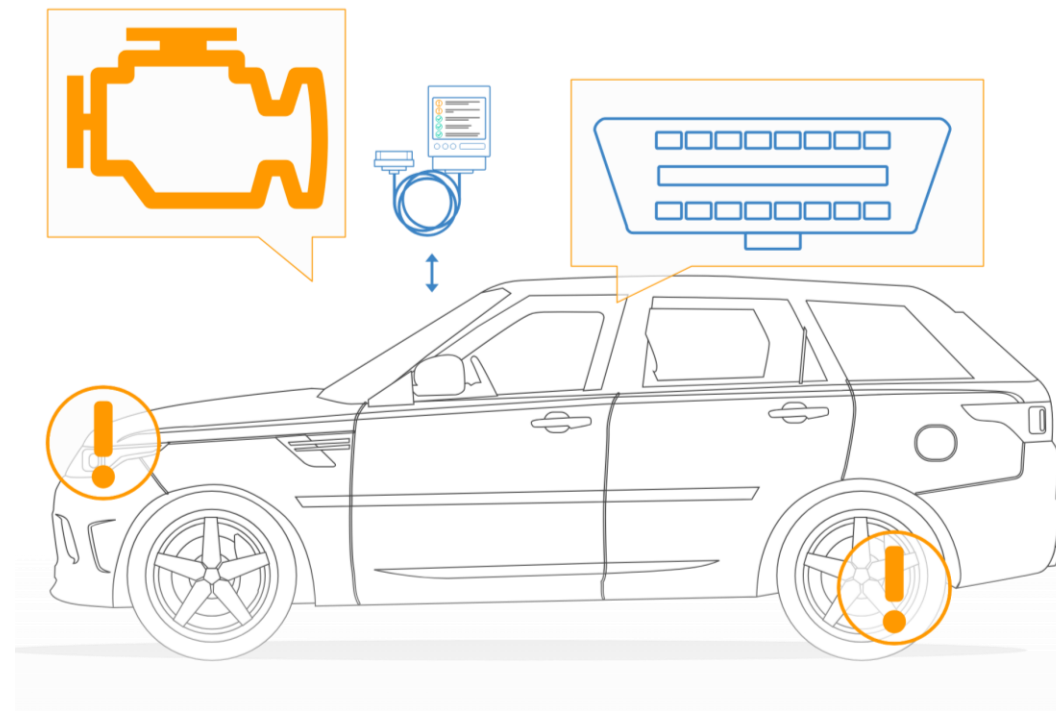


Электронные системы наземных транспортно- технологических средств

Лекция 7 Бортовые системы диагностирования

Автор:

Пузаков Андрей Владимирович, канд. техн. наук,
доцент кафедры технической эксплуатации и
ремонта автомобилей



План лекции:

1. OBD-I. Медленные коды
2. Управление индикатором неисправностей
3. Структура сообщений OBD-II
4. Код готовности
5. Мониторинговые проверки
6. Структура цикла движения
7. Мониторинг пропусков воспламенения
8. Мониторинг топливной системы
9. Комплексный мониторинг компонентов
10. Мониторинг датчиков кислорода
11. Мониторинг каталитического нейтрализатора
12. Заключение
13. Вопросы для самоконтроля
14. Литература

Цель лекции: изучение принципов управления индикатором неисправностей; структуры сообщений OBD-II; принципов формирования кода готовности; структуры кода неисправности; структуры цикла движения и способа проведения мониторинговых проверок.

В результате изучения лекции обучающийся должен:

знать:

- принципы управления индикатором неисправностей;
- структуру сообщений OBD-II;
- принципы формирования кода готовности;
- структуру кода неисправности;
- структуру цикла движения и способы проведения мониторинговых проверок

уметь:

- расшифровывать код готовности и коды неисправностей;
- анализировать состояние электронных систем автомобиля по текущим показаниям комплектных датчиков;
- диагностировать техническое состояние датчиков кислорода и каталитического нейтрализатора

Идея **бортовой диагностики** заключается в реализации на автомобиле непрерывного контроля элементов систем понижения уровня вредных выбросов и сохранение в памяти блока управления соответствующих кодов неисправностей, позволяющие обозначить проблемную зону.

Одновременно на щитке приборов должна загораться **контрольная лампа**, указывающая водителю на появление проблемы, затрагивающей системы понижения уровня вредных выбросов.

Специалисты станции технического обслуживания могут извлечь код неисправности и на основании этой информации решить, какие элементы соответствующих систем должны быть обследованы, проверены и отремонтированы.

Первый законодательный акт, направленный на решение автомобильных экологических проблем, был принят в 1985 г. в штате Калифорния (США) и получил наименование «Постановление CARB» (California Air Resources Board).

На основе этого постановления в 1988 г. был разработан первый автомобильный экологический стандарт «OBD-I» (Onboard diagnostic-I), который стал обязательным в Калифорнии с 1989 г.

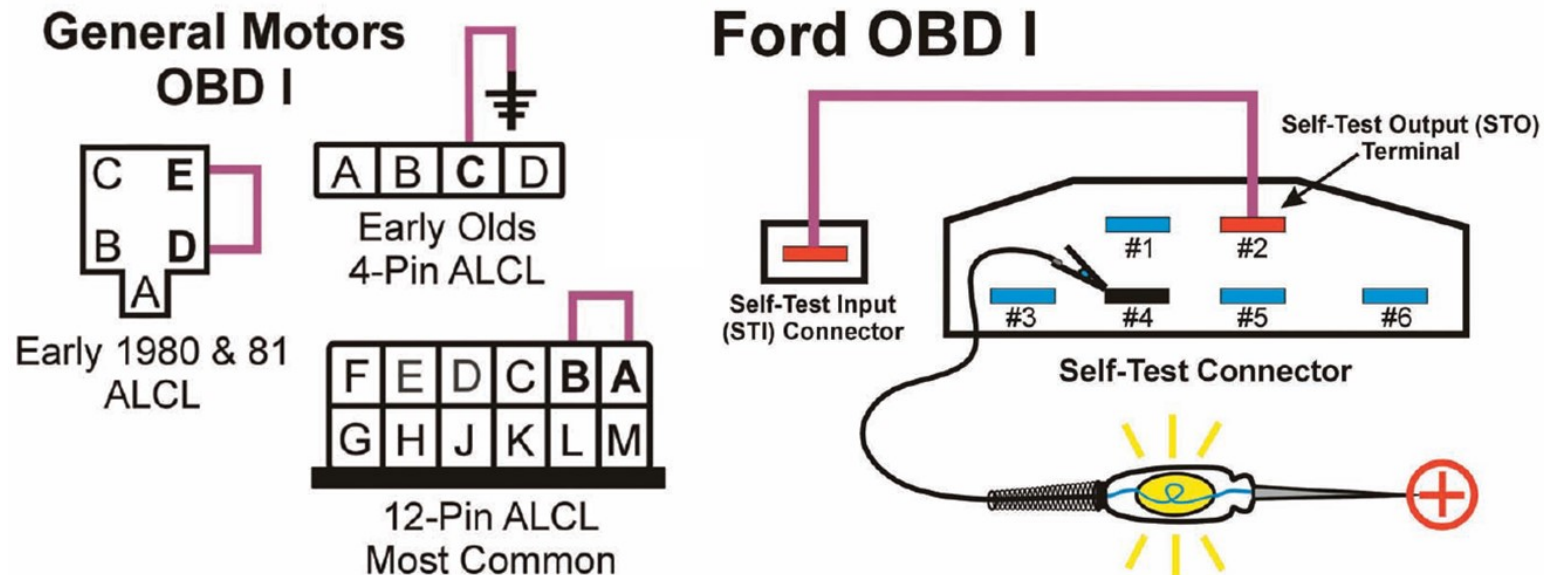
Требования **стандарта OBD-I** сводились к четырём основным пунктам:

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

OBD-I. Медленные коды

При обнаружении неисправности её код заносится в память и включается лампа **CHECK ENGINE** на панели приборов. Выяснить, какой это код, можно одним из следующих способов:

- светодиод на корпусе ЭБУ периодически вспыхивает и гаснет, передавая таким образом информацию о коде неисправности;
- нужно соединить проводником определённые контакты диагностического разъёма, и лампа CHECK ENGINE начнёт периодически мерцать, передавая таким образом информацию о коде неисправности;
- нужно подключить светодиод или аналоговый вольтметр к определённым контактам диагностического разъёма и по вспышкам светодиода (или колебаниям стрелки вольтметра) получить информацию о коде неисправности.



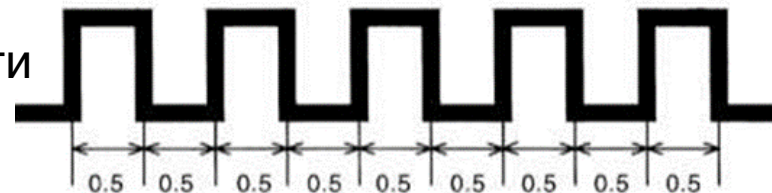
OBD-I. Медленные коды

Так как **“медленные” коды** предназначены для визуального считывания, частота их передачи низкая. Коды обычно выдаются в виде повторяющихся последовательностей вспышек. Код содержит две или три цифры, смысловое значение которых затем расшифровывается по таблице неисправностей.

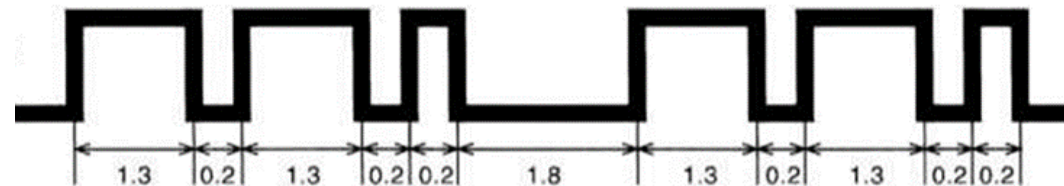
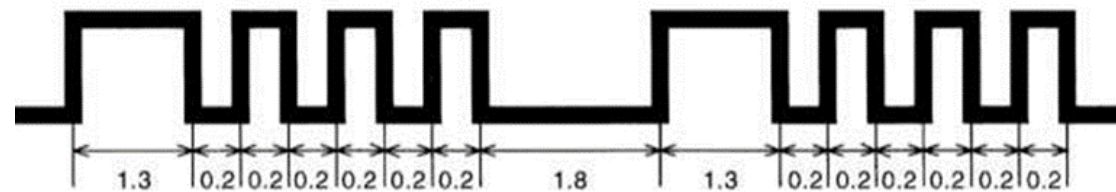
Длинными вспышками (1,5 секунды) передаётся старшая (первая) цифра кода, короткими (0,5 секунды) – младшая (вторая). Между цифрами пауза несколько секунд.

“Медленные” коды просты, надёжны, не требуют дорогостоящего диагностического оборудования, но мало информативны. На современных автомобилях такой способ диагностирования уже не используется.

Отсутствие
неисправности



Единицы
измерения:
секунды



OBD-II. EOBD

С 1996 года на автомобилях появилась система OBD II и впервые потребовался стандартизированный интерфейс в автомобиле.

При этом стало возможно с помощью универсальных тестеров (и без специальных знаний в области программирования) выполнять проверку всех систем, связанных с выпуском отработавших газов.

С 01.01.2000 все автомобили с бензиновыми двигателями стали оснащаться системой OBD.

С 01.01.2004 это требование распространилось и на автомобили с дизельными двигателями, а с 2006 года – на грузовые автомобили.

Системы OBD во время поездки обеспечивают постоянный контроль всех деталей и узлов автомобиля, имеющих отношение к выхлопным газам.

При возникновении неисправностей, приводящих к превышению установленного предельного содержания вредных веществ в отработавших газах в 1,5 раза, на панели приборов загорается сигнальная лампа (**MIL** - *Malfunction Indicator Lamp*).



Управление индикатором неисправностей

Индикатор неисправностей должен загореться перед запуском двигателя при включении зажигания и погаснуть после запуска двигателя, если прежде не будет выявлена какая-либо неисправность.

Конструкция и внешний вид индикатора **MIL** регламентируются следующими условиями:

- лампа должна находиться в поле зрения водителя;
- при включении зажигания лампа должна загореться;
- цвет лампы не должен быть красным (часто используется желтый цвет);
- при возникновении неисправностей в деталях системы выпуска лампа должна **гореть постоянно**;
- при возникновении неисправностей, которые могут привести к повреждениям каталитического нейтрализатора (например, пропуски воспламенения), лампа **должна мигать**;
- допускается дополнительный звуковой сигнал.



Управление индикатором неисправностей

Индикатор неисправностей **MIL** включается при следующих условиях:

- если неисправен компонент, связанный с управлением двигателем или КПП;
- если какая-либо деталь вызывает превышение предельного уровня выбросов на 15% или выдает неправдоподобные сигналы;
- старение каталитического нейтрализатора приводит к росту выбросов СН сверх предельного уровня;
- возникают пропуски воспламенения, повреждающие каталитический нейтрализатор или увеличивающие выбросы;
- система вентиляции топливного бака имеет определенную утечку или через систему не проходит воздушный поток;
- система управления двигателем или КПП переходят в аварийный режим;
- лямбда-регулирование не активируется в установленное время после запуска двигателя;
- заданная температура двигателя превышена более чем на 11 °С.



Управление индикатором неисправностей

Управление индикатором неисправностей **MIL** при возникновении неисправностей стандартизируется следующим образом:

- **включение** индикатора неисправностей после *трех* последовательных *циклов движения* с одной и той же неисправностью и запись в регистратор событий;
- **выключение** индикатора неисправностей после трех последовательных бесперебойных *циклов прогрева*, в течение которого система контроля больше не выявляет соответствующую неисправность, равно как не выявляет и других неисправностей, которые включили бы индикатор неисправностей;
- **удаление кода неисправности** из запоминающего устройства после не менее **40 бесперебойных циклов прогрева** (защита от дорогостоящего ремонта).

