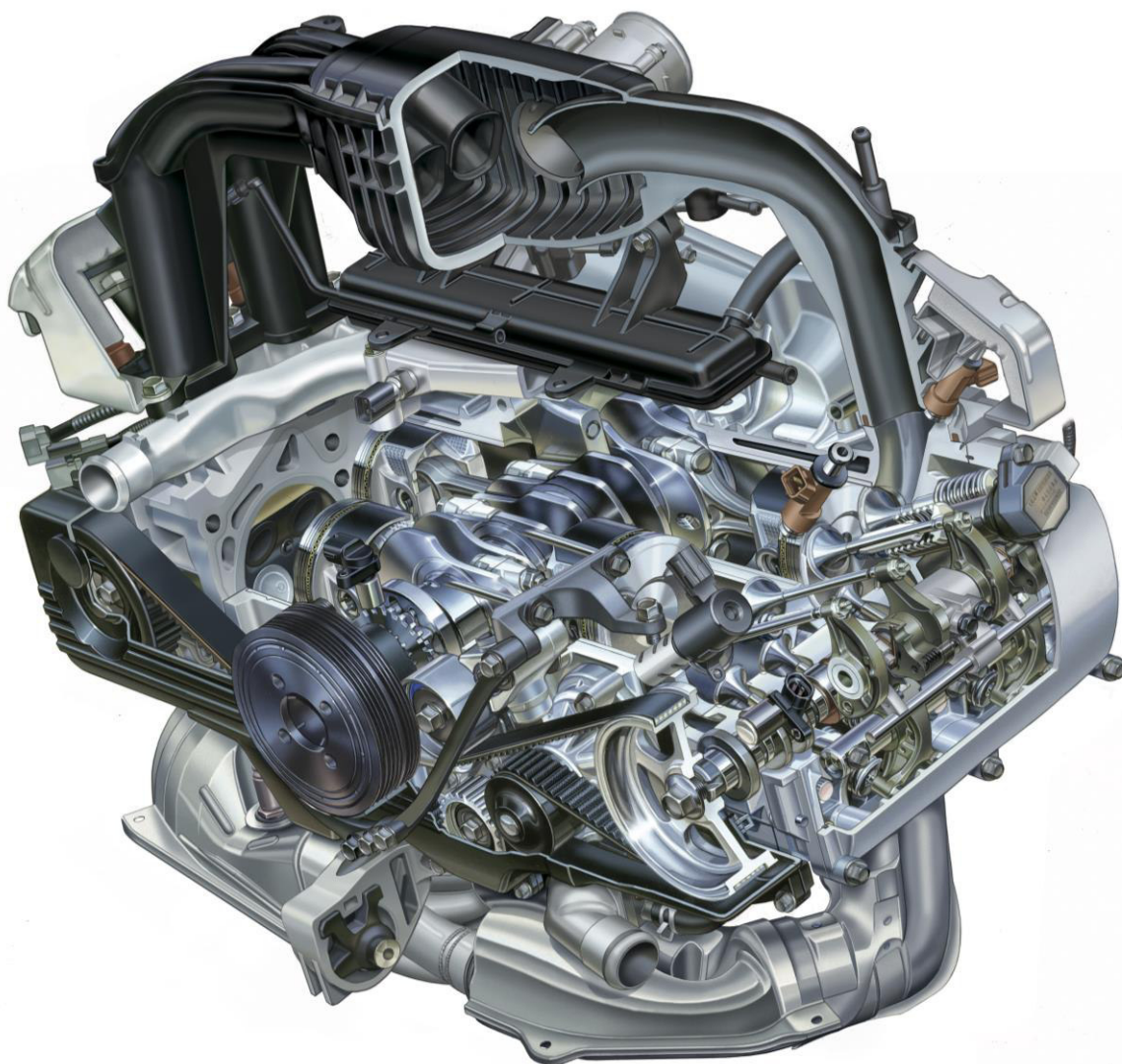




МОСКОВСКИЙ АВТОМОБИЛЬНО-ДОРОЖНЫЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ (МАДИ)

# КОМПЬЮТЕРНАЯ ДИАГНОСТИКА ДВИГАТЕЛЯ EJ253 НА АВТОМОБИЛЕ SUBARU OUTBACK

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ



МОСКОВСКИЙ АВТОМОБИЛЬНО-ДОРОЖНЫЙ ГОСУДАРСТВЕН-  
НЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
(МАДИ)

Кафедра «Эксплуатация автомобильного транспорта и автосервис»

М.В. ГРИГОРЬЕВ, В.А. ЗЕНЧЕНКО

# КОМПЬЮТЕРНАЯ ДИАГНОСТИКА ДВИГАТЕЛЯ EJ253 НА АВТОМОБИЛЕ SUBARU OUTBACK

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ

*Допущено Федеральным УМО по укрупненной группе специальностей  
и направлений подготовки 23.00.00 – «Техника и технологии наземного  
транспорта» в качестве учебно-методического пособия для студентов вузов,  
обучающихся по направлениям подготовки 23.03.03 – «Эксплуатация  
транспортно-технологических машин и комплексов»,  
уровень образования – «бакалавриат»*

МОСКВА  
МАДИ  
2022

УДК 621.43:681.518.5:004.9

ББК 31.365:30.82:32.81

Г834

*Рецензенты:*

д-р техн. наук, проф. дир. департамента  
«Машиностроение и приборостроение» *Данилов И.К.*  
(Инженерная академия РУДН, г. Москва),  
д-р техн. наук, доц., зав. каф. «Автотракторная техника и  
теплоэнергетика» *Юхин И.А.* (ФГБОУ ВО РГТУ, г. Рязань).

**Григорьев, М.В.**

Г834      Компьютерная диагностика двигателя EJ253 на автомобиле  
Subaru Outback: учебно-методическое пособие / М.В. Григорьев, В.А.  
Зенченко. – М.: МАДИ, 2022. – 52 с.

В учебно-методическом пособии подробно приведены методика и последовательность выполнения лабораторной работы по курсу «Бортовые компьютерные системы автомобилей». При этом в работе приведены: архитектура электронного блока управления ЭСУД, его характеристики и алгоритмы работы ЭСУД бензинового двигателя автомобиля Subaru; история появления и назначение стандарта OBD II; перечень используемых аббревиатур и OBD II кодов неисправностей; технология диагностирования ЭСУД с помощью универсального сканера Ultrascan P1.

Учебно-методическое пособие предназначено для студентов, обучающихся по направлению подготовки бакалавров 23.03.03 – «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов», направленность (профиль) — «Автомобильный сервис».

УДК 621.43:681.518.5:004.9

ББК 31.365:30.82:32.81

© М.В. Григорьев, 2022

© В.А. Зенченко, 2022

© МАДИ, 2022

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	4
Цель работы.....	4
Оснащение учебного места.....	5
Инструкция по технике безопасности.....	5
Методика проведения лабораторной работы.....	6
Перспективы совершенствования практических занятий на основе инновационных методов обучения.....	6
Методика комплексного подхода к проведению лабораторной работы.....	8
Общие сведения.....	12
ЭСУД EJ253 на автомобиле Subaru Outback 2012 модельного года.....	12
Технологические особенности и функциональное назначение датчиков ЭСУД.....	13
Описание работы электронного блока управления ECM.....	18
Расчет длительности импульса открытия форсунки.....	21
Диагностические функции ЭСУД автомобиля Subaru Outback .....	22
Ultrascan P1 – многофункциональный диагностический комплекс.....	25
Последовательность выполнения работы.....	27
Контрольные вопросы и задания.....	28
Приложение 1.....	29
Приложение 2.....	33
Приложение 3.....	38
Приложение 4.....	46
Приложение 5.....	49
Литература.....	51

## ВВЕДЕНИЕ

Технические решения в автомобилестроении становятся всё более разнообразными и сложными. При этом владельцы автомобилей стремятся к скорейшему решению проблем, связанных с возникшими неисправностями их автомобилей. Компьютерная диагностика электронных систем управления двигателем (ЭСУД), призванная максимально быстро решить поставленные перед ней задачи, на сегодняшний день является самой эффективной, а также самой наукоёмкой из всех видов диагностики современного автомобиля. Она требует знаний об объекте диагностирования – физических процессах, происходящих в двигателе внутреннего сгорания, законов: Ома, Кирхгофа, индукции и самоиндукции, магнитных и электромагнитных сил.

Знания об особенностях конструкции, алгоритмах диагностирования и стратегиях обслуживания современных ЭСУД и их компонентов, а также возможностей современных диагностических комплексов существенно повысят уровень компетенций студентов и обеспечат эффективность принятых ими решений в будущем.

### **КОМПЬЮТЕРНАЯ ДИАГНОСТИКА ДВИГАТЕЛЯ EJ253 НА АВТОМОБИЛЕ SUBARU OUTBACK**

#### **ЦЕЛЬ РАБОТЫ**

1. Ознакомиться с конструктивно-технологическими особенностями рассматриваемой системы ЭСУД и её компонентов.

2. Изучить технологию обслуживания и основные принципы диагностирования электронных систем автомобиля, используя современные универсальные средства технического диагностирования с расширенными возможностями.

3. Получить практические навыки контроля технического состояния ЭСУД при помощи мультимарочного сканера, анализируя принципы построения алгоритмов современного диагностирования.

4. Практически изучить функциональное назначение компонентов ЭСУД и их влияние на работу впрыскового ДВС.

5. Дать развернутое и обоснованное заключение о техническом состоянии исследуемой системы, а также дать рекомендации о возможных дальнейших воздействиях на объект диагностирования.

6. Описать приоритетные направления в диагностике ЭСУД.

### **ОСНАЩЕНИЕ УЧЕБНОГО МЕСТА**

1. Автомобиль, оснащенный ЭСУД, работающий на бензине.
2. Мультимарочный сканер Ultrascan P1.
3. Комплект диагностических адаптеров.
3. Монитор (проектор с экраном) дублирования экрана сканера.
4. Плакаты и инструкция по диагностированию двигателя.
5. Нормативная и учебная литература.

### **ИНСТРУКЦИЯ ПО ТЕХНИКЕ БЕЗОПАСНОСТИ**

1. Студентам запрещается находиться в помещении лаборатории технического обслуживания (ЛТО) автомобилей в отсутствие учебного мастера или преподавателя кафедры ЭАТиС.

2. Лабораторная работа выполняется студентами в присутствии преподавателя и учебного мастера.

3. Пуск и остановка ДВС диагностируемого автомобиля производится учебным мастером.

4. Диагностические работы необходимо проводить в строгой последовательности, описанной в данном учебно-методическом пособии, под контролем учебного мастера.

5. Для безопасной работы следует применять исправное диагностическое оборудование, стенды и приспособления; использовать их только для тех работ, для которых они предназначены.

6. При проведении диагностических работ с работающим двигателем, на окончную трубу системы выпуска отработавших газов (ОГ) должен быть надет шланг местного отсоса ОГ.

7. При обнаружении очага пожара или загорания необходимо немедленно сообщить об этом в пожарную охрану, приступить к тушению очага пожара имеющимися средствами пожаротушения.

8. Студенты, не прошедшие инструктаж по технике безопасности, не допускаются к выполнению лабораторной работы.

Студенты, не выполняющие данную инструкцию, удаляются из ЛТО автомобилей и допускаются в дальнейшем к учебным занятиям только с разрешения декана факультета.

## **МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ**

### **Перспективы совершенствования практических занятий на основе инновационных методов обучения**

Одной из важнейших задач, стоящих на сегодняшний день перед современными техническими вузами, является разработка и внедрение в учебный процесс эффективных комплексных технологий, которые способствуют более глубокому изучению и успешному овладению студентами необходимыми профессиональными компетенциями, повышающие конкурентоспособность российского образования.

Стоит отметить, что при проведении государственной аккредитации высших учебных заведений в Российской Федерации оцениваются такие показатели эффективности их работы как «Методическая работа» и «Использование инновационных методов в образовательном процессе». Под инновационными методами в высшем образовании подразумеваются методы, основанные на использовании современных достижений науки и информационных технологий в образовании, которые направлены на повышение качества подготовки студентов путем развития у них творческих способностей и самостоятельности (методы проблемного и проективного обучения, исследовательские методы, тренинговые формы, предусматривающие актуализацию творческого потенциала и самостоятельности студентов и др.). Инновационные методы могут реализовываться как в традиционной, так и в дистанционной форме обучения. При этом использование кредитно-модульных и модульно-рейтинговых систем обучения и непрерывного контроля знаний также способствуют развитию самостоятельности и ответственности представителей будущей технической интеллигенции.

В последние годы много написано об эффективности различных методик в образовании, а также о цифровых технологиях, позволяющих оперативно знакомить учащихся с теоретическими аспектами базовых дисциплин, необходимых для приобретения ими профессиональных компетенций. В тоже время существует гораздо меньше образовательных стратегий, сочетающих в себе комплекс инновационных и деятельностных методов обучения, которые используют современные цифровые технологии передачи и анализа данных и позволяют решать адаптивные задачи совершенствования методики преподавания.

Современные тренды комплексных методов обучения призваны повысить эффективность приобретения знаний студентами и их вовлечение в образовательный процесс. Одним из таких трендов является адаптивное обучение, которое учитывает приобретенный объем знаний студента, непрерывный мониторинг процесса получения знаний и качество их усвоения. В адаптивном обучении каждый студент проходит свой уникальный «маршрут», который подстраивается под задачи обучения и индивидуальную способность обучаемого воспринимать и обрабатывать информацию.

Основными функциональными задачами комплексного подхода в образовании, решаемыми в процессе адаптивного обучения, являются – организация самостоятельной работы студентов, построение дистанционного обучения, развитие профессиональных компетенций в условиях современного тренда «life long learning».

Имеющийся уровень развития информационных технологий позволяет на новом уровне реализовывать сложные задачи в области систем искусственного интеллекта и обработки больших данных, которые стали наиболее актуальными в период широкого распространения электронного обучения, к числу которых относятся системы адаптивного обучения. Поэтому одной из приоритетных задач в высшем образовании является разработка и широкое внедрение технологий адаптивного обучения.

