхождения в режим замкнутого контура (управляющий датчик кислорода прогрет до необходимой температуры) контроллер управляет подачей топлива в режиме разомкнутого контура. В режиме разомкнутого

контур контроллер рассчитывает длительность импульсов впрыска без учета наличия кислорода в выхлопных газах. Расчеты осуществляются на базе данных по частоте вращения коленчатого вала, массовому расходу воздуха, температуре охлаждающей жидкости и положению дроссельной заслонки.

#### **Режим мощностного обогащения.**

Контроллер следит за положением дроссельной заслонки и частотой вращения коленчатого вала для определения моментов, когда необходима максимальная мощность двигателя.

Для развития максимальной мощности требуется более богатый состав топливной смеси, что осуществляется путем увеличения длительности импульсов впрыска.

#### **Режим отключения подачи топлива при торможении двигателем.**

При торможении двигателем с полностью закрытой дроссельной заслонкой при включенных передаче и сцеплении впрыск топлива не производится.

Параметры этого режима можно наблюдать с помощью приборов внешней диагностики.

Управление отключением подачи топлива при торможении двигателем и последующим восстановлением подчиняется определенным условиям по следующим параметрам:

- температура охлаждающей жидкости;
- частота вращения коленчатого вала;
- скорость автомобиля;
- угол открытия дроссельной заслонки;
- параметр нагрузки.

#### **Компенсация изменения напряжения бортовой сети.**

При уменьшении напряжения бортовой сети накопление энергии в катушках зажигания происходит медленнее и механическое движение электромагнитного клапана форсунки замедляется.



Контроллер компенсирует падение напряжения бортсети путем увеличения времени накопления энергии в катушке зажигания и длительности импульсов впрыска.

Соответственно, при возрастании напряжения в бортовой сети автомобиля контроллер уменьшает время накопления энергии в катушке зажигания и длительность импульсов впрыска.

### **Регулирование подачи топлива по замкнутому контуру.**

Система входит в режим замкнутого контура при выполнении всех следующих условий:

1. Управляющий датчик кислорода достаточно прогрет для нормальной работы.

2. Температура охлаждающей жидкости выше определенного значения.

3. С момента запуска двигатель проработал определенный период времени, зависящий от температуры охлаждающей жидкости в момент пуска.

4. Двигатель не работает ни в одном из нижеперечисленных режимов: пуск двигателя, отключение подачи топлива, режим максимальной мощности.

5. Двигатель работает в определенном диапазоне по параметру нагрузки.

В режиме управления топливоподачей по замкнутому контуру контроллер первоначально рассчитывает длительность импульсов впрыска по данным тех же датчиков, что и для режима разомкнутого контура (базовый расчет). Отличие заключается в том, что в режиме замкнутого контура контроллер использует сигнал УДК для корректировки расчетов длительности импульсов впрыска в целях обеспечения максимальной эффективности работы каталитического нейтрализатора.

Существует два вида корректировки подачи топлива - текущая и корректировка самообучения. Первая (текущая) корректировка рассчитывается по показаниям датчика кислорода и может изменяться относительно быстро, чтобы компенсировать текущие

отклонения состава смеси от стехиометрического. Вторая (корректировка самообучения) рассчитывается для каждой совокупности параметров "обороты-нагрузка" на основе текущей корректировки и изменяется относительно медленно.

Текущая корректировка обнуляется при каждом выключении зажигания. Корректировка самообучения хранится в памяти контроллера до отключения аккумуляторной батареи.

Целью корректировки по результатам самообучения является компенсация отклонений состава топливовоздушной смеси от стехиометрического, возникающих в результате разброса характеристик элементов ЭСУД, допусков при изготовлении двигателя, а также отклонений параметров двигателя в период эксплуатации (износ, закоксовка и т.д.).

Для более точной компенсации возникающих отклонений весь диапазон работы двигателя разбит на 4 характерные зоны обучения:

- холостой ход;
- высокие обороты при малой нагрузке;
- частичные нагрузки;
- высокие нагрузки.

При работе двигателя в любой из зон по определенной логике происходит коррекция длительности импульсов впрыска до тех пор, пока реальный состав смеси не достигнет оптимального значения.

При смене режима работы двигателя в оперативной памяти контроллера (ОЗУ) сохраняется последнее значение коэффициента коррекции для данной зоны.

Полученные таким образом коэффициенты коррекции характеризуют конкретный двигатель и участвуют в расчете длительности импульса впрыска при работе системы в режиме разомкнутого контура и при пуске, не имея при этом возможности изменяться.

