

Министерство образования Республики Беларусь  
Филиал БНТУ  
«Минский государственный политехнический колледж»

**ЭЛЕКТРОННЫЕ СИСТЕМЫ МЕХАНИЧЕСКИХ ТРАНСПОРТНЫХ  
СРЕДСТВ**

Электронное учебно-методическое пособие  
для специальности 2-36 04 32  
«Электроника механических транспортных средств»

Минск 2018

**Автор:**

Морозова Е.В.

**Рецензенты:**

Гурский А.С., доцент, к.т.н., доцент кафедры «Техническая эксплуатация автомобилей» БНТУ

Самохвал В.Л., преподаватель специальных дисциплин Филиала БНТУ «Минский государственный политехнический колледж»

Учебно-методическое пособие предназначено для самостоятельного и дистанционного изучения учебной дисциплины «Электронные системы механических транспортных средств» учащимися специальности 2-36 04 32 «Электроника механических транспортных средств». В учебно-методическом пособии представлен теоретический и практический материал, а также материал, обеспечивающий контроль знаний для проведения текущей и итоговой аттестации.

Белорусский национальный технический университет.  
Филиал БНТУ «Минский государственный политехнический колледж».  
пр - т Независимости, 85, г. Минск, Республика Беларусь  
Тел.: (017) 292-13-42 Факс: 292-13-42  
E-mail: [mgpk@bntu.by](mailto:mgpk@bntu.by), [mgpkby@mail.ru](mailto:mgpkby@mail.ru)  
<http://www.mgpk.bntu.by/>  
Регистрационный № БНТУ/МГПК – 47.2018

© БНТУ, 2018  
© Морозова Е.В., 2018

## Содержание

### Пояснительная записка

Выписка из типового учебного плана

Междисциплинарные связи

### Учебная программа

Тематический план

Содержание программы

Критерии оценки результатов учебной деятельности учащихся

Литература

### Перечень существенных и несущественных ошибок

### Перечень разделов и тем

### Теоретический материал

Презентация «Назначение, виды, общее устройство и принцип действия датчиков электронных систем управления»

Раздел 1 Тенденции развития автомобильного бортового электронного оборудования

Раздел 2 Электронные блоки управления

Раздел 3 Датчики электронных систем управления

Раздел 4 Системы управления двигателем

Раздел 5 Управление трансмиссией

Раздел 6 Управление подвеской

Раздел 7 Управление тормозными системами

Раздел 8 Электронные системы рулевого управления

Раздел 9 Информационные контрольно-диагностические системы

Раздел 10 Охранные системы

Раздел 11 Системы безопасности и комфорта

Перечень вопросов к ОКР

Перечень вопросов к экзамену

### Перечень учебных изданий

## Пояснительная записка

Программой учебной дисциплины «Электронные системы механических транспортных средств» предусматривается изучение учащимися назначения, устройства и принципа работы электронных систем механических транспортных средств наиболее распространённых моделей отечественных и зарубежных производителей.

Основными целями изучения учебной дисциплины являются: формирование знаний об устройстве и принципе работы приборов, аппаратов и электронных блоков электронных систем механических транспортных средств, о признаках их неисправностей и способах устранения; приобретение умений осуществлять проверку технического состояния, поиск неисправностей отдельных элементов электронных систем механических транспортных средств; развитие профессионально значимых качеств личности будущих техников-механиков; воспитание чувства ответственности за качество выполняемых работ.

Учебная дисциплина «Электронные системы механических транспортных средств» изучается в тесной связи с такими учебными дисциплинами общепрофессионального и специального циклов, как «Теоретические основы электротехники», «Электротехнические материалы», «Электронные приборы», «Аналоговая электроника», «Электрорадиоэлементы и устройства функциональной электроники», «Микропроцессорная техника», «Основы импульсной и преобразовательной техники», «Основы автоматики», «Основы цифровой техники», «Охрана труда», «Устройство и основы теории механических транспортных средств», «Электрооборудование механических транспортных средств», «Диагностика и техническое обслуживание механических транспортных средств». В свою очередь программный материал учебной дисциплины является базой для выполнения дипломного проекта.

При изложении программного материала необходимо ознакомить учащихся с требованиями соответствующих стандартов и норм на параметры и условные обозначения приборов электронных систем механических транспортных средств, с новейшими достижениями отечественной и зарубежной науки и техники в области диагностики электронных систем механических транспортных средств.

Для более глубокого усвоения учащимися теоретического материала и приобретения практических умений по определению технического состояния и диагностированию приборов и аппаратов электронных систем механических транспортных средств предусматривается выполнение лабораторных работ, которые рекомендуется проводить после проведения теоретических занятий по соответствующим темам. Перед выполнением лабораторных работ необходимо познакомить учащихся с устройством, техническими характеристиками, принципом работы контрольно-измерительных приборов, стендов, диагностического оборудования, а также с требованиями безопасности при выполнении конкретных работ.

В образовательном процессе необходимо использовать информационные технологии, технические и демонстрационные средства обучения.

В результате изучения учебной дисциплины учащиеся *должны знать на уровне представления:*

электронные блоки управления и датчики электронных систем управления;

электронные системы зажигания;

механические системы многоточечного непрерывного впрыска с электронным управлением;

система центрального импульсного впрыска топлива;

системы импульсного многоточечного впрыска топлива;

комплексные системы управления двигателем;

системы электронного управления дизельных двигателей;

системы управления трансмиссией;

системы управления подвеской;

системы управления тормозными системами;

электронные системы рулевого управления;

информационные контрольно-диагностические системы;

противоугонные системы, системы комфорта и безопасности механических транспортных средств;

*знать на уровне понимания:*

назначение, основные технические характеристики, устройство приборов, аппаратов электронных систем механических транспортных средств;

принцип работы основных приборов электронных систем управления и их взаимодействие в процессе работы механических транспортных средств;

типичные неисправности приборов, аппаратов и электронных систем, приёмы их определения;

устройство, принцип действия контрольно-измерительных стендов, приборов для проверки технического состояния, испытания, регулировки приборов, аппаратов электронных систем механических транспортных средств;

*уметь:*

определять с помощью средств диагностики техническое состояние, неисправности элементов электронных устройств, вносить исправления в программу блоков управления этими системами.

В учебной программе предусмотрено проведение обязательной контрольной работы, содержание которой определяется предметной (цикловой) комиссией.

В учебной программе сформулированы цели изучения каждой темы, на основе характеристики деятельности обучаемого и уровней усвоения содержания изучаемого материала, прогнозируются конкретные результаты достижения этих целей.

В учебной программе приведены примерные критерии оценки результатов учебной деятельности учащихся по учебной дисциплине, которые разработаны на основе десятибалльной шкалы и показателей оценки результатов учебной

деятельности обучающихся в учреждениях, обеспечивающих получение среднего специального образования (постановление Министерства образования Республики Беларусь от 29.03.2004 № 17).

В учебной программе приведен перечень оснащения учебной лаборатории оборудованием, техническими и демонстрационными средствами обучения, необходимыми для обеспечения образовательного процесса.

**Выписка из учебного плана специальности, утвержденного директором филиала**

по специальности 2-36 04 32  
«Электроника механических транспортных средств»,  
утвержденного директором филиала 15.05.2015г.

Учебная дисциплина «Электронные системы механических транспортных средств» изучается на протяжении одного семестра

Виды работ	Количество часов
	6 семестр обучения
Всего часов	76
Из них: практических занятий	—
лабораторных работ	20
курсовое проектирование	—
Количество: тематических контрольных работ	—
обязательных контрольных работ	1
*домашних контрольных работ	
Экзамен	1

## **Междисциплинарные связи**

«Теоретические основы электротехники»

«Электротехнические материалы»

«Электронные приборы»

«Аналоговая электроника»

«Электрорадиоэлементы и устройства функциональной электроники»

«Микропроцессорная техника»

«Основы импульсной и преобразовательной техники»

«Основы автоматики»

«Основы цифровой техники»

«Охрана труда»

«Устройство и основы теории механических транспортных средств»

«Электрооборудование механических транспортных средств»

«Диагностика и техническое обслуживание механических транспортных средств»



Министерство образования Республики Беларусь  
Филиал БНТУ  
«Минский государственный политехнический колледж»

**УТВЕРЖДАЮ**

Директор филиала БНТУ  
«МГПК»

\_\_\_\_\_ Г.Д. Подгайский  
\_\_\_\_\_ 20\_\_

**УЧЕБНАЯ ПРОГРАММА  
ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ  
«ЭЛЕКТРОННЫЕ СИСТЕМЫ  
МЕХАНИЧЕСКИХ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ»**  
Специальность 2-36 04 32 «Электроника механических транспортных средств»

Минск  
2016

Разработчик

Е.В. Морозова

Рецензент

А.М. Маслан

Рассмотрено и рекомендовано  
к утверждению на:

- заседании цикловой комиссии

Протокол № \_\_\_\_\_ 20\_\_

Председатель комиссии

\_\_\_\_\_ Н.К. Фоменко

- заседании экспертного

методического совета

Протокол № \_\_\_\_\_ 20\_\_

Председатель экспертного

Методического совета

\_\_\_\_\_ Т.С. Шмакова

СОГЛАСОВАНО

Заместитель директора

По учебно-методической работе

\_\_\_\_\_ Т.С. Шмакова

Учебная программа разработана на основании приложения к типовому учебному плану по специальности дневной формы получения образования, утвержденному постановлением Министерства образования Республики Беларусь 20.06.2016 № 81 РБ ст. № 531 Д/тип.

## ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

Разделы и темы		Количество часов	
		Всего	В том числе
			На лабораторные работы
	<b>Введение</b>	<b>1</b>	
	<b>Раздел 1 Тенденции развития автомобильного бортового электронного оборудования</b>	<b>1</b>	
	<b>Раздел 2 Электронные блоки управления</b>	<b>2</b>	
	<b>Раздел 3 Датчики электронных систем управления</b>	<b>6</b>	<b>2</b>
	<b>Раздел 4 Системы управления двигателем</b>	<b>38</b>	<b>10</b>
4.1	Электронные системы зажигания	8	4
4.2	Механические системы многоточечного непрерывного впрыска с электронным управлением	4	
4.3	Системы центрального импульсного впрыска топлива	4	
4.4	Системы импульсного многоточечного впрыска топлива	8	4
4.5	Комплексные системы управления двигателем	8	2
4.6	Системы электронного управления дизельных двигателей	6	
	<b>Раздел 5 Управление трансмиссией</b>	<b>4</b>	
	<b>Раздел 6 Управление подвеской</b>	<b>2</b>	
	<b>Раздел 7 Управление тормозными системами</b>	<b>6</b>	<b>2</b>
	<b>Раздел 8 Электронные системы рулевого управления</b>	<b>2</b>	
	<b>Раздел 9 Информационные контрольно-диагностические системы</b>	<b>1</b>	
	<i>Обязательная контрольная работа №1</i>	1	
	<b>Раздел 10 Охранные системы</b>	<b>4</b>	<b>2</b>
	<b>Раздел 11 Системы безопасности и комфорта</b>	<b>8</b>	<b>4</b>
<b>Итого</b>		<b>76</b>	<b>20</b>

## СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ

Цель изучения темы	Содержание темы	Результат
<b>Введение</b>		
Познакомить с целями, задачами и содержанием учебной дисциплины.	Цели, задачи и содержание учебной дисциплины «Электронные системы механических транспортных средств». Бортовое, комфортное, навесное и функциональное оборудование автомобиля.	Высказывает общее суждение о целях, задачах и содержании учебной дисциплины.
<b>Раздел 1 Тенденции развития автомобильного бортового электронного оборудования</b>		
Познакомить с перспективными направлениями развития электронных систем автомобилей, тенденциями развития автомобильного бортового электронного оборудования.	Классификация, назначение и краткая техническая характеристика автомобильного бортового электронного оборудования. Электромобили. Автотронное оборудование автомобиля.	Высказывает общее суждение о перспективных направлениях развития электронных систем автомобилей, тенденциях развития автомобильного бортового электронного оборудования.
<b>Раздел 2 Электронные блоки управления</b>		
Сформировать понятие о назначении, общем устройстве и принципе действия электронных блоков управления.	Назначение, устройство и принцип действия электронных блоков управления. Аналогово-цифровые преобразователи. Управляющие сигналы. Питание и заземление блока управления. Эталонное напряжение. Обработка сигналов. Усеченный режим работы. Система адаптации. Самодиагностика электронных блоков управления.	Объясняет назначение, устройство и принцип действия электронных блоков управления.
<b>Раздел 3 Датчики электронных систем управления</b>		
Цель изучения темы	Содержание темы	Результат