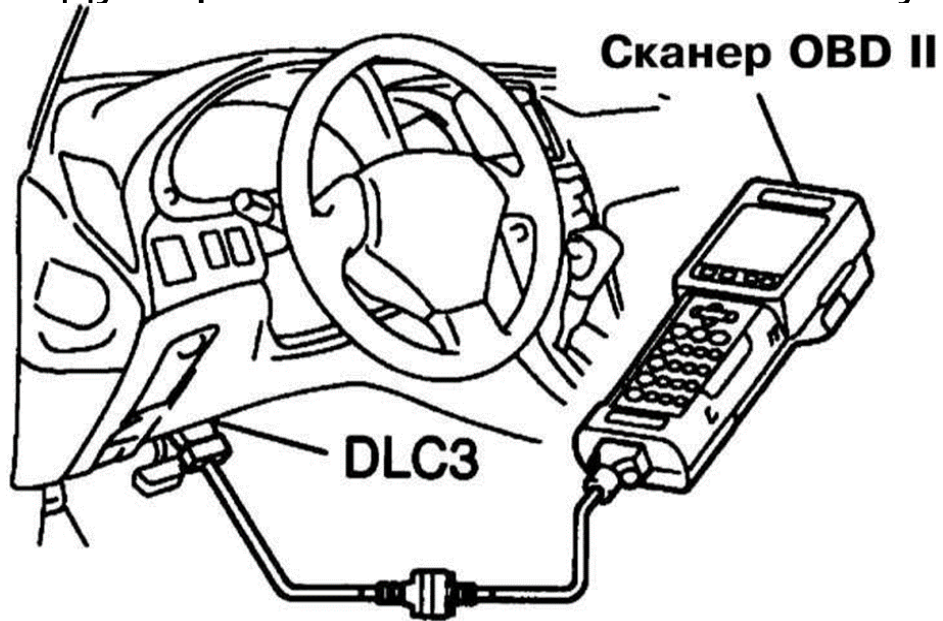
Цикл движения – это запуск двигателя, движение до возможной регистрации неисправности и выключение двигателя.

Цикл прогрева – это запуск двигателя, движение до тех пор, пока температура охлаждающей жидкости не повысится не менее чем на 22°C и не составит минимум 70°C, и двигатель снова не выключится.

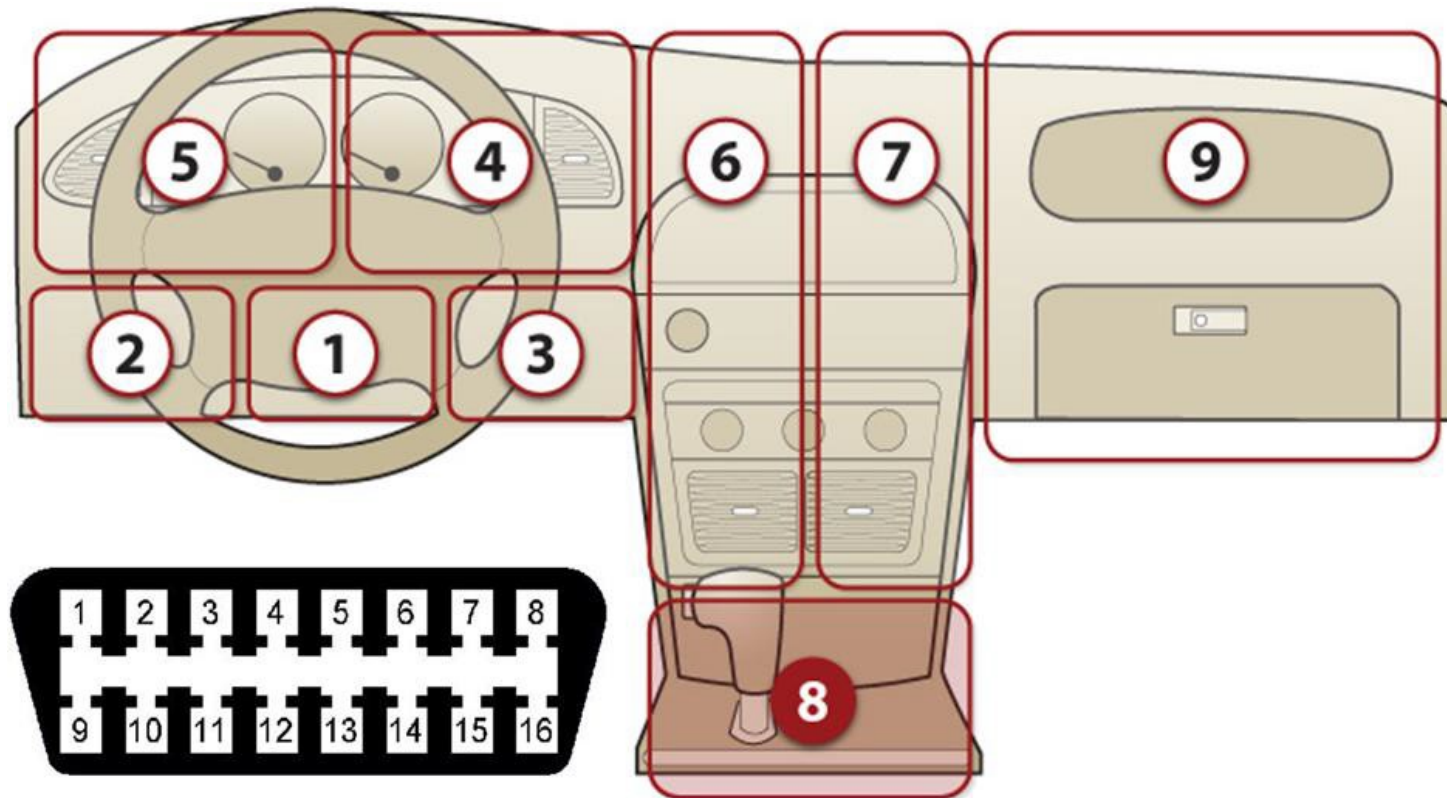


Стандартизированный интерфейс

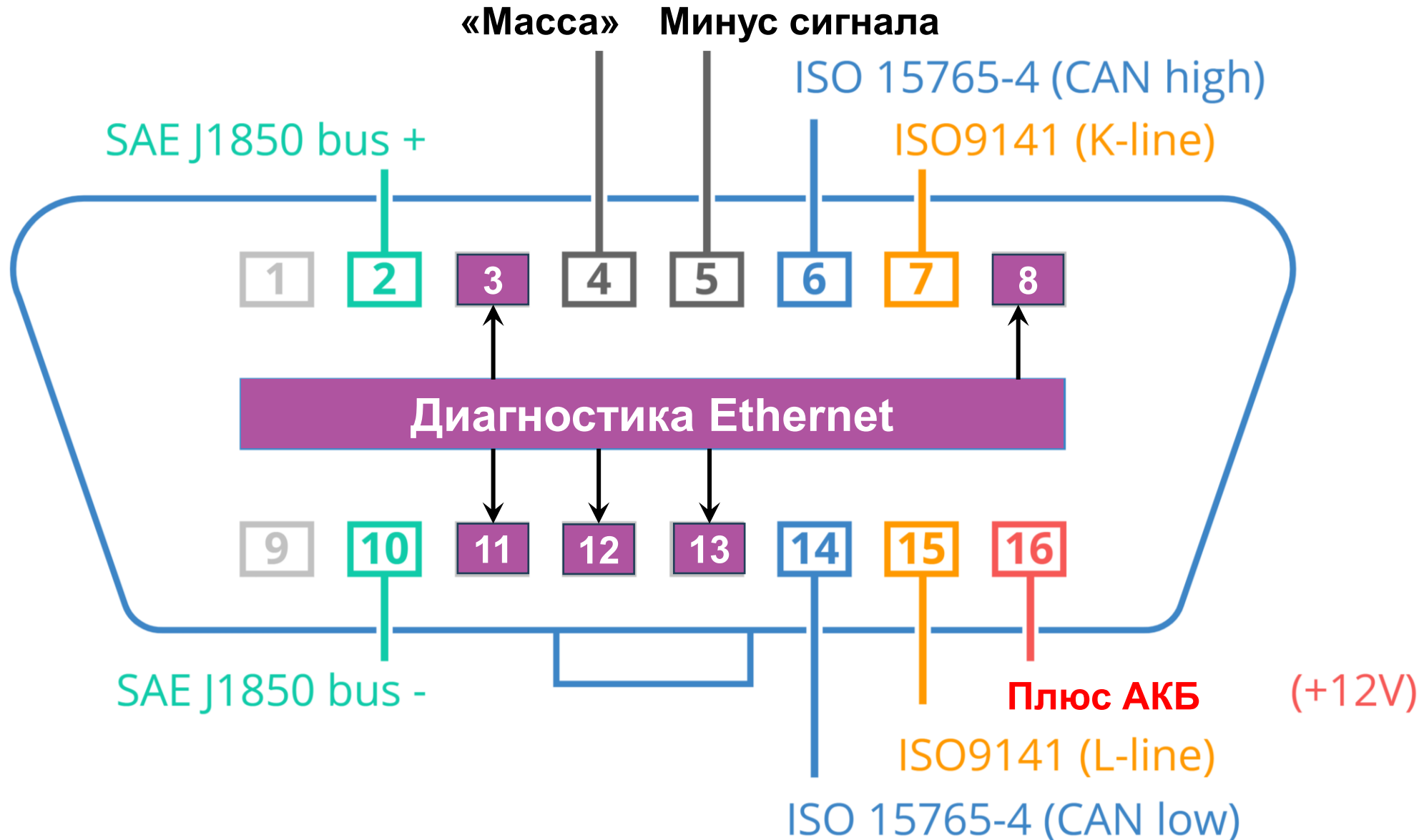
В качестве стандартизированного интерфейса OBD используется 16-контактный штекерный разъем (**DLC** - *Diagnostic Link Connector*). В этом разьеме стандартизованы и геометрическая форма, и размеры, и распределение контактов. Диагностический разъем является интерфейсом между бортовой сетью автомобиля и устройством считывания неисправностей.



Типичное расположение 16-ти контактного разъема DLC: под рулевой колонкой, в пространстве между передними сиденьями, в вещевом ящике и т.п.



Распиновка DLC – Diagnostic Link Connector



Структура кода неисправности

Система

- B** – кузов (body);
- C** – шасси (chassis);
- P** – двигатель, трансмиссия (powertrain);
- U** – сеть связи (network).

P 0 3 0 2

Код неисправности подсистемы

Подсистема

Тип кода

Общие

P0, P2, P34-P39
B0, B3
C0, C3
U0, U3

Установленные изготовителем

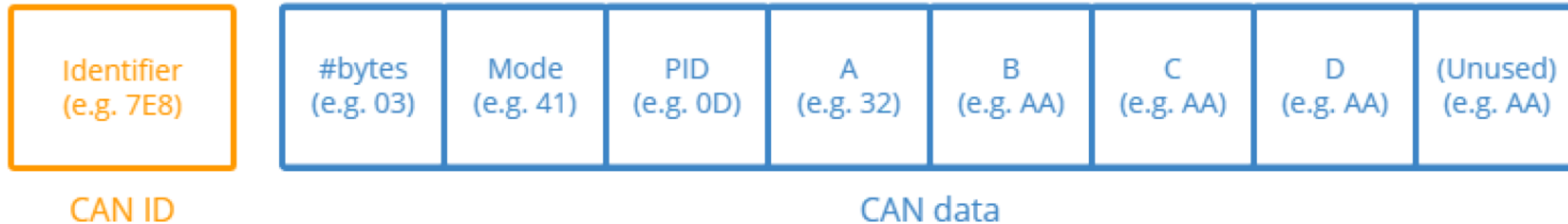
P1, P30-P33
B1, B2
C1, C2
U1, U2

- 0 – Дозирование топлива или воздуха
- 1 – Управление выбросами (топливо или воздух)
- 2 – Топливная система
- 3 – Зажигание или пропуски воспламенения
- 4 – Контроль выбросов отработавших газов
- 5 – Скорость автомобиля, управление холостым ходом и дополнительные входы.
- 6 – Компьютер и выходная цепь
- 7,8,9 – Трансмиссия
- A,B,C – Гибридная силовая установка
- D,E,F – зарезервировано по ISO/SAE

Структура сообщений OBD-II

Сообщение OBD-II состоит из идентификатора и данных. Данные делятся на **режим**, **PID** и **байты данных** (A, B, C, D).

Фрейм OBD-II



- **Идентификатор:** для сообщений OBD2 идентификатор является стандартным 11-битным и используется для различения «сообщений запроса» (ID 7DF) и «сообщений ответа» (ID 7E8–7EF).
- **Длина:** просто отражает длину в байтах оставшихся данных (от 03 до 06).
- **Режим:** Для запросов это будет диапазон от 01 до 0A. Для ответов 0 заменяется на 4 (т.е. 41, 42, ..., 4A). Существует **10 режимов**, описанных в стандарте SAE J1979 OBD2.
- **PID:** для каждого режима существует список стандартных PID OBD2 – например, в режиме 01 PID 0D — это скорость автомобиля.
- **A, B, C, D:** это байты данных в HEX, которые необходимо преобразовать в десятичную форму, прежде чем они будут использоваться в вычислениях формулы PID. Последний байт данных (после Dh) не используется.

Режим \$01 – запрос текущих диагностических данных

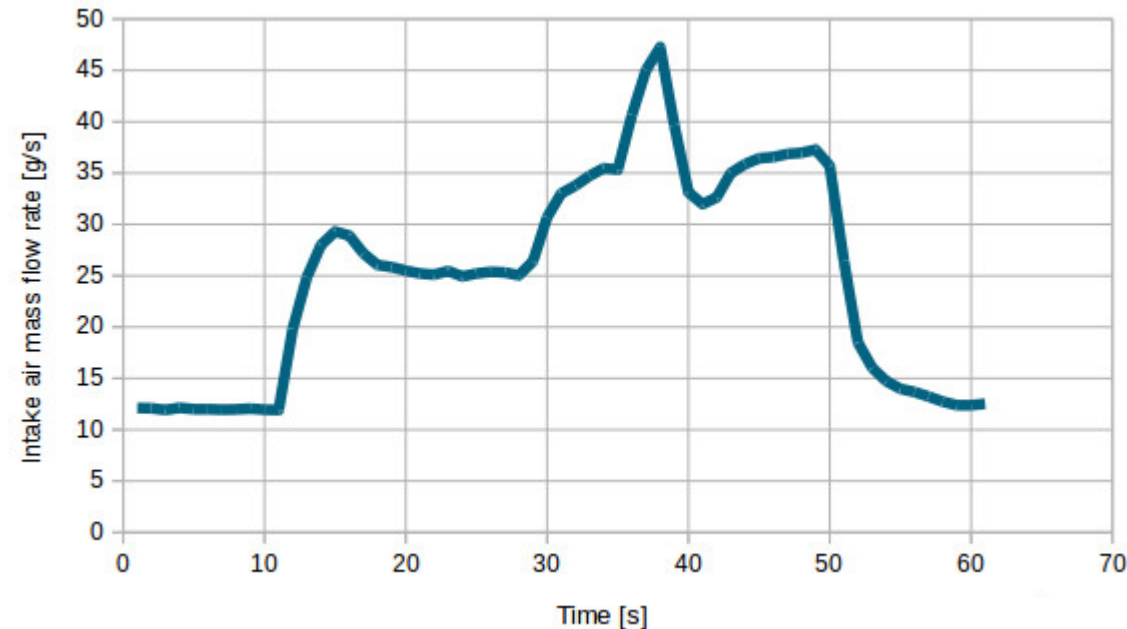
Цель этого режима – предоставить лицу, выполняющему диагностику автомобиля, доступ к текущим значениям данных, связанных с выбросами, включая аналоговые входы и выходы, цифровые входы и выходы, а также информацию о состоянии системы.