Значение корректировки, при котором регулирование подачи топлива по замкнутому контуру не требуется, равно 1 (для параметра корректировки топливоподачи по результатам самообучения на

холостом ходу оно равно 0). Любое изменение от 1(0) указывает на то, что функция регулирования топливоподачи по замкнутому контуру изменяет длительность импульса впрыска. Если значение корректировки топливоподачи по замкнутому контуру больше 1(0), происходит увеличение длительности импульса впрыска, т.е. увеличение подачи топлива. Если значение корректировки топливоподачи по замкнутому контуру меньше 1 (0), происходит уменьшение длительности импульса впрыска, т.е. уменьшение подачи топлива. Предельным диапазоном изменения текущей корректировки топливоподачи и корректировки самообучением является диапазон  $1 \pm 0,25$  ( $\pm 5\%$ ). Выход любого из коэффициентов коррекции за пределы регулирования в сторону обогащения или обеднения смеси свидетельствует о наличии неисправности в двигателе или ЭСУД (отклонение давления топлива, подсос воздуха, негерметичность в системе выпуска и т.д.) [2].

Коррекция самообучения для регулирования топливоподачи на автомобилях с каталитическим нейтрализатором является непрерывным процессом в течение всего срока эксплуатации автомобиля и обеспечивает выполнение жестких норм по токсичности отработавших газов.

При отключении аккумуляторной батареи значения коэффициентов коррекции обнуляются и процесс самообучения начинается заново [2].

## **2. ОБЩЕЕ ОПИСАНИЕ СТЕНДА-ТРЕНАЖЁРА «СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ИНЖЕКТОРНОГО ДВИГАТЕЛЯ ВАЗ-1118»**

### **2.1. Основные элементы стенда**

Лабораторный стенд-тренажер «Система управления инжекторного двигателя ВАЗ-1118» (рис. 2.1) предназначен для

обучения и демонстрации диагностики электронной системы управления двигателем на базе ЭБУ «Январь».

В состав стенда входят:

- Датчик положения коленчатого вала
- Датчик положения распределительного вала
- Датчик дроссельной заслонки
- Датчик детонации
- Датчик скорости автомобиля
- Датчик температуры охлаждающей жидкости для контроллера

(не подключен, используется имитатор)

- Датчик кислорода
- Датчик массового расхода воздуха
- Электронный блок управления «Январь» (ЭБУ)
- Форсунки впрыска топлива
- Топливная рампа
- Клапан продувки адсорбера
- Регулятор холостого хода
- Имитатор датчика коленчатого вала и датчика

распределительного вала двигателя

- Реле бензонасоса
- Реле вентилятора
- Главное реле
- Диагностическая колодка «OBD II»
- Катушка зажигания
- Свечи зажигания
- Свечные провода
- Бортовой компьютер «ШТАТ»
- Бензонасос (установлен внутри емкости стенда)
- Емкость для топливоимитирующей жидкости (установлена

внутри стенда)



Рис. 2.1. Внешний вид лабораторного стенда-тренажёра «Система управления инжекторного двигателя ВАЗ-1118»:

а - передняя панель; б - левая боковая панель; в - правая боковая панель; 1 – датчик массового расхода воздуха; 2 – датчик положения дроссельной заслонки; 3 – датчик детонации; 4 – датчик кислорода; 5 – датчик температуры двигателя; 6 – датчик положения распределительного вала; 7 – датчик положения коленчатого вала; 8 – датчик скорости автомобиля; 9 – электронный блок управления «Январь»; 10 – главное реле; 11 – реле вентиля

- Имитатор вентилятора охлаждения двигателя (уменьшенная модель)
- Имитатор расхода воздуха (вентилятор - установлен внутри стенда)
- Блок управления имитаторами датчика дроссельной заслонки, температуры двигателя и расхода воздуха
- Предохранители
- Топливный фильтр (установлен внутри стенда)
- Блок питания 220/12В (установлен внутри стенда)

## **2.2 Особенности и технические характеристики стенда**

- Материал стенда - алюминиевый каркас, лицевая панель - многослойный (алюминий-пластик) композитный материал, задняя стенка - пластик, подставка - ламинированная ДСП.
- Источник питания - сеть переменного тока 220 В 50 Гц.
- Потребляемая мощность - не более 250 Вт.
- Тип диагностируемой системы впрыска -распределенный впрыск в 4-х цилиндровый двигатель
- Тип контроллера (ЭБУ) - «Январь»
- Скорость имитатора коленчатого вала - 300-9000 об/мин
- Емкость внутренней емкости для топливоимитирующей жидкости - 3 литра.
- Рекомендуемый тип топливоимитирующей жидкости - керосин осветительный с обязательным соблюдением правил противопожарной безопасности.
- Стенд-тренажёр имитирует следующие неисправности для последующей диагностики:
  - Неисправность форсунки 1 -го цилиндра
  - Неисправность регулятора холостого хода
  - Неисправность цепи управления вентилятором охлаждения двигателя