<p>Сформировать понятие о назначении, видах, общем устройстве и принципе действия датчиков электронных систем управления, о содержании работ при проверке их технического состояния.</p>	<p>Назначение, виды, общее устройство и принцип действия датчиков электронных систем управления. Датчики детонации. Индукционный датчик импульсов (частоты вращения). Датчик поворота коленчатого вала. Датчики расхода воздуха. Датчики давления во впускном трубопроводе. Датчики положения дроссельной заслонки. Датчики массового расхода воздуха. Датчики температуры воздуха и охлаждающей жидкости, датчики скорости движения автомобиля. Датчики Холла. Пьезоэлектрические датчики. Содержание работ при проверке технического состояния датчиков.</p>	<p>Объясняет назначение, виды, общее устройство и принцип действия датчиков электронных систем управления, содержание работ при проверке их технического состояния.</p>
--	--	---

<p>Сформировать умение проверять техническое состояние датчиков системы впрыска.</p>	<p><i>Лабораторная работа № 1</i> Проверка технического состояния датчиков системы впрыска.</p>	<p>Проверяет техническое состояние датчиков системы впрыска.</p>
--	---	--

#### Раздел 4 Системы управления двигателем

##### Тема 4.1 Электронные системы зажигания

<p>Сформировать понятие о назначении и видах электронных систем зажигания, признаках их неисправностей и способах устранения. Дать понятие о принципиальных</p>	<p>Назначение и виды электронных систем зажигания. Принципиальные схемы и принцип работы систем зажигания с магнитоэлектрическими датчиками с частотной модуляцией прерывания цепи низкого напряжения, с</p>	<p>Объясняет назначение, виды, принципиальные схемы и принцип работы электронных систем зажигания, признаки их неисправностей и способы устранения.</p>
<p>Цель изучения темы</p>	<p>Содержание темы</p>	<p>Результат</p>

схемах и принципе работы систем зажигания. Сформировать понятия об особенностях устройства электронных и микропроцессорных систем зажигания.	датчиками Холла прерывания цепи низкого напряжения. Особенности устройства электронных и микропроцессорных систем зажигания. Выходные каскады с многовыводными катушками зажигания и с индивидуальным статическим распределением. Признаки неисправностей электронных систем зажигания, способы их устранения.	Называет особенности устройства электронных и микропроцессорных систем зажигания.
<i>Лабораторная работа № 2</i>		
Сформировать умение проверять техническое состояние электронных систем зажигания.	Проверка технического состояния электронной системы зажигания.	Проверяет техническое состояние электронных систем зажигания.
<b>Тема 4.2 Механические системы многоточечного непрерывного впрыска с электронным управлением</b>		
Сформировать понятие о назначении механической системы многоточечного непрерывного впрыска с электронным управлением. Дать понятие об основных элементах системы. Сформировать знания о содержании работ по техническому обслуживанию механической системы	Назначение и принципиальная схема механической системы многоточечного непрерывного впрыска с электронным управлением. Основные элементы системы: дозатор-распределитель, электрогидравлический задатчик давления, мембранный регулятор давления, расходомер воздуха, подпорный накопитель топлива, электробензонасос, термореле времени. Принцип работы механической системы многоточечного непрерывного впрыска с электронным	Объясняет назначение, общее устройство механической системы многоточечного непрерывного впрыска с электронным управлением. Раскрывает понятие об основных элементах системы. Излагает содержание работ по техническому обслуживанию механической
Цель изучения темы	Содержание темы	Результат

многоточечного непрерывного впрыска электронным управлением.	с	управлением. Содержание работ по техническому обслуживанию механической системы многоточечного непрерывного впрыска с электронным управлением.	системы многоточечного непрерывного впрыска с электронным управлением.
--	---	--	--

#### Тема 4.3 Система центрального импульсного впрыска топлива

Сформировать понятие о системе центрального импульсного впрыска топлива, содержания работ по её техническому обслуживанию. Дать понятие об основных элементах системы. Сформировать знания о принципе работы системы и содержанию работ по техническому обслуживанию системы.	и	Назначение принципиальная схема системы центрального импульсного впрыска топлива. Основные элементы системы: моноблок дроссельной заслонки, электромагнитная форсунка, регулятор давления, система стабилизации холостого хода. Принцип работы системы центрального электронного впрыска бензинового двигателя. Содержание работ по техническому обслуживанию системы центрального электронного впрыска бензинового двигателя.	и	Раскрывает назначение, общее устройство системы центрального импульсного впрыска топлива Раскрывает понятие об основных элементах системы и содержание работ по её техническому обслуживанию.
--	---	--	---	--

#### Тема 4.4 Системы импульсного многоточечного впрыска топлива

Сформировать понятие о системах импульсного многоточечного впрыска топлива и ее основных элементах. Сформировать понятие о принципе работы и содержании работ по их техническому обслуживанию систем.	и	Назначение принципиальная схема системы импульсного многоточечного впрыска топлива. Основные элементы системы: гидравлическая часть систем электронного впрыска, электрические топливные насосы, расходомеры воздуха, электромагнитные топливные форсунки, электронный блок управления, входные и выходные устройства. Принцип	и	Объясняет назначение, принципиальную схему, принцип работы систем импульсного многоточечного впрыска топлива. Называет основные элементы системы. Излагает содержание работ по техническому
Цель изучения темы		Содержание темы		Результат

	работы электронных систем непосредственного впрыска бензиновых двигателей. Содержание работ по техническому обслуживанию систем распределенного электронного впрыска бензиновых двигателей.	обслуживанию систем.
Сформировать умение проверять техническое состояние системы импульсного многоточечного впрыска топлива.	<i>Лабораторная работа № 3</i> Проверка технического состояния импульсного многоточечного впрыска топлива.	Проверяет техническое состояние системы импульсного многоточечного впрыска топлива.

#### Тема 4.5 Комплексные системы управления двигателем

Сформировать понятие о назначении, принципиальной схеме, принципе работы комплексной системы управления двигателем и ее основных элементах. Сформировать знания о содержании работ по техническому обслуживанию систем.	Назначение и принципиальная схема комплексной системы управления двигателем. Основные элементы системы: массметр воздуха, регулятор положения дроссельной заслонки, запорный пневмоклапан для подсистемы утилизации паров бензина из бензобака, электробензонасос, рабочие клапанные форсунки впрыска бензина. Принцип работы комплексной системы управления двигателем. Содержание работ по техническому обслуживанию комплексной системы управления двигателем.	Объясняет назначение, принципиальную схему, принцип работы комплексной системы управления двигателем и ее основные элементы. Раскрывает содержание работ по техническому обслуживанию систем.
Сформировать умение проверять	<i>Лабораторная работа № 4</i> Проверка технического состояния комплексной	Проверяет техническое
Цель изучения темы	Содержание темы	Результат



техническое состояние комплексной системы управления двигателем.	системы управления двигателем.	состояние комплексной системы управления двигателем.
--	--------------------------------	--

#### Тема 4.6 Системы электронного управления дизельных двигателей

<p>Сформировать понятие о назначении, общем устройстве, принципе работы систем электронного управления дизельных двигателей и их основных элементах.</p> <p>Дать понятие об аккумуляторных топливных системах с электронным управлением типа «Common Rail».</p> <p>Сформировать знания о содержании работ по техническому обслуживанию систем.</p>	<p>Назначение, устройство электронного дизельных двигателей. Основные элементы системы: электронный блок управления, датчик начала впрыска, датчик верхней мертвой точки, электронные устройства, регулирующие цикловую подачу топлива, электронное управление рейкой подачи топлива в многоплунжерных насосах высокого давления дизельных двигателей, насос-форсунки и безреечное управление топливных насосов высокого давления с электронным управлением. Принцип работы системы. Аккумуляторные топливные системы с электронным управлением типа «Common Rail».</p> <p>Содержание работ по техническому обслуживанию систем электронного управления дизельных двигателей.</p>	<p>Объясняет назначение, общее устройство, принцип работы систем электронного управления дизельных двигателей и их основные элементы.</p> <p>Раскрывает понятие об аккумуляторных топливных системах с электронным управлением типа «Common Rail».</p> <p>Излагает содержание работ по техническому обслуживанию систем.</p>
--	---	--

#### Раздел 5 Управление трансмиссией

Дать понятие об устройстве и принципе работы	Общее устройство и принцип работы системы управления трансмиссией:	Объясняет устройство и принцип работы
Цель изучения темы	Содержание темы	Результат

системы управления трансмиссией. Сформировать понятие о диагностировании системы электронного управления трансмиссией.	автоматическая коробка передач (АКП), сцепление с электронным управлением, дифференциал с электрической блокировкой и т.д. Принципиальная электрическая схема АКП. Диагностирование системы электронного управления трансмиссией.	системы управления трансмиссией, содержание работ по диагностированию системы электронного управления трансмиссией.
<b>Раздел 6 Управление подвеской</b>		
Сформировать понятие о назначении, устройстве, принципе работы системы управления подвеской автомобиля.	Назначение, устройство и принцип работы системы управления подвеской автомобиля. Электронная система управления подвеской (TEMS) и пневматическая задняя подвеска. Расположение компонентов электронной системы управления подвески.	Объясняет назначение, устройство, принцип работы системы управления подвеской автомобиля.
<b>Раздел 7 Управление тормозными системами</b>		
Сформировать понятие о назначении, типах, устройстве, принципе работы антиблокировочных систем.	Назначение, типы, общее устройство антиблокировочных систем. Основные элементы антиблокировочной системы: электрогидравлический блок управления тормозными механизмами колёс, электрогидравлические клапана, датчики частоты вращения колёс. Электронный блок управления. Системы антипробуксировки ведущих колёс. Принцип работы антиблокировочных систем.	Объясняет назначение, типы, общее устройство, принцип работы антиблокировочных систем.
<i>Лабораторная работа №5</i>		
Сформировать умение проверять техническое состояние системы управления тормозной системы.	Проверка технического состояния системы управления тормозной системы.	Проверяет техническое состояние управления системы тормозной системы.

Цель изучения темы	Содержание темы	Результат
<b>Раздел 8 Электронные системы рулевого управления</b>		
Сформировать понятие о назначении, устройстве и принципе работы электронных систем рулевого управления.	Назначение, устройство и принцип работы электронных систем рулевого управления.	Объясняет назначение, устройство и принцип работы электронных систем рулевого управления.
<b>Раздел 9 Информационные контрольно-диагностические системы</b>		
Сформировать понятие о назначении, устройстве и принципе работы информационных контрольно-диагностических систем.	Назначение, устройство и принцип работы информационных контрольно-диагностических систем: контрольно-измерительные приборы, бортовая система контроля, система встроенных датчиков, навигационные системы и др.	Объясняет назначение, устройство и принцип работы информационных контрольно-диагностических систем.
<i>Обязательная контрольная работа №1</i>		
<b>Раздел 10 Охранные системы</b>		
Сформировать представление о противоугонных системах, их основных приборах.	Назначение и типы противоугонных систем, их конструктивные особенности. Электронные противоугонные системы. Дистанционное управление противоугонными устройствами. Диагностирование противоугонных систем.	Высказывает общее суждение о противоугонных системах, называет их основные приборы.
Сформировать умение программировать функции противоугонной системы иммобилайзером.	<i>Лабораторная работа № 6</i> Программирование функций противоугонной системы с иммобилайзером.	Программирует функции противоугонной системы с иммобилайзером.
Цель изучения темы	Содержание темы	Результат

## Тема 11 Системы безопасности и комфорта

<p>Сформировать представление о противоугонных системах, системах комфорта и безопасности, называет их основные приборы. Дать понятие о системах управления стеклоподъёмниками.</p>	<p>Назначение и типы систем комфорта и безопасности, их конструктивные особенности. Системы обогрева и вентиляции салона. Управление стеклоподъёмниками. Автомобильные системы кондиционирования воздуха, их конструктивные особенности. Ударные датчики и подушки безопасности. Круиз-контроль. Диагностирование систем комфорта и безопасности.</p>	<p>Высказывает общее суждение о противоугонных системах, системах комфорта и безопасности, называет их основные приборы. Объясняет системы управления стеклоподъёмниками.</p>
<p>Сформировать умение проверять техническое состояние системы кондиционирования и климат-контроля.</p>	<p style="text-align: center;"><i>Лабораторная работа № 7</i></p> <p>Проверка технического состояния системы кондиционирования и климат-контроля.</p>	<p>Проверяет техническое состояние системы кондиционирования и климат-контроля.</p>