На основе анализа проведенного исследования в форме социологического опроса методом электронного и очного анкетирова-

ния в период с 2019 по 2021 год среди студентов Московского автомобильно-дорожного государственного технического университета (МАДИ), целью которого было выяснить, какие средства и методы обучения и получения информации, а также формы проведения занятий являются наиболее эффективными, по мнению самих студентов, и какие из них больше способствуют формированию своих профессиональных компетенций удалось выявить основные предпочтения студентов по проводимым направлениям исследования, а также подтвердить важность интерактивного и деятельностного подходов в обучении для эффективного овладения ими профессиональными компетенциями [9].

Полученные данные исследования позволяют сделать ряд выводов, некоторые из которых приведены ниже: деятельностный подход в обучении студентов технических специальностей является наиболее эффективным; гибридный формат занятий способствует активной реализации принципа «инвертированного обучения», т.е. когда за счет самостоятельной подготовки студентов вне вуза высвобождается необходимое время для интерактивных видов учебной деятельности на практических занятиях. Внедрение современных инновационных методик в рабочие программы технических дисциплин значительно повышает качество знаний студентов и активно мотивирует их к дальнейшему профессиональному и личностному росту.

### **Методика комплексного подхода к проведению лабораторной работы**

В данном учебно-методическом пособии на базе ЛТО МАДИ кафедры «Эксплуатация автомобильного транспорта и автосервис» в рамках дисциплины «Бортовые компьютерные системы автомобилей» была разработана и представлена новая схема-модель (рис. 1) инновационной методики комплексного подхода к проведению лабораторной работы «Компьютерная диагностика двигателя EJ253 на автомобиле Subaru Outback», обеспечивающая за счет обратной связи контроль качества подготовки и знаний студентов и использующая деятельностные методы обучения.

Предложенная схема комплексного подхода, включающая в себя последовательное тестирование обучающихся и синтез деятельностных методов обучения, предусматривает замкнутый цикл проведения лабораторной работы, состоящий из четырех базовых блоков: самостоятельная подготовка студентов в дистанционном формате; практическое проведение занятия в очном формате; итоговый контроль усвоения знаний; тактическая корректировка методики проведения занятия и контрольных тестов (при необходимости).



Рис. 1. Схема методики проведения лабораторной работы

Первый этап самостоятельной подготовки студента к предстоящей лабораторной работе предполагает использование ресурсов персонального сайта преподавателя, где в разделе "Учебная литература" для предварительного ознакомления размещена соответствующая учебно-методическая литература. Обучающийся имеет возможность: скачать учебные материалы на свой персональный компьютер; внимательно изучить теоретические аспекты; ознакомиться с последовательностью выполнения лабораторной работы; осуществить печать литературы (целиком, отдельные части, приложения). Так, например, вся разработанная и представленная на сайте преподавателя учебно-методическая литература к лабора-

торным работам для учебно-методических комплексов в рамках рабочих программ дисциплин предусматривает наличие в них обязательного приложения с точной иллюстрацией бланка-отчета. Заблаговременно распечатанный бланк-отчет потребуется студенту для ознакомления с лабораторной работой, успешного выполнения и защиты.

Второй этап самостоятельной подготовки студента заключается в обязательном контроле её эффективности. На странице сайта, где представлено учебно-методическое пособие также прилагается ссылка на электронный ресурс Google Forms, позволяющий пройти тестирование полученной базовой подготовки и оценить качество начального (I) уровня знаний студента, и в случае успешного прохождения теста, максимально эффективно выполнить лабораторную работу.

Алгоритм практического выполнения представленной лабораторной работы в очном формате на базе ЛТО предусматривает в течение четырех академических часов следующую последовательность действий:

изучение полного спектра диагностического оборудования для контроля технического состояния ДВС;

проведение комплекса предписанных заводом изготовителем диагностических воздействий на автомобиле Subaru Outback;

обсуждение со студентами оптимальных стратегий поиска и устранения неисправностей (ситуационный анализ (метод кейсов), дискуссия, мозговой штурм).

В рамках второго (практического) блока разработанной методики, помимо ознакомления с диагностическим оборудованием и выполнения предписанных диагностических процедур на практике, предусматривается проведение ситуационного анализа и дискуссии, дающие студентам возможность самореализоваться в процессе обсуждения последовательности диагностических воздействий, методов контроля технического состояния объекта диагностирования и существующих технологий обслуживания автомобильных двигателей, и, позволяющие им в будущей профессиональной деятельно-

сти сформировать оптимальную стратегию проведения диагностики автомобиля клиента в целом или отдельно взятой бортовой компьютерной системы.

Завершающие два блока схемы инновационной методики, включенные в основную последовательность замкнутого цикла, предполагают реализацию специального алгоритма адаптации и настройки качества проведения лабораторной работы. Такой алгоритм позволяет решать адаптивные задачи совершенствования методики преподавания, требующие стратегических итеративных улучшений. Идея, заложенная в описанный адаптационный алгоритм, заключается в последовательно-циклической коррекции методики за счет совершенствования (настройки) базы знаний в методических указаниях и информационного наполнения лабораторной работы, на основе регулярно проводимого мониторинга и анализа результатов тестирования I и II уровней знаний студентов.

Таким образом, представленная инновационная методика проведения лабораторной работы для студентов технических специальностей, обладает признаками присущими самонастраивающимся системам с функцией обратной связи, которые способны адаптироваться под непрерывно меняющиеся требования и условия внешней среды. Такие условия всё чаще вынуждают вузы прибегать к гибридной форме обучения студентов, предусматривающей как онлайн формат, так и очное присутствие студентов в учебной аудитории университета. Гибридный формат занятий способствует активному внедрению так называемого «перевернутого обучения» – педагогического подхода, при котором студенты самостоятельно осваивают теорию, а на лабораторных работах в динамичной интерактивной среде под руководством преподавателя творчески применяют изученную теорию на практике. Уже первые проведенные учебные занятия показывают положительный результат в освоении студентами новых теоретических знаний и практических навыков, повышенную активность и вовлеченность студентов в учебный процесс, а также искреннюю заинтересованность в освоении нового материала. Регулярный мониторинг и анализ балльной оценки резуль-

татов контрольного тестирования знаний студентов I и II уровней позволят осуществить точную "настройку", как самих процессов подготовки и выполнения всех этапов лабораторной работы, так и качественные характеристики вопросов, участвующих в тестировании знаний студентов.

Разработанный адаптационный алгоритм проведения практических занятий со студентами позволяет внедрить ряд деятельностных методов обучения, которые на сегодняшний день являются наиболее эффективными. За счёт самостоятельной дистанционной подготовки студентов высвобождается необходимое время на занятиях для проведения дискуссий, ситуационного анализа (решение кейсов), мозгового штурма и т.п. Проводимый последующий контроль полученных знаний студентами позволяет объективно (качественно и количественно) оценить уровень знаний студентов по конкретной изученной теме. По результатам оценки полученных знаний преподаватель при необходимости сможет обоснованно и оперативно скорректировать тактику проведения занятий, а также объём и уровень сложности вопросов в тесте I и II уровней для обеспечения требуемых Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования и рынком автосервисных услуг профессиональных компетенций студента.

## **ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ**

### **ЭСУД EJ253 на автомобиле Subaru Outback 2012 модельного года**

Автомобиль Subaru Outback оборудован электронной системой распределенного впрыска топлива (MFI – Multi Fuel Injection (прил. 2)). Для соответствия жестким требованиям, предъявляемым к качеству выхлопных газов, в систему MFI внедрены новейшие программные и технические решения, обеспечивающие оптимальное соотношение топливно-воздушной смеси на различных режимах работы двигателя.

Топливо в системе питания находится под постоянным давлением и через форсунки 6 (рис. 2) впрыскивается во впускные каналы

каждого из цилиндров двигателя. Дозировка подачи топлива осуществляется путем управления временем открывания электромагнитных клапанов форсунок в точном соответствии с количеством поступающего в двигатель воздуха. Время открытия форсунок определяется параметрами формируемых модулем управления (ЕСМ – Electronic Control Module (прил. 2)) электрических импульсов, что позволяет осуществлять достаточно точную дозировку смеси. ЕСМ определяет необходимую длительность управляющих импульсов на основании анализа непрерывно поступающих данных от информационных датчиков о скорости движения автомобиля, положении дроссельной заслонки 8, температуре охлаждающей жидкости 1 и пр. Для увеличения количества подаваемого топлива длительность сигнала увеличивается, а для уменьшения подачи топлива – уменьшается. Пример расчета длительности импульса открытия форсунок представлен на с. 19 данного учебно-методического пособия.

### **Технологические особенности и функциональное назначение датчиков ЭСУД**

*Датчик температуры охлаждающей жидкости 1* (рис. 2) установлен в системе охлаждения двигателя. Чувствительным элементом датчика является термистор, электрическое сопротивление которого изменяется обратно пропорционально температуре. При низкой температуре охлаждающей жидкости ( $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) сопротивление термистора составляет около 100 кОм, при повышении температуры до  $+130\text{ }^{\circ}\text{C}$  – уменьшается до 70 Ом.

Электронный блок питает цепь датчика температуры постоянным опорным напряжением. Напряжение сигнала датчика максимально на холодном двигателе и снижается по мере его прогрева. По значению напряжения электронный блок определяет температуру двигателя и учитывает ее при расчете регулировочных параметров впрыска и зажигания. При отказе датчика или нарушениях в цепи его подключения ЭБУ устанавливает код неисправности и запоминает его. Для устранения неисправности проверьте надежность контактных соединений в проводке к датчику или замените датчик.

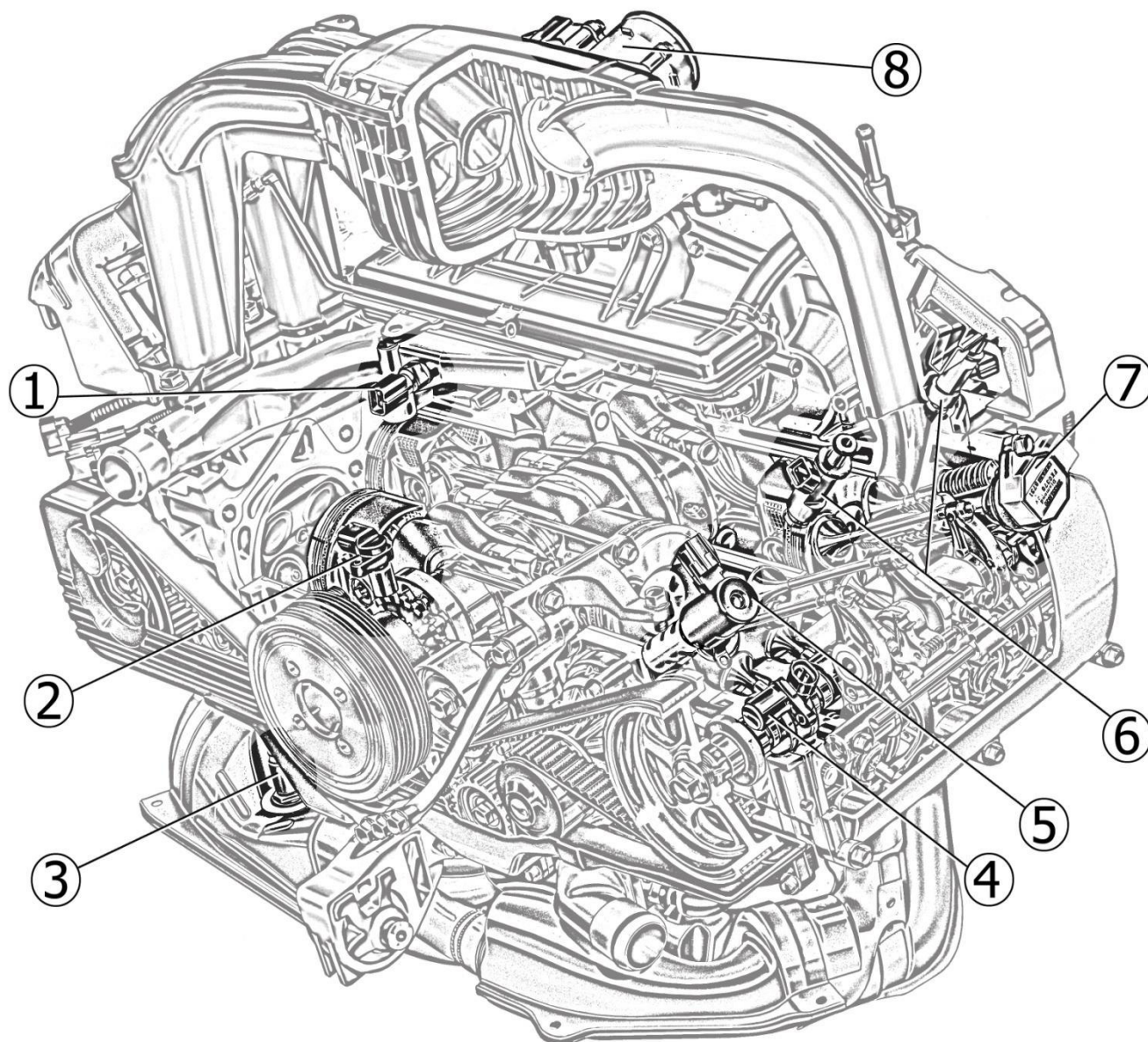


Рис. 2. Расположение основных компонентов системы MFI на двигателе EJ253 (2.5 L SOHC) автомобиля Subaru Outback:

1 – датчик температуры охлаждающей жидкости; 2 – датчик положения коленчатого вала; 3 – передний датчик кислорода; 4 – датчик положения распределительного вала; 5 – электромагнитный клапан управления фазами газораспределения; 6 – форсунка; 7 – катушка зажигания; 8 – электронная дроссельная заслонка

*Датчик температуры воздуха на впуске (совмещен с датчиком массового расхода воздуха) аналогичен по конструкции датчику температуры охлаждающей жидкости, в нем также использован термистор, изменяющий свое сопротивление в зависимости от температуры.*

Напряжение сигнала датчика максимально, когда воздух во впускной трубе холодный, и снижается по мере повышения его температуры. По значению напряжения ЭБУ определяет температуру воздуха на впуске и вносит коррективы при расчете угла опережения зажигания. При отказе датчика замените датчик массового расхода воздуха.