- Неисправность датчика положения дроссельной заслонки
- Неисправность цепи управления клапана продувки адсорбера
- Неисправность цепи подогревателя датчика кислорода
- Неисправность датчика положения распределительного вала двигателя
- Неисправность датчика массового расхода воздуха
- Неисправность катушки зажигания
- Неисправность датчика температуры охлаждающей жидкости

Стенд имитирует и позволяет плавно регулировать:

- Воздушный поток через датчик массового расхода воздуха в пределах от 0 до 10 кг в час
- Датчик положения дроссельной заслонки от 0 до 100 % открытия
- Температуру охлаждающей жидкости двигателя от -4 до 120 градусов по Цельсию и от 35 до 120 (при отключенном разъеме датчика температуры двигателя)

Габариты стенда - 1100x750x520. Расположение стенда – настольное.

Особенностью данного стенда является возможность полного исследования электрических сигналов на датчиках и/или исполнительных устройствах их разъемах в разных режимах работы стенда, включая снятие осциллограмм.

Стенд может работать и без топливоимитирующей жидкости. Для этого необходимо вынуть средний предохранитель на 15 А, расположенный рядом с блоком реле в правой части лицевой панели, для отключения бензонасоса во избежание его перегрева и работы «вхолостую».

### **3. ПОДГОТОВКА СТЕНДА К РАБОТЕ И МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ**

#### **3.1 Подготовка стенда к проведению лабораторной работы**

Перед началом работы на стенде-тренажере необходимо:

- убедиться в наличии надежного заземления в розетке питающей сети;
- залить топливозаменяющую жидкость в горловину до соответствующего обозначения на левой боковой панели стенда (для нормальной работы достаточно 1,5 литра). Наличие и уровень жидкости определяется по уровню в сливной трубке, находящейся в вертикальном положении. При заливании жидкости использовать воронку. Подтеки жидкости немедленно удалить с помощью чистой и сухой ветоши;
- снять защитную крышку с датчика массового расхода воздуха;
- подключить шнур питания к стенду, а затем к питающей сети;
- перевести переключатели ввода неисправностей в исходное положение (все включено);
- включить питание стенда выключателем справа (с торца), при этом он начнет светиться, а на цифровом индикаторе имитатора установиться значение 1,50, что соответствует 1500 об/мин;
- установить желаемую частоту вращения коленчатого вала с помощью кнопок имитатора датчика коленчатого вала (рекомендуемое значение – 1000 об/мин);
- регулировочными резисторами на блоке имитации и диагностики (правая нижняя часть лицевой панели стенда) установить положение дроссельной заслонки, температуру двигателя на минимум (положение «MIN») а расход воздуха – на максимум (крайнее положение по часовой стрелке. Поворот ручек резисторов по часовой стрелке означает увеличение имитируемых параметров, а против – уменьшение;
- перевести тумблер «ЗАЖИГАНИЕ» в положение «ВКЛ»



- подключить имитатор датчиков положения коленчатого и распределительного валов к системе впрыска с помощью перевода тумблера «ДПКВ» в положение «ВКЛ» (одновременно подключаются имитация датчика коленчатого вала и датчика распределительного вала)

- сбросить ошибку «Пропадание питания» с помощью бортового компьютера или внешнего диагностического прибора.

### **3.2 Меры безопасности при работе со стендом**

Оборудование должно быть надежно заземлено в соответствии с требованиями, предъявляемыми к электроустановкам подобного типа (заземление через питающий штепсель).

В состав стенда входит действующая система зажигания автомобиля, отдельные элементы которой (свечи зажигания, высоковольтные провода и т.д.) при работе стенда находятся под опасным для жизни напряжением (более 40 кВ). **Категорически запрещается прикасаться к данным деталям во время работы на стенде.**

Отдельные элементы стенда могут сильно нагреваться в процессе работы. **Запрещается прикасаться к элементам стенда во время работы.**

**Запрещается** видоизменять принципиальную схему и общие функции работы стенда.

**Запрещается** использовать стенд и его отдельные компоненты не по назначению.

**Запрещается** заливать топливоимитирующую жидкость сверх нормы, т.к. это может стать причиной течи через дренажное отверстие

При использовании стенда соблюдать правила противопожарной безопасности при работе с горючими жидкостями.