## Критерии оценки результатов учебной деятельности учащихся

Отметка в баллах	Показатели оценки
1	Узнавание отдельных объектов изучения программного учебного материала, предъявленных в готовом виде (отдельных приборов электронных систем автомобиля, специальных терминов, понятий, определений и т.д.).
2	Различие объектов изучения программного учебного материала, предъявленных в готовом виде (видов полупроводниковых компонентов, основных приборов электронных систем автомобилей и т.д.); осуществление соответствующих практических действий (выявление неисправностей приборов электронных систем и т.д.).
3	Воспроизведение части программного учебного материала по памяти (фрагментное перечисление полупроводниковых компонентов, основных приборов, аппаратов электронных систем автомобилей, видов электронных систем зажигания и т.д.); осуществление умственных и практических действий по образцу (выявление отдельных неисправностей приборов электронных систем автомобилей и т.д.).
4	Воспроизведение большей части программного учебного материала (описание с элементами объяснения назначения, общего устройства, принципа работы основных приборов, аппаратов электронных систем автомобилей и т.д.); применение знаний в знакомой ситуации по образцу (выявление отдельных неисправностей приборов, аппаратов электронных систем автомобилей и т.д.); наличие единичных существенных ошибок.
5	Осознанное воспроизведение большей части программного учебного материала (описание с объяснением назначения, общего устройства, принципа работы основных приборов, аппаратов, электронных систем автомобилей, содержания работ при проверке их технического состояния и т.д.); применение знаний в знакомой ситуации по образцу (выявление неисправностей элементов электронных устройств и т.д.); наличие несущественных ошибок.
6	Полное знание и осознанное воспроизведение всего программного учебного материала; владение программным учебным материалом в знакомой ситуации (описание и объяснение назначения, общего устройства, принципа работы основных приборов, аппаратов электронных систем автомобилей, признаков их неисправностей, содержания работ при проверке технического состояния и т.д.); наличие несущественных ошибок.
7	Полное, прочное знание и воспроизведение программного учебного материала; владение программным учебным материалом в знакомой ситуации (развернутое описание и объяснение общего устройства, принципа работы основных приборов, аппаратов электронных систем автомобилей, признаков их неисправностей, содержания работ при

	<p>проверке технического состояния, применяемого оборудования, формулирование выводов и т.д. недостаточно самостоятельное выполнение заданий (диагностирование электронных блоков управления, выявление неисправностей элементов электронных устройств и т.д.); наличие единичных несущественных ошибок.</p>
8	<p>Полное, прочное, глубокое знание и воспроизведение программного учебного материала; оперирование программным учебным материалом в знакомой ситуации (развернутое описание и объяснение общего устройства, принципа работы основных элементов электронных устройств автомобилей, признаков их неисправностей, содержания работ при проверке технического состояния, применяемого оборудования; раскрытие сущности процессов, протекающих при взаимодействии отдельных элементов электронных устройств; обоснование способов устранения выявленных неисправностей; формулирование выводов и т.д., самостоятельное выполнение заданий (проверка технического состояния элементов электронных устройств с помощью средств диагностики, выявление их неисправностей и т.д.); наличие единичных несущественных ошибок.</p>
9	<p>Полное, прочное, глубокое, системное знание программного учебного материала; оперирование программным учебным материалом в частично измененной ситуации (применение учебного материала при изучении устройства, принципа работы, признаков неисправностей основных элементов электронных устройств автомобилей, их взаимодействия в процессе работы, применяемого оборудования, поиск новых знаний, использование новейших достижений науки и техники в области диагностики электронных систем автомобилей, выдвижение предложений и гипотез по улучшению конструктивных особенностей отдельных элементов электронных систем автомобилей; наличие действий и операций творческого характера при выявлении признаков неисправностей и выборе способов их устранения и т.д.).</p>
10	<p>Свободное оперирование программным учебным материалом; применение знаний и умений в незнакомой ситуации (самостоятельное описание и объяснение признаков неисправностей, причин их возникновения, обоснование способов устранения выявленных неисправностей, применения нового диагностического оборудования, обоснование экологических требований к техническому состоянию электронных систем автомобилей; выполнение творческих работ и заданий по улучшению конструктивных особенностей отдельных элементов электронных устройств автомобилей и т.д.).</p>

*Примечание.* При отсутствии результатов учебной деятельности обучающимся в учреждении, обеспечивающем получение среднего специального образования, выставляется «0» (ноль) баллов.

## Литература

- 1 Болбас, М.М. Транспорт и окружающая среда: учебник для вузов / М.М. Болбас [и др.]; под ред. М.М. Болбаса. Минск, 2002.
- 2 Голубков, Л.Н. Топливные насосы высокого давления распределительного типа / Л.Н. Голубков, А.А. Савастенко, М.В. Эмиль. М., 2000.
- 3 Грехов, Л.В. Топливная аппаратура с электронным управлением дизелей и двигателей с непосредственным впрыском бензина / Л.В. Грехов. М., 2001.
- 4 Савич, Е.Л. Легковые автомобили / Е.Л. Савич. Минск, 2013.
- 5 Савич, Е.Л. Обслуживание и ремонт легковых автомобилей / Е.Л. Савич, М.М. Болбас, В.К. Ярошевич; под ред. Е.Л. Савича. Минск, 2000.
- 6 Савич, Е.Л. Техническое обслуживание и ремонт легковых автомобилей / Е.Л. Савич, М.М. Болбас, В.К. Ярошевич. М., 2002.
- 7 Савич, Е.Л. Топливная аппаратура легковых автомобилей. Бензин / Е.Л. Савич. Минск, 1998.
- 8 Савич, Е.Л. Системы безопасности автомобилей / Е.Л. Савич, В.В. Капустин. М., 2015.
- 9 Соснин, Д.А. Электрооборудование и системы бортовой автоматики современных легковых автомобилей / Д.А. Соснин. М., 2015.
- 10 Твег, Росс. Системы зажигания легковых автомобилей. Устройство, обслуживание и ремонт / Росс Твег. М., 2004.
- 11 Хрулев, А.Э. Ремонт двигателей зарубежных автомобилей / А.Э. Хрулев. М., 1998.

## **Перечень существенных и несущественных ошибок**

по учебной дисциплине «Электронные системы механических транспортных средств» для специальности  
2-36 04 32 «Электроника механических транспортных средств»

*Существенными ошибками являются:*

### **В изложении теоретического материала:**

- затруднения при классификации назначения и технической характеристики автомобильного бортового электронного оборудования;
- ошибки при изложении принципа работы систем зажигания с магнитоэлектрическими датчиками с частотной модуляцией прерывания цепи низкого напряжения;
- затруднение при описании основных элементов антиблокировочной системы;
- затруднение при описании назначения и типов противоугонных систем;
- затруднения при изложении особенностей устройства электронных и микропроцессорных систем зажигания;
- ошибки при пояснении принципа работы электронной системы управления подвеской (TEMS);
- затруднения при изложении назначения и общего устройства системы электронного управления дизельных двигателей;
- затруднение при описании датчика температуры воздуха;
- отсутствие в ответе логичности и законченности.

### **При выполнении лабораторных работ:**

- несоблюдение нормативно-методических документов при выполнении работ;
- нарушение технологии и последовательности действий при выполнении работ.
- содержание работ при проверке технического состояния датчиков.
- ошибки при отражении в отчете;
- ошибки при проведении измерений;
- затруднения в оценивании полученного результата.

*Несущественными ошибками являются:*

### **В изложении теоретического материала:**

- неточности в стандартном изложении определений;
- неполное указание расположения компонентов электронной системы управления подвески;



- неполное перечисление содержания работ по техническому обслуживанию комплексной системы управления двигателем;
- нерациональный план устного ответа.

**При выполнении лабораторных работ:**

- неточности в оформлении работ;
- небрежное выполнение записей, схем, рисунков;
- ошибки вычислительного характера, не приводящие к абсурдным результатам;
- небрежное выполнение записей;
- нерациональные методы работы со справочной литературой;
- наличие опечаток (не более 5).

## Перечень разделов и тем

№.№ вучэбных заняткаў	Назва раздзелаў, назвы тэм па вучэбнай праграме, назвы тэм асобных вучэбных заняткаў	Колькасць вучэбных гадзін
1	2	3
	<b>Введение</b>	<b>1</b>
<b>1</b>	Цели, задачи и содержание учебной дисциплины.	<b>1</b>
	<b>Раздел 1 Тенденции развития автомобильного бортового электронного оборудования</b>	<b>1</b>
	Классификация, назначение и краткая техническая характеристика электронного оборудования.	1
	<b>Раздел 2 Электронные блоки управления</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	Назначение, общее устройство и принцип действия электронных блоков управления.	2
	<b>Раздел 3 Датчики электронных систем управления</b>	<b>6</b>
<b>3</b>	Назначение, виды, общее устройство и принцип действия датчиков электронных систем управления.	2
<b>4</b>	Датчики положения дроссельной заслонки, массового расхода воздуха, температуры воздуха и охлаждающей жидкости.	2
<b>5</b>	<b>Лабораторная работа № 1</b>	<b>2</b>
	Проверка технического состояния датчиков системы впрыска.	
	<b>Раздел 4 Системы управления двигателем</b>	<b>38</b>
	<b>Тема 4.1 Электронные системы зажигания</b>	<b>8</b>
<b>6</b>	Назначение и виды электронных систем зажигания. Темконтроль.	2
<b>7</b>	Особенности устройства электронных и микропроцессорных систем зажигания.	2
<b>8, 9</b>	<b>Лабораторная работа № 2</b>	<b>4</b>
	Проверка технического состояния электронной системы зажигания.	
	<b>Тема 4.2 Механические системы многоточечного непрерывного впрыска с электронным управлением</b>	<b>4</b>
<b>10</b>	Назначение и принципиальная схема механической системы многоточечн. непрерывного впрыска с электронным управлением.	2
<b>11</b>	Принцип работы механической системы многоточечного непрерывного впрыска с электронным управлением.	2
	<b>Тема 4.3 Система центрального импульсного впрыска топлива</b>	<b>4</b>
<b>12</b>	Назначение и принципиальная схема системы центрального импульсного впрыска топлива.	2
<b>13</b>	Принцип работы системы центрального электронного впрыска бензинового двигателя.	2
	<b>Тема 4.4 Системы импульсного многоточечного впрыска топлива</b>	<b>8</b>
<b>14</b>	Назначение и принципиальная схема системы импульсного многоточечного впрыска топлива.	2
<b>15</b>	Принцип работы электронных систем непосредственного впрыска бензиновых двигателей.	2
<b>16, 17</b>	<b>Лабораторная работа № 3</b>	<b>4</b>
	Проверка технического состояния системы импульсного многоточечного впрыска топлива	
	<b>Тема 4.5 Комплексные системы управления двигателем</b>	<b>8</b>
<b>18</b>	Назначение и принципиальная схема комплексной системы управления двигателем.	2
<b>19</b>	Основные элементы системы.	2

Тип вучэбных заняткаў	Вучэбна-метадычныя матэрыялы, сродкі навучання	Заданне для навучэнцаў на дом	Заўвагі
4	5	6	7
урок изуч. нов. материала	Мультимедийная система, презентация к теме "Введение"	[1], стр 3-11	
урок изуч. нов. материала	Мультимедийная система, презентация к разделу 1	[1], стр 3-11	
урок изуч. нов. материала	Мультимедийная система, презентация к разделу 2	[2], стр 10-20	
урок изуч. нов. материала	Мультимедийная система, презентация к разделу 3	[1], стр 194-200	
комбинир. урок	Мультимедийная система, презентация к разделу 3	[1], стр 200-212, повторение раздела 1,2,3	
урок формир. нов. умений	МУ для выполнения лабораторных работ, датчик частоты вращения коленчатого вала, кислородный датчик	[1], стр 194-212	
урок изуч. нов. материала	Мультимедийная система, презентация темы 4.1	[1], стр 77-79	
комбинир. урок	Мультимедийная система, презентация темы 4.1	[1], стр 80-85, повторение темы 4.1	
урок формир. нов. умений	МУ для выполнения лабораторных работ, стенд «Система зажигания и генераторной установки»	[1], стр 77-85	
урок изуч. нов. материала	Мультимедийная система, презентация темы 4.2	[1], стр 117-121	
комбинир. урок	Мультимедийная система, презентация темы 4.2	[1], стр 129-135	
урок изуч. нов. материала	Мультимедийная система, презентация темы 4.3	[1], стр 136-141	
комбинир. урок	Мультимедийная система, презентация темы 4.3	[1], стр 142-149	
урок изуч. нов. материала	Мультимедийная система, презентация темы 4.4	[1], стр 156-158	
комбинир. урок	Мультимедийная система, презентация темы 4.4	[1], стр 158-161	
урок формир. нов. умений	МУ для выполнения лабораторных работ, Стенд «Система питания двигателя с распределенным впрыском топлива»	[1], стр 156-161	
урок изуч. нов. материала	Мультимедийная система, презентация темы 4.5	[1], стр 174-181	
комбинир. урок	Мультимедийная система, презентация темы 4.5	[1], стр 170-174	