*Датчик положения коленчатого вала 2* (рис. 2) индуктивного типа предназначен для синхронизации работы электронного блока управления с ВМТ поршней 1-го и 4-го цилиндров и угловым положением коленчатого вала.

Датчик установлен в передней части двигателя напротив задающего диска на шкиве коленчатого вала. Задающий диск представляет собой зубчатое колесо с равноудаленными впадинами. Два зуба с одной и один зуб с другой стороны шкива удалены для создания импульсов синхронизации («опорных» импульсов, см. рис. 3), которые необходимы для согласования работы блока управления с ВМТ поршней в 1-м и 4-м цилиндрах.

При вращении коленчатого вала зубья изменяют магнитное поле датчика, наводя импульсы напряжения переменного тока. Блок управления по сигналам датчика определяет частоту вращения коленчатого вала и выдает импульсы на форсунки и катушки зажигания.

При отказе датчика пуск двигателя невозможен.

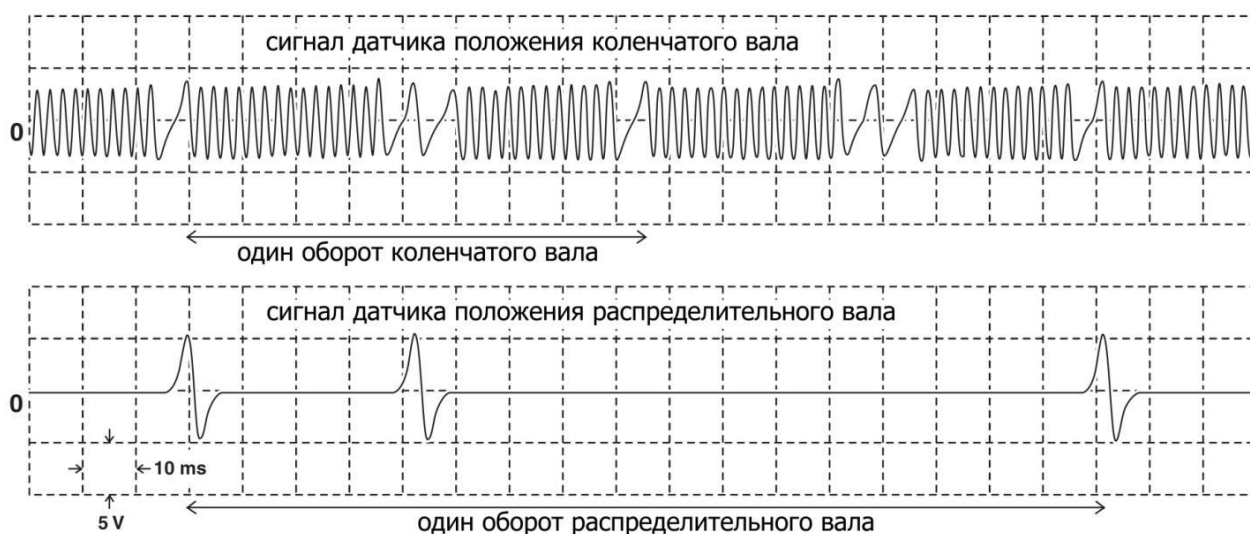


Рис. 3. Формы сигналов датчиков коленчатого и распределительных валов на режиме холостого хода

*Датчик положения распределительного вала 4 (датчик фазы, см. рис. 2) предназначен для того, чтобы определять угловое положение механизма газораспределения, в соответствии с положением коленчатого вала.*

Функционально датчик распределительного вала связан с датчиком коленчатого вала. В датчике установлен постоянный магнит, который создаёт магнитное поле. Изменение напряжения происходит в полупроводнике. При замыкании репером магнитного зазора происходит изменение магнитного поля. Репер – это металлический зуб, который расположен на задающем диске, закрепленном на торце распределительного вала. Сигнал датчика имеет вид представленный на рис. 3.

*Датчик положения дроссельной заслонки расположен на её оси в модуле электронной дроссельной заслонки (ЭДЗ) 8 (рис.2).*

Принцип работы ЭДЗ заключается в том, что сигнал датчика положения педали акселератора считывается ЭБУ, который одновременно генерирует сигнал для электромотора, управляющего перемещением дроссельной заслонкой. Постоянное электронное управление ЭДЗ осуществляется на различных режимах работы ДВС: холостого хода, переходных, мощностных, торможение двигателем и при активации круиз-контроля.

Датчик положения дроссельной заслонки представляет собой потенциометр, на один конец которого подается «плюс» стабилизированного напряжения питания датчиков (5 В), а другой конец соединен с «массой». С третьего вывода потенциометра (от ползунка) идет выходной сигнал к электронному блоку управления.

Отслеживая выходное напряжение датчика, контроллер корректирует подачу топлива в зависимости от угла открытия дроссельной заслонки или положения педали акселератора.

*Датчик абсолютного давления во впускном коллекторе преобразует разрежение воздуха в коллекторе в электрическое напряжение, по значению которого электронный блок управления определяет нагрузку двигателя. Датчик установлен рядом с корпусом дрос-*

сельной заслонки, непосредственно на ресивере впускного коллектора.

Выходное напряжение датчика изменяется в соответствии с давлением во впускном коллекторе — от 4,9 В (атмосферное давление – при полностью открытой заслонке) до 0,3 В (200 – 300 мм рт. ст. – при закрытой заслонке). При неработающем двигателе блок управления по напряжению датчика определяет атмосферное давление и адаптирует параметры регулирования впрыска к конкретной высоте над уровнем моря. Значения атмосферного давления, хранящиеся в памяти, периодически обновляются при равномерном движении автомобиля и во время полного открытия дроссельной заслонки.

*Датчик скорости автомобиля* установлен на коробке передач. Принцип действия датчика основан на эффекте Холла. Датчик выдает на электронный блок управления прямоугольные импульсы напряжения с частотой, пропорциональной скорости вращения ведущих колес.

*Датчик концентрации кислорода 3* (рис. 2) ввернут в резьбовое отверстие выпускного коллектора. В металлической колбе датчика расположен гальванический элемент, омываемый потоком отработавших газов. В зависимости от содержания кислорода в отработавших газах в результате сгорания топливовоздушной смеси изменяется сила тока сигнала управления датчиком, направленная на поддержание напряжения в 450 мВ, которое должно постоянно поддерживаться между двумя электродами керамического элемента датчика.

Постоянно отслеживая сигнал управляющего тока, ЭБУ корректирует количество впрыскиваемого форсунками топлива. При низком уровне сигнала ( $< 0$  мА – бедная топливовоздушная смесь) количество подаваемого топлива увеличивается, при высоком уровне сигнала ( $> 0$  мА – богатая смесь) – уменьшается. Для обеспечения правильного функционирования датчика кислорода, необ-

ходима температура 300°C. Для этого лямбда-зонд оснащают специальным нагревателем.

### **Описание работы электронного блока управления ЕСМ**

Помимо функции расчета и оптимизации расхода топлива на различных режимах блок ЕСМ (см. рис. 4) осуществляет контроль токсичности отработавших газов, выполняет режимы разгона, холостого хода и торможения двигателем, обеспечивает необходимые стартовые параметры и прогрев двигателя в холодную погоду, исходя из данных о температурах охлаждающей жидкости и поступающего воздуха, а также проводит мониторинг исправности компонентов системы.

Информация, поступающая с аналоговых датчиков в центральный процессор для последовательного анализа, подлежит специальной обработке с целью преобразования аналогового сигнала в последовательность прямоугольных (цифровых) импульсов понятных процессору. При этом сигналы аналоговых датчиков преобразуются в цифровой вид с помощью аналого-цифрового преобразователя (АЦП). Поступившие цифровые сигналы также нуждаются в обработке, поскольку их форма и амплитуда отличаются от требуемого вида. Поэтому импульсы, генерируемые датчиками, проходят через систему обработки входных сигналов, где приводятся к виду прямоугольных импульсов.

Сигнал с датчика детонации проходит отдельную обработку и поступает на специальный контроллер. После чего обработанный цифровой сигнал подается на центральный процессор, который получив эти данные, а также проанализировав показания датчиков положения коленчатого и распределительного валов, определяет цилиндр в котором происходит детонация. Затем процессор производит изменение времени открытия форсунок в конкретных цилиндрах или увеличивает угол опережения зажигания.

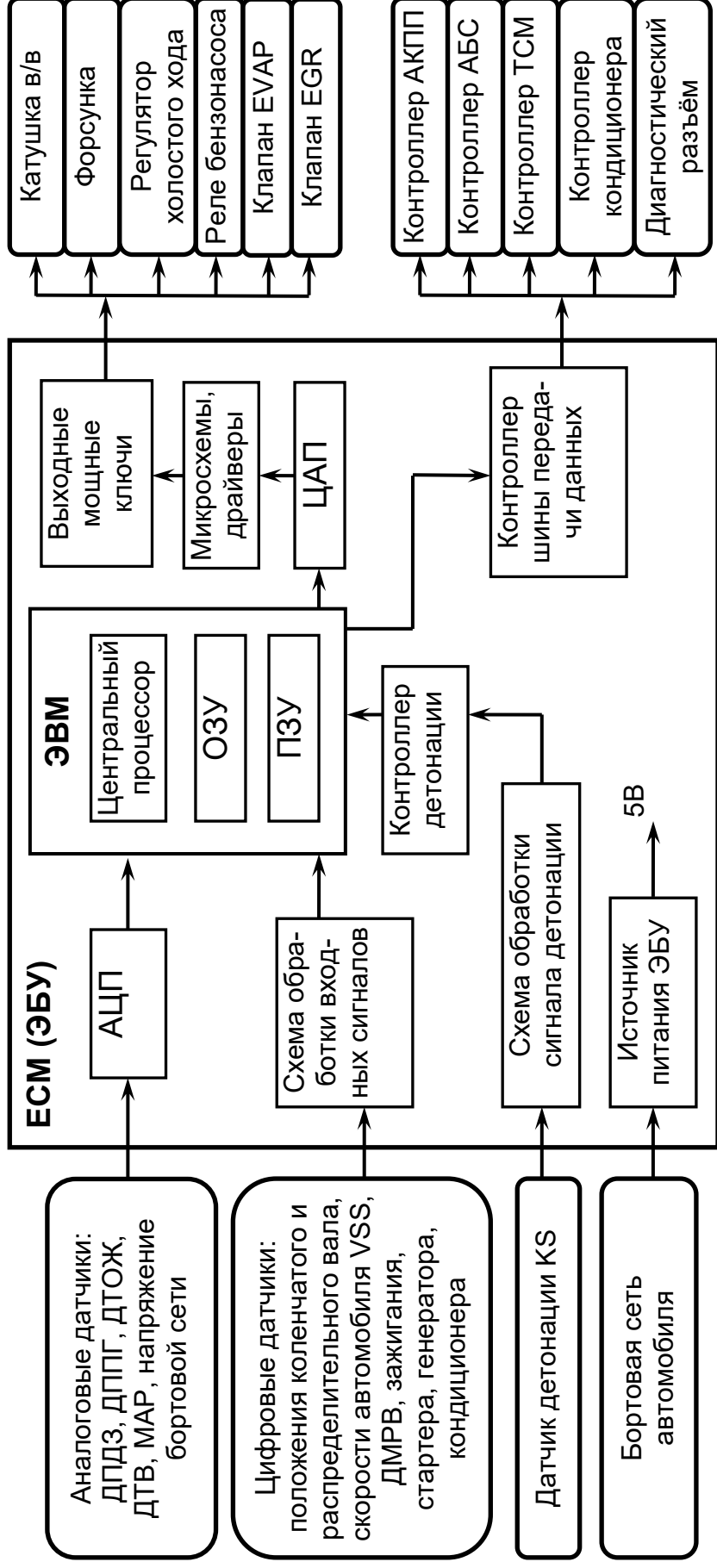


Рис. 4. Структурная схема электронной системы управления двигателем

Структурная схема центральной ЭВМ стандартна для подобных устройств. Она состоит из:

- центрального процессора;
- оперативного запоминающего устройства (ОЗУ или RAM), в котором содержится информация, необходимая для временного хранения информации в рамках текущей работы двигателя;
- постоянного запоминающего устройства (энергонезависимое ПЗУ или ROM), в котором содержится общая программа управления (алгоритмы) и исходная (базовая) информация. Эта информация представляет собой данные по продолжительности впрыска топлива форсунками, времени наполнения энергии в катушках зажигания и углу опережения зажигания при определенных режимах работы ДВС. Содержимое ПЗУ не может быть изменено после программирования. Эта память не нуждается в электропитании для сохранения в ней информации, т.е. не стирается при отключении аккумуляторной батареи от бортовой сети автомобиля;
- электрически перезаписываемое энергонезависимое запоминающее устройство (ЭПЗУ или EEPROM) – память, в которую на заводе-изготовителе или станции технического обслуживания записывается информация паспортного характера, а также информация о параметрах начальной настройки системы. Эта память не требует питания для хранения в ней информации.

Обработывая показания датчиков и сравнивая их значения с данными, хранящимися в ОЗУ и ПЗУ, процессор осуществляет необходимую коррекцию работы систем двигателя. Воздействовать непосредственно на исполнительные механизмы центральный контроллер не может, поскольку токи переключателей достаточно велики и могут вывести из строя микросхему, поэтому используется система обработки выходных сигналов. Она состоит из цифро-аналогового преобразователя (ЦАП), предназначенного для перевода цифровых сигналов центральной ЭВМ в сигналы, пригодные для работы микросхем-драйверов. Эти микросхемы в соответствии с полученной информацией воздействуют на мощные электронные

транзисторные ключи, которые и запускают исполнительные внешние устройства.

Для связи и синхронизации работы ЕСМ с внешними электронными устройствами – контроллерами АКПП, АБС, климат контроля, устройств диагностики, используется особый протокол передачи данных, поддерживаемый специальным контроллером.