**Запрещается** использовать стенд с поврежденными топливопроводами высокого давления.

**Запрещается** в целях противопожарной безопасности использовать легко воспламеняющиеся жидкости (бензин, ацетон и т.д.)

Топливная система стенда долгое время сохраняет повышенное давление, при любых работах топливной системой аккуратно стравите давление путем нажатия клапана с левого торца топливной рампы. Чтобы избежать разбрызгивания и пролития жидкости - используйте чистую и сухую ветошь.

## **4. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ**

### **4.1 Подготовка стенда к работе, проверка его работоспособности**

Стенд представляет собой действующую систему электронного впрыска и управления двигателем системы Январь. Вращение коленчатого вала (сигнал «датчика коленчатого вала») и распределительного вала двигателя (сигнал «датчика положения распредвала») имитируется специальным имитатором.

Убедиться в отсутствии ошибок системы самодиагностики ЭБУ (блока управления двигателем), о чем косвенно свидетельствует погашенная сигнальная лампа «Check Engine».

Диагностика электронного управления впрыском топлива двигателя осуществляется встроенным в стенд бортовым компьютером «Штат» (далее – БК «ШТАТ»), подключенного к диагностической линии K-Line по протоколу OBD II согласно прилагаемой инструкции по эксплуатации БК «ШТАТ» либо с помощью внешнего диагностического прибора. Подключение БК «ШТАТ» к линии K-Line выполнено с помощью внешнего штекера, вставляемого в 7 контакт колодки диагностики (схему колодки диагностики см. в руководстве по эксплуатации БК «ШТАТ» стр. 8) для исключения взаимного влияния бортового компьютера и внешнего диагностического устройства.

Переключателями ввода неисправностей, расположенных на правой боковой панели стенда ввести одну или несколько неисправностей (Таблица 4.1).

Таблица 4.1

**Вводимые неисправности в соответствии с расположением переключателей на боковой поверхности стенда**

Обрыв цепи форсунки 1-го цилиндра
Обрыв цепи регулятора холостого хода
Обрыв цепи управления реле вентилятора охлаждения двигателя
Обрыв цепи датчика положения дроссельной заслонки
Обрыв цепи управления клапана продувки абсорбера
Обрыв цепи подогревателя датчика кислорода
Обрыв цепи датчика положения распределительного вала двигателя
Обрыв цепи датчика массового расхода воздуха
Обрыв одной обмотки катушки зажигания
Обрыв цепи датчика температуры охлаждающей жидкости

Считать код (текст) ошибки в специальном меню БК «ШТАТ» или с помощью внешнего диагностического прибора.

Некоторые введенные неисправности можно проконтролировать визуально – например, обрыв обмотки катушки зажигания – по пропаданию «искры» в свечах зажигания.

Устранить введенную неисправность и сбросить коды ошибок.

Убедиться, что сигнальная лампа «Check Engine» погасла.

**4.2. Порядок диагностирования системы управления двигателем с помощью мотор-тестера МТ10К**

Мотор-Тестер МТ10К включает в себя полнофункциональный мотор-тестер для бензиновых (и частично дизельных) ДВС, компьютерный сканер для дизельных и бензиновых автомобилей и

базу данных [5]. Компьютерный диагностический комплекс Мотор-Тестер МТ10К предназначен для проверки технического состояния и поиска неисправностей в автомобильных бензиновых (и в ограниченном объеме дизельных) двигателях внутреннего сгорания (ДВС) при проведении технического обслуживания и ремонта автомобилей на станциях технического обслуживания, автосервиса, владельцем автомобиля. Мотор-тестер МТ10К работает на основе программного обеспечения МТ10 и поддерживает диагностику в режиме сканера [6].

Порядок выполнения диагностирования с помощью мотор-тестера МТ10К таков:

1. Подготовить к работе стенд-тренажер.
2. Включить компьютер с установленной программой «Мотор-тестер МТ10».
3. Подключить блок автомобильной диагностики (адаптер) АМД-4АК мотор-тестера МТ10К к сетевой карте компьютера с помощью провода с коннекторами RJ45 и к электросети с помощью сетевого провода и блока питания АМД4.
4. Подключить к диагностической колодке стенда-тренажера адаптер АМД-4АК при помощи кабеля-удлинителя АМД4-Д14-ДИАГ и последовательно соединенного с ним кабеля-адаптера OBDII СО10-Д21-OBDII (рис.4.1, разъем «Диагностика») [7].
5. Включить на стенде-тренажере тумблер «Зажигание».
6. Осуществить автоопределение блока управления. Для этого нажать на панели инструментов или в диалоге выбора блока управления кнопку «Автоопределение» или нажав на клавиатуре сочетание клавиш (Ctrl-A). Если автоопределение вызывается из диалога выбора ЭБУ, то нужно сначала выбрать группу производителя (у производителей, автоопределение ЭБУ которых не поддерживается, соответствующая кнопка будет неактивной). Во всех других случаях появится список производителей, для которых возможно автоопределение. Выделив строку с именем производителя и нажав кнопку «Выбрать» (можно просто двойным

щелчком левой клавиши мыши), Вы запустите сканирование блоков управления двигателем данного производителя.