№№ вучэбных заяткаў	Назва раздзелаў, назвы тэм па вучэбнай праграме, назвы тэм асобных вучэбных заяткаў	Колькасць вучэбных гадзін
1	2	3
20	Принцип работы комплексной системы управления двигателем.	2
21	<b>Лабораторная работа № 4</b>	2
	Проверка технического состояния комплексной системы управления двигателем.	
	<b>Тема 4.6 Системы электронного управления дизельных двигателей</b>	6
22	Назначение, общее устройство системы электронного управления дизельных двигателей.	2
23	Принцип работы системы электронного управления дизельных двигателей.	2
24	Аккумуляторные топливные системы с электронным управлением типа «Common Rail».	2
	<b>Раздел 5 Управление трансмиссией</b>	4
25	Общее устройство и принцип работы системы управления трансмиссией. Темконтроль.	2
26	Принципиальная электрическая схема АКП. Диагностирование системы управления трансмиссией.	2
	<b>Раздел 6 Управление подвеской</b>	2
27	Назначение, устройство и принцип работы системы управления подвеской автомобиля.	2
	<b>Раздел 7 Управление тормозными системами</b>	8
28	Назначение, типы, общее устройство антиблокировочных систем.	2
29	Системы антипробуксовки ведущих колёс.	2
30	Принцип работы антиблокировочных систем.	2
31	<b>Лабораторная работа №5</b>	2
	Проверка технического состояния системы управления тормозной системы.	
	<b>Раздел 8 Электронные системы рулевого управления</b>	2
32	Назначение, типы, устройство и принцип работы электронных систем рулевого управления. Подготовка к ОКР.	2
	<b>Раздел 9 Информационные контрольно-диагностические системы</b>	1
33	Назначение, устройство и принцип работы информационных контрольно-диагностических систем.	1
	<i>Обязательная контрольная работа №1</i>	1
	<b>Раздел 10 Охранные системы</b>	6
34	Назначение и типы противоугонных систем, их конструктивные особенности. Анализ ОКР.	2
35	Дистанционное управление и диагностирование противоугонных систем.	2
36	<b>Лабораторная работа №6</b>	2
	Программирование функций противоугонной системы с иммобилайзером.	
	<b>Раздел 11 Системы безопасности и комфорта</b>	10
37	Назначение и типы систем комфорта и безопасности, их конструктивные особенности.	2

Тип вучэбных заняткаў	Вучэбна-метадычныя матэрыялы, сродкі навучання	Заданне для навучэнцаў на дом	Заўвагі
4	5	6	7
комбинир. урок	Мультимедийная система, презентация темы 4.5	[1], стр 174-176	
урок формир. нов. умений	МУ для выполнения лабораторных работ, Стенд «Система питания двигателя с распределенным впрыском топлива»	[1], стр 170-181	
урок изуч. нов. материала	Мультимедийная система, презентация темы 4.6	[1], стр 204-232	
комбинир. урок	Мультимедийная система, презентация темы 4.6	[1], стр 204-232	
комбинир. урок	Мультимедийная система, презентация темы 4.6	[2], стр 251-271, повторение раздела 4	
урок изуч. нов. материала	Мультимедийная система, презентация к разделу 5	[2], стр 368-373, 395-420, 443-452	
комбинир. урок	Мультимедийная система, презентация к разделу 5	[1], стр 291-296	
урок изуч. нов. материала	Мультимедийная система, презентация к разделу 6	[2], стр 452-453, 461-485	
урок изуч. нов. материала	Мультимедийная система, презентация к разделу 7	[1], стр 237-250	
комбинир. урок	Мультимедийная система, презентация к разделу 7	[1], стр 250-251	
комбинир. урок	Мультимедийная система, презентация к разделу 7	[1], стр 242-246	
урок формир. нов. умений	МУ для выполнения лабораторных работ	[1], стр 237-251	
урок изуч. нов. материала	Мультимедийная система, презентация к разделу 8	[2], стр 506-520, подготовка к ОКР	
урок изуч. нов. материала	Мультимедийная система, презентация к разделу 9	[1], стр 20-21	
урок контр. и коррекц. знан. и умен.	Карточки для ОКР		
урок изуч. нов. материала	Мультимедийная система, презентация к разделу 10	[1], стр 362-369	
комбинир. урок	Мультимедийная система, презентация к разделу 10	[1], стр 365-369	
урок формир. нов. умений	МУ для выполнения лабораторных работ, Стенд «Противоугонная система»	[1], стр 362-369	
урок изуч. нов. материала	Мультимедийная система, презентация к разделу 11	[1], стр 600-618, 630-660	

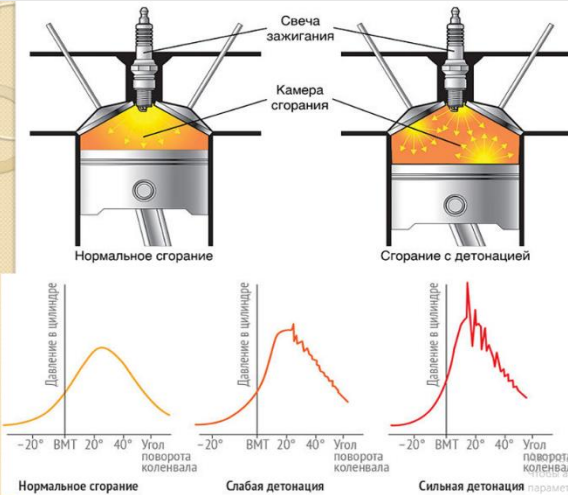




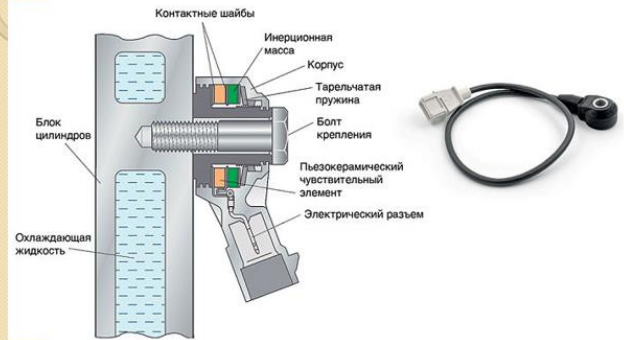
# Теоретический материал

Презентация по теме «Назначение, виды, общее устройство и принцип действия датчиков электронных систем управления»

## НАЗНАЧЕНИЕ, ВИДЫ, ОБЩЕЕ УСТРОЙСТВО И ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ ДАТЧИКОВ ЭЛЕКТРОННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ.



## Датчик детонации (широкополосный)



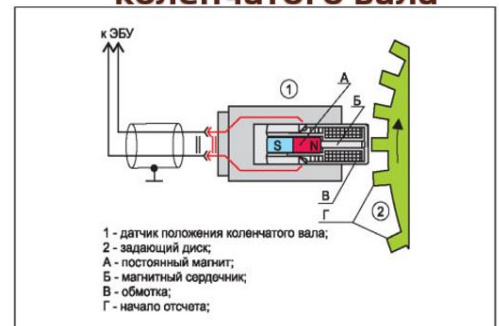
Активация

## Датчик детонации резонансного типа



Активация

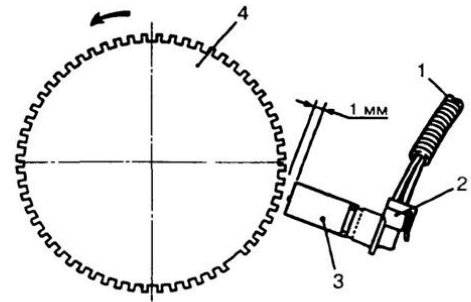
## Датчик положения коленчатого вала



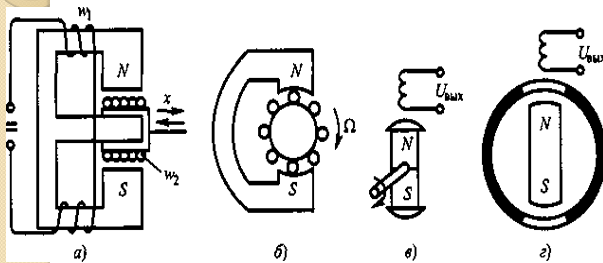
Активация



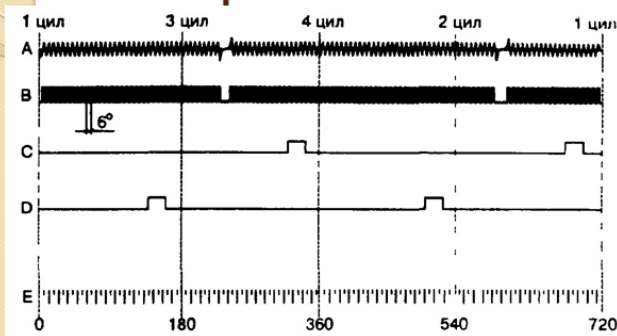
## Диск и датчик положения коленчатого вала



## Схемы индукционных датчиков



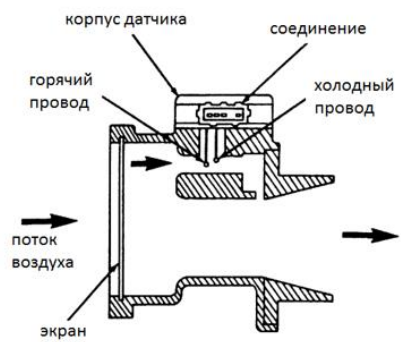
## Сигналы системы электронного зажигания



## Датчик расхода воздуха



# Датчик расхода воздуха



## *Раздел 1 Тенденции развития автомобильного бортового электронного оборудования*

Современный легковой автомобиль состоит из четырех основных агрегатов: двигателя, кузова, шасси и ходовой части. Эти агрегаты обеспечивают выполнение главной функции легкового автомобиля — перевозку пассажиров. Но для того, чтобы перевозка была безопасной и комфортной, а основные агрегаты работали безотказно, автомобиль оснащен достаточно большим числом самых разнообразных устройств, которые принято называть бортовым оборудованием.

Бортовое оборудование по функциональному назначению и по месту, которое оно занимает, можно подразделить на комфортное (внутреннее оборудование кузова), навесное (оборудование двигателя) и функциональное (оборудование кузова, шасси и ходовой части).

По принципу действия и устройству бортовое оборудование может быть механическим, пневматическим, гидравлическим, электрическим, электронным и автотронным.

По выполняемым функциям устройства, входящие в состав автомобильного бортового оборудования, исключительно разнообразны. Работа многих из них связана с необходимостью использования какого-либо вида энергии. Самым удобным видом энергии для применения на борту автомобиля является электрическая энергия. Поэтому значительная часть бортового оборудования относится к электрооборудованию автомобиля.

- Для обеспечения электроэнергией автомобиль оснащен автономной бортовой электроэнергетической системой, которую принято называть системой электроснабжения. В эту систему входят: бортовая аккумуляторная батарея, электрогенератор, а также подсистема соединительных проводов с моноблоком предохранителей и набором коммутационных устройств. Таким образом, эта система представляет собой электрическую бортовую сеть.

- Второй электроэнергетической частью бортового оборудования является система электростартерного пуска двигателя внутреннего сгорания. В эту систему входят: стартерный электродвигатель, механическая подсистема передачи вращения от электродвигателя к двигателю внутреннего сгорания, стартерная аккумуляторная батарея, подсистема управления стартером и большеточные соединительные электропровода.

- В электрооборудование автомобиля входит также система электроискрового зажигания (если на автомобиле установлен бензиновый двигатель), которая преобразует энергию постоянного тока бортовой сети в импульсное напряжение высоковольтного искрового разряда на свечах зажигания.

- Перечисленные электротехнические устройства принято относить к навесному оборудованию двигателя, так как все они (кроме аккумуляторной батареи) установлены на двигателе. К навесному оборудованию относятся также некоторые устройства системы топливного питания, например карбюратор с

воздушным фильтром или форсунки впрыска топлива, а также подсистема выпуска отработавших газов.

К комфортному оборудованию кузова относят подсистему электроподогрева сидений; внутреннее освещение и отопление; вентиляцию и кондиционирование; электроприводы стеклоподъемников, люка на крыше, радиоантенны; центральный замок дверей; прикуриватели; средства противоаварийной защиты водителя и пассажиров, а также все средства телеаудио-видео-радио и телефонной техники. В комфортное оборудование включают также и противобуксовочные устройства.

- Третьей группой бортового оборудования автомобиля является так называемое функциональное оборудование. По отношению к кузову функциональное оборудование – это все устройства наружного освещения и сигнализации, наружные зеркала, остекление кузова, стеклоочистители и стеклоомыватели, бампера, молдинги и прочее. Из этой группы в электрооборудование включают систему наружного освещения, приборы наружной световой и звуковой сигнализации, а также электропривод и электроподогрев наружных зеркал заднего вида.

Внутри кузова к функциональному электрооборудованию относятся контрольно-измерительные приборы, водительский пульт управления, внутренняя световая и звуковая сигнализация.