Запрос информации от клиента включает в себя значение идентификатора параметра (PID), которое указывает бортовой системе, какая конкретная информация запрашивается..

Этот режим диагностики выдает текущие значения параметров двигателя (обороты, нагрузка, температура и т. д.). Если данные запрашиваются непрерывно (например, каждые 0,1 с) и записываются, можно создать график данных, показывающий изменение параметров во времени.

В настоящее время в стандарте OBD определено 135 **PID**, но не все из них являются обязательными. Количество обязательных PID ограничено, остальные зависят от конфигурации системы.

В таблице содержится список обязательных PID (общих для двигателей с искровым зажиганием и с воспламенением от сжатия) и некоторые примеры дополнительных PID.



Режим \$01 – запрос текущих диагностических данных

PID	Описание	Необходимость
01	Состояние монитора с момента удаления кодов DTC	Обязательный
02	Код неисправности, вызвавший необходимость сохранения данных стоп-кадра	
04	Расчетное значение НАГРУЗКИ	
05	Температура охлаждающей жидкости двигателя	
0C	Обороты двигателя	
0D	Датчик скорости автомобиля	
1C	Требования OBD, по которым сертифицировано транспортное средство или двигатель	
21	Расстояние, пройденное при активированном MIL	
30	Количество прогревов с момента очистки DTC	
31	Расстояние с момента удаления кодов DTC	
0B	Абсолютное давление во впускном коллекторе	Необязательный
0F	Температура всасываемого воздуха	
10	Расход воздуха от датчика массового расхода воздуха	
1F	Время с момента запуска двигателя	
42	Напряжение модуля управления	

Режим \$01 – запрос текущих диагностических данных

Каждый параметр идентифицируется числом в шестнадцатеричном формате. Например, идентификатор частоты вращения двигателя - **0x0C**.

Предположим, что мы хотим прочитать текущее значение рассчитанной нагрузки двигателя. Этот параметр может быть прочитан с помощью диагностической службы **0x01** и имеет идентификатор **0x04**.

Для бензиновых двигателей *расчетное значение нагрузки* представляет собой показатель текущего расхода воздуха, разделенного на пиковый (максимальный) расход воздуха при широко открытой дроссельной заслонке (WOT) в зависимости от частоты вращения, при этом расход воздуха корректируется с учетом высоты над уровнем моря и температуры окружающей среды.

Для дизельных двигателей расчетное значение нагрузки определяется путем замены в расчете массового расхода воздуха на массовый расход топлива. Вычисление дает число без единиц измерения.

Режим \$01 – запрос текущих диагностических данных

Сканер (клиент) отправит **0104** на автомобиль (сервер). Это сообщение состоит из двух компонентов, оба в шестнадцатеричном формате:

01 – идентификатор диагностической службы, которая будет использоваться

04 – идентификатор запрошенного параметра двигателя (в данном случае расчетная нагрузка)

Автомобиль ответит **41046A**. Это ответное сообщение состоит из трех компонентов, все в шестнадцатеричном формате:

41 положительный ответ (40 + 01), что означает, что сервер понимает запрос и предоставит данные

04 является подтверждением идентификатора параметра, который необходимо прочитать

6A – значение расчетной нагрузки двигателя

Теперь сканер должен преобразовать шестнадцатеричное значение нагрузки двигателя в физическую величину, чтобы ее мог понять пользователь.

Для расчетной нагрузки двигателя преобразование составляет:

$$\text{НАГРУЗКА [\%]} = 100/255 \cdot \text{ДЕСЯТИЧНОЕ ЗНАЧЕНИЕ}$$

Чтобы вычисления нагрузки, преобразуем шестнадцатеричное число в десятичные значения

$$\text{НАГРУЗКА [\%]} = 100/255 \cdot 106 = \mathbf{41,6 \%}$$

Режим \$02 – запрос данных стоп-кадра

При выходе из строя контролируемого компонента/системы выдается диагностический код неисправности (DTC). Для лучшего понимания неисправности сервисным специалистом OBD обеспечивает **«стоп-кадр»**.

Это набор параметров двигателя и автомобиля, сохраняемый в энергонезависимой памяти при возникновении кода неисправности.

Данные	Единицы измерения или состояние системы
Температура охлаждающей жидкости	°C
Обороты двигателя	1/мин
Скорость автомобиля	км/ч
Коррекция подачи топлива в режиме 'long term' (долгосрочная коррекция)	%
Коррекция подачи топлива в режиме 'short term' (краткосрочная коррекция)	%
Условия при управлении подачей топлива	*
Определение степени загрузки двигателя	%
Абсолютное давление во впускном коллекторе	кПа
Расход воздуха от датчика массового расхода	г/с
Диагностические коды неисправности	

CL – Управление с обратной связью; **OL** – Управление без обратной связи; **OL-DRV** – Управление без обратной связи в режиме замедления/ускорения; **OL-SYS** – Управление без обратной связи из-за неисправностей в системе; **CL-H02S** – Управление с обратной связью с использованием только переднего кислородного датчика, когда задний неисправен

Режимы \$03 и \$04

Режим \$03 – запрос диагностических кодов неисправностей, связанных с выбросами

Целью этого режима является предоставление возможности внешнему диагностическому оборудованию (сканер, тестер) получить все **«подтвержденные»** диагностические коды неисправностей (DTC), связанные с выбросами. Подтвержденный код неисправности определяется как DTC, сохраняемый, когда система OBD подтверждает наличие неисправности. Обычно подтверждение выдается на втором цикле движения после обнаружения неисправности.

Когда диагностический прибор отправляет запрос \$03 для всех кодов неисправности, связанных с выбросами, каждый блок управления двигателем, имеющий коды неисправности, должен ответить одним сообщением, содержащим все коды неисправности, связанные с выбросами. Если ЭБУ не имеет кодов DTC, связанных с выбросами, он должен ответить сообщением, указывающим, что коды DTC не сохранены, путем установки параметра DTC на **0x00**.

Режим \$04 – Очистка/сброс диагностической информации, связанной с выбросами

Целью этого режима является подача команды ЭБУ на очистку всей диагностической информации, связанной с выбросами. Режим \$04 очищает/удаляет диагностические коды неисправностей и диагностические данные, которые включают в себя:

- стоп-кадры;
- состояние мониторов (код готовности);
- PID (количество циклов прогрева двигателя, расстояние с включенным индикатором неисправности (MIL));
- данные, считанные режимом \$06

Режимы \$05 и \$06

Режим \$05 – запрос результатов проверки датчика кислорода

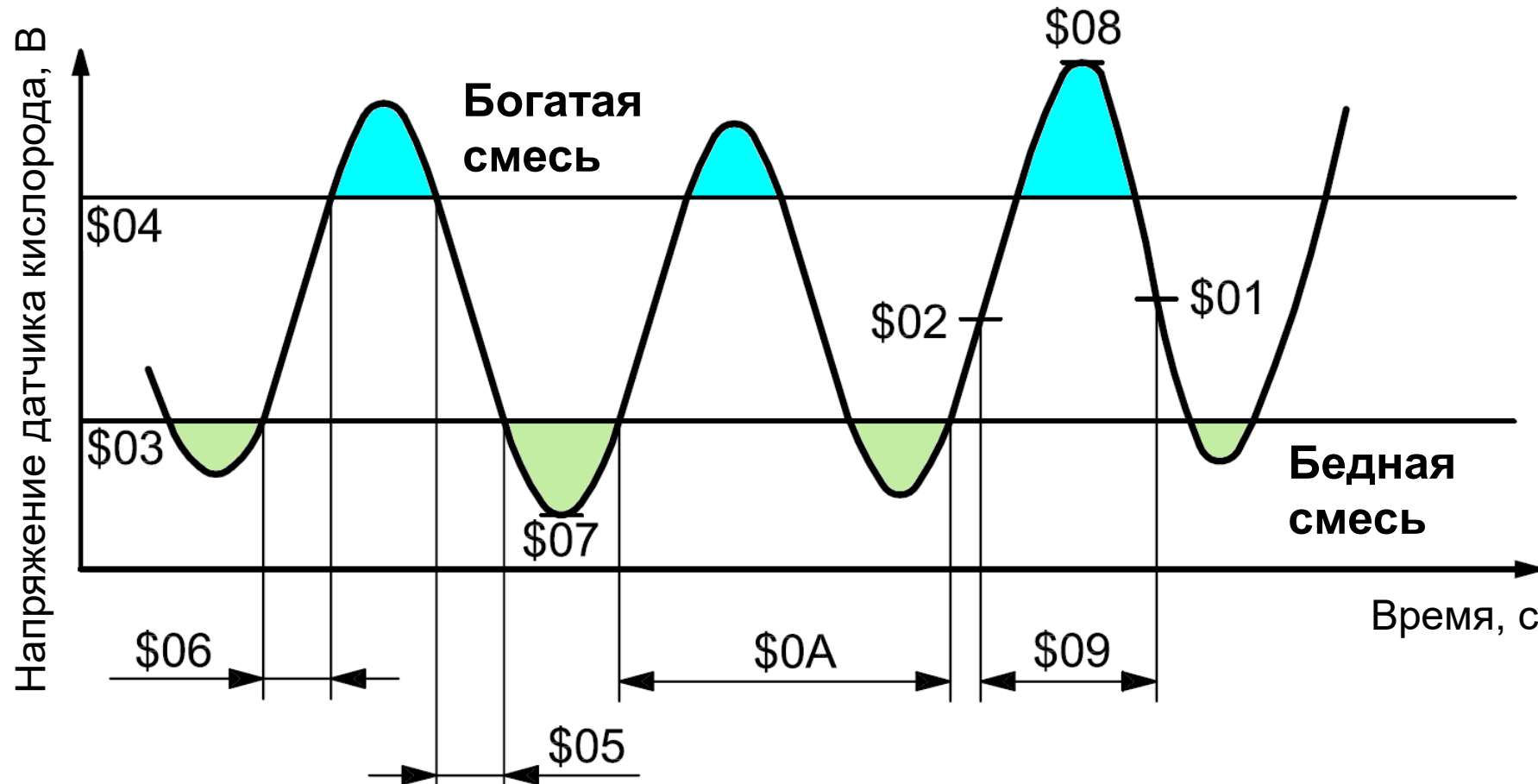
Режим \$05 предоставляет результаты проверки датчиков кислорода (лямбда) с случае если обмен данными происходит не по CAN шине.

Режим \$06 – запрос результатов бортового мониторинга для контролируемых систем

Целью этого режима является обеспечение доступа к результатам бортовых диагностических мониторинговых тестов компонентов/систем, которые либо постоянно контролируются (например, контроль пропусков зажигания), либо прерывисто контролируются (например, каталитическая система).

Режим \$06 предоставляет значения контрольных тестов и пределы ошибок (неисправностей) для определенных тестов (мониторов). Особый контрольный тест режима \$06 определен для датчика кислорода (лямбда). Тест контролирует выходное напряжение датчика.

Тест датчиков кислорода



\$01 – Порог переключения из Rich в Lean; **\$02** – Порог переключения из Lean в Rich; **\$03** – Нижний порог для расчёта постоянной времени датчика; **\$04** – Верхний порог для расчёта постоянной времени датчика; **\$05** – Время переключения из состояния Rich в Lean; **\$06** – Время переключения из состояния Lean to Rich; **\$07** – Минимальное выходное напряжение; **\$08** – Максимальное выходное напряжение; **\$09** – Время между переключениями; **\$0A** – «Постоянная времени» датчика.

Режимы \$05 и \$06

Режим \$07 – запрос диагностических кодов неисправностей, связанных с выбросами, обнаруженных во время текущего или последнего завершенного цикла вождения.

Целью этого режима является предоставление возможности внешнему испытательному оборудованию (сканер, тестер) получать «предварительные» диагностические коды неисправностей (DTC), обнаруженные во время текущего или последнего завершенного цикла вождения для компонентов/систем, связанных с выбросами.

Предварительный код неисправности определяется как диагностический код неисправности, сохраняемый в результате первоначального обнаружения неисправности (обычно в текущем ездовом цикле) до включения индикатора неисправности (MIL).

Режим \$08 – запрос на управление бортовой системой или компонентом

Целью данного режима является предоставление возможности внешнему испытательному оборудованию (сканер, тестер) контролировать работу бортовой системы или компонента. С помощью этой услуги сервисный специалист может активировать тестовый режим.

Режим \$09 – запрос информации об автомобиле

Режим \$09 – запрос информации об автомобиле

Целью этого режима является предоставление возможности внешнему диагностическому оборудованию (сканер, тестер) запрашивать специфическую информацию об автомобиле, такую как:

- Идентификационный номер транспортного средства (VIN)
- Калибровочный номер модуля (CALID)
- Номер проверки калибровки (CVN)
- Значения коэффициента использования (IUPR)

VIN – это уникальный номер, идентифицирующий автомобиль. Он определен международным стандартом, и каждое используемое транспортное средство имеет уникальный VIN-код.

Для каждой калибровки электронного блока управления по выбросам требуется уникальный **CALID**. Даже если изменяется только одно значение данных калибровки ЭБУ, необходимо сгенерировать новый CALID.

CVN связан с каждым CALID. По сути, это контрольная сумма калибровки ЭБУ, которая рассчитывается при каждом цикле движения и сохраняется в энергонезависимой памяти ЭБУ, чтобы ее можно было считать при включенном или выключенном двигателе.

IUPR – это счетчики, которые показывают, как часто срабатывают мониторы OBD в реальных условиях вождения по сравнению со стандартным циклом омологации. Они необходимы для большинства систем, контролируемых OBD (катализаторы выхлопных газов, датчики кислорода, рециркуляция выхлопных газов (EGR), вторичный воздух и т. д.).

Режим \$0A – запрос диагностических кодов неисправностей с постоянным статусом

Режим \$0A – запрос диагностических кодов неисправностей с постоянным статусом

Целью данного режима является предоставление возможности внешнему диагностическому оборудованию (сканер, тестер) получать все диагностические коды неисправностей с «постоянным» статусом. Это DTC, которые «подтверждены» и хранятся в энергонезависимой памяти электронного блока управления до тех пор, пока соответствующий монитор для каждого DTC не определит, что неисправности больше нет, и больше не будет включать MIL.

Коды DTC, сохраненные как постоянные, не могут быть удалены с помощью сканирующего прибора в режиме **\$04**. Коды постоянного статуса автоматически очищаются после выполнения ремонта и успешной работы соответствующего системного монитора.

Код готовности (Readiness Code) представляет собой 12-значный двоичный код (0 или 1), имеющийся у всех автомобилей.