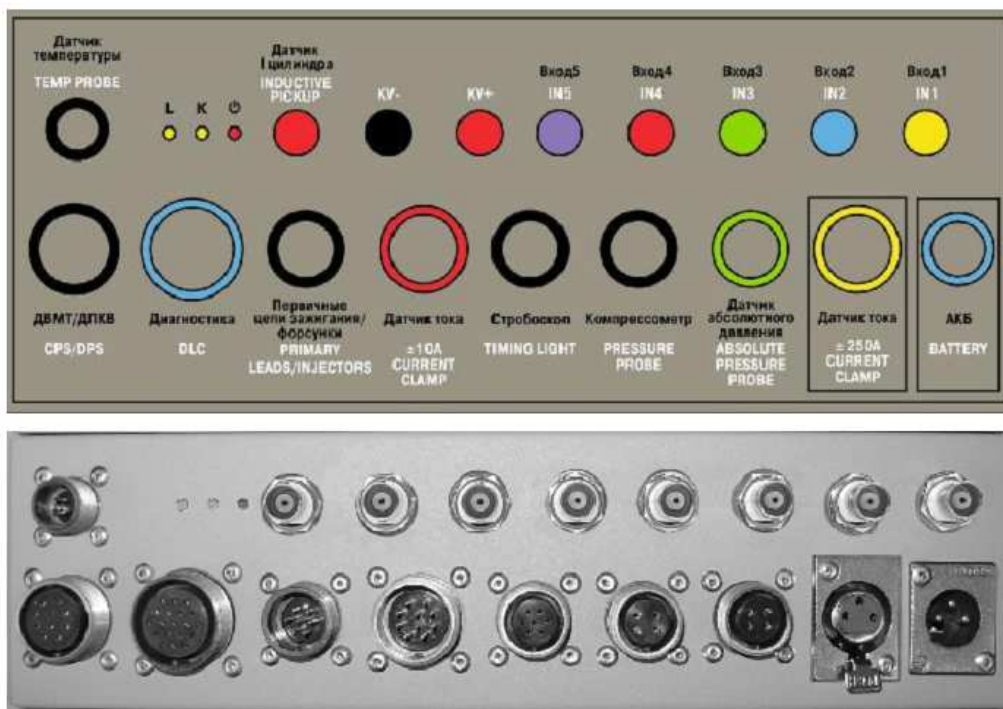


Рис. 4.1. Лицевая панель блока автомобильной диагностики АМД-4АК [7]

7. Посмотреть коды неисправностей, записанные в ЭБУ. Вызвать окно кодов неисправностей можно, нажав на кнопку «Ошибки» на панели инструментов или выбрав соответствующий пункт меню в главном окне: «Параметры > Коды неисправностей». Также неисправности можно просмотреть в окне «Параметры > Переменные». В появившемся окне ошибок (рис. 4.2) можно посмотреть, какие ошибки были в работе системы управления.