- Немалая часть функционального оборудования установлена на шасси и на ходовой части автомобиля. Здесь устройства функционального оборудования в основном механического или гидромеханического принципа действия. Прежде эти устройства рассматривались как составные части механических агрегатов и никакой автоматикой не оснащались. Но в последние годы чисто механические устройства (коробка переключения передач, гидравлические тормоза, подвеска автомобиля) автоматизируются с применением электронного управления. Появились совершенно новые устройства и системы, созданные с использованием всех известных (электрических и неэлектрических) способов и средств автоматизации. Такие устройства и системы теперь являются неотъемлемой составной частью общего комплекса автоматизированного бортового оборудования и называются автотронными.

## *Раздел 2 Электронные блоки управления*

В автомобильной электронике электронный блок управления (ЭБУ) – это общий термин для любых встраиваемых систем, которые управляют одним или несколькими электрическими системами или подсистемами в автомобиле.

Контроллер ЭСУД (электронная система управления двигателем).

ECM (Engine Control Module) – модуль управления двигателем.

ECU (Electronic Control Unit) – электронный блок управления, является общим термином для любого электронного блока управления.

Виды ЭБУ подразделяются на Электронный (ECU) / Блок управления двигателем (ЕСМ), Совмещенный моторно-трансмиссионный блок управления, Блок управления трансмиссией, блок управления тормозной системой, центральный модуль управления, центральный модуль синхронизации, главный электронный модуль, контроллер кузова, модуль управления подвеской, блок управления, или модуль управления. Взятые вместе, эти системы иногда называют компьютер автомобиля. (Технически это не единый компьютер, а несколько блоков.) Иногда одна сборка включает в себя несколько отдельных модулей управления.

Некоторые новые автомобили включают в себя до 80 ЭБУ. Встроенное программное обеспечение в ЭБУ продолжает развиваться в соответствии с количеством, сложностью и изолированностью. Управление увеличением сложности и количеством ЭБУ в автомобилестроении стало одной из ключевых задач.

Основными функциями ЭБУ являются:

- управление и контроль за впрыском топлива в инжекторных двигателях;
- контроль за зажиганием;
- управление фазами газораспределения;
- регулировка и поддержание температуры в охлаждающей системе двигателя;
- контроль за положением дроссельной заслонки;
- анализ состава выхлопных газов;
- контроль за работой системы рециркуляции отработанных газов.

Устройство электронного блока управления двигателем (контроллер).

Контроллер представляет из себя электронную плату с микропроцессором и запоминающим устройством, заключенную в пластиковый или металлический корпус. На корпусе имеются разъемы для подключения к бортовой сети автомобиля и сканирующему устройству. ЭБУ обычно устанавливается либо в подкапотном пространстве, либо в переднем торпедо со стороны пассажира, за бардачком. В инструкции обязательно должно быть указано место расположения контроллера.

В электронном блоке управления применяется несколько типов памяти:

ППЗУ – программируемое постоянное запоминающее устройство – здесь содержатся основные программы и параметры работы двигателя;

ОЗУ – оперативная память, используется для обработки всего массива данных, сохранения промежуточных результатов;

ЭРПЗУ – электрически репрограммируемое запоминающее устройство – применяется для хранения различной временной информации: коды доступа и блокировки, а также считывает информацию о пробеге, времени работы двигателя, расходе топлива.

Программное обеспечение ЭБУ состоит из двух модулей: функционального и контрольного. Первый отвечает за прием данных и их обработку, отправляет импульсы на исполняющие устройства. Контрольный

модуль отвечает за корректность входящих сигналов от датчиков и в случае обнаружения каких-либо расхождений с заданными параметрами проводит корректирующие воздействия, либо полностью блокирует работу двигателя.

Если контроллер выходит из строя или работает некорректно, то прежде всего это отображается в провалах в работе двигателя, а иногда и в полной его блокировке. Check Engine может постоянно высвечивать ошибку, которую невозможно удалить. Основные причины выхода ЭБУ из строя это:

- перегрузка, воздействие короткого замыкания;
- влияние внешних факторов – влага, коррозия, удары, вибрация.

Кроме того, любой микропроцессор перегревается, если система охлаждения выходит из строя. Ремонт, равно как и замена блока управления обойдутся не дешево. Оптимальным вариантом будет приобретение нового блока. Чтобы его подобрать, нужно знать все параметры машины. Важно также правильно произвести настройку. ЭБУ будет нормально функционировать при условии, что на него поступают сигналы от всех датчиков и поддерживается нормальный уровень напряжения в сети.

### *Раздел 3 Датчики электронных систем управления*

Автомобильные датчики, независимо от устройства и функциональных особенностей предназначены для преобразования физической величины, например, расхода воздуха, температуры, или химической, например, состава газа, в электрический сигнал определенной формы, величины и скважности.

Датчики, как и исполнительные механизмы ЭСАУ, представляют собой периферийные устройства линии связи между транспортным средством с его сложными приводами, тормозами, шасси и работой агрегатов общецелевого использования, включая навигационные устройства, и блоками управления, обрабатывающие получаемые сигналы датчиков. Переходные устройства (адаптеры) обычно используются для преобразования сигналов датчика в стандартную форму сигнала, необходимую для передачи информации в блок управления. Элементы индикации обеспечивают водителя автомобиля информацией о статическом и динамическом состоянии автомобиля как едином синергетическом процессе.

Классификацию автомобильных датчиков проводят по назначению:

- по функции (разомкнутые и замкнутые цепи управления);
- по надежности и резервированию;
- по способу контроля и получения информации.

Различают датчики по характеристике:

- датчики с непрерывной линейной характеристикой, которые используются в контуре регулирования в широком диапазоне измерений;
- датчики с непрерывной нелинейной характеристикой для контроля какого-либо параметра, что осуществляется в пределах узкого диапазона измерения в системах с обратной связью;

- с дискретной многоступенчатой: управление в случаях, когда требуется точное определение величины сигнала, если достигается его предельное значение;

- датчики с дискретной двухуровневой характеристикой (иногда с явлением гистерезиса) для контроля поправки прямого или последующего регулирования.

Датчики классифицируют по типу выходного сигнала.

Пропорциональный выходной сигнал:

- амплитуде, величине тока или напряжения;
- частоте или периодичности;
- продолжительности импульса (коэффициенту заполнения импульсов).

Дискретный выходной сигнал:

- двухуровневый (двоичный) сигнал;
- многоуровневый сигнал с неравномерной градуировкой;
- многоуровневый сигнал равномерный или цифровой.

По условиям эксплуатации и надежности автомобильные датчики подразделяют на три класса:

- класс 1 – рулевое управление, тормоза, защита пассажира;
- класс 2 – двигатель, трансмиссия, подвеска, шины;
- класс 3 – комфорт, информация, диагностика, противоугонная защита.

Развитие современных технологий автомобильной электроники позволяет не только расширить применение различных датчиков в автомобиле, но и существенно уменьшить их размеры и повысить надежность.

Концепцию миниатюризации датчиков позволяют осуществить:

- технологии гибридных интегральных микросхем и подложек (датчики температуры и давления);
- полупроводниковые технологии (контроль частоты вращения, например, датчиком Холла);
- микромеханика (датчики измерения ускорения и давления);
- технологии микросистем (сочетание микромеханики, микроэлектроники, а при необходимости и микрооптики).

Разработаны и применяются принципиально новые конструкции датчиков:

- интегральные интеллектуальные датчики для системы управления, которые развиваются от локальных электронных схем обработки сигналов с гибридными и монокристаллическими встроенными датчиками до комплексных цифровых схем с аналого-цифровыми преобразователями и микрокомпьютерами (мехатроника), полностью использующими прецизионные возможности датчика. Достоинствами этих устройств являются уменьшение нагрузки на блок управления;

- однородные, гибкие, шинсовместимые с линии связи CAN;
- использование многочисленных датчиков;
- возможность обработки низкоинтенсивных и ВЧ-сигналов (усиление, локальная демодуляция);

- хранение индивидуальных коэффициентов коррекции в памяти PROM для улучшения характеристик и компенсации погрешностей датчика, а также общей балансировки работы датчика и электронного блока управления.

Волоконно-оптические датчики. Уровень интеграции этих датчиков состоит в том, что они абсолютно невосприимчивы к электромагнитным помехам, однако чувствительны к воздействию давления (датчики с хорошей по интенсивности чувствительностью), до некоторой степени к загрязнению и подвержены старению. В настоящее время доступны недорогие пластиковые волокна с диапазоном рабочих температур, пригодным для автомобилей. Еще одним минусом, не позволяющим широко использовать данную технологию, является то, что этим датчикам требуются специальные ответвители и соединительные разъемы. Они должны быть внешними и внутренними.

Внешне расположенные оптические датчики, в которых оптическое волокно только проводит свет и сигнал возникает за его пределами.

Внутреннее расположение датчика, когда сигнал возникает непосредственно внутри оптических волокон.

По типам датчики классифицируют на датчики положения (перемещение или угол поворота). Эти датчики могут иметь конструкцию с подвижными контактами или бесконтактную (при непосредственной близости к месту измерения) для регистрации перемещения и угла. Это самый распространенный на автомобильной технике тип. Наиболее известными примерами таких устройств являются датчики, определяющие:

- положение дроссельной заслонки;
- положение педали управления подачей топлива;
- положение сиденья и автомобильного зеркала заднего вида;
- ход и положение тяги механизма управления;
- уровень топлива в баке;
- перемещение сервомеханизма сцепления, препятствие на пути движения автомобиля;
- угол поворота рулевого колеса;
- угол наклона автомобиля;
- угол отклонения от траектории движения автомобиля;
- положение педали тормоза.

Некоторые параметры в автомобиле датчики этого типа позволяют определять косвенно:

- угол отклонения дроссельной заслонки (скорость потока воздуха);
- перемещение подпружиненной массы (ускорение);
- перемещение диафрагмы (давление);
- статический прогиб подвески (вертикальная регулировка пучка света фары автомобиля);
- угол закручивания торсиона (момент).

Кроме обычного, часто встречаемого применения такие устройства в современных автомобилях начали контролировать и дополнительные параметры:



- перемещение механизма сцепления;
- определение дистанции до другого автомобиля или препятствия;
- определение угла поворота рулевого колеса;
- определение угла поворота колеса;
- определение угла наклона автомобиля;
- определение угла отклонения от заданной траектории движения автомобиля и угла положения педали тормоза.

Эти датчики представляют собой потенциометры со скользящими (подвижными) контактами, измеряют линейные и угловые перемещения благодаря пропорциональной связи между длиной проволоки или дорожки и ее электрическим сопротивлением, индукционные или генераторного типа:

- измерительная дорожка в потенциометрических датчиках обычно добавляется несколькими последовательными резисторами Я для защиты от перегрузок;

- стандартное подключение подвижного контакта потенциометра выполняется с помощью второй контактной дорожки, состоящей из того же материала, нанесенного на проводящую подложку. Во избежание износа и погрешности измерения ток в зоне контакта минимизируют до нескольких миллиампер, а устройство в целом защищается от пыли;

- датчики с кольцом закорачивания, которые являются элементами переменной индуктивности и состоят из сердечника, набранного из пластин (прямоугольной, скругленной и-образной или Е-образной формы) магнитомягкой стали, катушки индуктивности и подвижного кольца закорачивания, выполненного из меди или алюминия. Вихревые токи в кольце закорачивания замыкают магнитное поле в зоне между катушкой и кольцом. Поскольку движущаяся масса относительно мала, для целей измерения можно использовать почти всю длину датчика. Изменение контурных выводов сказывается на характеристике датчика: уменьшение расстояния между выводами по отношению к концу измеряемого диапазона улучшает ее, приводя к достаточно хорошей линейности характеристики. В зависимости от материала и формы рабочий диапазон лежит в интервале до 550 кГц;

- полудифференциальные датчики, в которых для получения большой точности используется подвижное измерительное и неподвижное эталонное кольцо закорачивания. Например, на дизельных топливных насосах высокого давления линейный датчик перемещения зубчатой рейки и датчик углового положения исполнительного механизма насосов распределительного типа. С их помощью проводят измерения, которые соответствуют индуктивным делителям напряжения или элементам-определителям частоты в генераторной схеме, дающим сигнал, пропорциональный частоте. Датчики данной конструкции обладают хорошими характеристиками помехозащищенности и простым цифровым преобразованием сигнала. При этом диапазон измерения достаточно велик, обычно 4;

- «интеллектуальные» датчики с кольцом закорачивания, благодаря объединению датчика со схемой генерирования сигналов имеют упрощенный

сердечник. Поскольку в датчике и схеме можно использовать общее доленое уравнивание и температурную компенсацию, точность измерений такого датчика существенно повышается;

- датчики соленоидно-плунжерного, дифференциально-дроссельного и дифференциально-преобразовательного типа функционируют на основе изменения индуктивности отдельной катушки и пропорционального отношения делителей напряжения с подвижными сердечниками;

. ВЧ – датчики (высокочастотные) с вихревыми токами (со встроенной электронной схемой) применяются для бесконтактных (в непосредственной близости к объекту) измерений, например, контроля угла открытия дроссельной заслонки. Катушки этих датчиков лишены ферромагнитного сердечника; изменения индуктивности в них наводятся электропроводными элементами специальной формы (спойлерами), которые выбираются в зависимости от объекта измерения или совмещаются с ним. Поскольку рабочие частоты высоки (в диапазоне нескольких мегагерц), электронная схема выработки сигнала является частью датчика;

- для контроля угла открытия дросселя используются катушки с двумя обмотками.