### **Расчет длительности импульса открытия форсунки**

Программные алгоритмы, заложенные в ячейки памяти ЕСМ и контролирующие двигатель, являются довольно сложными и разнообразными, учитывающие различные режимы работы двигателя, включая аварийные. Программа использует формулу и большое количество поисковых таблиц для определения длительности импульса для заданных условий (режимов) работы. Формула представляет собой произведение ряда показателей. Большая часть показателей берется из специализированных таблиц. Рассмотрим упрощенную формулу вычисления **длительности импульса форсунки (Тф)**. В данном примере уравнение содержит три показателя, в то время как ЕСМ может использовать несколько сотен показателей.

**$T_f = (\text{Начальная длительность импульса}) \times (\text{Показатель А}) \times (\text{Показатель В})$**

Для вычисления длительности импульса, блок управления двигателем в первую очередь определяет **длительность опорного импульса** в специализированной таблице. Начальная длительность импульса представляет собой функцию **частоты вращения двигателя** (об/мин)

и **нагрузки** (которая вычисляется по абсолютному давлению воздуха во впускном коллекторе или по массе всасываемого воздуха).

Допустим, что частота вращения двигателя составляет 2.000 об/мин при нагрузке 4. Нужно значение мы найдем на пересечении 2.000 и 4, что составляет 8 мс.

Таблица 1

## Длительность опорного импульса

Обороты ДВС, об/мин	Нагрузка				
	1	2	3	4	5
1.000	1	2	3	4	5
2.000	2	4	6	8	10
3.000	3	6	9	12	15
4.000	4	8	12	16	20

В следующем примере, **A** и **B** являются показателями, которые поступают с датчиков. Где **A** - это температура охлаждающей жидкости, а **B** - это уровень кислорода. Если температура охлаждающей жидкости равна 100°C, а уровень кислорода равен 3, то, исходя из данных таблицы, мы получаем, что Показатель A = 0,8, а Показатель B = 1,0.

Таблица 2

## Показатели A и B

A – Темп. О.Ж.	Показатель A	B – уровень кислорода	Показатель B
0	1,2	0	1,0
25	1,1	1	1,0
50	1,0	2	1,0
75	0,9	3	1,0
100	0,8	4	0,75

Зная, что **начальная длительность импульса** является функцией нагрузки и частоты вращения, и что **Тф = (начальная длительность импульса) x (Показатель A) x (Показатель B)**, то общая длительность импульса в нашем примере равна:  $8 \times 0,8 \times 1,0 = 6,4$  мс.

### Диагностические функции ЭСУД автомобиля Subaru Outback

Блок управления ECM осуществляет ряд диагностических функций, позволяющих упростить поиск причин возникновения неисправностей. Электронный блок анализирует текущую работу каждого элемента системы или происходящего процесса, сравнивает полученные значения с эталонными характеристиками и выявляет неисправность, которую идентифицирует и записывает в специальную ячейку памяти её код. При обнаружении неисправности блок ECM зажигает сигнальную лампу MIL (malfunction indicator lamp) (см.

рис. 5) неисправности системы управления двигателем, расположенную в комбинации приборов.

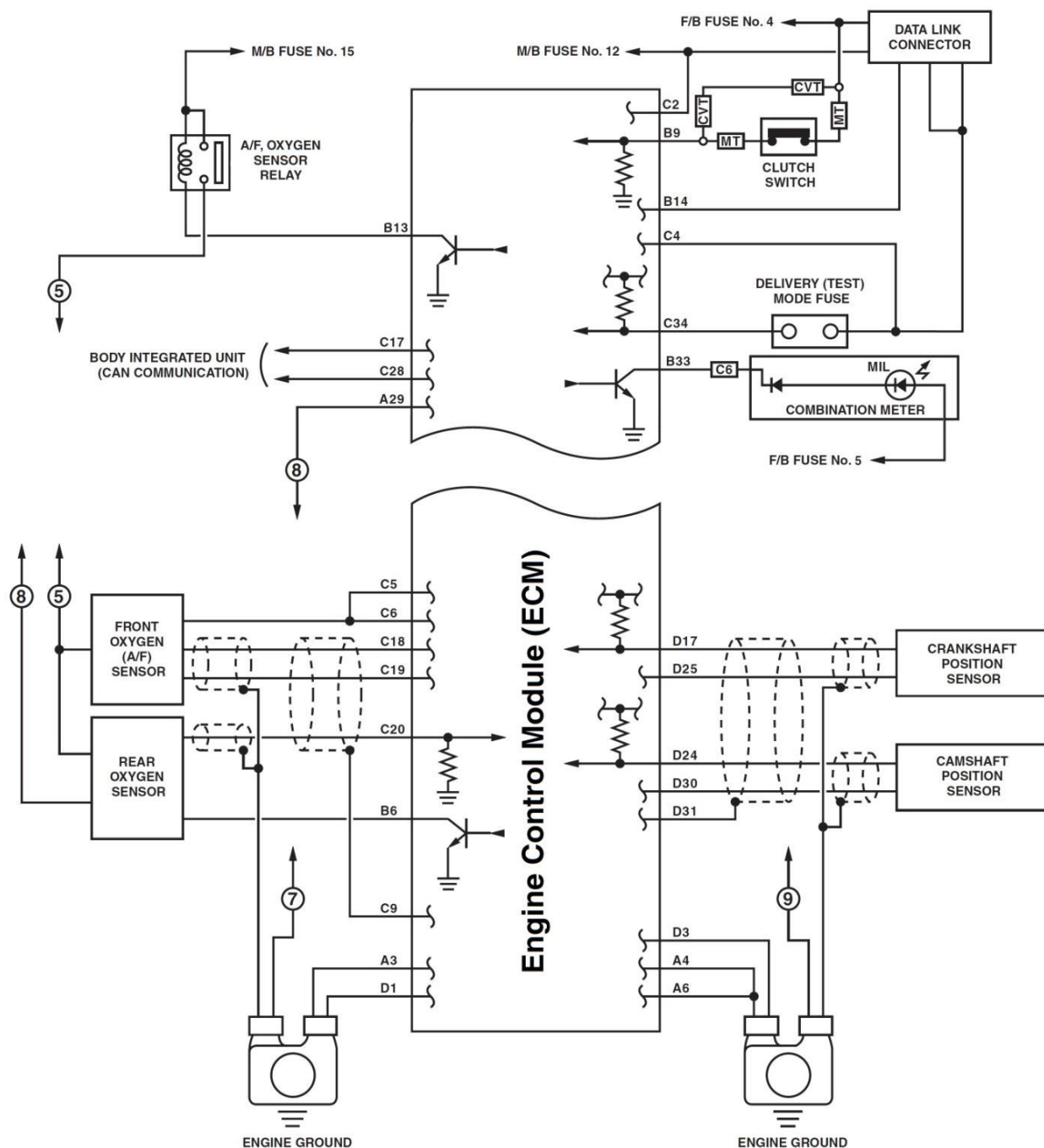


Рис. 5. Фрагмент принципиальной схемы ЭСУД двигателя EJ253 (2.5 L SOHC) автомобиля Subaru Outback 2012 модельного года

Считывание кодов неисправностей на автомобиле Subaru Outback 2012 модельного года возможно произвести только одним способом, заключающемся в считывании и расшифровке кодов неисправностей с помощью специального прибора – сканера. После

проведения восстановительного ремонта код или коды неисправностей, хранящиеся в памяти блока управления, необходимо удалить (стереть). Для этой операции также необходимо воспользоваться сканером. Все выше перечисленные действия сканер в состоянии осуществить при подключении его специальным кабелем к колодке диагностики DLC (Data Link Connector).

Колодка диагностики, также называемая диагностическим разъемом, служит для получения информации о состоянии компонентов системы и её состоянии и считывания из памяти ЭБУ кодов неисправностей, выявленных в эксплуатации самой системой управления двигателем. Обозначение и расположение выводов в диагностическом разъеме представлено в прил. 3 на с. 35.

Диагностический разъем расположен в салоне автомобиля в нише для ног водителя с левой стороны под панелью приборов (рис. 6). К диагностическому разъему помимо дилерского прибора-сканера, также можно подключить универсальный диагностический сканер Ultrascan P1, работающий как по протоколу OBD-2, так и обладающий набором оригинальных протоколов связи по целому ряду европейских и азиатских марок автомобилей.

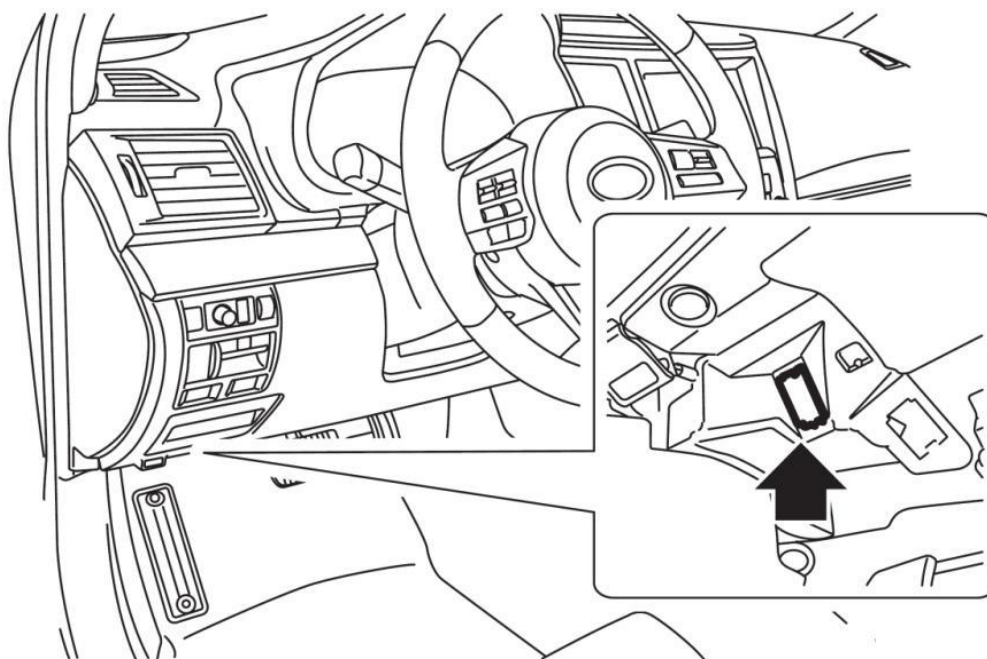


Рис. 6. Расположение диагностического разъёма в автомобиле Subaru Outback 2012 модельного года

## Ultrascan P1 – многофункциональный диагностический комплекс

Многофункциональный диагностический сканер Ultrascan P1 представляет собой переносной компьютер, подключаемый кабелем к диагностическому разъёму автомобиля. Общий вид Ultrascan P1 представлен на рис. 7.



Рис. 7. Общий вид диагностического сканера Ultrascan P1 и его средства коммуникации:

- 1 – ЖК монитор; 2 – клавиатура; 3 – USB порт; 4 – 12В разъем питания;
- 5 – разъем присоединения главного кабеля 15Pin; 6 – разъем для 4-х канального адаптера осциллографа, мультиметра; 7 – R-S232 последовательный порт;
- 8 – регулятор контрастности монитора; 9 – PCMCIA слот

Прибор подключается через диагностический разъём к шине обмена данными (CAN, Controller Area Network) между блоками автомобиля, что позволяет получать исчерпывающую информацию о его состоянии, измерять характеристики, считывать показания с датчиков. Для этого сканер оснащён специальной программой, содержащей в себе обширную базу данных с полным набором контролируемых параметров.

Учитывая габаритные размеры прибора, диагностические воздействия удобно производить как в стационарных условиях, так и мобильно, передвигаясь на автомобиле. При этом возможно в режиме реального времени контролировать состояние электронных систем автомобиля на различных режимах движения, получая текущую достоверную информацию о работоспособности систем и их компонентов. Функции сканера Ultrascan P1 в составе диагностического комплекса:

- идентификация электронных систем автомобиля;
- чтение и расшифровка кодов неисправностей;
- стирание кодов неисправностей;
- чтение и вывод текущих данных с датчиков. Прибор позволяет выводить значения параметров как в цифровом, так и в графическом виде;
- тест (активация, управление) исполнительных механизмов;
- функция записи в память данных во время движения автомобиля с последующим воспроизведением для подробного анализа работы автомобиля;
- диагностика иммобилайзера;
- сброс сервисных интервалов (oil service, time inspection).

Диагностический комплекс Ultrascan P1 включает в себя функции 4-х канального осциллографа, мультиметра, анализатора системы зажигания. Он обладает возможностью имитировать сигналы датчиков по напряжению, частоте и рабочему циклу.

## ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Изучить принцип функционирования ЭСУД в целом и структуру взаимодействия её компонентов с элементами ЭБУ на примере 4-х цилиндрового бензинового двигателя автомобиля марки Subaru.

2. Оценить конструктивные особенности датчиков ЭСУД и сопоставить их с диагностическими параметрами технического состояния, представленных в прил. 1.

3. Изучить методику расчета длительности импульса впрыска.

4. Ознакомиться со стандартом OBD II, историей разработки единых протоколов обмена данными, а также изучить отличительные особенности протоколов OBD II. Подробное описание стандарта OBD II, включая высокоскоростные протоколы CAN, представлены в прил. 3.

5. Провести сравнительный анализ технических возможностей и функциональных особенностей многофункционального сканера Ultrascan P1 с аналогичными диагностическими приборами.

6. Изучить, в рамках текущей практической работы, особенности диагностирования ЭСУД и её компонентов на примере автомобиля Subaru Outback 2012 года.

Ниже представлена технология проведения диагностирования ЭСУД и её компонентов.

6.1. Определить тип ДВС и ЭСУД.

6.2. Провести визуальный осмотр технического состояния двигателя и записать результаты в бланк-отчет.

6.3. В бланке-отчете идентифицировать и соотнести компоненты, изображенные на овальных рисунках, в соответствии с их расположением и названиями, перечисленными ниже, указав им номера в скобках.