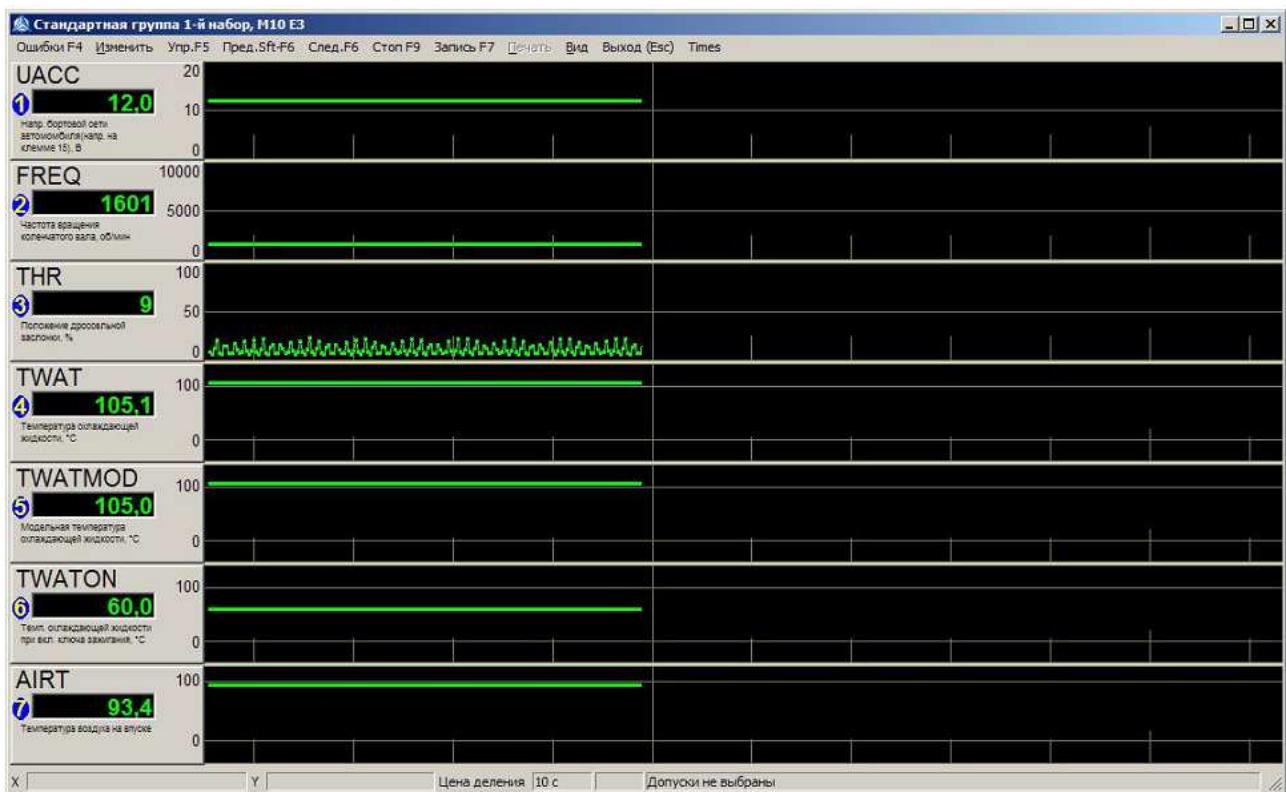



Рис.4.3. Окно переменных [8]

9. Выбрать набор переменных, которые необходимо измерить. При выборе пункта «Изменить > Набор окна переменных» или «Главное меню > Блок управления > Наборы переменных» на экране появляется диалог выбора набора (рис.4.4). Стандартная группа включает переменные для выбранного ЭБУ. Эти переменные разбиты на стандартные наборы, состав и количество которых изменить нельзя (можно скопировать стандартный набор в другую группу и изменить его там). Если пользователя не удовлетворяет состав стандартных наборов, он может создавать свои группы и наборы с произвольными сочетаниями переменных.

10. Создать пользовательский набор переменных. Для этого использовать кнопку  - создать новый набор с названием «Учебный 1». Затем отредактировать состав переменных, нажав клавишу F4 на клавиатуре компьютера. Перечень переменных указан в диагностической карте (табл. 3).