Этот код показывает готовность системы к проверке. Он позволяет узнать, все ли проверки системы были проведены. Каждая позиция кода соответствует проверяемой системе.

Если позиция в коде равна **1**, значит, соответствующая система еще не завершила цикл проверки. Если позиция в коде равна **0**, значит система завершила цикл проверки или не установлена в автомобиле. Код готовности формируется следующим образом: первая цифра в коде всегда равна нулю, остальные соответствуют результатам проверки.

Позиция в коде	Система	Позиция в коде	Система
0	Не используется, всегда 0	6	Oxygen Sensor Monitoring (Датчики кислорода)
1	Comprehensive Components Monitor (Комплексный мониторинг)	7	Air Conditioning Refrigerant Monitor (Система кондиционирования воздуха)
2	Fuel System Monitor (Топливная система)	8	Secondary-air System Monitor (Система впуска добавочного воздуха)
3	Misfire Monitor (Пропуски воспламенения)	9	Evaporative System Monitor (Система вентиляции топливного бака)
4	Exhaust Gas Recirculation System Monitor (Система рециркуляции отработавших газов)	10	Heated Catalyst Monitor (Обогрев каталитического нейтрализатора)
5	Oxygen Heated Sensor Monitoring (Обогрев датчиков кислорода)	11	Catalyst Monitor (Каталитический нейтрализатор)

Мониторинговые проверки

Мониторинговые проверки – проверки, выполняемые ЭБУ при строго заданных условиях и направленные на подтверждение надлежащей совместной работы всех датчиков, имеющихся в подсистеме, в аспекте поддержания токсичности вредных выбросов в соответствии с действующими стандартами. Иногда эти проверки называются просто мониторами.

Мониторинговые проверки OBD-II:

- мониторинг эффективности каталитического нейтрализатора,
- комплексный мониторинг элементов (CCM),
- мониторинг системы улавливания паров топлива (EVAP),
- мониторинг системы рециркуляции отработавших газов (EGR),
- мониторинг топливной системы,
- мониторинг подогреваемого каталитического нейтрализатора,
- мониторинг подогреваемых кислородных датчиков,
- мониторинг пропусков воспламенения,
- мониторинг впрыска вторичного воздуха (AIR).

Три монитора – **комплексный мониторинг элементов, мониторинг топливной системы и мониторинг пропусков воспламенения** – работают постоянно, при соблюдении критериев активации.

Другие мониторинговые проверки – мониторинг каталитического нейтрализатора, мониторинг улавливания паров топлива, мониторинг рециркуляции отработавших газов, мониторинг кислородных датчиков и мониторинг впрыска вторичного воздуха – работают один раз за поездку.

Мониторинговые проверки

Монитор	A	B	C	D	E	F
Пропуски воспламенения (тип 1)	Continuous	1	2	1	3 Trips	80
Пропуски воспламенения (тип 2)	Continuous	1	1	1	3 Trips	80
Топливная система	Continuous	1	1 or 2	1	3 Trips	80
Комплексный мониторинг компонентов	Continuous	1	2	1	3 Trips	40
Каталитический нейтрализатор	Once per Trip	1	2	1	3 Trips	40
Каталитический нейтрализатор (подогрев)	Once per Trip	1	2	1	3 Trips	40
Рециркуляция отработавших газов	Once per Trip	1	2	1	3 Trips	40
Система улавливания паров топлива	Once per Trip	1	2	1	3 Trips	40
Датчики кислорода	Once per Trip	1	2	1	3 Trips	40
Система вторичного воздуха	Once per Trip	1	2	1	3 Trips	40

A Количество проверок за поездку

B Количество поездок, необходимое при наличии неисправности, для установки ожидающего кода неисправности

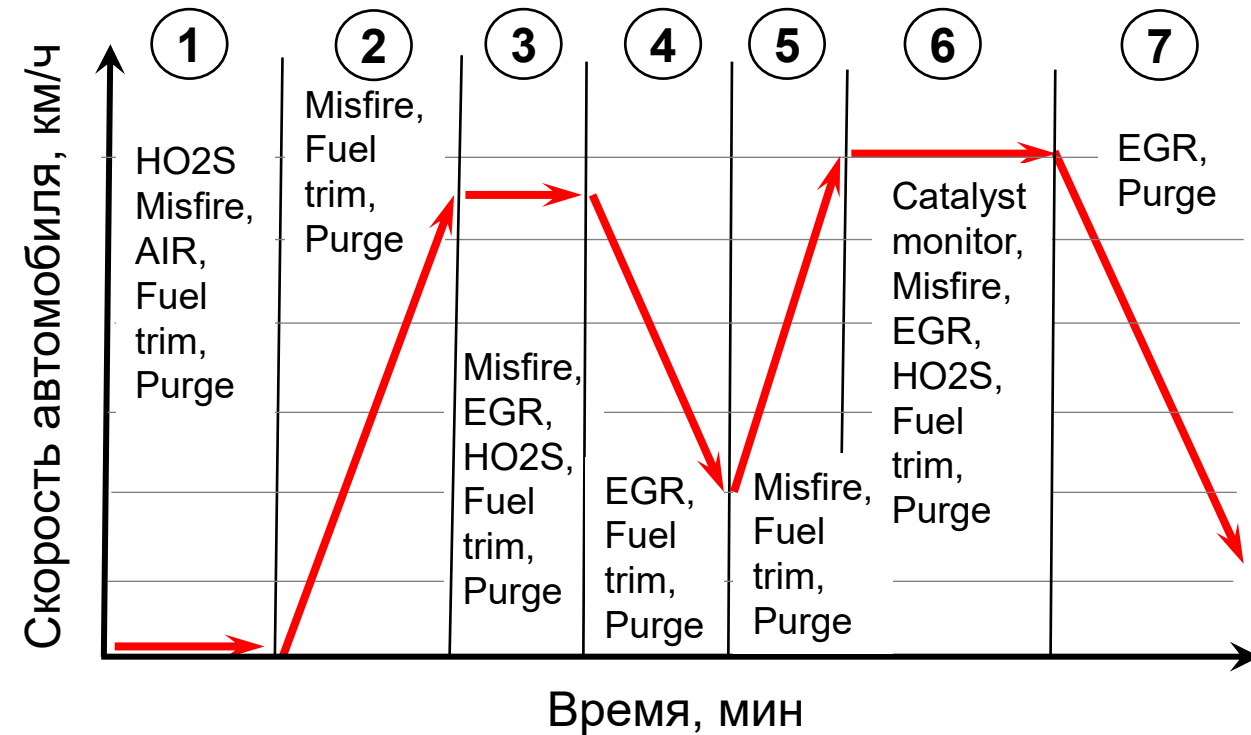
C Количество поездок, необходимое для включения MIL и сохранения кода неисправности

D Количество поездок при отсутствии неисправностей, необходимых для стирания предварительного DTC

E Количество поездок при отсутствии неисправностей, необходимых для выключения MIL

F Количество циклов прогрева, необходимых для стирания кода неисправности после выключения MIL

Структура цикла движения



Выполнение полного цикла движения занимает приблизительно от 12 до 15 минут. В состав типичного **цикла движения** OBD-II входят следующие стадии:

1. Пуск из холодного состояния (температура охлаждающей жидкости ниже 50°C),
2. Прогрев в течение 5-8 минут и фаза холостого хода,
3. Первый разгон до 90 км/ч при открытой наполовину дроссельной заслонке с выключенным кондиционером,
4. Первая фаза движения с постоянной скоростью 90 км/ч в течение 3 минут,
5. Первое замедление до 30 км/ч,
6. Второй разгон до 100 км/ч при открытой на три четверти дроссельной заслонке,
7. Вторая фаза движения с постоянной скоростью 100 км/ч в течение 5 минут,
8. Второе замедление (без использования педали сцепления или педали тормоза).

В цикле движения OBD-II будут присутствовать все условия для того, чтобы диагностическая управляющая система выполнила все мониторинговые проверки.

Критерии активации

Критерии активации

Мониторинговые проверки рассчитаны на выполнение только при соблюдении условий, строго оговоренных изготовителем. Эти условия известны как **критерии активации**. Условия, которые должны присутствовать для работы каждого мониторинга, специфичны для каждой проверки. Например, мониторинг подогреваемого кислородного датчика не позволяет проверить напряжение сигнала или частоту переключений кислородного датчика до тех пор, пока двигатель не прогреется в достаточной степени, чтобы началась работа в режиме замкнутого контура (с обратной связью).

Мониторинг EGR не может проверять систему EGR в режиме холостого хода. Мониторинг каталитического нейтрализатора не может проверять эффективность нейтрализатора до тех пор, пока кислородные датчики, расположенные перед нейтрализатором и после него, и сам каталитический нейтрализатор не прогреются и двигатель не начнет работать в режиме замкнутого контура (с обратной связью).

Условия отключения мониторов:

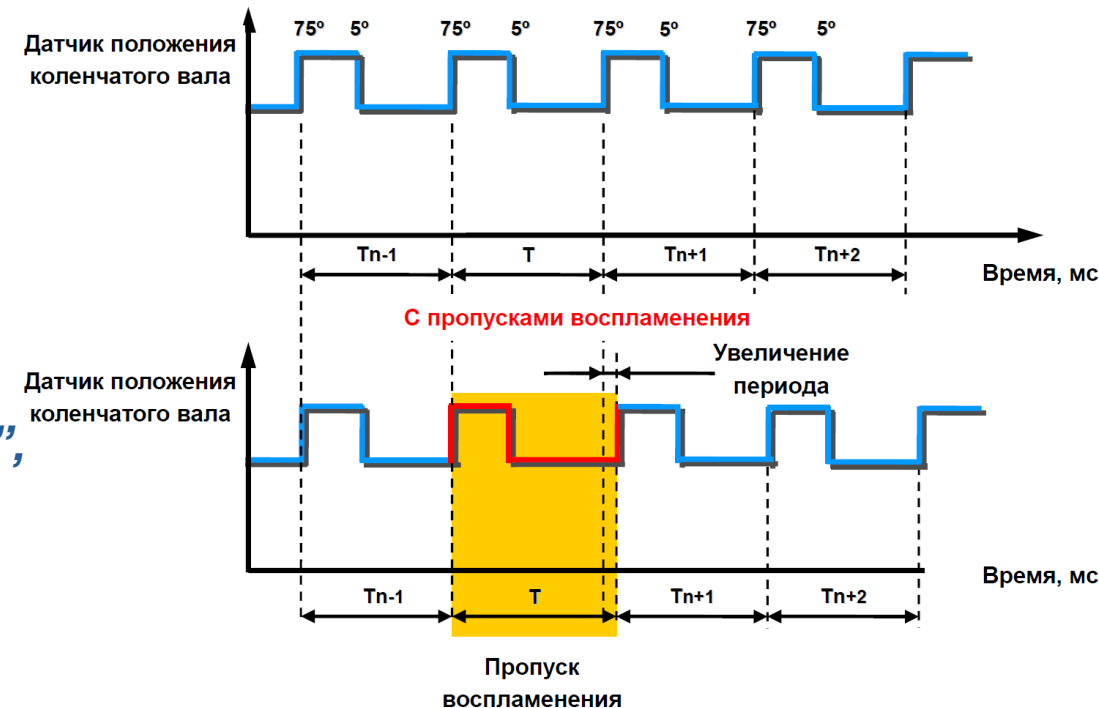
- топлива в баке остается менее 20% (EOBD);
- автомобиль эксплуатируется на высоте более 2500 м (EOBD) над уровнем моря;
- окружающая температура составляет менее -7°C ;
- используются вспомогательные агрегаты, приводимые двигателем – например, лебедки у внедорожников (только если вспомогательный агрегат работает);
- слишком низкое напряжение АКБ.

Мониторинг пропусков воспламенения

Пропуски воспламенения могут происходить по причине отсутствия искры, обеднения смеси, низкой компрессии и других неисправностей. В результате этого несгоревшая воздушно-топливная смесь на такте выпуска выбрасывается в выпускную систему. Несгоревшее топливо и излишний кислород отрицательно воздействуют на кислородный датчик, нарушают работу системы обратной связи и могут вызвать необратимое повреждение каталитического нейтрализатора.

Допускаемое отклонение частоты вращения, при превышении которого можно судить о наличии пропусков воспламенения, зависит от нагрузки и частоты вращения. Это связано с тем, что при увеличении частоты вращения или уменьшении нагрузки, снижается влияние пропусков воспламенения на неравномерность частоты вращения из-за момента инерции коленчатого вала двигателя.

Мониторинг пропусков зажигания – адаптивная функция, учитывающая общий износ, нарушение работы датчиков, зазоров между трущимися поверхностями. Электронный блок управления двигателем заносит в память изменение частоты вращения между рабочими циклами цилиндров во время нормальной работы двигателя, в качестве **“опорного сигнала”**, необходимое для последующего вычисления пороговой величины неравномерности вращения при определении перебоев в работе системы зажигания.



Мониторинг пропусков воспламенения

Монитор пропусков воспламенения игнорирует ложную информацию

Проблема заключается в том, что пропуск воспламенения – это не единственная возможная причина изменения частоты вращения коленчатого вала. Поэтому программное обеспечение OBD-II должно уметь отфильтровывать ложные сигналы.

Например, холодный двигатель не всегда работает ровно, пока полностью не прогреется, и каждый «скачок» вызывает незначительное изменение оборотов двигателя. Поэтому система OBD-II не позволяет монитору пропусков воспламенения работать в условиях холодного пуска, так как монитор может по ошибке посчитать изменение в частоте вращения коленчатого вала как пропуск воспламенения.

При прогревом двигателя водитель может резко нажать на педаль акселератора, а это даст мгновенное изменение оборотов двигателя. Но программное обеспечение OBD-II измеряет и сравнивает входные сигналы скорости автомобиля, нагрузки двигателя и положения дроссельной заслонки, что дает возможность монитору пропусков воспламенения отфильтровывать ситуации резкого открытия и закрытия дроссельной заслонки.

Другой пример – это движение по ухабистой дороге. Разработчики OBD-II посчитали, что «обратная связь» через карданный вал (на заднеприводных автомобилях) или приводные валы ведущих полуосей (на переднеприводных автомобилях) может ввести монитор пропусков воспламенения в заблуждение. Система OBD-II решает эту проблему с помощью двух стратегий.