#### *Раздел 4 Системы управления двигателем*

Системой управления двигателем называется электронная система управления, которая обеспечивает работу двух и более систем двигателя. Система является одним из основных электронных компонентов электрооборудования автомобиля.

##### *Система управления двигателем*

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

Свою историю система управления двигателем ведет от объединенной системы впрыска и зажигания. Современная система управления двигателем объединяет значительно больше систем и устройств. Помимо традиционных систем впрыска и зажигания под управлением электронной системы находятся: топливная система, система впуска, выпускная система, система охлаждения, система рециркуляции отработавших газов, система улавливания паров бензина, вакуумный усилитель тормозов.

Термином «система управления двигателем» обычно называют систему управления бензиновым двигателем. В дизельном двигателе аналогичная система называется система управления дизелем.

Система управления двигателем включает входные датчики, электронный блок управления и исполнительные устройства систем двигателя.

##### *Схема системы управления двигателем*

Входные датчики измеряют конкретные параметры работы двигателя и преобразуют их в электрические сигналы. Информация, получаемая от датчиков, является основой управления двигателем. Количество и номенклатура датчиков определяется видом и модификацией системы управления. Например, в системе управления двигателем Motronic-MED применяются следующие входные датчики: давления топлива в контуре низкого давления, давления топлива, частоты вращения коленчатого вала, Холла, положения педали акселератора, расходомер воздуха (при наличии), детонации, температуры охлаждающей жидкости, температуры масла, температуры воздуха на впуске, положения дроссельной заслонки, давления во впускном коллекторе, кислородные датчики и др. Каждый из датчиков используется в интересах одной или нескольких систем двигателя.

Электронный блок управления двигателем принимает информацию от датчиков и в соответствии с заложенным программным обеспечением формирует управляющие сигналы на исполнительные устройства систем двигателя. В своей работе электронный блок управления взаимодействует с блоками управления автоматической коробкой передач, системой ABS (ESP), электроусилителя руля, подушками безопасности и др.

Исполнительные устройства входят в состав конкретных систем двигателя и обеспечивают их работу. Исполнительными устройствами топливной системы являются электрический топливный насос и перепускной клапан. В системе впрыска управляемыми элементами являются форсунки и клапан регулирования давления. Работа системы впуска управляется с помощью привода дроссельной заслонки и привода впускных заслонок.

Катушки зажигания являются исполнительными устройствами системы зажигания. Система охлаждения современного автомобиля также имеет ряд компонентов, управляемых электроникой: термостат (на некоторых моделях двигателей), реле дополнительного насоса охлаждающей жидкости, блок управления вентилятора радиатора, реле охлаждения двигателя после остановки.

В выпускной системе осуществляется принудительный подогрев кислородных датчиков и датчика оксидов азота, необходимый для их эффективной работы. Исполнительными устройствами системы рециркуляции отработавших газов являются электромагнитный клапан управления подачей вторичного воздуха, а также электродвигатель насоса вторичного воздуха. Управление системой улавливания паров бензина производится с помощью электромагнитного клапан продувки адсорбера.

Принцип работы системы управления двигателем основан на комплексном управлении величиной крутящего момента двигателя. Другими словами, система управления двигателем приводит величину крутящего момента в соответствии с конкретным режимом работы двигателя. Система различает следующие режимы работы двигателя:

- запуск;
- прогрев;
- холостой ход;

- движение;
- переключение передач;
- торможение;

работа системы кондиционирования.

Изменение величины крутящего момента производится двумя способами – путем регулирования наполнения цилиндров воздухом и регулированием угла опережения зажигания.

### *Раздел 5 Управление трансмиссией*

Одна из наиболее актуальных проблем современного автомобилестроения – упрощение и облегчение управления автомобилем не может быть решена без автоматизации управления трансмиссией. Как показывает более чем 50-летний опыт создания автоматических трансмиссий, их совершенствование идет по двум направлениям: автоматизация управления механическими трансмиссиями, состоящими из ступенчатой коробки передач и фрикционного сцепления (т.е. такими трансмиссиями, которыми оборудуется подавляющее большинство выпускаемых автомобилей), и оснащение автомобилей автоматическими специализированными трансмиссиями, обеспечивающими наиболее удобное, простое и легкое управление, высокую комфортабельность автомобиля.

По уровню автоматизации управления трансмиссии могут быть разделены на полуавтоматические, которые автоматизируют управление не целиком всей трансмиссией, а только отдельными ее узлами (например, сцеплением), и автоматические, управляемые без участия водителя.

Чем выше уровень автоматизации, тем более сложные задачи должна решать система управления, что, естественно, связано с ее усложнением и удорожанием. Поэтому автоматические трансмиссии применяются преимущественно в автомобилях более высоких классов, хотя есть и конструкции, предлагаемые для установки на автомобилях малого класса. При этом основное применение в качестве автоматических трансмиссий в настоящее время получили гидромеханические передачи. Повысился интерес к полуавтоматическим и автоматическим механическим трансмиссиям.

Благодаря достижениям микроэлектроники решение проблемы автоматического управления обычными фрикционными сцеплениями обрело реальную базу, так как именно электроника способна сформировать необходимые режимы работы фрикционного сцепления: принудительное выключение на период переключения передач и при снижении частоты вращения коленчатого вала до уровня, соответствующего режиму холостого хода двигателя; принудительную блокировку, гарантирующую его работу без пробуксовки, после того как в процессе разгона автомобиля отпадает надобность в получении разности частот вращения коленчатого вала двигателя и ведущего вала коробки передач; регулирование момента трения по заданным законам во время разгона автомобиля с целью наименьшего буксования при одновременном сохранении высоких тягово-скоростных качеств автомобиля.

Первые два режима реализуются достаточно простыми средствами, поскольку для них необходимо только выработать команды либо полного включения, либо полного выключения сцепления. Последний режим, особенно с учетом того, что регулирование момента трения должно выполняться по законам, предусматривающим оптимальную работу сцепления при самых разнообразных условиях движения автомобиля, осуществить гораздо труднее. Но электронике это по силам, поскольку она может фотографически точно воспроизвести самые эффективные варианты действий водителя при обычном (неавтоматическом) управлении сцеплением.

Возьмем, к примеру, режимы трогания автомобиля с места и его разгон. При неавтоматизированном управлении передаваемый сцеплением крутящий момент в момент нажатия водителем на педаль подачи топлива (т.е. при увеличении частоты вращения коленчатого вала) и одновременном отпускании педали сцепления возрастает. Очевидно, что при переходе на автоматическое управление сцеплением такой закон регулирования крутящего момента должен быть сохранен. У водителя остается только одна функция - нажимать на педаль подачи топлива.

Функцию же управления отпусканием педали сцепления берет на себя электроника, реагирующая на положение педали подачи топлива или на частоту вращения коленчатого вала, либо на то и другое одновременно.

#### *Раздел 6 Управление подвеской*

В практике проектирования подвесок основное внимание уделяется решению вопросов устойчивости и управляемости автомобиля. При длительном времени движения большое значение имеет плавность движения. В подвесках с постоянными значениями параметров улучшение одних эксплуатационных свойств происходит в ущерб другим.

Для создания подвески, обеспечивающей удовлетворительные характеристики статической и траекторной устойчивости, управляемости и плавности движения, необходимо предусмотреть возможность изменения в процессе движения основных параметров подвески.

Можно выделить три направления электронных систем управления подвеской современного автомобиля:

- управление упругими и гасящими элементами подвески;
- управление стабилизаторами поперечной устойчивости;
- управление кинематикой подвески.

Очевидно, что имеют место и комплексные электронные системы управления подвеской.

Характеристики, которые получает подвеска того или иного автомобиля, всегда компромиссны. Чтобы кузов автомобиля в определенных режимах (разгон, торможение, прохождение поворотов) не кренился чрезмерно в сторону или не раскачивался в горизонтальном и вертикальном направлении со значительной, а иногда – с угрожающей амплитудой, приходится увеличивать

жесткость упругих элементов подвески. Однако такой шаг, необходимый для безопасного движения, неизбежно ведет к ухудшению комфорта, поэтому конструкторам почти всегда приходится останавливаться на некоем среднем варианте, который, понятно, не может обеспечить ни максимума безопасности, ни наилучшего комфорта. Идеальная подвеска должна самостоятельно изменять свои характеристики в зависимости от дорожных условий, именно такие системы управления принято называть «активными».

Системы, которые незначительно меняют свои характеристики или отдают это право водителю, называют полуактивными или «пассивными».

По принципу действия развитие получили два направления активных подвесок: пневматические и гидропневматические.

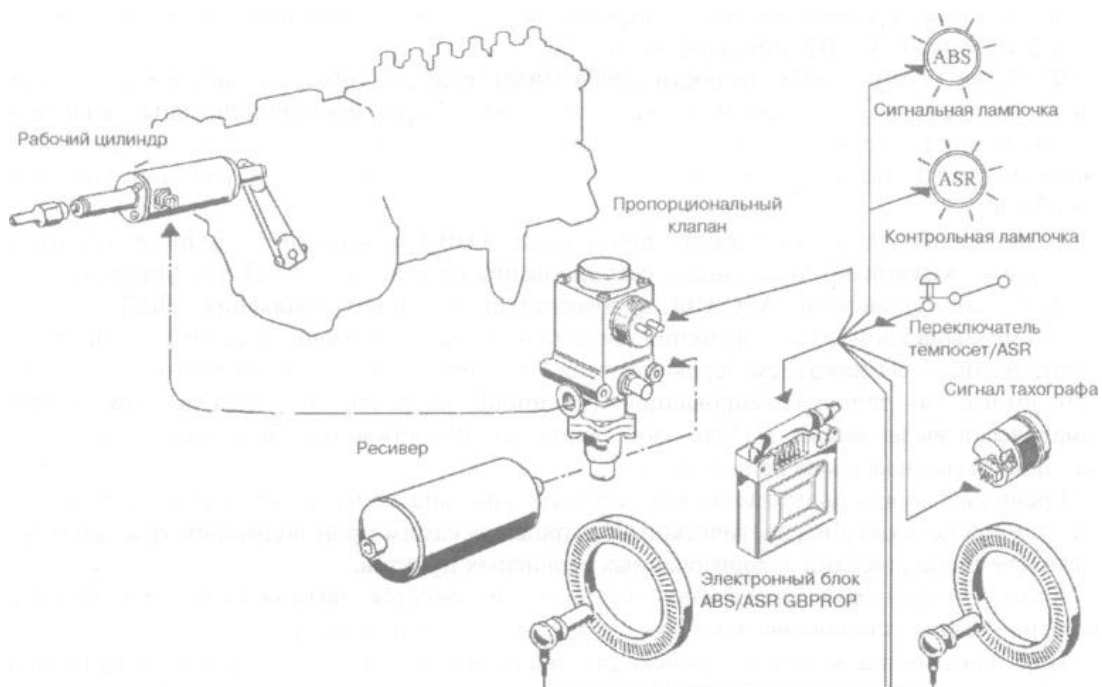
### *Раздел 7 Управление тормозными системами*

Электронная тормозная система (EBS) частично заменяет общепринятые компоненты тормозных систем и расширяет возможности ABS и ПБС. Исключительно быстрое, безинерционное электронное управление уменьшает тормозной путь, за счет такого же быстрого растормаживания значительно увеличивается срок службы фрикционных накладок тормозных колодок.

С помощью EBS, тормоза тягача и прицепа срабатывают одновременно, тем самым достигается высокая безопасность движения (пример показан на рисунке 1).

EBS осуществляет полностью электронное управление рабочей тормозной системой. Модульная конструкция EBS позволяет оснащать самые различные типы транспортных средств всего лишь четырьмя базовыми компонентами:

- модулем ножного тормозного крана с датчиком положения;
- электронным блоком управления, который является центром EBS;
- датчиком загрузки для измерения фактической загруженности автомобиля;
- модулем управления тормозным давлением, представляющим собой комбинацию ускорительного клапана, электромагнитных клапанов, датчика давления и сопутствующей электроники. Модуль управления тормозным давлением выпускается в одно- или двухканальном исполнении и соединяется с блоком управления с помощью интерфейса CAN по шине «тормоз».