6.4. При помощи универсального сканера провести диагностику ЭСУД, считав коды неисправностей и про-

анализировав текущие значения диагностических параметров компонентов, сравнивая их с нормативными значениями. Нормативные и полученные фактические значения записать в бланк-отчет.

6.5. Определить протокол связи сканера и ЭБУ, а также возможное число контролируемых параметров предоставляемых разработчиком ЭБУ в каждом протоколе.

7. Дать заключения и рекомендации по результатам выполненных исследований.

8. Оформить бланк-отчет и сдать преподавателю.

### **КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ**

1. Перечислите конструктивные особенности электронной системы MPI автомобиля Subaru Outback с двигателем EJ253 (2.5 L SOHC).
2. Расшифруйте и переведите на русский язык популярные английские аббревиатуры автомобильных терминов.
3. Сформулируйте алгоритм для эффективного поиска неисправностей ЭСУД автомобиля Subaru Outback.
4. Перечислите основные этапы проведения диагностики ЭСУД с использованием универсального диагностического сканера Ultrascan P1.
5. Назовите точное количество применяемых протоколов обмена данными в стандарте OBD II.
6. Какие параметры ЭСУД в обязательном порядке должны выводиться на экран сканера OBD II?
7. Какая скорость поддерживается в высокоскоростной шине CAN коммуникационной автомобильной сети?
8. Назовите преимущества электронной системы с обратной связью. Приведите примеры.

## ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Нормативные значения диагностических параметров компонентов MFI автомобиля Subaru Outback с двигателем EJ253 (2.5 L SOHC)

Диагностический параметр технического состояния	Отображение на дисплее сканера	Ед. изм.	Режим Х.Х.
1	2	3	4
Нагрузка двигателя	Нагрузка двигателя	%	21.0%
Температура охлаждающей жидкости	Температура двигателя	°C	85°C
Коррекция топливовоздушной смеси 1	Коррекция A/F 1	%	-0.8%
Обучение топливовоздушной смеси 1	Адаптация A/F 1	%	0.0%
Абсолютное давление во впускном коллекторе	Абсол. давл в коллекторе	mmHg или kPa	200 — 300 mmHg, 26.7— 40 kPa
Сигнал оборотов двигателя	Скорость двигателя	rpm	700 rpm
Измеренная скорость движения автомобиля	Скорость автомобиля	Km/h	0 Km/h
Сигнал угла опережения зажигания	Угол опереж. зажигания	deg	14 — 16 deg
Сигнал температуры впускаемого воздуха	Температ. впускн. возд.	°C	(текущая температура)
Масса впускаемого воздуха	Масса потока воздуха	g/s	2.5 g/s
Сигнал угла открытия дроссельной заслонки	Угол откр. дросселя	%	2.0%
Напряжение заднего датчика кислорода	Задн. датч. O2	V	0.1 — 0.7 V
Напряжение аккумулятора	Напряжение батареи	V	12 — 14 V
Напряжение датчика массового расхода воздуха	Напр. датч. потока воздух	V	1.26 V
Длительность импульса впрыска 1	Пульс впрыска 1	ms	2.82 ms
Сигнал датчика атмосферного давления	Атмосферное давление	mmHg или kPa	(атмосферное давление)
Относительное давление во впускном коллекторе	Относ. давл. в коллекторе	mmHg или kPa	(абсолютное давление всасываемого воздуха)
Значение обучения системы зажигания	Адапт. угол. опереж. зажиг.	deg	0 deg
Сигнал датчика угла нажатия педали акселератора	Положение акселл.	%	0.0%
Скважность импульсов управления электромагнитным клапаном продувки адсорбера	Коеф. нагруз. клапана CPC	%	0 — 3%

Продолжение прил. 1

1	2	3	4
Шаги клапана EGR	Шаг EGR	STEP	0 STEP
Величина тока датчика топливовоздушной смеси 1	Ток датчика A/F 1	mA	-0.2 — 0.2 mA
Величина сопротивления датчика топливовоздушной смеси 1	Сопротивление датчика A/F 1	Ω	32 Ω
Выходное значение лямбда датчика топливовоздушной смеси 1	Датчик A/F 1	—	1.0
Коррекция топливовоздушной смеси 3	Коррекция A/F 3	%	0.3%
Скважность импульсов управления электродвигателя привода дроссельной заслонки	Нагруз. привода дросселя	%	-15%
Напряжение питания дроссельной заслонки	Напр. привода дросселя	V	(напряжение АКБ)
Напряжение вспомогательного датчика положения дроссельной заслонки	Датчик доп. дросселя	V	1.52 V
Напряжение основного датчика положения дроссельной заслонки	Датч. главн. дросселя	V	0.66 V
Напряжение вспомогательного датчика нажатия педали акселератора	Датч. доп. акселератора	V	0.68 V
Напряжение основного датчика нажатия педали акселератора	Датч. главн. акселер	V	0.68 V
Введенная в память скорость автомобиля	Сохран. скор. круиз-контр	km/h	0 km/h
Сопротивление датчика уровня топлива	Сопротив. уровн. топлива	Ω	2 — 96 Ω
Температура моторного масла	Темпер. масла	°C	≥ 85°C (после прогрева ДВС)
Скважность импульсов сигнала управления правым клапаном переключения потоков масла	Нагр. прав. OSV	%	16.9%
Скважность импульсов сигнала управления левым клапаном переключения потоков масла	Нагр. лев. OSV	%	16.9%
Ток правого электромагнитного клапана переключения потоков масла	Ток правого OSV	mA	192 mA
Ток левого электромагнитного клапана переключения потоков масла	Ток левого OSV	mA	192 mA
Режим подъема системы управления изменением подъема клапанов	Режим подн. VVL	—	1

## Продолжение прил. 1

1	2	3	4
Монитор неравномерности цилиндра 1	Монитор неровн. раб.1	—	0
Монитор неравномерности цилиндра 2	Монитор неровн. раб.2	—	0
Монитор неравномерности цилиндра 3	Монитор неровн. раб.3	—	0
Монитор неравномерности цилиндра 4	Монитор неровн. раб.4	—	0
Коррекция датчика детонации	<b>Корреляция детонации</b>	deg	0.0 deg
Клемма идентификации АТ/МТ АТ	Сигнал ID авто АТ	—	ВКЛ/ВЫКЛ
Флаг запроса проверки D	<i>D-check Require Flag</i>	—	ВЫКЛ
Разъем режима поставки (тестового режима)	<i>Delivery Mode Connector</i>	—	ВЫКЛ
Сигнал датчика нейтральной передачи	Переключ. нейтраль полож-е	—	ВКЛ
Сигнал датчика ровного холостого хода	Сигнал контакта ХХ	—	ВКЛ
Сигнал выключателя зажигания	Переключ. зажигания	—	ВКЛ
Сигнал выключателя кондиционера	Контакт А/С	—	ВЫКЛ (при выключенном)
Сигнал выключателя стартера	Переключатель стартера	—	ВЫКЛ
Монитор заднего датчика кислорода	Сигн. бог/см задн. O2	—	Rich/Lean
Сигнал датчика детонации	Сигнад детонации	—	ВЫКЛ
Сигнал датчика угла поворота коленчатого вала	Сигн. полож. коленвала	—	ON
Сигнал датчика положения распределительного вала	Сигн. полож. расп. вала	—	ON
Сигнал переключателя обогревателя заднего стекла	<b>Конт. задн. туманки</b>	—	ВЫКЛ (при выключенном)
Сигнал переключателя вентилятора салона	Переключ. вентил. обдува	—	ВЫКЛ (при выключенном)
Сигнал переключателя освещения	Контакт освещения	—	ВЫКЛ (при выключенном)
Сигнал датчика среднего давления кондиционера	Конт. давления А/С	—	ВЫКЛ (при выключенном)
Выходной сигнал реле компрессора кондиционера	Сигнал насоса А/С	—	ВЫКЛ (при выключенном)
Сигнал реле вентилятора радиатора 1	Реле вент. радиат. 1	—	ВЫКЛ (при выключенном)
Сигнал реле вентилятора радиатора 2	Реле вент. радиат. 2	—	ВЫКЛ (при выключенном)
Сигнал реле топливного насоса	Реле топл. насоса	—	ВКЛ output

Окончание прил. 1

1	2	3	4
Запрос согласования угла задержки АТ	Отстав. сигн. от АТ	—	ВКЛ
Запрос согласования отсечки топлива АТ	Сигн. отс. топл. от АТ	—	ВКЛ
Выходной сигнал запрета снижения крутящего момента системы динамической стабилизации (VDC)	<i>Ban of Torque Down</i>	—	ВКЛ
Выходной сигнал запроса снижения крутящего момента системы динамической стабилизации (VDC)	<i>Request Torque Down VDC</i>	—	ВЫКЛ
Сигнал разрешения согласования АТ	Сигн. разреш. вращ	—	ОН (ВЫКЛ на МКПП)
Сигнал реле электродвигателя привода дроссельной заслонки	Реле привода ЕТС	—	ВКЛ
Сигнал датчика нажатия педали сцепления	Переключатель сцепления	—	ВЫКЛ (при выключенном)
Сигнал выключателя стоп-сигналов	Контакт стоп-сигнала	—	ВЫКЛ (при выключенном)
Сигнал переключателя SET/COAST	Контакт SET/COAST	—	ВЫКЛ (при выключенном)
Сигнал переключателя RES/ACC	Контакт RESUME/ACCEL	—	ВЫКЛ (при выключенном)
Сигнал датчика нажатия педали тормоза	Контакт тормоза	—	ВЫКЛ (при выключенном)
Сигнал основного переключателя	Главный переключатель	—	ВЫКЛ (при выключенном)
Сигнал переключателя отмены системы круиз-контроля	Конт. отмены СС	—	ВЫКЛ (при выключенном)
Сигнал включения контрольной лампы обнаружения неисправности	Индик. вкл. MIL	—	ВЫКЛ (если нет ошибок)
Цикловой расход всасываемого воздуха	Масса потока воздуха	—	mg/cy
Сигнал реле уровня масла	Реле уровня масла	—	Высокий

## ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Список аббревиатур на английском языке, применяемых в технических описаниях зарубежных автомобилей

Термин	Значение
AAR (Automatic Air Recirculation)	система рециркуляции воздуха с автоматическим управлением
AB (AirBag)	подушка безопасности
ABC (Active Body Control)	активная система управления подвеской
ABS (Anti-lock Braking System)	антиблокировочная система тормозов
ACC(accessary)	положение замка зажигания (включен стеклоочиститель, радио, прикуриватель)
ACC (Adaptive cruise control)	система адаптивного круиз-контроля
A/F (air fuel ratio)	состав топливно-воздушной смеси
AFS (Active Front Steering)	система активного рулевого управления
AFS (Advanced Frontlight System)	система адаптивного освещения дороги
ALB (anti lock brake)	антиблокировочная система
ALT (alternator)	генератор
ASD (Automatic Locking Differential)	автоматически блокируемый дифференциал
ASR (acceleration slip regulation)	система предотвращения проскальзывания ведущих колес автомобиля
A/T (automatic transmission)	автоматическая трансмиссия
AVL (Automatic Vehicle Location)	система автоматического определения местоположения автомобиля
AWD (all wheel drive)	полный привод (как правило, подключаемый)
BARO (barometric pressure)	атмосферное давление
BAS (Brake Assist System)	система помощи при экстренном торможении
BPS (Barometric pressure sensor)	датчик давления окружающего воздуха
BCM (body control module)	блок управления электроникой салона
CAN (Controller Area Network)	информационная сеть контроллеров автомобиля
<b>CBS</b> (Condition Based Service)	система диагностики неисправности автомобилей, обеспечивающая запись данных на встроенный в ключ зажигания микрочип

<b>Термин</b>	<b>Значение</b>
CCM (comprehensive component monitor)	мониторы компонентов бортового диагностирования двигателя
CDC (Continuous Damping Control)	пневматическая подвеска с непрерывным регулированием
CIFI (Cylinder Individual Fuel Injection)	фазированный впрыск
CFI (Central Fuel Injection)	центральный (моно) впрыск
СКР (crankshaft position)	датчик положения коленчатого вала
СМН (cold mixture heater)	нагреватель топливной смеси
СМР (camshaft position)	датчик положения распределительного вала
СО (carbon oxygen)	окись углерода
СО <sub>2</sub> (carbon dioxide)	диоксид углерода
CVT (Continuously Variable Transmission)	клиноременный бесступенчатый вариатор (особый тип АКПП)
DFI (Direct Fuel Injection)	непосредственный впрыск топлива
DI (distributor ignition)	распределить зажигания
DLC (Diagnostic Link Connector)	диагностический разъем связи
DOHC (double overhead camshaft)	два распределительных вала в головке блока
DME (Digital Motorelektronik)	система электронного управления двигателем
DSG (Direct-Shift Gearbox)	преселективная коробка передач (автоматическая коробка передач с двойным сцеплением)
DSR (Driving Steering Recommendation)	активное усиление рулевого управления, или помощь рулевого управления
DTS (diagnostic trouble code)	коды самодиагностики
DTM (diagnostic test mode)	режим диагностики
EAI (exhaust air injection)	подача воздуха в систему выпуска ОГ
EBCM (electronic brake control module)	электронный блок управления тормозами
EBD (Electronic Brake Distribution)	электронная система распределения тормозных усилий
ECC (emission control computer)	блок управления выбросами (испарениями) двигателя
ECM (electronic control module)	электронный блок управления двигателем

Термин	Значение
ECT (electronic control transmission)	электронное управление трансмиссией
ECT (engine coolant temperature)	температура двигателя
ECU (electric control unit)	электрический блок управления
EFI (electronic fuel Injection)	электронный впрыск топлива
EGR (exhaust gas recirculation)	рециркуляция выхлопных газов
EPC (Electronic Power (Pedal) Control)	электронная педаль акселератора
EPS (Electrical Power Steering)	рулевое управление с электроусилителем
ESAS (Electric Steer Assisted Steering)	активное рулевое управление
ESC (Electronic stability control)	программа электронной стабилизации движения автомобиля
ESP (Electronic stability programme)	см. ESC
EVAP(evaporative)	система вентиляции паров (из бензобака)
FAN I/UP RELAY	реле повышения оборотов холостого хода при включении вентилятора
FC (FCUT) - FUEL CUT	отсечка топлива
FL (fusible link)	предохранительная вставка
FSI (Fuel Stratified Injection)	послойный впрыск топлива
FUEL PAMP	топливный насос
FWD (front wheel drive)	передний привод
GAUGE	датчик
GDI (Gasoline direct injection)	непосредственный впрыск бензина
HAC (high altitude compensation)	система компенсации атмосферного давления
HAI (hot air system)	система подачи горячего воздуха во впускной коллектор (при работе двигателя на сильном морозе)
IAC (idle air control)	электромагнитный клапан управления воздухом в режиме холостого хода
IAT (intake air temperature)	датчик температуры входящего воздуха
IC (ignition coil)	катушка зажигания