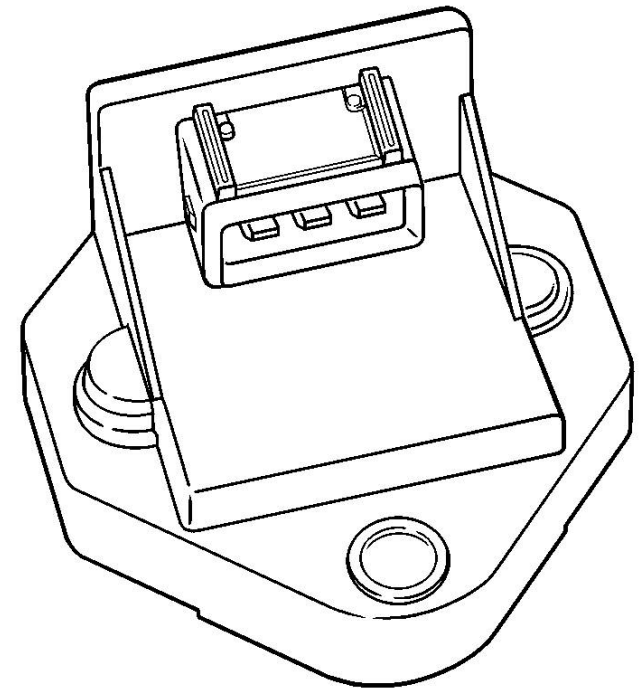
Во-первых, на некоторых автомобилях с системой ABS также используются сигналы от датчиков скорости колес, которые информируют ЭБУ о том, что дорожное полотно неровное, предупреждая о возможности того, что монитор пропусков воспламенения может ошибочно принять отработку зазоров в трансмиссии за пропуски воспламенения.

Датчик неровной дороги

На автомобилях комплектации по стандартам Евро-3 и Евро-4 дополнительно к системе детектирования пропусков зажигания добавляется **датчик неровной дороги**. Он является единственным датчиком в системе, который не оказывает прямого влияния на процесс управления двигателем. Датчик неровной дороги выполняет чисто защитную функцию: при движении по неровной дороге по его сигналам контроллер может на время прервать распознавание пропусков зажигания, так как резко повышается вероятность ложного распознавания пропусков воспламенения.

Датчик неровной дороги представляет собой акселерометр, принцип его работы основан на **пьезоэффekte** и аналогичен принципу работы датчика детонации. Датчик устанавливается в подкапотном пространстве на кузове автомобиля и регистрирует колебания кузова в вертикальной плоскости.

Точнее, в датчике происходит преобразование ускорений, возникающих при движении по неровным дорогам в пропорциональный сигнал напряжения постоянного тока. По амплитуде сигнала датчика неровной дороги контроллер определяет моменты, когда автомобиль движется по неровной дороге, и на это время запрещает распознавание пропусков воспламенения.



Мониторинг пропусков воспламенения

Система мониторинга пропусков воспламенения имеет два различных алгоритма оценки.

Пропуски зажигания за 1000 оборотов коленчатого вала двигателя

Мониторинг пропусков воспламенения осуществляется небольшими порциями (сегментами). Каждый контрольный сегмент прослеживает работу двигателя за **200 оборотов**. Если обнаруживается более 2% пропусков воспламенения за период 1000 оборотов, то в память записывается **предварительный код неисправности**. Данные “**freeze frame**” сохраняются для 200 последних оборотов из 1000. При повторении этой неисправности в следующем ездовом цикле, индикатор неисправности (MIL) загорается, а в памяти блока управления запоминается код неисправности. Для появления кода неисправности в этом случае необходимы **две** поездки. Появление постоянных пропусков зажигания во время первой поездки не вызывает появления кода неисправности и загорания контрольной лампы.

Пропуски зажигания за 200 оборотов коленчатого вала

Если контроль определяет более 15% пропусков воспламенения на один цилиндр во время любого двухсот оборотного сегмента, индикатор неисправности немедленно загорается, и в память блока управления заносится код неисправности. Это указывает на то, что пропуски воспламенения в двигателе достигли значения, при котором возможно повреждение и выход из строя каталитического нейтрализатора. Управление топливоподачей в этом случае производится в режиме работы без обратной связи, для уменьшения количества топлива, подаваемого в цилиндры двигателя и, предотвращения разрушения каталитического нейтрализатора.

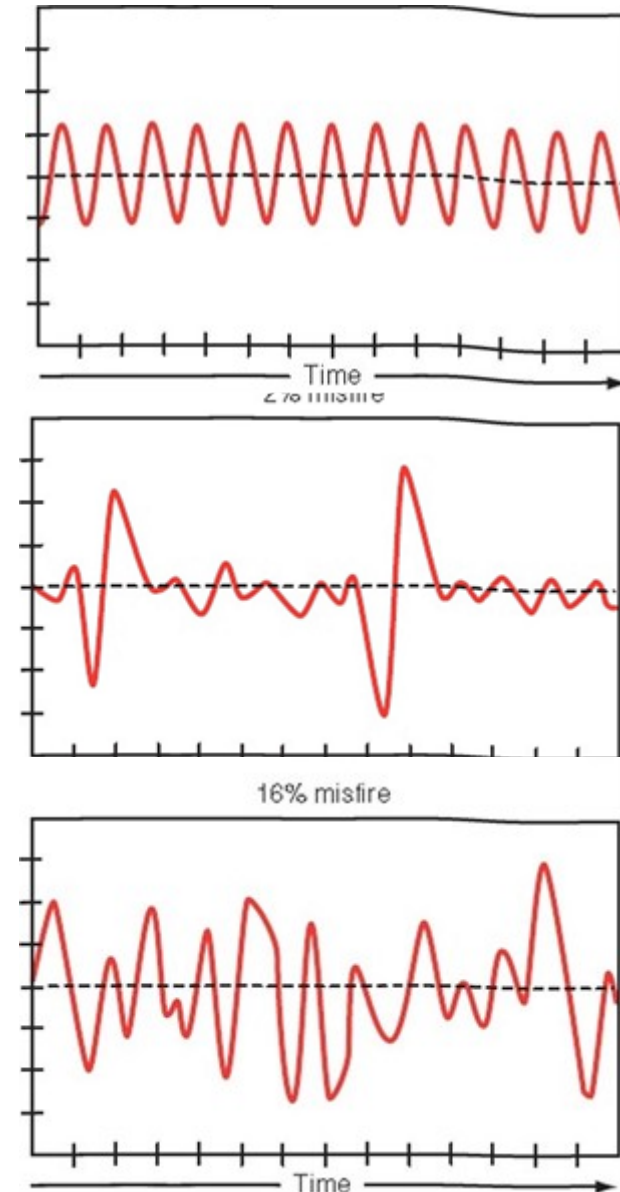
Мониторинг пропусков воспламенения

Когда ЭБУ выключает контрольную лампу MIL при наличии пропусков воспламенения?

Если мониторинг пропусков воспламенения успешно выполняется на протяжении трех последовательных поездок после генерирования кода DTC, лампа MIL выключается. Но монитор не только добивается «проходного балла» в течение трех последующих поездок. Он должен выполнить проверку с положительным результатом при соблюдении условий движения, которые полностью соответствуют условиям, которые присутствовали на момент генерирования кода DTC.

Мониторинг должен работать в условиях, которые отклоняются не более чем на 10% от расчетной нагрузки и не более чем на 375 об/мин от частоты вращения коленчатого вала на момент, когда пропуск воспламенения был зарегистрирован в первый раз. Если эти два критерия соблюдены и ЭБУ не видит повторения в интервале 1000 оборотов в минуту, он регистрирует одну хорошую поездку. После регистрации трех последующих хороших поездок ЭБУ выключает лампу MIL.

Однако код DTC и данные в формате «стоп-кадра», которые были сохранены в тот момент, когда был обнаружен пропуск воспламенения, остаются в памяти ЭБУ на протяжении следующих 40-80 циклов прогрева, после чего они также будут стерты, если нет никаких дополнительных побочных эффектов пропусков воспламенения.



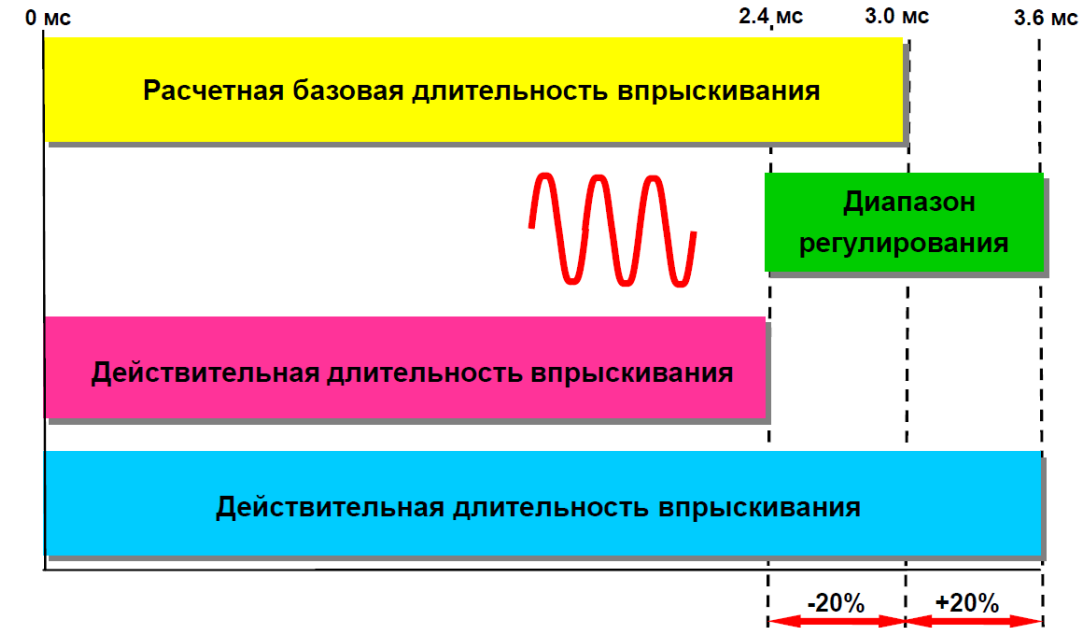
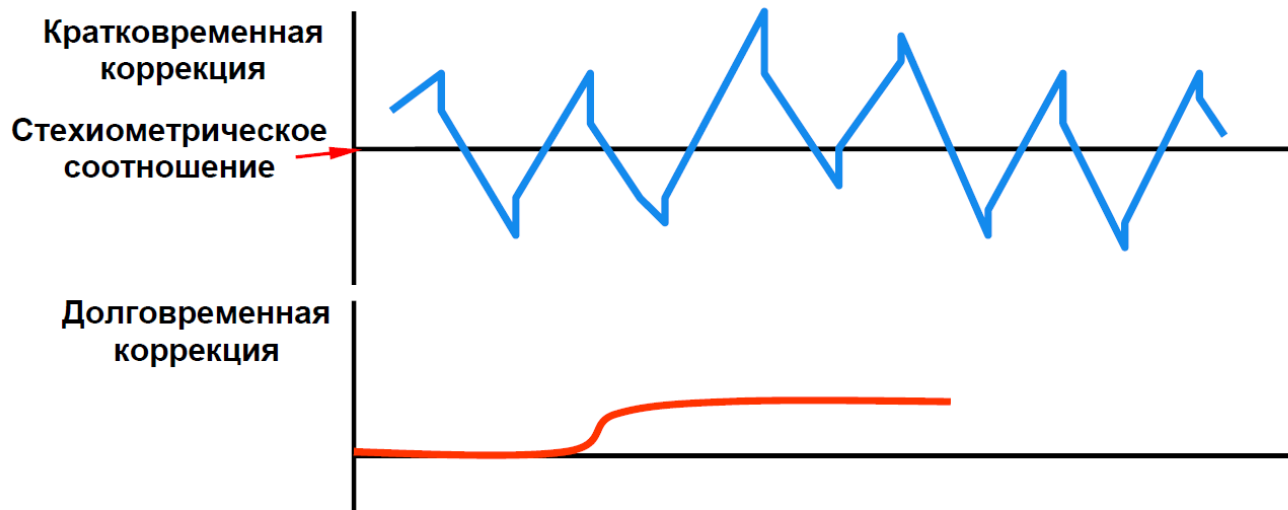
Мониторинг топливной системы

В режиме управления с обратной связью ЭБУ постоянно изменяет длительность впрыскивания относительно базового значения по сигналу датчика кислорода, “уточняя” состав смеси в настоящий момент.

Расчетная базовая длительность впрыскивания определяется ЭБУ на основании информации, полученной от различных датчиков. Для поддержания состава смеси на уровне стехиометрического с высокой точностью, базовая длительность впрыскивания постоянно корректируется по сигналу кислородного датчика и значение этой коррекции изменяется в пределах не превышающих $\pm 20\%$.

После завершения ездового цикла величина поправки базовой длительности впрыскивания, накопленная за это время записывается в долговременную память, где хранится при выключенном зажигании. При следующем ездовом цикле ЭБУ определяет базовую длительность впрыскивания, учитывая эту поправку. Эта поправка результат адаптации системы управления к реальному состоянию двигателя (самообучение). Существует два различных типа коррекции длительности впрыскивания:

- **кратковременная коррекция** (short term)
- **долговременная коррекция** (long term).



Топливный баланс

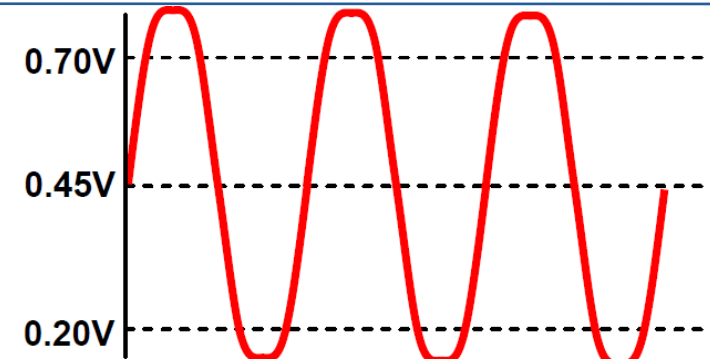
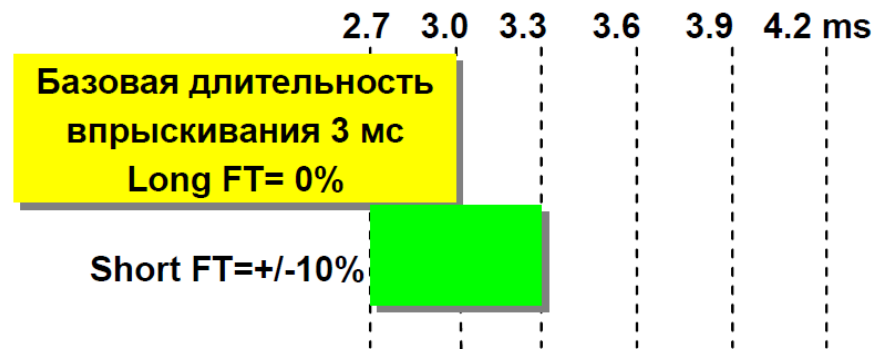
В практике обычно величину коррекции выражают в процентах. Величина коррекции, показывающая насколько необходимо изменить длительность впрыскивания топлива для поддержания стехиометрического состава смеси выраженная в процентах, носит название – **топливный баланс** (fuel trim). Значение коррекции может быть как отрицательным, так и положительным. Положительное значение соответствует коррекции приводящей к увеличению топливоподачи, а отрицательное – коррекции в сторону уменьшения топливоподачи.