**Рисунок 1 – Схема системы ПБС и ограничителя скорости**

*Раздел 8 Электронные системы рулевого управления*

Система адаптивного рулевого управления (Direct Adaptive Steering, DAS) устанавливается на некоторые комплектации автомобиля Infiniti Q50 с 2013 года. Как следует из названия, электроника позволяет адаптировать работу рулевого управления к конкретным условиям движения и индивидуальным запросам водителя.

Схема системы адаптивного рулевого управления

Электронная система адаптивного рулевого управления включает входные датчики, электронные блоки управления и исполнительные устройства.

В системе DAS используется два вида датчиков: угла поворота рулевого колеса и усилия на колесе. Датчик угла поворота рулевого колеса фиксирует фактический угол поворота. Информация от датчика используется для вычисления угла поворота передних колес.

Датчик усилия на колесе устанавливается в рулевом механизме передних колес (конкретную информацию о количестве и расположении датчиков производитель не дает, предлагаемая информация является предположением автора). Он служит для формирования обратной связи с рулевым колесом в зависимости от условий движения.

Сигналы от датчиков поступают в электронные блоки управления. Безопасную работу системы адаптивного рулевого управления обеспечивают три блока управления (первая ступень защиты). Они постоянно контролируют работу друг друга с готовностью в любой момент взять на себя функции соседа. В своей работе блоки управления взаимодействуют с другими системами автомобиля.

В соответствии с заложенной программой блоки формируют управляющие воздействия на исполнительные устройства: сервопривод рулевого механизма, сервопровод рулевого колеса, электромагнитное сцепление. Сервопривод рулевого механизма обеспечивает поворот колес на определенный угол. В системе используется отдельный сервопривод на каждое из передних колес. Сервопривод рулевого колеса создает электронную симуляцию естественного сопротивления на рулевом колесе, т.н. обратную связь с дорогой.

Электромагнитное сцепление является важным элементом безопасности (вторая ступень защиты). При подаче электрической энергии сцепление размыкается, рулевое управление осуществляется по проводам. При прекращении подачи электрической энергии (в том числе в аварийной ситуации) сцепление замыкается, рулевое управление производится по традиционной механической схеме. Электромагнитное сцепление устанавливается в разрезе рулевой колонки.

Работа электронной системы адаптивного рулевого управления осуществляется следующим образом. Когда водитель вращает рулевое колесо, датчик угла поворота рулевого колеса считывает изменение угла, а электронный блок управления рассчитывает необходимый угол поворота передних колес. Сервоприводы рулевого механизма перемещают рулевую рейку и обеспечивают поворот колес на расчетный угол. Фактическое усилие поворота на колесе измеряется соответствующим датчиком и передается в блок управления. После обработки информации блок управления посылает сигнал на сервопривод рулевого колеса для имитации обратной связи с дорогой.

Система Direct Adaptive Steering позволяет водителю выбирать характер обратной связи (усилие на рулевом колесе и реакцию системы). В настройках предусмотрены три режима работы: тяжелый, стандартный и легкий. Кроме перечисленных режимов, усилия и реакции системы могут быть персонализированы (настроены под конкретного водителя).

Система адаптивного рулевого управления имеет несколько существенных преимуществ, отличающих ее от традиционного механического управления:

- быстрое действие;
- точность управления;
- отсутствие вибраций на рулевом колесе;
- возможность реализации новых функций.

Прямой цифровой канал от рулевого колеса к рулевой рейке и обратно обеспечивает высокое быстрое действие и точность движения по выбранной траектории, что делает управление транспортным средством более комфортным, информативным и безопасным. Кроме того, система позволяет двигаться прямолинейно при сильном поперечном ветре без подруливания. Система DAS защищает водителя и от чрезмерных вибраций руля, которые наблюдаются при движении по неровным дорогам. При этом сохраняется связь с дорогой.

Система адаптивного рулевого управления открывает широкие перспективы для реализации новых функций, особенно в части активной безопасности. В настоящее время на базе системы построена активная система



движения по полосе, в которой с помощью видеокамеры и блока управления осуществляется автоматическое удержание автомобиля в центре полосы движения.

Недостаток у электронной системы адаптивного рулевого управления, пожалуй, один, да и то психологического свойства. Пока сложно свыкнуться с мыслью, что ты управляешь автомобилем лишь виртуально, а реально все делает электроника.

### *Раздел 9 Информационные контрольно-диагностические системы*

Информационно-диагностическая система осуществляет информационное обеспечение автотранспортных средств (АТС). Она является составной частью современного автомобиля и предназначена для сбора, обработки, хранения и отображения информации о режиме движения и техническом состоянии автомобиля, о внешних факторах, окружающих автомобиль. Для этой цели на автомобиле устанавливаются контрольно-измерительные приборы (КИП) и различные дополнительные устройства: бортовая система контроля (БСК), система встроенных датчиков, маршрутный компьютер, на-вигационная система, телевизионная система заднего и кругового обзоров. Часть информации о внешних факторах водитель получает непосредственно через органы зрения и слуха. Для обеспечения качества этой части информации на АТС устанавливаются системы освещения, световой и звуковой сигнализации.

Контрольно-измерительные приборы информируют водителя о значении функциональных параметров автомобиля, его систем и агрегатов (скорости движения автомобиля, частоте вращения ко-ленчатого вала двигателя, напряжении бортовой сети, количестве топлива в баке, температуре охлаждающей жидкости, давлении мас-ла и т.д.), о выходе этих параметров за пределы допустимых значений (например, о падении давления масла в системе смазывания двигателя, о перегреве охлаждающей жидкости в системе охлаждения). Еще одним контролируемым параметром, по мнению ведущих специалистов, должно стать давление воздуха в шинах, но из-за трудностей, возникающих при передаче сигнала от колеса на борт автомобиля, и высокой стоимости существующих сегодня систем вопрос о контроле воздуха в шинах остается открытым.

Бортовая система контроля информирует водителя об аварийных и предаварийных отклонениях параметров автомобиля. С помощью БСК возможен автоматизировав контроль уровня эксплуатационных жидкостей в заправочных емкостях, состояния тор-мозных накладок, исправности ламп приборов светосигнальной аппаратуры, состояния фильтров и т.д. Смысл введения БСК состоит в том, что за счет периодических проверок непосредственно на контролируемом объекте отказывающие системы обслуживаются за-долго до их профилактического контроля и технического обслуживания. Это приводит к повышению надежности автомобиля.

Система встроенных датчиков служит для получения первичной информации о параметрах автомобиля. При диагностировании к системе встроенных датчиков через штекерный разъем подключается внешняя диагностическая аппаратура. Совокупность контрольных датчиков и внешней диагностической аппаратуры называется смешанной системой диагностирования. По сравнению с традиционной (внешней), системой диагностирования смешанная система обеспечивает оптимальное соотношение времени, стоимости и удобства диагностирования. Другими словами, она обеспечивает высокую контроле пригодность автомобиля.

Маршрутные компьютеры – это устройства, предоставляющие водителю дополнительную информацию, связанную со скоростью движения, расходом топлива, пройденным расстоянием и временем.

Навигационные системы, главным образом предназначаются для передачи водителю информации о состоянии дорог (обледенение, заторы, ремонт), карте дорог, оптимальном маршруте следования и погодных условиях. Эта информация поступает в автомобиль от системы датчиков, размещенных вдоль автомагистрали на всем ее протяжении, от специальных радиопередающих станций по спутниковой связи и из специально записанной в память системы базы данных.

Телевизионная система заднего и кругового обзора применяется, как правило, на большегрузных автопоездах. Во время стоянки она может превращаться в обычный телевизор, радиотелефон, компьютерные игры и т.п. Данная система относится к числу информационных и позволяет повысить безопасность автотранспортных средств за счет расширения зоны обзора дорожного пространства, что чрезвычайно важно в условиях непрерывно возрастающей интенсивности движения. Это обусловлено тем, что 95% всей информации водитель получает через органы зрения. Кроме того, обычные зеркала заднего вида в принципе не способны ликвидировать «мертвую» (или «слепую») зону, т.е. невидимую зону. Поэтому даже опытный водитель большого автомобиля при маневрировании не всегда может обойтись без помощников.

Система сигнализации автомобиля состоит из систем световой и звуковой сигнализации.

### *Раздел 10 Охранные системы*

Автоматизация является качественно новым этапом в совершенствовании производства. Основные обязанности человека в этом случае – наблюдение за параметрами процесса и выполнение внештатных операций. Применение средств автоматизации позволяет увеличить число агрегатов и механизмов, обслуживаемых одним человеком. Основные операции, которые выполняет человек в этом процессе – включение и отключение агрегатов, а в случае возникновения нештатных ситуаций – отключение регулятора и принятие на себя функции регулирования. Для этого он пользуется средствами

дистанционного управления механизированными приводами различных регулирующих органов применение средств технологической защиты, блокировки и автоматического включения резервных механизмов позволяет автоматизировать и сам процесс ликвидации аварийных положений.

Автоматизация производственных процессов развилась по пути замены тяжелого физического труда человека работой механизмов. Механизация ручных операций на производственных предприятиях создала предпосылки для передачи технологическим регуляторам операций по управлению производственными процессами.

При автоматизации одной области промышленности возникает потребность в перенастройке технологии, аппаратуры и организации в смежной области. Автоматизация приносит наибольший эффект в тех случаях, когда технологи, конструкторы, специалисты по организации и планированию работают в тесном контакте со специалистами по автоматизации. Такая совместная работа предполагает их взаимопонимание, которое может быть достигнуто лишь в том случае, если специалисты различных профессий будут иметь общие представления автоматизации производственных процессов.

Таким образом, автоматизация работы оборудования включает: механизацию тяжелых работ и трудоемких процессов, дистанционное управление, автоматизацию непрерывных процессов, автоматическое регулирование по заданной программе.

К функциям контроля за состоянием объектов относят: технологическая защита, блокировка, автоматическое включение резерва, технологическая сигнализация.

Сигнализация автоматически подает сигнал при срабатывании защиты, блокировки, а также при включении резерва и служит для привлечения внимания дежурного персонала к месту возникновения неисправности.

Контролем за состоянием объекта управления называется процесс получения информации. Основной задачей системы автоматического контроля является измерение параметров объекта управления и сравнения текущих значений с допустимыми, регистрация значений параметров и их текущих отклонений от заданных, сигнализация возникновения нештатных ситуаций. По расстоянию от объекта до средств автоматического контроля системы бывают сосредоточенного, дистанционного и телемеханического контроля. Системы сосредоточенного контроля размещают в непосредственной близости от объекта управления. Системы дистанционного контроля размещают на определенном расстоянии от объекта управления, они содержат специальные средства предварительной обработки для передачи контролируемых параметров по линиям связи. Системы телемеханического контроля позволяют осуществить беспроводную связь с объектом управления.

При срабатывании сигнализации включается звуковой сигнал. Устройство имеет встроенный источник питания и в аварийной ситуации является энергонезависимым. Вся схема устройства вместе со звуковым сигналом выполнены в одном корпусе.

При охране автомобиля устройство работает с двумя типами внешних датчиков:

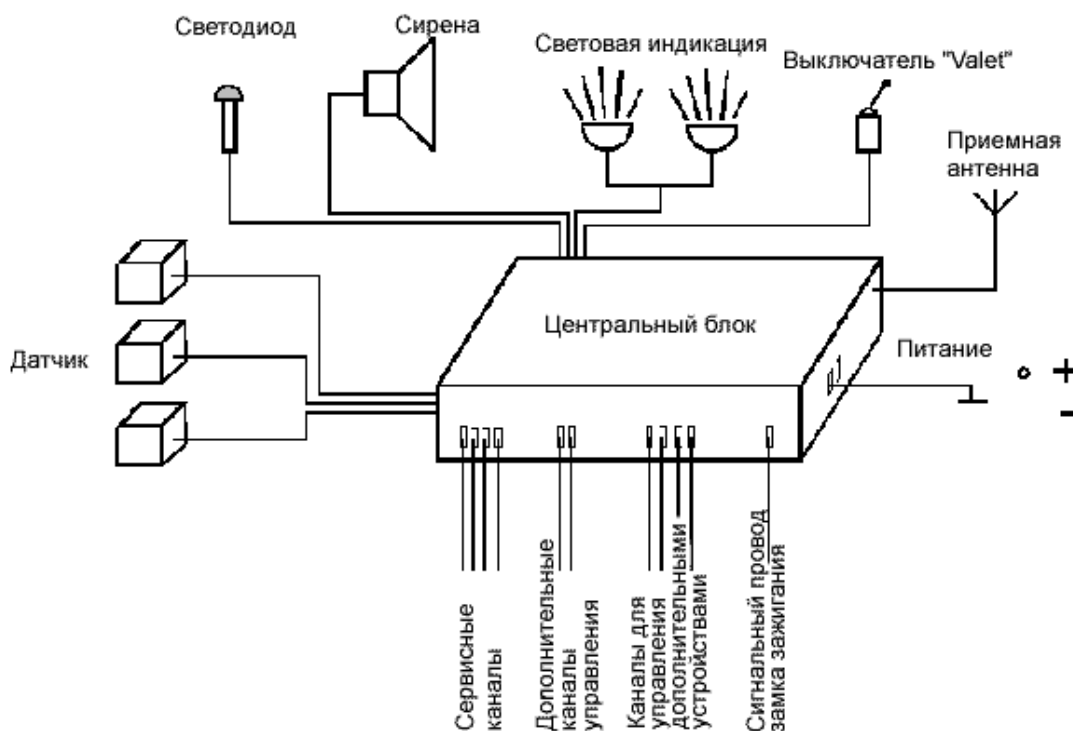
а) для дверей (датчики открывания дверей или датчик механических колебаний) – включает звуковой сигнал с задержкой 6 секунд;

б) для закрытого капота и багажника – мгновенное включение звукового сигнала.