<b>Термин</b>	<b>Значение</b>
IDL (idle)	холостой ход
IG (IGN) - ignition	зажигание
ISO (International Organization for Standardization)	международная организация по стандартизации
I/UP - idle up	увеличение оборотов холостого хода
KS ( Knock Sensor)	датчик детонации
LIN (Local Interconnect Network)	локальная информационная сеть контроллеров автомобиля
LSD (Limited Slip Differential)	дифференциал ограниченного трения или самоблокирующийся дифференциал
MAIN RELAY	главное реле
MAF (mass air flow)	измеритель объема воздуха
MAP (Manifold Absolute Pressure)	датчик абсолютного давления воздуха во впускном коллекторе
MC (mixture control)	управление составом смеси
MDPS (Motor Driver Power Steering)	см. EPS
MIL (malfunction indicator lamp)	контрольная лампа неисправности ("check")
MFI (Multi Fuel Injection)	распределённый впрыск топлива
MFD (Multi Function Display)	многофункциональный дисплей (бортовой компьютер)
M/T (manual transmission)	механическая (ручная) трансмиссия
OBD (On-board diagnostics)	бортовая диагностика
O/D (over drive)	повышенная передача
OHC (overhead camshaft)	распредвал в головке блока цилиндров
O <sub>2</sub> SENSOR	датчик кислорода
PCV (positive crancase ventilation)	система вентиляции картера
PPS (progressive power steering)	система управления усилием на руле
PWM (Pulse Width Modulation)	модуляция ширины импульса
PWR (power)	мощностной режим
R.P.M. (revolutions per minute)	обороты в минуту
RWD (rear wheel drive)	задний привод
SAE (Society of Automotive Engineers)	международное общество автомобильных инженеров

Термин	Значение
SOHC (single overhead camshaft)	один распределительный вал в головке блока
SGL (Sequential Gas Injection)	система распределенного впрыска газообразного топлива
SPi (Single Point injection)	одноточечный (центральный, моно) впрыск топлива
TDI (Turbocharged Direct Injection / Turbo Diesel Injection)	дизельный двигатель с системой непосредственного впрыска топлива / дизельный двигатель с турбонагнетателем
TB (throttle body)	блок дроссельной заслонки
TPS (throttle position sensor)	датчик положения дроссельной заслонки
THA (temperature heat air)	температура воздуха
THW (temperature heat water)	температура охлаждающей жидкости (антифриза, "тосола")
TCS (Traction Control System)	система управления тягой (антипробуксовочная система)
VDS (Vehicle Dynamic Control)	система динамической стабилизации движения автомобиля
VPW (Variable Pulse Width)	переменная ширина импульса
VSS (Vehicle Speed Sensor)	датчик скорости движения
VSV (vacuum solenoid valve)	электромагнитный клапан на вакуумной магистрали
VTEC (Variable Valve Timing and Lift Electronic Control)	электронное управление с изменяемыми фазой и подъемом клапанов
VVT-I (Valve variable timing-intelligent)	системы изменяемых фаз газораспределения
WD (wheel drive)	ведущие колеса
WS (wheel steer)	управляемые колеса
2 WAY O/D	автоматическое отключение повышенной передачи
4WD (four wheel drive)	полный привод (как правило, постоянный)
4WS (four wheel steering)	полное управление (рулевое управление всеми колесами)
5A/T	пятиступенчатая автоматическая коробка передач

## ПРИЛОЖЕНИЕ 3

### О стандарте OBD II

До появления OBD II (On-board diagnostics – бортовая диагностика) не существовало единого стандарта на диагностику электронных систем автомобиля, поэтому для диагностики отдельно взятой марки автомобиля требовался прибор, специально разработанный автопроизводителем. Такие приборы стоят довольно дорого и, как правило, поставляются только дилерским станциям техобслуживания.

Стандарт OBD II появился в связи с ужесточением экологических норм, так как при техническом осмотре автомобиля возникла необходимость проверки работы его электронных систем, влияющих на токсичность выхлопных газов. Новый стандарт предписывал всем автопроизводителям использовать в своих электронных системах стандартные диагностические функции так, чтобы автомобиль любой марки можно было диагностировать с помощью одного прибора, получившего название "Сканер OBD II" или GST (Generic Scan Tool). Базовые требования к сканеру OBD II изложены в стандарте J1978.

Стандарт OBD II законодательно введен в США с 1996г., в странах Евросоюза (EOBD) с 2001г. для бензиновых двигателей, а с 2004г. для дизельных ДВС, и в Японии (JOBD) с 2003г. Это означает, что с этого момента любой автомобиль, производимый или ввезённый в эти страны должен соответствовать этому стандарту. Тем не менее, стандарт OBD-II частично или полностью поддерживают и некоторые автомобили, выпущенные ранее 1996 (2001) годов (pre-OBD автомобили).

Стандарт, описанный в документе SAE-J1979, определяет диагностические режимы, которые должны поддерживаться как блоком управления двигателем/АКП, так и диагностическим оборудованием. Основные возможности протокола OBD-II, в соответствии с ISO 15031:

- Mode \$01: Диагностические данные силового привода (Current Powertrain Diagnostic Data, Live Data, Data Stream).
- Mode \$02: Доступ к сохраненным («замороженным») данным (Freeze Frame, FF).

- Mode \$03: Считывание кодов неисправностей влияющих на токсичность (Emission Related Powertrain).
- Mode \$04: Стирание диагностической информации (Clear/Reset Emission Related Diagnostic Information) и кодов неисправности.
- Mode \$05: Результаты проверки кислородных датчиков (Oxygen Sensor Monitoring Test Results)
- Mode \$06: Результаты проверки («вторичных») непостоянно проверяемых компонентов (On-Board Monitoring Test Results for Non- Continuously Monitoring Systems)
- Mode \$07: Результаты проверки постоянно проверяемых систем (Monitoring Test Results for Continuously Monitored Systems)
- Mode \$08: Запрос выполнения управления исполнительными устройствами (Request Control of On-Board System Test or Component)
- Mode \$09: Считывание идентификационной информации автомобиля (Request Vehicle Information).
- Mode \$0A: Ошибки, которые были удалены. Permanent DTC's (Cleared DTC's) — Diagnostic Trouble Codes.

Стандарт OBD II регламентирует обязательный минимум параметров, вывод которых должен поддерживаться блоком управления. Ниже представлен список обязательных параметров:

- температура охлаждающей жидкости;
- температура всасываемого воздуха;
- расход воздуха и/или абсолютное давление во впускном коллекторе;
- относительное положение дроссельной заслонки;
- угол опережения зажигания;
- значение рассчитанной нагрузки;
- частота вращения коленчатого вала;
- скорость автомобиля;
- напряжение датчика (датчиков) кислорода до катализатора;
- напряжение датчика (датчиков) кислорода после катализатора;
- показатель (показатели) топливной коррекции;
- показатель (показатели) топливной адаптации;
- статус (статусы) контура (контуров) датчика кислорода.

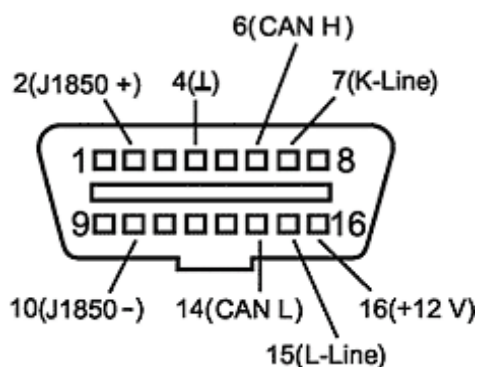
Для анализа работы конкретной подсистемы рассматриваемой ЭСУД, достаточно одновременно контролировать 2-3 параметра.

Число одновременно контролируемых параметров, а также формат их вывода (текстовый и/или графический) зависят от возможностей конкретного сканера и скорости обмена данными с блоком управления двигателем, где скорость зависит от поддерживаемого протокола. Например, распространенный протокол ISO-9141-2 является самым медленным. При работе с ним невозможно просматривать с приемлемой частотой дискретизации более двух параметров.

В рамках OBD II используются пять протоколов обмена данными: ISO 9141-2; ISO 14230-4 (KWP2000); SAE-J1850 VPW; SAE-J1850 PWM; ISO 15765-4 CAN (Controller Area Network – сеть зоны контроллеров). Каждый из протоколов имеет несколько разновидностей, отличающиеся по скорости обмена информацией (см. стр. 33).

Основной признак, что автомобиль поддерживает OBD II диагностику, является наличие 16-контактного (2x8) диагностического J1962 разъема (DLC – Diagnostic Link Connector – диагностический разъем связи) трапецевидной формы. Тем не менее, это условие необходимое, но недостаточное.

Также разъем OBD II иногда устанавливается на автомобили, вообще не поддерживающие ни один из OBD II протоколов. Для оценки применимости того или иного сканера для диагностики конкретного автомобиля необходимо определить, какой конкретно из OBD II протоколов используется на конкретном автомобиле (если OBD II вообще поддерживается).



Назначение выводов 16-ти контактного диагностического разъема OBD II (стандарт SAE-J1962):

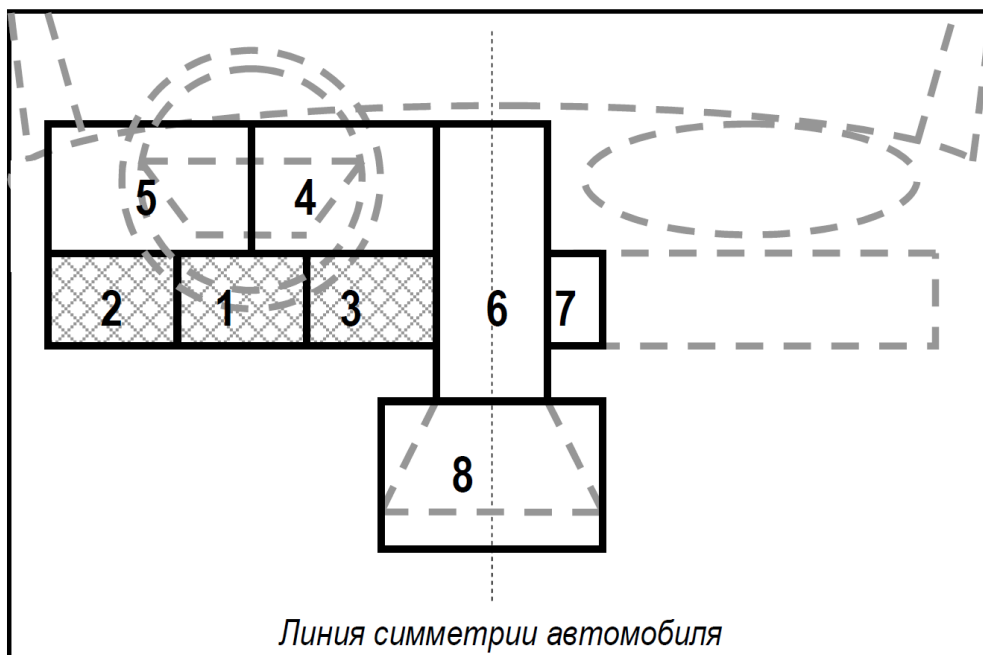
- 01 — OEM (протокол производителя);
- 02 — Bus+(Шина+) (SAE-J1850);
- 04 — Chassis Ground (Масса кузова);
- 05 — Signal Ground (Масса сигнала);

- 06 — CAN High – Высокий уровень (ISO 15765-4 и SAE-J2284);
- 07 — K-Line (ISO 9141-2 и ISO 14230-4);
- 08, 09, 11, 12, 13 — OEM (протокол производителя);
- 10 — Bus-(Шина-) (SAE-J1850);
- 14 — CAN Low – Низкий уровень (ISO 15765-4 и SAE-J2284);
- 15 — L-Line (ISO 9141-2 и ISO 14230-4);
- 16 — Battery Power (напряжение АКБ).

Диагностический разъем имеет заземление и подсоединен к источнику питания (контакт 4 относится к заземлению, а контакт 16 – к питанию) чтобы сканеру не требовался внешний источник питания.

Основная функция диагностического разъема DLC заключается в обеспечении связи диагностического сканера с блоками управления, совместимыми с OBD II. Разъем DLC должен соответствовать стандартам SAE J1962. Согласно этим стандартам, разъем DLC должен находиться в двух футах (0,61м) от рулевой колонки (за исключением отдельных случаев, но, тем не менее, в зоне досягаемости водителя). Производитель может разместить DLC в одном из восьми мест, определенных стандартом EPA.

Возможные места расположения диагностического разъема OBD II показаны на рисунке, а их описание представлено ниже по тексту.



Номер позиции	ОПИСАНИЕ
1	На стороне водителя, под щитком приборов, в области под рулевой колонкой
2	На стороне водителя, под щитком приборов, в области между дверью водителя и рулевой колонкой
3	На стороне водителя, под щитком приборов, между рулевой колонкой и центральной консолью. Также колодка может находиться на самой консоли со стороны водителя
4	На стороне водителя, в области щитка приборов, между рулевой колонкой и центральной консолью
5	На стороне водителя, в области щитка приборов, между дверью водителя и центральной консолью
6	Центральная консоль, на вертикальной поверхности (радио, пульт управления отоплением и т.д.). Доступ к колодке может быть закрыт пепельницей, монетницей, подстаканником и т.п.
7	На стороне пассажира, на центральной консоли
8	Центральная консоль, на горизонтальной поверхности

Итак, система OBD II распознает несколько различных протоколов:

- **SAE J1850 PWM (Pulse Width Modulation — модуляция ширины импульса)**. Протокол обмена данными является высокоскоростным. Скорость передачи данных составляет 41,6 Кбайт/с. Применяется в марках Ford, Jaguar, Mazda. Сигналы передаются по контакту **2** и **10** диагностического разъема.