Кратковременная топливная коррекция (short term fuel trim) – дополнительная коррекция базовой длительности впрыскивания (носит временный характер, постоянно изменяется), которая производится по сигналу кислородного датчика и изменяет состав смеси с целью получения стехиометрического в настоящий момент. Нормальный диапазон этого параметра составляет $\pm 20\%$. При исправной топливной системе он не превышает значение $\pm 10\%$.

Если диапазон изменений превышает значение $\pm 10\%$, то вводится долговременная коррекция таким образом, чтобы диапазон изменения кратковременной коррекции вновь стал равным $\pm 10\%$. После выключения зажигания значение кратковременной коррекции не сохраняется.

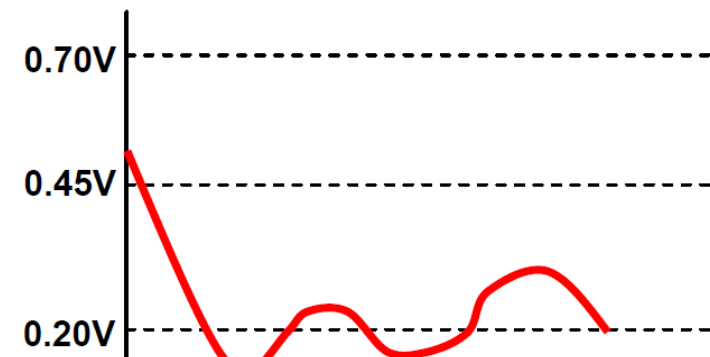
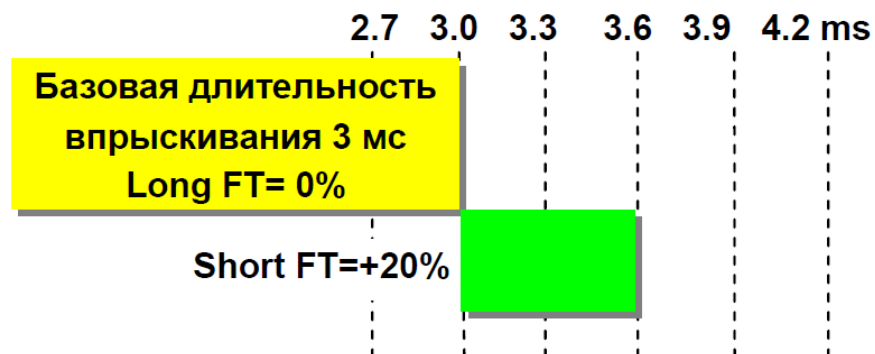
Долговременная топливная коррекция (long term fuel trim) – длительная коррекция, введение которой позволяет уменьшить среднее значение кратковременной коррекции до нуля. После окончания ездового цикла значение коэффициента долгосрочной коррекции заносится в долгосрочную память и используется при следующем запуске двигателя. В результате непрерывного “самообучения” обеспечивается оптимальное управление с учётом изменений условий работы, связанных с износом деталей и естественным старением. В отличие от кратковременной коррекции, которая определяет продолжительность впрыскивания топлива только в режиме управления с обратной связью, долговременная коррекция учитывается и в режиме работы без обратной связи.

Нарушение герметичности впускного коллектора



Нормальная работа

Нагрузка двигателя не изменилась, поэтому базовая длительность впрыскивания не изменилась и составляет 3,0 мс. Дополнительное количество воздуха обедняет смесь, поэтому напряжение кислородного датчика уменьшилось. Блок управления двигателем пытается исправить это положение, изменяя кратковременную коррекцию, но безуспешно, достигнув максимально возможного предела + 20%. Для того, чтобы выходное напряжение кислородного датчика находилось в допустимом рабочем диапазоне необходимо изменить базовую длительность впрыскивания, путем введения положительной долговременной коррекции.

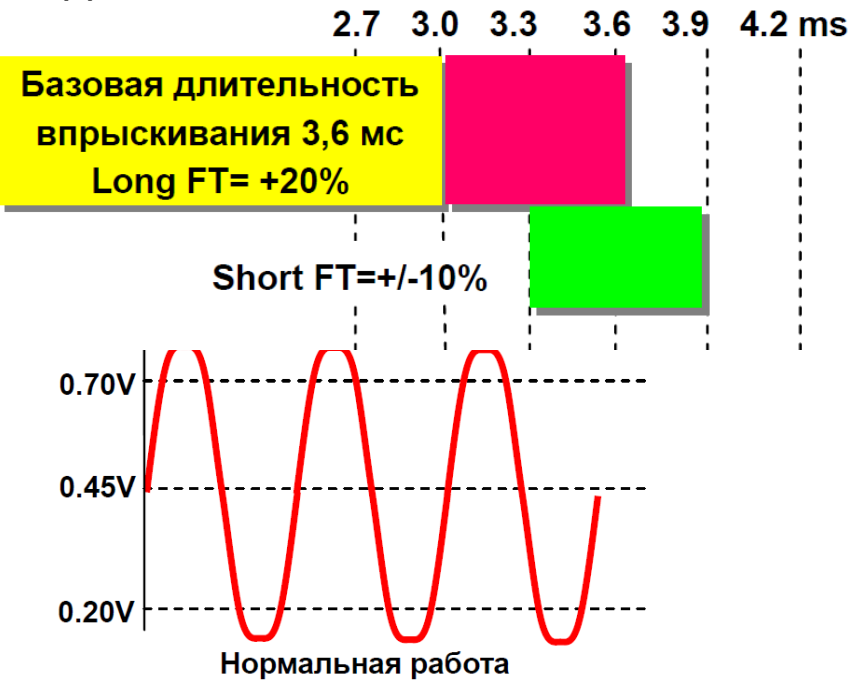
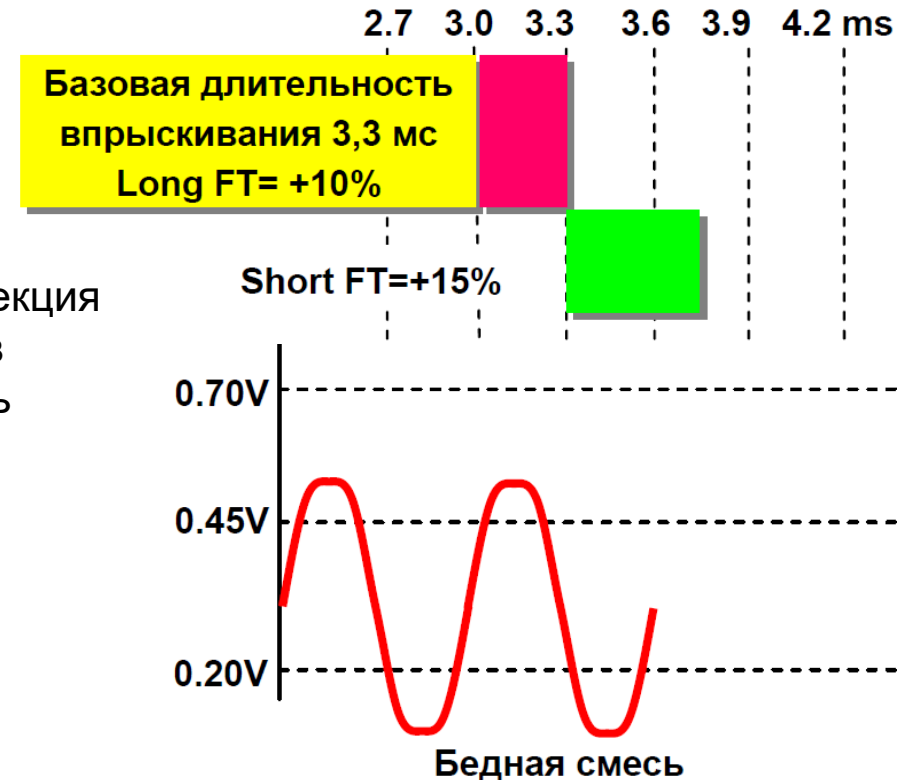


Бедная смесь

Нарушение герметичности впускного коллектора

Долговременный топливный баланс изменился на +10 %, поэтому базовая длительность впрыскивания также изменилась и составляет теперь 3,3 мс, хотя нагрузка и частота вращения двигателя не изменились. В этом состоянии переключения датчика кислорода происходят, но диапазон напряжения датчика смещен в сторону обедненного состава смеси.

Для устранения этого состояния требуется чрезмерная кратковременная коррекция +15 %. Для того, чтобы выходное напряжение кислородного датчика находилось в нормальном рабочем диапазоне необходимо ещё изменить базовую длительность впрыскивания, путем дальнейшего увеличения положительной долговременной коррекции.



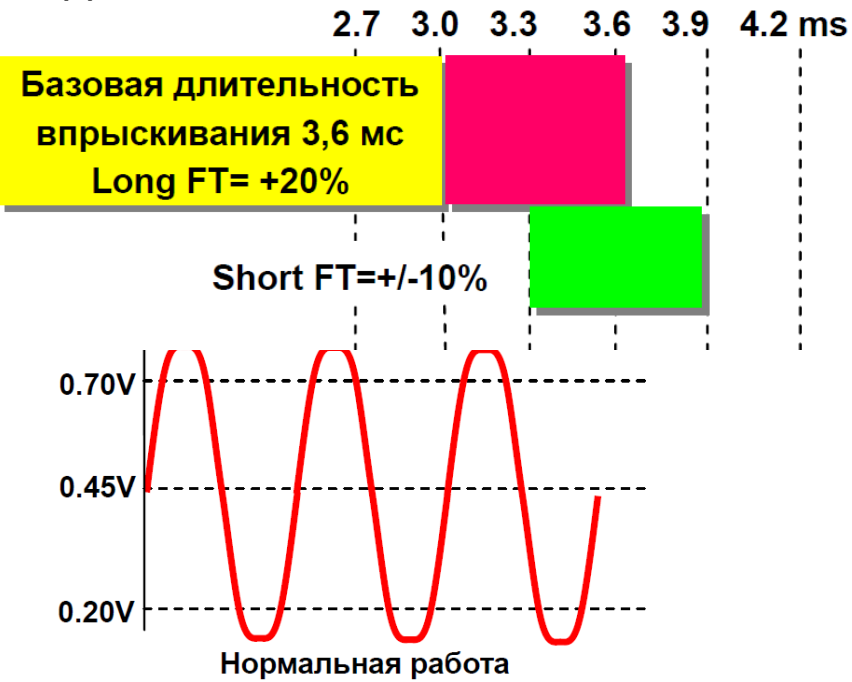
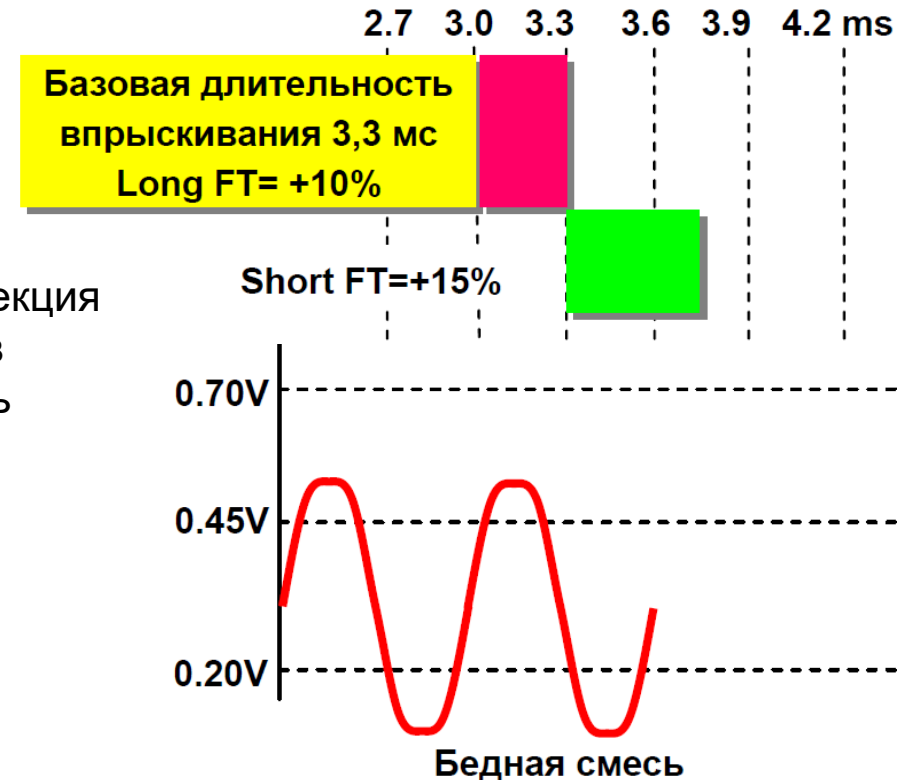
Долговременный топливный баланс изменился на +20 % и базовая длительность впрыскивания составляет теперь 3,6 мс.

Кратковременная коррекция изменяется в диапазоне $\pm 10\%$ и выходное напряжение датчика изменяется нормально. В результате адаптации системы к реальному состоянию двигателя состав смеси вновь становится оптимальным, но базовая длительность впрыскивания при той же нагрузке и оборотах увеличилась.

Нарушение герметичности впускного коллектора

Долговременный топливный баланс изменился на +10 %, поэтому базовая длительность впрыскивания также изменилась и составляет теперь 3,3 мс, хотя нагрузка и частота вращения двигателя не изменились. В этом состоянии переключения датчика кислорода происходят, но диапазон напряжения датчика смещен в сторону обедненного состава смеси.

Для устранения этого состояния требуется чрезмерная кратковременная коррекция +15 %. Для того, чтобы выходное напряжение кислородного датчика находилось в нормальном рабочем диапазоне необходимо ещё изменить базовую длительность впрыскивания, путем дальнейшего увеличения положительной долговременной коррекции.



Долговременный топливный баланс изменился на +20 % и базовая длительность впрыскивания составляет теперь 3,6 мс.

Кратковременная коррекция изменяется в диапазоне $\pm 10\%$ и выходное напряжение датчика изменяется нормально. В результате адаптации системы к реальному состоянию двигателя состав смеси вновь становится оптимальным, но базовая длительность впрыскивания при той же нагрузке и оборотах увеличилась.

Мониторинг топливной системы

Топливная система тестируется в каждом ездовом цикле при возникновении подходящих условий и считается неисправной:

- если при обогащенной смеси продолжительность импульса уменьшается более чем на 10% за счет долговременной коррекции и на 10% за счет кратковременной коррекции;
- если при обедненной смеси продолжительность импульса увеличивается более чем на 10% за счет долговременной коррекции и на 10% за счет кратковременной коррекции.