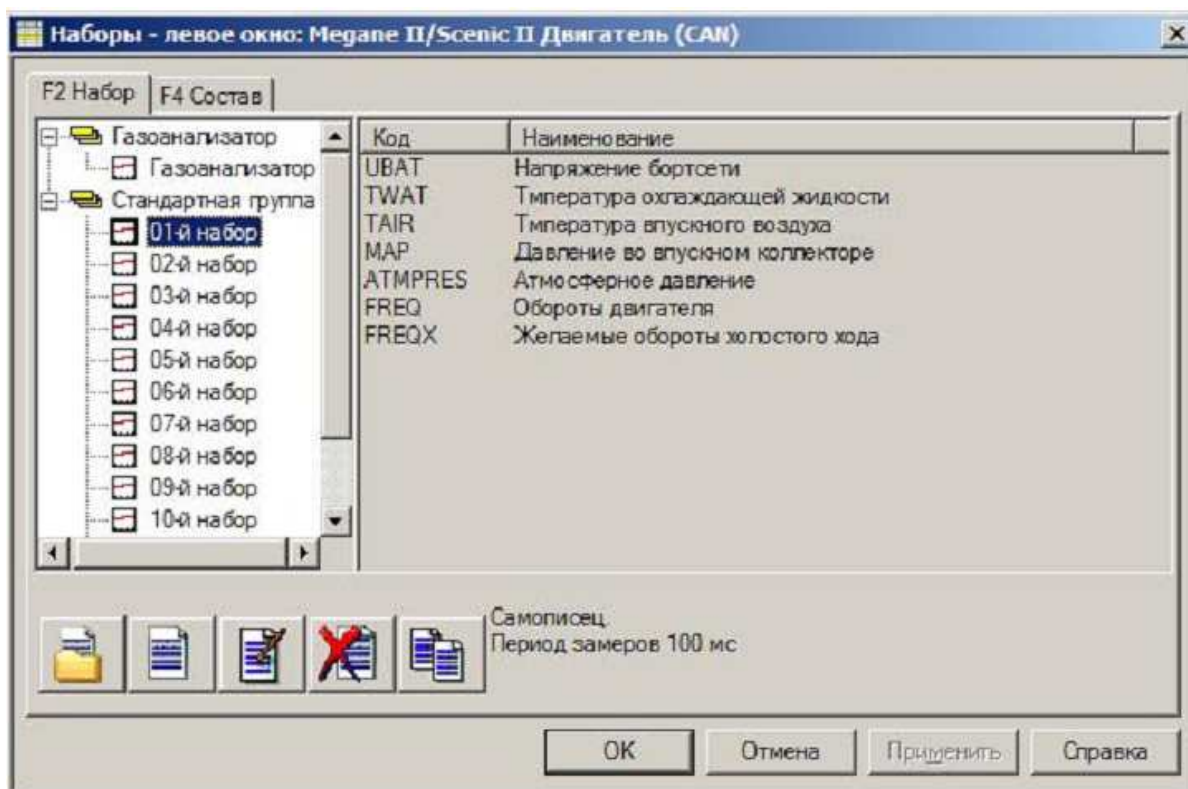


Рис. 4.4. Окно диалога выбора набора [8]

10. После создания нового набора вернуться в окно переменных и записать значения переменных при включенном зажигании в диагностическую карту, бланк которой выдается преподавателем (приложение).

11. Имитировать на стенде-тренажере запуск двигателя, установив с помощью имитатора сигналов датчика положения коленчатого вала (рис. 31, поз. 24) частоту вращения коленчатого вала 800-850 об/мин (режим холостого хода), а температуру охлаждающей жидкости регулятором 25 (рис.4.1) 91-95 °С.

12. Записать значения переменных при запущенном двигателе (в режиме холостого хода).

13. Активировать неисправность системы (задается преподавателем) соответствующим переключателем на правой боковой панели стенда-тренажера.

14. Повторить пункты 11-13.

15. В диагностической карте в графе «Выводы» указать, какие именно значения изменились при введении неисправности и почему.



Заполненная диагностическая карта сдается преподавателю и является отчетом к лабораторной работе.

16. Подготовиться к отчету о выполненной работе, изучив материал раздела 1 данного практикума, а также сформулировать ответы на контрольные вопросы.

### **Контрольные вопросы**

1. Как расшифровываются аббревиатуры ЭСУД, ЭБУ, ДМРВ, ДПКВ, ДТОЖ, ДДК, ДПДЗ?
2. Какие виды памяти содержит контроллер? Для чего они предназначены?
3. Каков принцип работы индуктивного (магнитоэлектрического) датчика положения коленчатого вала?
4. Для чего нужен датчик фаз? Что происходит, если датчик фаз выходит из строя?
5. Как изменяется электрическое сопротивление датчика температуры охлаждающей жидкости при повышении температуры?
6. Что происходит при возникновении неисправностей цепи датчика температуры охлаждающей жидкости?
7. Прекратит ли работу двигатель, если контроллер перестанет получать сигнал с датчика положения дроссельной заслонки?
8. Каков признак неисправности датчика массового расхода воздуха?
9. В чем заключается принцип работы датчика детонации?
10. В чем отличия управляющего и диагностического датчиков кислорода?
11. По каким причинам может выйти из строя датчик кислорода?
12. Где расположен датчик скорости?
13. Для чего нужен датчик неровной дороги?
14. Какие элементы входят в состав топливного модуля?
15. Какой элемент обеспечивает неизменное давление в топливной рампе на всех режимах работы двигателя?
16. Каким образом дроссельный узел защищен от обмерзания в зимнее время?
17. Каков принцип работы регулятора холостого хода?
18. Опишите режим пуска двигателя.
19. Опишите режим отключения топлива.