- **SAE J1850 VPW (Variable Pulse Width — переменная ширина импульса)**. Данный протокол обмена данными является низкоскоростным. Скорость передачи данных составляет 10,4 Кбайт/с. Применяется в марках General Motors и Chrysler. Сигналы передаются по контакту **2** диагностического разъема. Данный протокол очень похож на SAE J1850 PWM.

- **ISO 9141-2**. Данная разновидность протоколов является очень распространенной. Скорость передачи данных составляет до 10 Кбайт/с. Используется в большинстве европейских и отечественных автомобилях, а также в некоторых автомобилях Chrysler. Сигналы передаются по контактам **7 (K-линия)** и **15 (L-линия)**.

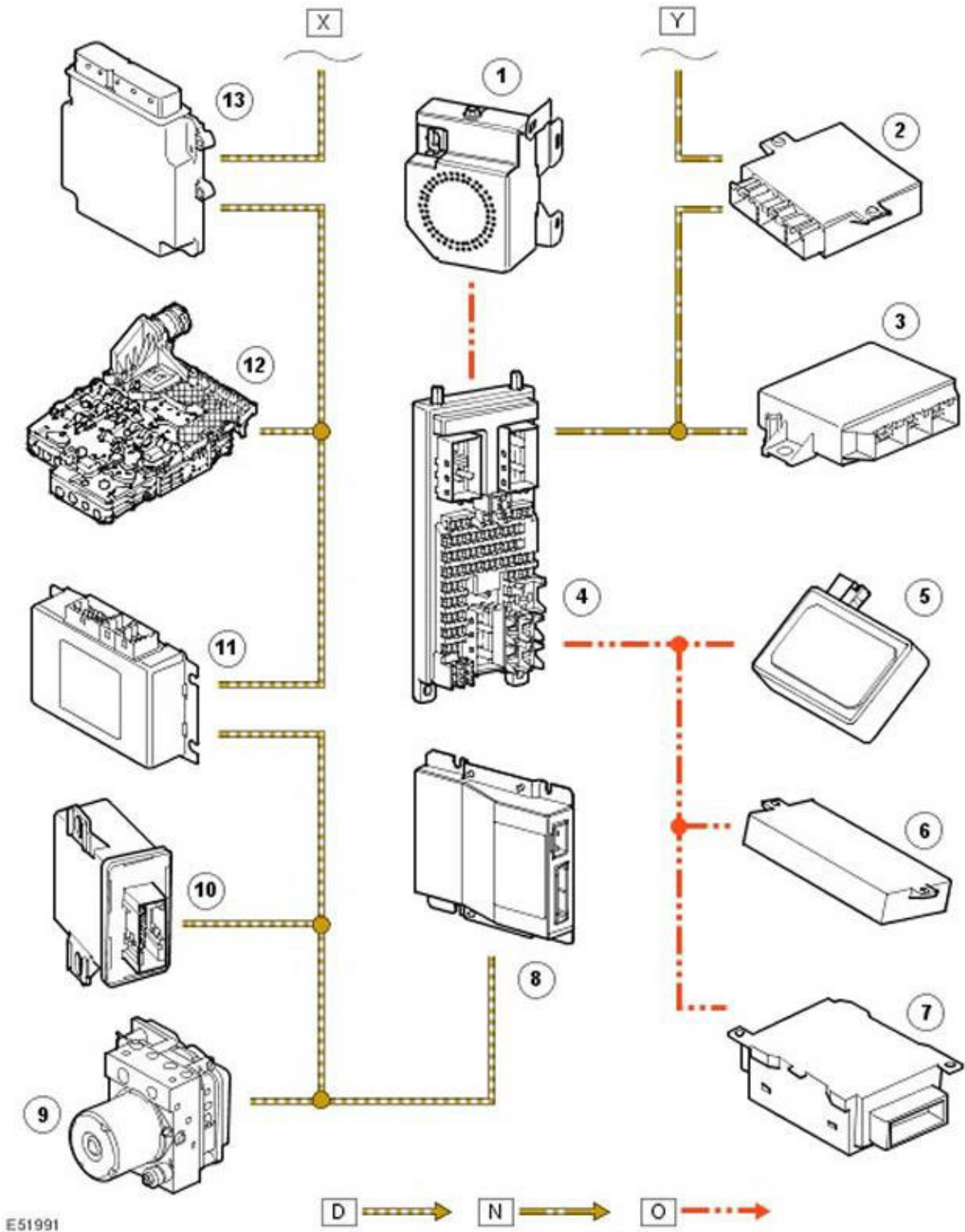
– **ISO 14230 KWP2000 (Keyword Protocol 2000)**. Протокол аналогичен ISO 9141-2. Скорость передачи данных составляет до 10 Кбайт/с. Используется в большинстве европейских и отечественных автомобилях, а также в некоторых автомобилях Chrysler. Сигналы передаются по контактам **7 (К-линия)** и опционально **15 (L-линия)**.

– **ISO 15765 CAN**. Является самым современным и высокоскоростным протоколом. Скорость передачи данных составляет до 1 Мбит/с. Протокол разработан для объединения в единую сеть всех электронных узлов и компонентов в автомобиле и используется практически во всем современном автотранспорте. Сигналы передаются по контактам **6 и 14** диагностического разъема.

Ассоциация автомобильных инженеров (SAE) определила три различных класса протоколов: протокол класса А (10 Кбайт/с), В (100 Кбайт/с) и С (1Мбит/с). В настоящее время используется протокол класса D с большей производительностью – от 1 до 10 Мбайт/с. Например, в автомобилях Мерседес S-класса применяется протокол D2B (Digital Data Bus) для передачи информации по оптоволоконным Ø2,2мм линиям между радио (Audio или COMAND), проигрывателем компакт- дисков, усилителем и телефоном. Скорость передачи данных составляет 6 Мбит/сек.

Ввиду различных требований к тактовой частоте и к объему передаваемой информации систему CAN делят на три отдельные системы:

- с шиной CAN силового агрегата (High-Speed), передача данных через которую производится со скоростью 500 кбит/с, практически обеспечивающей работу системы в реальном времени;
- с шиной CAN системы "Комфорт" (Low-Speed), передача данных через которую производится со скоростью 100 кбит/с, удовлетворяющей невысоким требованиям к ней;
- с шиной CAN информационно-командной системы (Low-Speed), передача данных через которую производится также со скоростью 100 кбит/с, соответствующей относительно невысоким требованиям.



### Коммуникационная сеть (шина CAN)

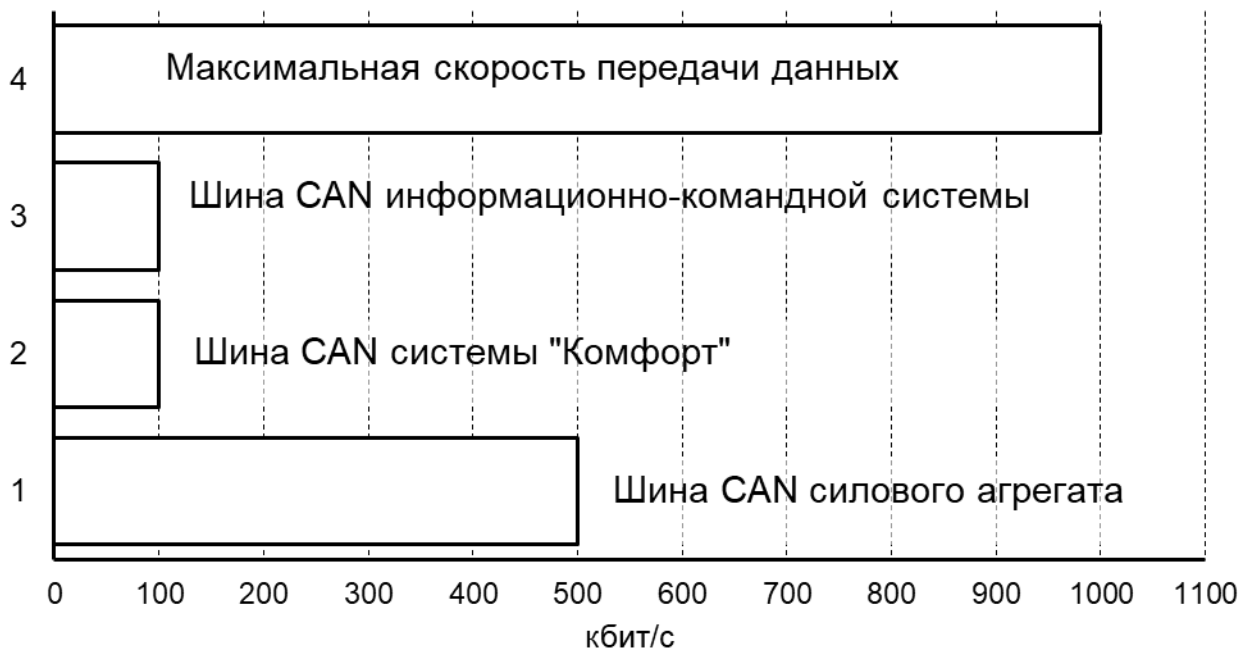
на примере автомобиля Land Rover Discovery-4:

D - высокоскоростная шина CAN (500 кбит/с),

N - среднескоростная шина CAN (125 кбит/с),

O - локальная шина данных LIN (9,6 кбит/с)

Наименование пункта	Описание
1	Блок управления двигателем
2	Контроллер системы наблюдения за давлением воздуха в шинах
3	Контроллер системы помощи при парковке (PDC)
4	Центральный коммутационный блок (СJB).
5	Датчик дождя
6	Контроллер памяти
7	Контроллер потолочного люка
8	Тревожная сирена с автономным питанием (BBUS)
9	Контроллер ABS
10	Адаптивные фары (AFS)
11	Контроллер раздаточной коробки
12	Контроллер коробки передач



Скорости передачи данных в системе CAN

## ПРИЛОЖЕНИЕ 4

## Коды неисправностей в протоколе OBDII

В OBDII неисправность описывается с помощью диагностических кодов неисправностей (Diagnostic Trouble Code — DTC). Коды DTC в соответствии со спецификацией J2012 представляют собой комбинацию одной латинской буквы и четырех цифр. Буквенный код обозначает принадлежность к определённой электронной системе автомобиля:

"P" - Powertrain – силовая установка (двигатель и АКПП),

"C" - Chassis – шасси,

"B" - Body – кузовная электроника,

"U" - Network – цифровая шина данных, CAN-шина.

Назначение четырехзначного кода описано ниже.

Первая цифра (тип кода):

0 – общий код для OBD II,

1,2 – код производителя,

3 – резерв.

Вторая цифра (неисправная система):

1 – топливно-воздушная система,

2 – топливная система,

3 – система зажигания,

4 – вспомогательная система ограничения выбросов,

5 – контроль скорости автомобиля и холостого хода двигателя,

6 – ЭБУ или сеть зоны контроллеров (CAN),

7 и 8 – трансмиссия или ведущий мост.

Третья и четвертая цифра – индивидуальный код ошибки.

Код ошибки OBD II подразделяются на: "**стандартные**", с числовым значением <1000 и "**коды производителя**" с числовым значением ≥1000. Описания стандартных кодов ошибок являются одинаковыми для любой модели и марки автомобиля. И наоборот, описания кодов ошибок конкретного автопроизводителя назначаются только им самим и различаются в зависимости от марки автомобиля.

**Список OBD II кодов неисправностей для автомобиля  
Subaru Outback 2012 модельного года  
с системой MFI и двигателем 2.5 L SOHC:**

- P0031 Цепь управления нагревателя HO2S (Б1 Д1) – НУС\*.  
P0032 Цепь управления нагревателя HO2S (Б1 Д1) – ВУС\*\*.  
P0037 Цепь управления нагревателя HO2S (Б1 Д 2) – НУС.  
P0038 Цепь управления нагревателя HO2S (Б1 Д 2) – ВУС.  
P0077 ВУС в цепи электромагнитного клапана управления впускными клапанами (банк 1).  
P0083 ВУС в цепи электромагнитного клапана управления впускными клапанами (банк 2).  
P0102 Низкий уровень выходного сигнала датчика расхода воздуха.  
P0103 Высокий уровень выходного сигнала датчика расхода воздуха.  
P0107 Низкий уровень выходного сигнала датчика давления воздуха.  
P0108 Высокий уровень выходного сигнала датчика давления воздуха.  
P0112 Низкий уровень датчика температуры всасываемого воздуха.  
P0113 Высокий уровень датчика температуры всасываемого воздуха.  
P0117 Низкий уровень ДТОЖ.  
P0118 Высокий уровень ДТОЖ.  
P0122 Низкий уровень выходного сигнала ДПДЗ "А".  
P0123 Высокий уровень выходного сигнала ДПДЗ "А".  
P0131 Низкий уровень сигнала датчика кислорода 1 (банк 1).  
P0132 Высокий уровень сигнала датчика кислорода 1 (банк 1).  
P0137 Низкий уровень выходного сигнала датчика кислорода 2 (банк 1).  
P0138 Высокий уровень выходного сигнала датчика кислорода 2 (банк 1).  
P0140 Нет активности выходного сигнала датчика кислорода 2 (банк 1).  
P0182 Низкий уровень сигнала датчика температуры топлива "А".  
P0183 Высокий уровень сигнала датчика температуры топлива "А".  
P0197 Низкий сигнал датчика температуры масла в двигателе.  
P0198 Высокий сигнал датчика температуры масла в двигателе.  
P0201 Неисправность цепи управления форсункой N1.  
P0202 Неисправность цепи управления форсункой N2.  
P0203 Неисправность цепи управления форсункой N3.  
P0204 Неисправность цепи управления форсункой N4.  
P0222 Низкий уровень сигнала ДПДЗ "В".  
P0223 Высокий уровень сигнала ДПДЗ "В".  
P0327 Низкий уровень сигнала датчика детонации N1.  
P0328 Высокий уровень сигнала датчика детонации N1.  
P0335 Ошибка датчика положения коленчатого вала "А".  
P0336 Ошибка ДПКВ "А" (пропуск одного зуба).  
P0340 Неисправность датчика распределительного вала.  
P0341 Сигнал датчика распределительного вала вне допустимого диапазона.  
P0351 Неисправность первичной/вторичной цепи катушки зажигания "А".  
P0352 Неисправность первичной/вторичной цепи катушки зажигания "В".  
P0353 Неисправность первичной/вторичной цепи катушки зажигания "С".  
P0354 Неисправность первичной/вторичной цепи катушки зажигания "D".  
P0447 Воздушный клапан системы улавливания паров EVAP всегда открыт.  
P0448 Воздушный клапан системы улавливания паров EVAP всегда закрыт.