PCM Fuel Correction

Частота вращения КВ, 1/МИН	5500	0	-1	-2	0	-5	-6	0	+2	+5	-7
	5000	+6	+3	-8	-7	-3	+4	+3	-1	0	+1
	4500	-6	-5	+4	+3	-2	0	+1	-4	+2	-2
	4000	-4	-3	+1	+5	+2	-1	-2	-8	-5	+4
	3500	+6	-2	-8	-7	+3	-4	+3	+6	+5	-3
	3000	+2	-6	-3	+2	+3	-6	0	-5	-2	0
	2500	0	-5	+1	+3	0	-2	-1	+2	+5	-3
	2000	-8	-6	-2	+4	+5	-4	+6	-3	-8	-4
	1500	+4	+5	-7	+3	-5	-8	+1	+3	+4	+6
	1000	+3	+1	-1	-2	-4	0	+2	0	-7	-6
			10	20	30	40	50	60	70	80	90
		Нагрузка на двигатель, %									

Комплексный мониторинг компонентов

ССМ (Comprehensive Component Monitor) – **комплексный мониторинг компонентов**, непрерывно проверяет связанные с выбросами отработавших газов датчики и приводы на электрические неисправности, ошибки диапазона, ошибки правдоподобия и функциональные неисправности.

Если связанный с выбросами отработавших газов элемент отказывает, это распознаётся монитором, а неисправность сохраняется в памяти ЭБУ.

ССМ контролирует только те связанные с выбросами датчики и приводы, которые не проверяются другим монитором. Кроме того, этот монитор проверяет элементы, которые используются системой EOBD, но не влияют на компоненты отработавших газов.

Датчики отслеживают следующие неисправности: **электрические неисправности**, т.е. короткие замыкания и обрывы линии (проверка диапазона сигнала); **неисправности диапазона** (проверка выхода за пределы диапазона), т. е. снижение или превышение пределов выходного сигнала, установленных для датчика; **ошибки правдоподобия** (проверка рациональности).

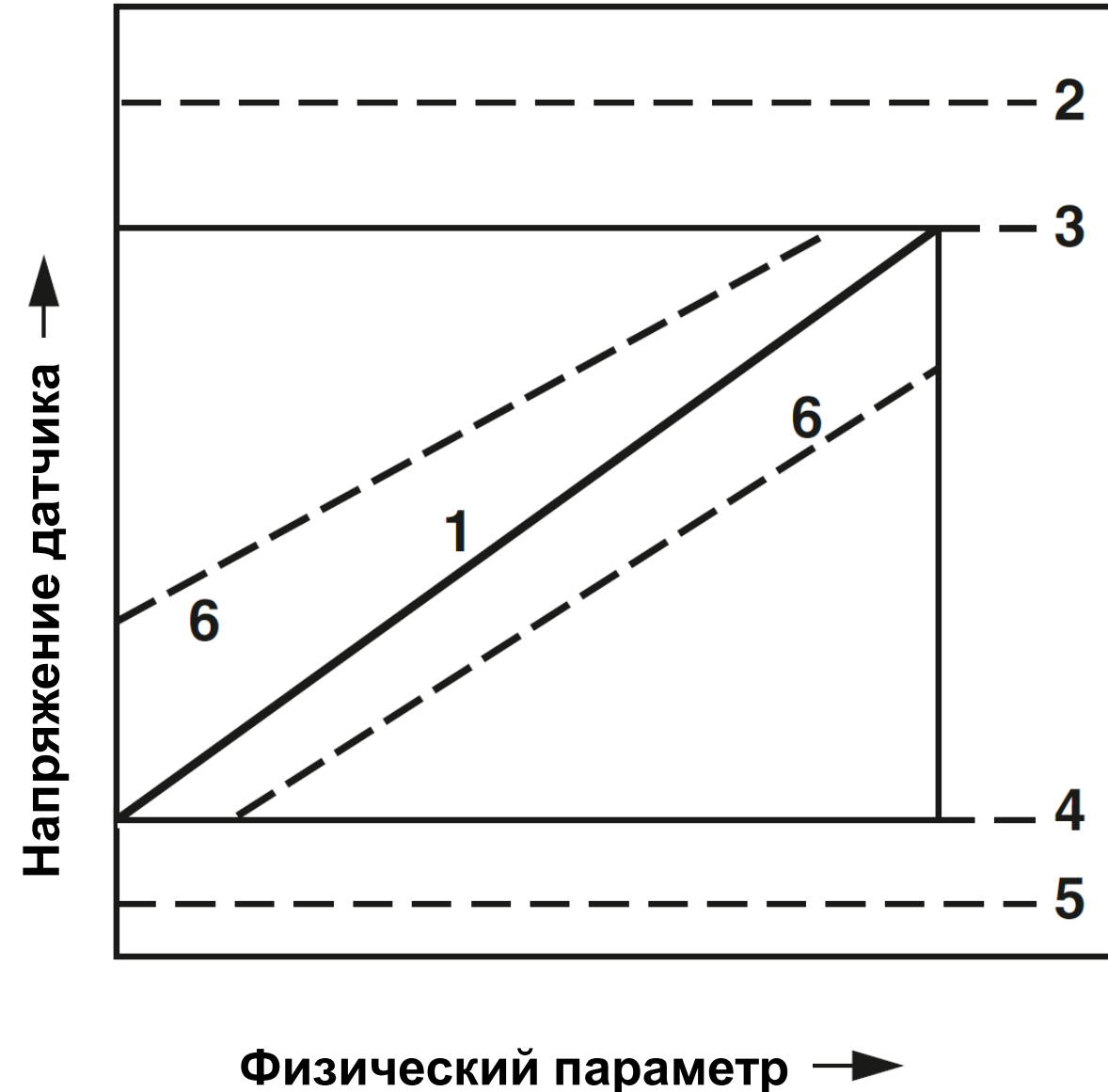
Комплексный мониторинг компонентов

1 – характеристика исправного датчика; **2** – верхний порог для «Проверки диапазона сигнала»; **3** – верхний порог для «Проверки выхода за пределы диапазона»; **4** – нижний порог для «Проверки выхода за пределы диапазона»; **5** – нижний порог для «Проверки диапазона сигнала»; **6** – проверка достоверности «Проверка рациональности».

Для обнаружения повреждений в электрических цепях функция обнаружения неисправностей постоянно сравнивает измеренное напряжение сигнала с предельными значениями для обрыва цепи и короткого замыкания на землю.

Если напряжение сигнала превышает верхний предел (например, более 4,8 В), функция обнаружения неисправностей определяет наличие **обрыва цепи**.

Если измеренное напряжение сигнала опускается за нижний предел (например, менее 0,2 В), тогда это указывает на **короткое замыкание** на землю.



Комплексный мониторинг компонентов

Чтобы обнаружить **ошибки диапазона**, функция обнаружения неисправностей непрерывно сравнивает измеренное напряжение сигнала с измерительным диапазоном датчика. Если напряжение сигнала выходит за границы заданного диапазона (например, менее 0,5 В или более 4,5 В), функция обнаружения неисправностей определяет наличие ошибки диапазона.

Для обнаружения **ошибок правдоподобия** функция обнаружения неисправностей сравнивает измеренное напряжение сигнала с другими параметрами системы управления двигателем посредством логических оценок. Эти параметры извлекаются из текущих рабочих условий двигателя и определяют ожидаемый диапазон сигналов датчика.

Если напряжение сигнала выходит за пределы этого диапазона (например, разница между массовым расходом воздуха, определённым датчиком MAF, и массовым расходом воздуха, извлечённым из сигнала датчика TP, слишком велика), функция обнаружения неисправностей определяет наличие ошибки правдоподобия.

Датчик температуры охлаждающей жидкости

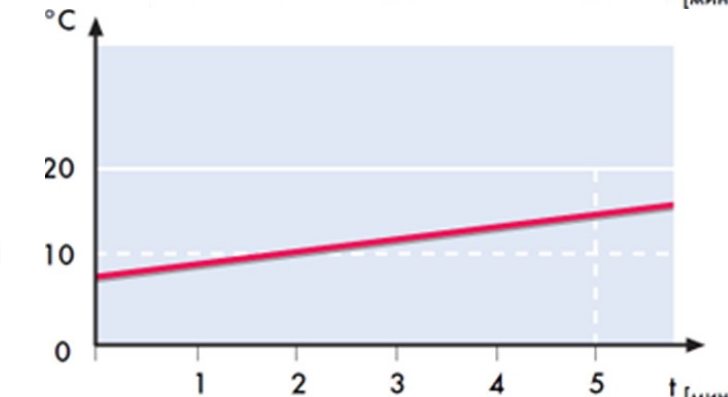
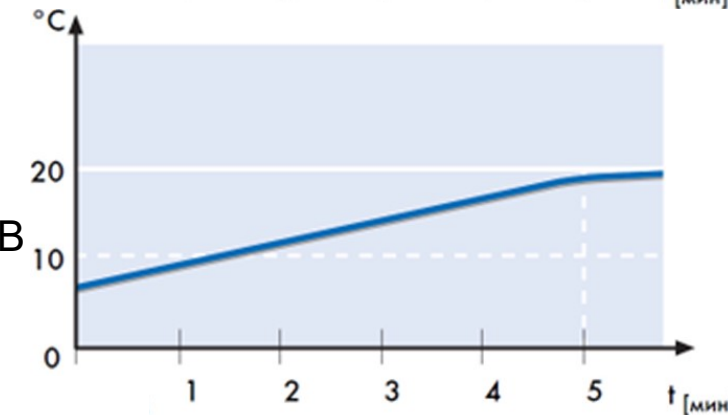
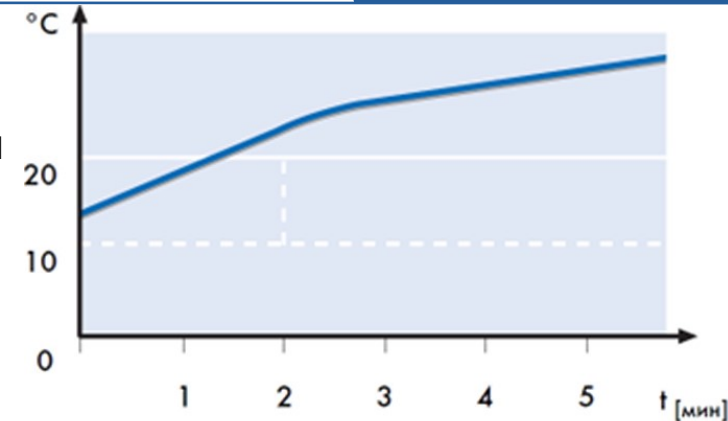
Правильность показаний датчика контролируется при прогреве двигателя в пределах пограничных значений заданного временного интервала.

Показания датчика правильные если он показывает, что температура охлаждающей жидкости, в течение времени зависящего от температуры пуска, достигла определенного значения или поднимается.

Датчик показывает правильные значения если начальная температура пуска более 10°C и температура охлаждающей жидкости за две минуты поднимается до значения более 20°C .

Датчик показывает подъем температуры охлаждающей жидкости более 10°C в течении пяти минут при начальной температуре пуска менее 10°C . В этом случае показания датчика также правильные.

Датчик не исправен и показания его не верны, так как он в течение пяти минут, при начальной температуре пуска менее 10°C , показывает подъем температуры не достигающий значения 20°C .



Комплексный мониторинг компонентов

Чтобы найти электрические неисправности, функция обнаружения неисправностей на короткое время включает исследуемый **привод** (например, после включения зажигания или во время запуска двигателя) и сравнивает измеренное управляющее напряжение/управляющий ток с предельными значениями для неисправной схемы управления, обрыва цепи и короткого замыкания на землю.

Если измеренное управляющее напряжение превышает верхний предел (например, более 8 В) при включении привода, функция обнаружения неисправностей определяет, что схема управления неисправна. Если измеренное управляющее напряжение опускается за нижний предел (например, менее 8 В) при выключении привода, то это указывает на **обрыв цепи** или **короткое замыкание** на землю.

Если измеренный ток опускается за нижний предел (например, менее 1А) при включении привода, функция обнаружения неисправностей определяет, что схема управления неисправна, либо имеется обрыв цепи или короткое замыкание на землю.

Если реакция системы не соответствует управляющим сигналам, выдаваемым на привод (например, частота вращения коленчатого вала двигателя, определяемая ДПКВ, не увеличивается при открытии клапана РХХ), функция обнаружения неисправностей определяет наличие функциональной неисправности.

Мониторинг датчиков кислорода

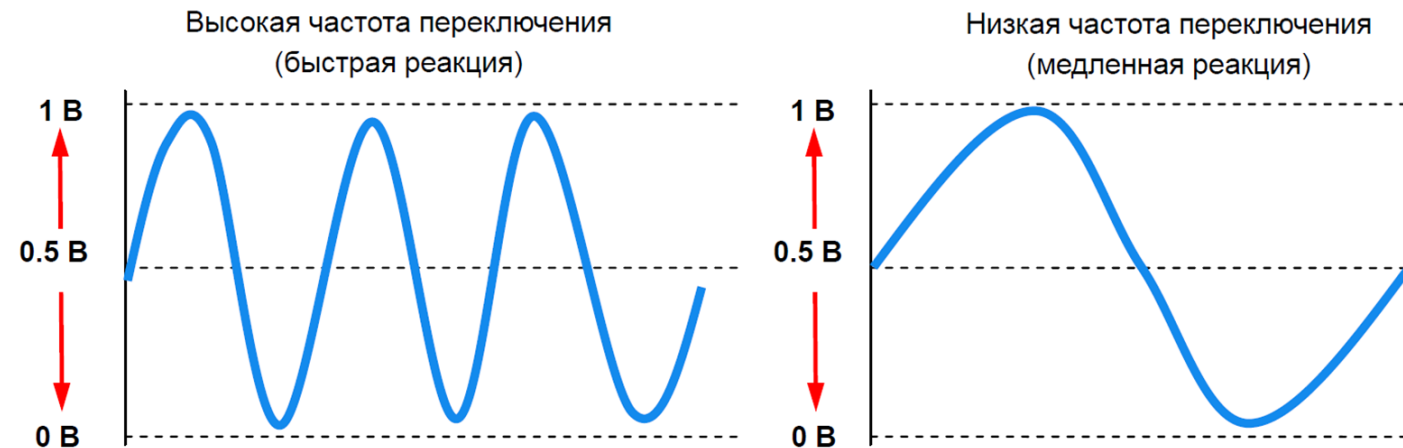
Эффективное управление уровнем токсичности отработавших газов достигается при работе системы топливоподачи с обратной связью по сигналу датчика кислорода. Наиболее важным элементом в этой системе является кислородный датчик установленный в выпускной системе.