20. Опишите режим управления топливоподачей по разомкнутому контуру.
21. Опишите режим мощностного обогащения.
22. Опишите режим отключения подачи топлива при торможении двигателем.
23. Опишите режим подачи топлива по замкнутому контуру.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Система управления двигателями ВАЗ 2114 (1,6 л 8-кл.) и ВАЗ 21124 (1,6 л 16-кл.) с распределенным впрыском топлива под нормы токсичности ЕВРО-3. Руководство по диагностике и ремонту. Тольятти: ОАО АвтоВАЗ, 2004.
2. Яковлев В.Ф. Диагностика электронных систем автомобиля: Учебное пособие. Москва: СОЛОН-Пресс, 2003.
3. Борщенко Я.А., Васильев В.И. Электронные и микропроцессорные системы автомобилей: Учебное пособие. Курган: Изд-во Курганского гос.ун-та, 2007.
4. Скачко С.А., Скачко К.С. Диагностика систем управления двигателем. Пособие для начинающих специалистов. Белгород: Константа, 2006.
5. Диагностика электронных систем автомобилей приборами НПП "НТС". Самара: НПП НТС, 2014.
6. Мотор-тестер МТ-10К: Паспорт. Самара: НПП НТС, 2010.
7. Компьютерный комплекс МТ-10К с программным обеспечением МТ-10 и блоком автомобильной диагностики АМД-4АК: Руководство по эксплуатации. Самара: НПП НТС, 2010.
8. Программа МТ10 СКАНЕР: Руководство пользователя. Самара: НПП НТС, 2010.

## Бланк диагностической карты

### ДИАГНОСТИЧЕСКАЯ КАРТА

№ группы \_\_\_\_\_ Ф.И.О. студента \_\_\_\_\_

Заданная неисправность \_\_\_\_\_

#### 1. Параметры ЭСУД при включенном зажигании

№	Наименование параметра	Нормативное значение	Текущее значение	Значение с заданной неисправностью ЭСУД
1.	Напряжение ДМРВ, В	0,996-1,035		
2.	Массовый расход воздуха, кг/ч	0		
3.	Напряжение ДПДЗ, В	0,25-0,75		
4.	Положение дроссельной заслонки, %	0		
5.	Температура ОЖ, °С	В зависимости от степени прогрева		
6.	Температура воздуха на впуске, °С	В зависимости от температуры ОС		
7.	Положение РХХ, шаг	50-120		
8.	Напряжение датчика детонации, В	0		
9.	Напряжение бортовой сети	12,2-12,6		
10.	Угол опережения зажигания, °	-1...4		

#### 2. Параметры ЭСУД на холостом ходу двигателя (температура ОЖ 91-95 °С)

№	Наименование параметра	Нормативное значение	Текущее значение	Значение с заданной неисправностью ЭСУД
1.	Частота вращения коленчатого вала, об/мин	800-850		
2.	Время впрыска, мс	3,5-4		
3.	Массовый расход воздуха, кг/ч	8,5-10,5		
4.	Температура ОЖ, °С	91...95		
5.	Положение РХХ, шаг	50		
6.	Угол опережения зажигания, °	12-18		
7.	Напряжение датчика кислорода, В	В среднем 0,45		
8.	Напряжение бортовой сети, В	13,9-14,1		

Выводы:

---



---



---



---

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
Цель и задачи работы.....	4
1. Теоретические сведения.....	5
1.1. Электронная система управления двигателем.....	5
1.2. Система питания двигателя.....	21
1.3. Режимы управления подачей топлива.....	30
2. Общее описание стенда-тренажёра «система управления инжекторного двигателя автомобиля ВАЗ-1118».....	35
2.1. Основные элементы стенда.....	35
2.2. Особенности и технические характеристики стенда.....	38
3. Подготовка стенда к работе и меры безопасности.....	40
3.1. Подготовка стенда к проведению лабораторной работы.....	40
3.2. Меры безопасности при работе со стендом.....	41
4. Порядок выполнения лабораторной работы.....	42
4.1. Подготовка стенда к работе, проверка его работоспособности .....	42
4.2. Порядок диагностирования системы управления двигателем с помощью мотор-тестера МТ10К.....	43
Библиографический список.....	51
Приложение. Бланк диагностической карты.....	52

*Практикум*

*ЦОЙ Александр Дмитриевич,  
АЛЬМЕЕВ Руслан Игоревич  
ЧИЛИКОВ Анатолий Павлович*

**Устройство и диагностирование электронной системы  
управления двигателем автомобиля «LADA KALINA 11184»**

Редакторы:

*Е.С. Захарова  
И.А. Назарова*

Подписано в печать 24.06.15 г.  
Формат 60x84 1/16. Бумага офсетная  
Усл. п. л. 3,1 Уч.-изд. л. 2,1  
Тираж 50 экз. Рег. № 6/15sf

---

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Самарский государственный технический университет»  
443100, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244. Главный корпус

Отпечатано в типографии  
Самарского государственного технического университета  
Филиал в г. Сызрани, 446001, г. Сызрань, ул. Советская 45