P0452 НУС датчика давления паров бензина.  
 P0453 ВУС датчика давления паров бензина.  
 P0458 НУС в цепи клапана управления продувкой адсорбера системы улавливания паров топлива (EVAP).  
 P0462 НУС в цепи датчика уровня топлива "А".  
 P0463 ВУС в цепи датчика уровня топлива "А".  
 P0500 Нет сигнала датчика скорости автомобиля "А".  
 P0512 Цепь запроса стартера.  
 P0513 Неверный ключ иммобилайзера.  
 P0604 Внутренняя ошибка оперативного запоминающего устройства (ОЗУ) ЕСМ.  
 P0605 Внутренняя ошибка постоянного запоминающего устройства (ПЗУ) ЕСМ.  
 P0607 Д/РХ\*\*\* цепи системы управления приводом дроссельной заслонки.  
 P0638 Д/РХ управления приводом дроссельной заслонки (Банк 1).  
 P0700 Неисправность системы контроля трансмиссии.  
 P0851 НУВС в цепи датчика режима парковки/нейтральной передачи.  
 P0852 ВУВС в цепи датчика режима парковки/нейтральной передачи.  
 P1152 Низкий диапазон сигнала кислородного датчика O2 (Б1 Д1).  
 P1153 Высокий диапазон сигнала кислородного датчика O2 (Б1 Д1).  
 P1160 Неисправность возвратной пружины.  
 P1518 Низкий сигнал в цепи системы выключателя стартера.  
 P1560 Неисправность в цепи резервного питания.  
 P1570 Антенна иммобилайзера.  
 P1571 Несовместимость опорного кода.  
 P1572 Неисправность в цепи иммобилайзера (Кроме цепи антенны).  
 P1574 Сбой коммуникации ключа.  
 P1576 ЭППЗУ (EEPROM) блока управления EGI. (Electronic Gaseous Injection).  
 P1577 ЭППЗУ (EEPROM) блока управления иммобилайзером.  
 P1578 Неисправность комбинации приборов.  
 P2101 Д/РХ цепи управления электродвигателем привода дроссельной заслонки.  
 P2102 НУС в цепи электродвигателя привода дроссельной заслонки.  
 P2103 ВУС в цепи электродвигателя привода дроссельной заслонки.  
 P2109 Минимальная остановочная характеристика датчика положения дроссельной заслонки/педали "А".  
 P2122 НУВС в цепи датчика положения дроссельной заслонки/педали "D".  
 P2123 ВУВС в цепи датчика положения дроссельной заслонки/педали "D".  
 P2127 НУВС в цепи датчика положения дроссельной заслонки/педали "E".  
 P2128 ВУВС в цепи датчика положения дроссельной заслонки/педали "E".  
 P2135 Взаимосвязь напряжений датчиков положения дроссельной заслонки/педали "А"/"В".  
 P2138 Взаимосвязь напряжений датчиков положения дроссельной заслонки/педали "D"/"E".  
 P2227 Д/РХ цепи датчика барометрического давления.  
 P2228 НУВС в цепи датчика барометрического давления.  
 P2229 ВУС в цепи датчика барометрического давления.

\*НУ(В)С – Низкий уровень (входного) сигнала;

\*\*ВУ(В)С – Высокий уровень (входного) сигнала;

\*\*\*Д/РХ – Диапазон/рабочие характеристики

## ПРИЛОЖЕНИЕ 5

Ф.И.О. студента \_\_\_\_\_ Отметка преподавателя БКС-1  
 Группа \_\_\_\_\_ Дата \_\_\_\_\_ о выполненной  
 Преподаватель \_\_\_\_\_ работе \_\_\_\_\_

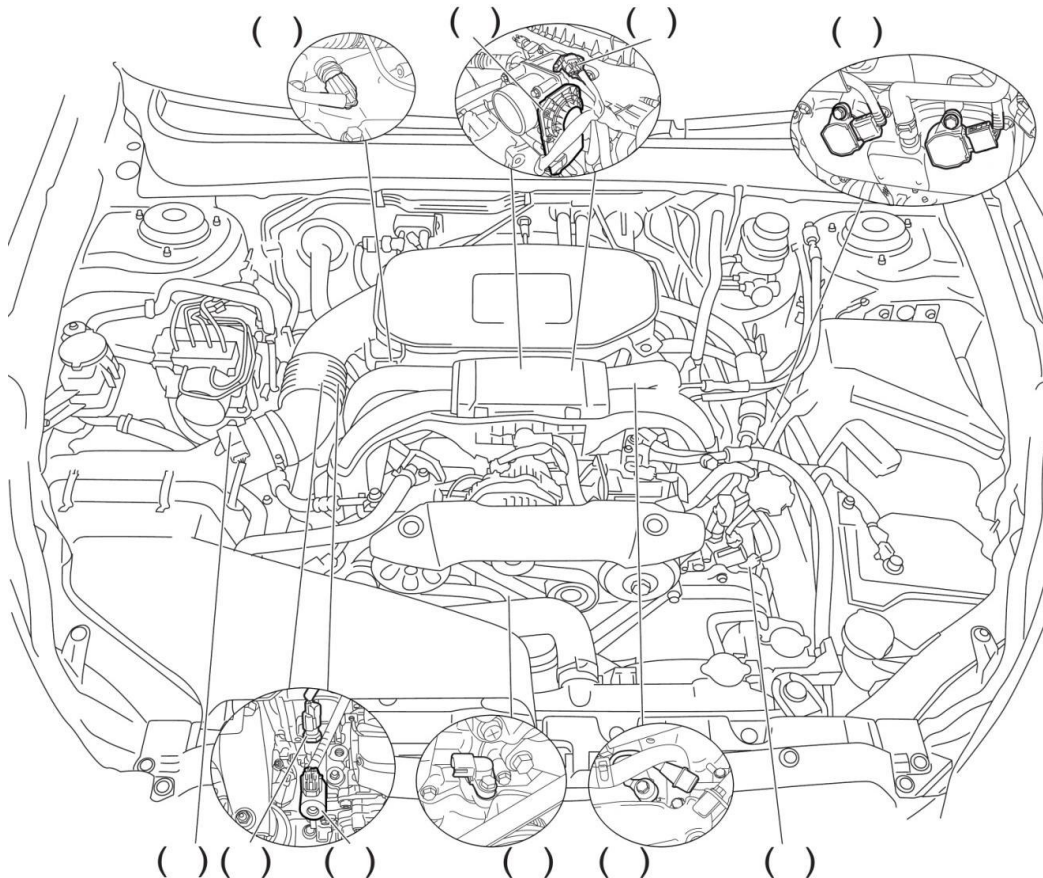
## ОТЧЕТ

о лабораторной работе

### «КОМПЬЮТЕРНАЯ ДИАГНОСТИКА ДВИГАТЕЛЯ EJ253 НА АВТОМОБИЛЕ SUBARU OUTBACK»

Автомобиль (марка) \_\_\_\_\_ Модель \_\_\_\_\_  
 Тип ДВС \_\_\_\_\_ Тип ЭСУД \_\_\_\_\_  
 Результаты внешнего осмотра ДВС \_\_\_\_\_

Расположение некоторых компонентов ЭСУД



- |   |  |
|---|--|
| 1 – Датчик положения распределительно-го вала;          | 6 – Датчик детонации;                        |
| 2 – Датчик абсолютного давления во впускном коллекторе; | 7 – Датчик массового расхода воздуха;        |
| 3 – Датчик положения коленчатого вала;                  | 8 – Электронная дроссельная заслонка;        |
| 4 – Датчик давления масла;                              | 9 – Регулятор давления масла;                |
| 5 – Катушка зажигания;                                  | 10 – Датчик температуры охлаждающей жидкости |

Контроль диагностических параметров по двум протоколам связи

Применяемое оборудование \_\_\_\_\_

Стандарт – OBD II / EOBD (протокол \_\_\_\_\_)

3. Текущие живые значения; Возможное число параметров ( ) шт.	Ед. изм.	Факт. знач.		Норматив в режиме XX
		Вкл. заж.	Х.Х.	
1 Обороты ДВС	об/мин			
2 Регулировка угла зажигания	град.			
3 Расчет нагрузки	%			
4 Давление впускного коллектора	кПа			
5 Пульс впрыска	мсек			
6 Краткосрочная топливная адаптация	%			
7 Долгосрочная топливная адаптация	%			
8 Температура охлаждающей жидкости	°С			
9 Температура всасываемого воздуха	°С			
10 Расход воздуха	г/сек			
11 Статус топливной системы	—			
12 Датчик положения дросселя	%			
13 Кислородный датчик O <sub>2</sub> S (B1S1)				
14 Кислородный датчик O <sub>2</sub> (B1S2)	В			
15 Краткосрочная коррекция B1S2	%			

Протокол завода-изготовителя (протокол \_\_\_\_\_)

2. Текущие данные; Возможное число параметров ( ) шт.	Ед. изм.	Факт. значение		Норматив в режиме XX
		Вкл. заж.	Х.Х.	
1 Скорость двигателя	об/мин			
2 Регулировка угла зажигания	град.			
3 Нагрузка двигателя	%			
4 Абсолютное давление в коллекторе	мм.рт.ст.			
5 Пульс впрыска 1	мсек			
6 Коррекция A/F 1	%			
7 Адаптация A/F 1	%			
8 Температура охлаждающей жидкости	°С			
9 Температура всасываемого воздуха	°С			
10 Масса потока воздуха	г/сек			
11 Статус топливной системы	—			
12 Положение акселератора	%			
13 Кислородный датчик O <sub>2</sub> S (B1S1)				
14 Кислородный датчик O <sub>2</sub> (B1S2)	В			
15 Краткосрочная коррекция B1S2	%			

Заключение об информативности диагностических параметров в зависимости от способа получения данных с ЕСМ \_\_\_\_\_

Заключение об исправности элементов ЭСУД \_\_\_\_\_

Рекомендации по выбору диагностического оборудования \_\_\_\_\_

## ЛИТЕРАТУРА

1. Григорьев, М. В. Компьютерное диагностирование электронных компонентов и систем управления автомобильных бензиновых двигателей: методич. указания. – М.: МАДИ, 2015. – 40 с.
2. Адаптация математического образовательного контента в электронных обучающих ресурсах / Ю. В. Вайнштейн [и др.] // Открытое образование. – 2017. – № 4(21). – С. 4-12.
3. Кречетов, И. А. Реализация методов адаптивного обучения / И. А. Кречетов, В. В. Романенко // Вопросы образования. – 2020. – № 2. – С. 252-277.
4. Сафонова, М.Г. Исследование влияния наглядных методов обучения на уровень усвоения учебных программ студентами технических вузов / М.Г. Сафонова, О.А. Крючкова, М.В. Григорьев // Проблемы технической эксплуатации и автосервиса подвижного состава автомобильного транспорта: сб. научных трудов кафедры ЭАТиС. – М.: МАДИ, 2020. – С. 218-223.
5. Инструкция по применению диагностического прибора Ultrascan Plus, 2008. – 158 с.
6. Subaru Technical Information System, 2012 Legacy and Outback Service Manual. Subaru, 2011.
7. Борщенко, Я.А. Электронные и микропроцессорные системы автомобилей: учеб. пос. / Я.А. Борщенко, В.И. Васильев. – Курган: КГУ, 2007. – 207 с.
8. Автомобильный справочник / Пер. с англ. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: ЗАО «За рулем», 2012. – 1274 с.
9. Kruchkova, O.A. The introduction of innovative and active-based teaching methods into the complex process of acquiring professional competencies by students of technical specialties / O.A. Kruchkova, M.V. Grigoriev // 16th annual International Technology, Education and Development Conference, Valencia, 7th–8th March, 2022. – Valencia: IATED, – 2022. – pp. 7958-7965.
10. Сайт доц. кафедры ЭАТиС МАДИ, канд. техн. наук Григорьева М.В. [Электронный ресурс] / Учебная литература. – Электрон. дан. – Diagnoscar, 2022. – Режим доступа: <https://diagnoscar.ru/educational-literature> (дата обращения: 15.03.2022), свободный. – Загл. с экрана.
11. CAN bus data loggers [Электронный ресурс] / OBD2 Explained - A Simple Intro [2021]. – Электрон. дан. – CSS Electronics, 2022. – Режим доступа: <https://www.csselectronics.com/pages/obd2-explained-simple-intro> (дата обращения: 15.03.2022), свободный. – Загл. с экрана.

Учебное издание

**ГРИГОРЬЕВ** Михаил Владимирович  
**ЗЕНЧЕНКО** Валерий Александрович

КОМПЬЮТЕРНАЯ ДИАГНОСТИКА ДВИГАТЕЛЯ EJ253  
НА АВТОМОБИЛЕ SUBARU OUTBACK

*Редактор В.В. Виноградова*

*Редакционно-издательский отдел МАДИ. E-mail: rio@madi.ru*

Подписано в печать 14.04.2022 г. Формат 60×84/16.  
Усл. печ. л. 3,25. Тираж 300 экз. Заказ 54. Цена 270 руб.  
МАДИ, Москва, 125319, Ленинградский пр-т, 64.