Исправный датчик должен генерировать напряжение в диапазоне от 0 до 1 В в зависимости от изменения концентрации кислорода в отработавших газах и быстро реагировать на эти изменения. Чтобы определить изменение состава воздушно-топливной смеси (бедная или богатая), выходное напряжение датчика должно колебаться около среднего (порогового) значения указанного диапазона (от 0 до 1 В), т.е. около 0,5 В.

Неисправный датчик может выдавать выходное напряжение, не превышающее пороговый уровень или очень медленно изменяющееся во времени.

Например, замедленная реакция или снижение выходного напряжения являются признаками старения кислородного датчика. Следствием применения такого датчика будет являться нарушение оптимального состава воздушно-топливной смеси и увеличение токсичности отработавших газов.

Для определения подобных неисправностей используется **мониторинг параметров датчика**, позволяющий определить общую степень изношенности датчиков или отдельные параметры, показатели которых выходят за рабочие пределы.



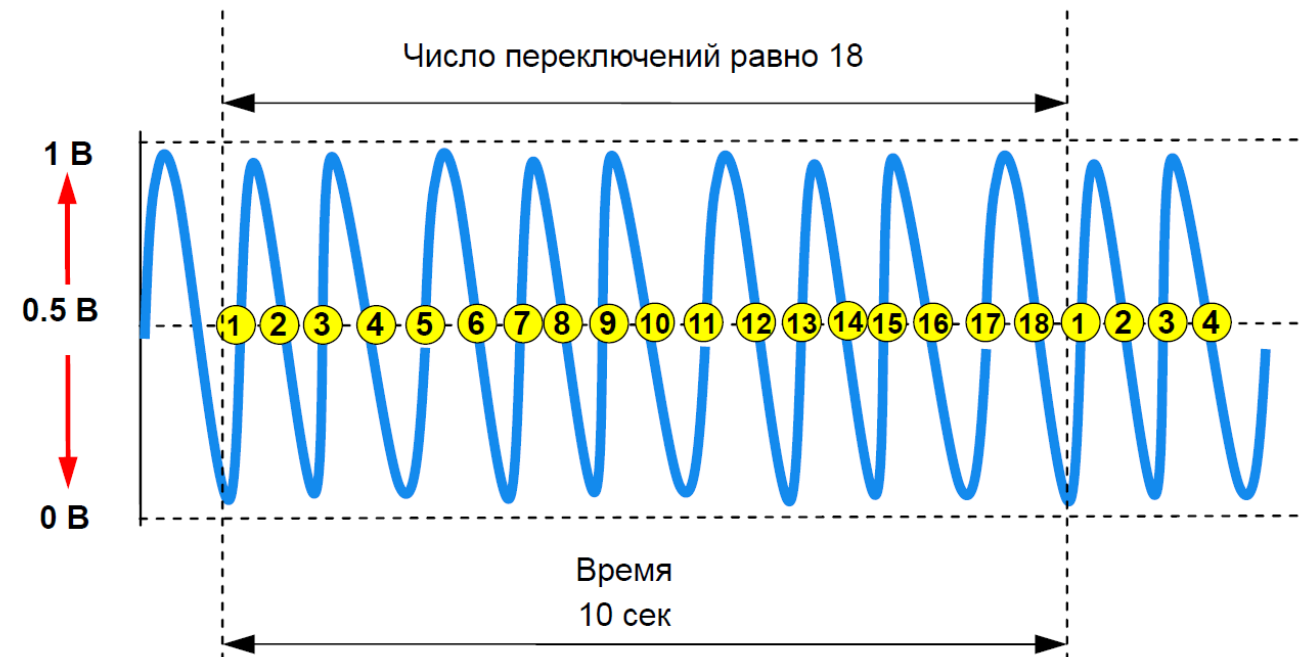
Мониторинг датчиков кислорода

Электронный блок управления двигателем начинает контролировать состояние кислородных датчиков, как только выходной сигнал переходит пороговое напряжение.

Мониторинг состояния происходит путем измерения числа переключений "богатая/бедная смесь" выходного сигнала кислородного датчика. Блок управления подсчитывает количество переключений за 10 секунд, что считается одной выборкой. За один ездовой цикл производится 7 выборок, и частота переключений определяется как средняя величина этих измерений.

Если насчитывается менее 12 переключений, то кислородный датчик считается неисправным.

Если же при анализе первой выборки насчитывается более 15 переключений, то электронный блок управления двигателем считает кислородный датчик полностью исправным и прекращает дальнейшую проверку.



Мониторинг каталитического нейтрализатора

Способность каталитического нейтрализатора накапливать в себе кислород является показателем его состояния. Работоспособный нейтрализатор накапливает кислород, необходимый для реакции окисления СН и СО, происходящей в нём. По мере износа каталитического нейтрализатора, его накопительная способность, а, следовательно, и эффективность его работы уменьшаются. Накопительная способность катализатора, может быть рассчитана косвенным образом, путём сравнения сигналов с двух кислородных датчиков.

Передний кислородный датчик определяет количество кислорода в отработавших газах на входе в каталитический нейтрализатор, а задний на его выходе. Новый нейтрализатор способен накопить кислорода намного больше, чем его содержится в отработавших газах, поэтому количество кислорода на выходе нейтрализатора меньше, чем на его входе и изменение его уровня происходит медленно. Поэтому сигнал с переднего кислородного датчика имеет высокую частоту переключения, а сигнал **заднего кислородного датчика** почти не изменяется и имеет низкую частоту переключения. Состарившийся каталитический нейтрализатор уже не способен накапливать весь кислород, попадающий в него, поэтому частота переключений заднего кислородного датчика увеличивается и по мере старения нейтрализатора, приближается к частоте переключения переднего кислородного датчика.

Блок управления двигателем регистрирует выходные сигналы с переднего и заднего кислородного датчиков. Когда частота срабатывания заднего датчика достигает определенного порогового значения (сравнимого с частотой сигнала переднего кислородного датчика), контрольная лампа индикации неисправности двигателя (MIL) загорается.

Это пороговое значение зависит от типа автомобиля, каталитического нейтрализатора и т.д. При достижении этого состояния вредные выбросы превышают законодательные нормы.

Мониторинг каталитического нейтрализатора

Контроль состояния производится путём сравнения частот переключения переднего и заднего кислородных датчиков. Блок управления двигателем определяет отношение частот (RF):

$$RF = \frac{\text{Частота сигнала заднего кислородного датчика}}{\text{Частота сигнала переднего кислородного датчика}}$$

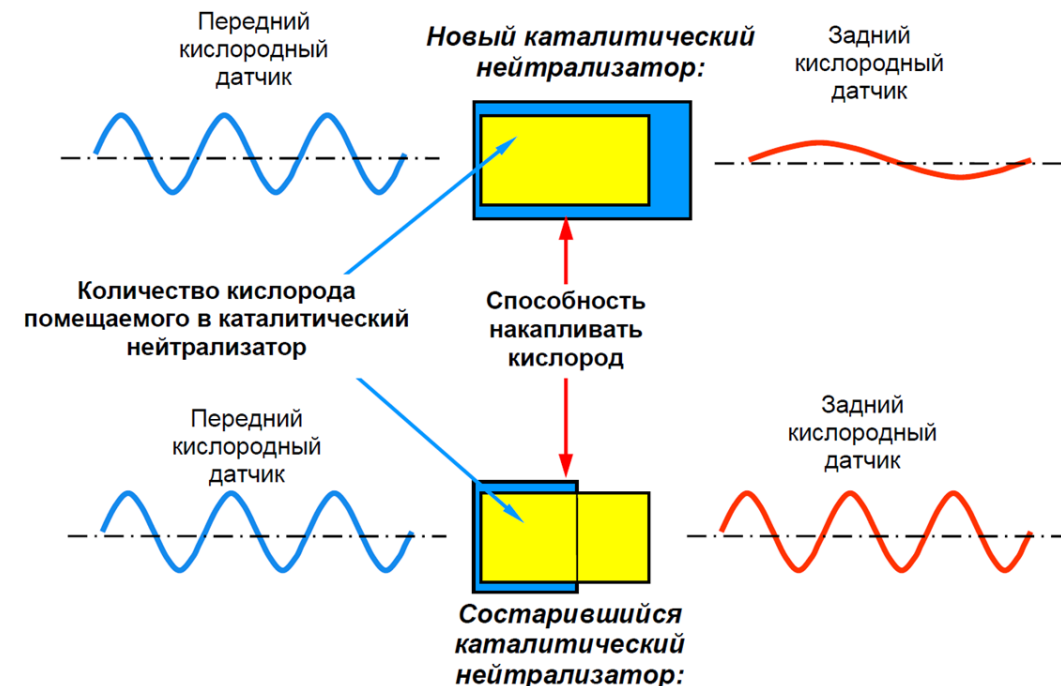
10-и секундное измерение (выборка) может проводиться не более 7 раз за один ездовой цикл, и среднее значение этих измерений используется для определения состояния нейтрализатора.

Измерения не проводятся последовательно. Если, например, требуется провести измерение 5-й раз, то оно не произойдет, пока не изменится режим работы двигателя.

Если значение RF превосходит величину 0,8, то каталитический нейтрализатор считается **неисправным**.

Если значение RF при первом измерении явно мало (менее 0,2), то каталитический нейтрализатор считается исправным и электронный блок управления двигателем прекращает дальнейшую проверку.

В следующем ездовом цикле проверка будет возобновлена.



Расширение стандартов диагностики

WWH-OBD – это аббревиатура от World Wide Harmonized On-Board Diagnostics, которая используется для контроля выбросов легковых и коммерческих автомобилей.

Обнаружение неисправностей и доступность данных с помощью WWH-OBD

По сравнению с PID длиной 1 байт в OBD II, PID WWH-OBD могут иметь длину до 3 байтов, обеспечивая доступ к более широкому диапазону типов данных. Более того, UDS под WWH-OBD преобразует 2-байтовый код неисправности OBD II в 3-байтовый код неисправности. Третий байт указывает режим отказа, аналогичный индикатору режима отказа (FMI) в таких протоколах, как SAE J1939 .

Углубленный анализ неисправностей с помощью WWH-OBD

WWH-OBD обеспечивает больше, чем просто индикацию возникновения неисправности. Он также предоставляет дополнительную информацию об ошибке, такую как ее серьезность, класс и статус. Серьезность неисправности может подсказать владельцу транспортного средства или механику, что необходимо срочно устранить неисправность.

Класс неисправности дает представление о том, к какой категории Глобальных технических регламентов (GTR) относится неисправность, а статус предоставляет в режиме реального времени обновления о том, находится ли проблема на рассмотрении, подтверждена или завершена ли проверка неисправности во время текущего цикла движения.

Появление бортовой диагностики вызвано ужесточением экологических нормативов и необходимостью непрерывно контролировать элементы систем понижения уровня вредных выбросов.

При возникновении неисправностей, приводящих к превышению установленного предельного содержания вредных веществ в отработавших газах в 1,5 раза на панели приборов загорается сигнальная лампа.

Перед фиксацией неисправности автомобиль должен пройти установленное количество циклов движения, в которых стандартизировано время и скорость движения автомобиля.

Постоянному контролю подлежат детали и системы, имеющие отношение к выхлопным газам. Циклически контролируются системы, функция которых привязана к определенным условиям работы.

В качестве стандартизированного интерфейса OBD используется 16-контактный штекерный разъём (DLC).

Коды неисправностей OBD стандартны для всех автомобилей и состоят из пяти знаков. Помимо самого кода сохраняются данные об окружающей обстановке, определяющие и «замораживающие» условия работы двигателя в момент неисправности.

Код готовности позволяет узнать, все ли проверки системы были проведены.

Информация о проверяемом автомобиле производится на девяти уровнях проверки.

Вопросы для самоконтроля

1. В чем заключается идея бортовой диагностики автомобиля?
2. В каком году и где появилась первая система контроля токсичности отработавших газов?
3. Когда OBD-II стала необходимым условием для новых автомобилей?
4. Перечислите цели и задачи бортовой диагностики автомобилей.
5. Приведите требования к системе бортовой диагностики автомобилей.
6. Каким образом осуществляется защита системы бортовой диагностики от перепрограммирования?
7. Охарактеризуйте механизм включения и погашения индикатора неисправностей.
8. Неисправности каких систем автомобилей приводят к включению индикатора неисправностей?
9. Перечислите требования, предъявляемые к индикатору неисправностей.
10. Что называют циклом движения?
11. Что называют циклом прогрева?
12. Какие этапы входят в стандартизированный цикл движения?
13. Какие системы подлежат постоянному мониторингу?
14. Какие системы контролируются циклически?
15. Перечислите условия для отключения OBD.
16. Где располагается стандартизированный разъём OBD?
17. Какие контакты стандартизированного разъёма задействованы при проведении бортовой диагностики?
18. Сколько позиций включает код неисправностей?
19. Охарактеризуйте систематику кодов неисправностей.
20. Что такое Freeze Frame?

Вопросы для самоконтроля

21. Какие данные сохраняются в памяти при регистрации неисправности?
22. Что называют кодом готовности?
23. Проверка каких систем автомобиля контролируется кодом готовности?
24. Сколько уровней проверки содержит бортовая диагностика?
25. Что контролируется в первом (втором, и т.д.) режиме проверки?

1. **Автомобильная техника: введение в специальность:** учебник / Пер. с немецкого. – Астана: Фолиант, 2017. – 720 с.
2. **Автомобильный справочник.** Пер. с англ. ООО «СтарСПб» - 3-е изд., перераб. и доп. – М.: ООО «Книжное издательство «За рулем», 2012. – 1280 с.
3. **Палагута, К.А.** Сетевые и диагностические протоколы современного автомобиля [Электронный ресурс]: — Электрон. дан.— М.: МГИУ (Московский государственный индустриальный университет), 2009. — 170 с.
4. **Смирнов Ю.А., Муханов В.В.** Электронные и микропроцессорные системы управления автомобилей: учебное пособие. – СПб.: Издательство «Лань», 2012. – 624 с.
5. **Соснин Д.А.** Электрическое, электронное и автотронное оборудование легковых автомобилей (Автотроника-4): учебник для вузов /Д.А. Соснин. – М.: СОЛОН-ПРЕСС, 2015. – 416 с.
6. **Техническая эксплуатация, диагностирование и ремонт двигателей внутреннего сгорания:** учебник (с электронными приложениями / А.В Александров, С.В. Алексахин, И.А. Долгов, В.А. Тармин, М.Г. Шатров . – М.: РИОР, 2020. – 448 с.
7. **Рыбаков В.К.,** Исмоилов М.И. Шины передачи данных в электронных системах современных автомобилей. Под ред. проф. А. Б. Николаева: учебное пособие. М.: МАДИ(ГТУ), 2008. – 50 с.