В охранном устройстве предусмотрена светодиодная индикация режима срабатывания датчиков сигнализации, что удобно при установке и эксплуатации, так как является индикатором нормальной работы всей схемы.

Устройство питается от аккумулятора автомобиля, но в случае аварийной ситуации (при его отключении) схема автоматически переключается на встроенный резервный источник питания, при этом потребляемый ток в режиме ОХРАНА не превышает 0,5 мА.

На рисунке 2 схематично представлены основные элементы охранных систем. Рассмотрим назначение каждого из них.



**Рисунок 2 – Основные элементы охранных систем**

Сердцем автомобильной охранной системы является центральный блок. Никакая система не сможет работать без электронного блока управления с центральным процессором. Это устройство принимает кодированные сигналы, посылаемые пультом дистанционного управления – брелоком (это устройство с кнопками водителя носят на связке ключей автомобиля). Центральный блок контролирует работу сигнализации – получает информацию от датчиков, анализирует ее и посылает сигналы на исполнительные и сигнальные устройства, информирует владельца о неполадках в системе, незакрытых дверях, не выключенных фарах и т.д. У центрального блока жесткая память, и даже при

отключении питания он помнит программные установки и данные кодовых комбинаций, полученные от брелока.

По конструктивному исполнению автосигнализация может быть выполнена как по моноблочной схеме, то есть центральный блок с сиреной и одним из датчиков собраны в одном корпусе, так и по разнесенной – такой как на рисунке. Европейские производители чаще предпочитают моноблочную компоновку. Особенно ее используют итальянцы. Американские же фирмы, напротив, стараются все системы делать по разнесенной схеме.

Большое значение имеет питание системы, то есть то напряжение (его значение и колебания), которое подается на центральный блок. Автомобиль, особенно современный – сложнейшая система. В нем огромное количество потребителей энергии, блоков и проводов. На разных режимах работы автомобиля в электрической цепи возникают колебания и просадки напряжения. Очень многое зависит от того, как установлена система сигнализации (насколько грамотно монтажник подал на нее питание), как центральный блок и память системы воспринимают эти колебания. Стоит лишь сказать о том, что, например, система Clifford Cyber 5 забывает все запрограммированные ранее установки при напряжении ниже 10 Вольт. А в автомобиле ВАЗ – 2108-09 Clifford Cyber 5 вообще работает из рук вон плохо, так как бортовая сеть этого автомобиля изобилует помехами и перепадами напряжения. Система Python 100 фирмы Derected Electronic Inc. В противовес может работать от обычной батарейки «Крона» – 9 Вольт – так неприхотлива она к источнику питания. Это вовсе не значит, что система Clifford Cyber 5 никуда не годна. Она хорошо ведет себя на иномарках, где бортовая сеть «чистая». Определяя защиту для своего автомобиля владельцу «девятки» не стоит настаивать на установке именно Cyber 5. Необходимо прислушиваться к рекомендациям специалистов, имеющим в этом деле большой опыт.

Система сигнализации управляется, чаще всего, при помощи пульта дистанционного управления – брелока.

Он передает команды автовладельца центральному блоку, который с помощью антенны принимает и расшифровывает радиосигнал. Брелок представляет собой миниатюрный пульт-радиопередатчик. Для того, чтобы исключить возможность выключения сигнализации посторонними лицами, брелок посылает кодированные радиосигналы. Уровень секретности, типы кодов, количество их комбинаций в различных сигнализациях различны. Брелок снабжен одной или несколькими кнопками управления, нажатием которых формируется тот или иной сигнал. Если этот сигнал принадлежит хозяину автомобиля, автосигнализация нормально реагирует на сигналы управления и включает или выключает режим охраны сигнализации и управляет отпиранием или запираем дверей, а также многими другими ее функциями.

## *Раздел 11 Системы безопасности и комфорта*

Для помощи водителю и для повышения безопасности дорожного движения разрабатывается большое количество электронных систем безопасности автомобилей.

Все системы безопасности делятся на активные и пассивные: назначение активных систем – предотвратить столкновения автомобилей; пассивные системы безопасности снижают тяжесть последствий при аварии.

Характеристика современных систем активной безопасности.

1. Антиблокировочная система тормозов (АБС, ABS). Предотвращает проскальзывание колес во время торможения автомобиля. Часто (но не всегда) работа АБС сокращает тормозной путь автомобиля, особенно на скользкой дороге.

2. Система курсовой устойчивости (ESP, ESC, VSA и др.). Помогает сохранить или восстановить утраченный контроль над автомобилем при заносе. Система может изменять обороты двигателя и регулирует тормозное усилие индивидуально на каждом колесе автомобиля.

3. Система аварийного торможения (EBA, BAS). В случае экстренного торможения система быстро поднимает давление в тормозной системе. Используется вакуумный способ управления.

4. Система динамического контроля над торможением (DBS, HVB). Быстро поднимает давление при экстренном торможении, но способ реализации иной, гидравлический.

5. Система электронного распределения тормозных сил (EBD, EBV). Фактически это программное расширение последних поколений АБС. Тормозное усилие правильно распределяется между осями автомобиля, не допуская блокировки, в первую очередь, задней оси.

6. Электромеханическая тормозная система (EMB). Тормозные механизмы на колесах активируются при помощи электродвигателей. На серийных автомобилях ещё не применяется.

7. Адаптивный круиз контроль (ACC). Сохраняет выбранную водителем скорость автомобиля, поддерживая при этом безопасную дистанцию до движущегося впереди автомобиля. Для поддержания дистанции система может изменять скорость автомобиля, воздействуя на тормоза, или дроссельную заслонку двигателя.

8. Система помощи при подъеме (Hill Holder, HAS). При трогании автомобиля на подъеме система не позволяет автомобилю откатываться назад. Даже при отпущенной педали тормоза давление в тормозной системе сохраняется и начинает уменьшаться при нажатии на педаль «газа».

9. Система помощи при спуске (HDS, DAC). Сохраняет безопасную скорость автомобиля при движении на спусках. Включается водителем, но активируется при определенной крутизне спуска и достаточно малой скорости автомобиля.

10. Антипробуксовочная система (ASR, TRC, ASC, ETC, TCS). Не дает колесам автомобиля проскальзывать при наборе им скорости.

11. Система обнаружения пешеходов (APD, PDS). Позволяет обнаружить пешехода, поведение которого может привести к столкновению. При опасности оповещает водителя и включает тормозную систему.

12. Парковочная система (PTS, Park Assistant, OPS). Помогает водителю припарковать автомобиль в стесненных условиях. Некоторые разновидности систем выполняют эту работу в автоматическом или автоматизированном режиме.

13. Система кругового обзора (Area View, AVM). При помощи системы видеокамер, а точнее, синтезированного с них изображения на мониторе помогает управлять автомобилем в стесненных условиях.

14. Система аварийного рулевого управления. Берет управление автомобилем на себя в опасной ситуации для увода автомобиля из-под удара.

15. Система помощи движению по полосе. Эффективно удерживает автомобиль на полосе движения, обозначенной линиями разметки.

16. Система помощи при перестроении. Контролируя наличие помех в «мертвых зонах» зеркал заднего вида помогает безопасно выполнить маневр перестроения.

17. Система ночного видения. При помощи видеокамер, реагирующих на тепловое излучение предметов, на мониторе создается изображение, помогающее управлять автомобилем при недостаточной видимости.

18. Система распознавания дорожных знаков. Реагирует на знаки ограничения скорости, доводит эту информацию до водителя.

19. Система контроля усталости водителя. Выполняет мониторинг состояния водителя. Если, по мнению системы, водитель устал, она требует остановки и отдыха.

20. Система торможения после столкновения. При аварии, после первого столкновения включает тормозную систему автомобиля, чтобы избежать последующих столкновений.

21. Превентивная система безопасности. Наблюдает за обстановкой вокруг автомобиля и при необходимости принимает меры, призванные предотвратить аварию.

### Системы комфорта

Комфорт – одно из основных потребительских качеств современного автомобиля. Повышение комфорта является приоритетным направлением совершенствования транспортных средств. Под комфортом понимается совокупность психических и физических ощущений человека в процессе его контакта с автомобилем или отдельными его элементами.

Комфорт в автомобиле реализуется с помощью различных механических и электронных систем, именуемых системами комфорта. Вместе с тем термин системы комфорта появился сравнительно недавно, а именно с развитием электроники в управлении автомобилем. Поэтому под системами комфорта обычно понимаются электронные системы. Хотя формально к системам комфорта относятся и механические системы, например, ручная регулировка сидения, регулировка положения колонки рулевого колеса и др.

Состав систем комфорта различается в зависимости от класса автомобиля. Чем выше класс автомобиля, тем он более комфортный, соответственно обладает большим числом систем комфорта. Как говорится, комфорта много не бывает.

Электронные системы комфорта могут иметь централизованное (от одного центрального электронного блока управления) и децентрализованное управление (от отдельного электронного блока управления).

Стандартный перечень систем комфорта с централизованным управлением включает: центральный замок с дистанционным управлением, освещение салона, противоугонные системы (сигнализацию, иммобилайзер), обогрев заднего стекла.

На отдельные автомобили (в основном премиум-класса) дополнительно к перечисленным устанавливаются система интеллектуального доступа и запуска двигателя, подъемный люк, система открывания ворот гаража, система контроля давления в шинах, электронная блокировка рулевой колонки, электронный замок зажигания и др. Некоторые из перечисленных систем комфорта могут иметь управление от отдельного блока.

К децентрализованным системам комфорта относятся: электростеклоподъемники, обогрев зеркал, электропривод регулировки зеркал, обогрев сидений, электрическая регулировка сидений с функцией памяти, массаж сидений, парктроник, парковочный автопилот, камера заднего вида, автоматические стеклоочистители и др.

Электростеклоподъемники, обогрев и электропривод зеркал, замки дверей имеют, как правило, управление от отдельных блоков в каждой двери. Дополнительно к указанным системам, в передних дверях могут быть реализованы функции складывания зеркал, автоматического затемнения зеркал.

При выключении зажигания и закрытии дверей автомобиля ряд систем комфорта продолжают работать – переходят в «спящий» режим. При этом реализуется минимальный набор функций, включающий работу противоугонной системы, дистанционного управления центральным замком, системы разрешения доступа.

Несмотря на многообразие систем комфорта, можно выделить их общие конструктивные элементы: входные устройства, электронный блок управления и исполнительные устройства.

Входные устройства формируют электрические сигналы, воспринимаемые блоком управления. К ним относятся датчики, всевозможные выключатели, переключатели, кнопки.

На основании электрических сигналов входных устройств электронный блок управления формирует управляющие воздействия на исполнительные устройства. Электронные блоки соединяются между собой двухпроводной линией, т.н. CAN-шина.

Исполнительными устройствами различных систем комфорта выступают: электродвигатели (запирания дверей, лючка топливного бака, подъема стекол, перемещения зеркал, складывания зеркал, регулировки сидений, открытия люка);



нагревательные элементы (зеркал, стекла, сидений);  
лампы (внутреннего и внешнего освещения, сигнальные);  
звуковой сигнал (сигнализации, парктроника, системы контроля давления  
в шинах).

## Практический материал

### Перечень средств обучения по дисциплине «Электронные системы механических транспортных средств»

Презентации к теоретическим занятиям
«Назначение, общее устройство и принцип действия электронных блоков управления».
«Назначение, виды, общее устройство и принцип действия датчиков электронных систем управления»
«Датчики положения дроссельной заслонки, массового расхода воздуха, температуры воздуха и охлаждающей жидкости»
«Назначение и виды электронных систем зажигания»
«Механические системы многоточечного непрерывного впрыска с электронным управлением»
«Система центрального импульсного впрыска топлива».
«Системы импульсного многоточечного впрыска топлива»
«Комплексные системы управления двигателем»

#### Оборудование:

- комплекс мультимедийный (проектор, ноутбук).
- лабораторный стенд «Система питания двигателя с распределенным впрыском топлива».
- лабораторный стенд «Системы кондиционирования и климат-контроля автомобиля с МПСО».
- лабораторный стенд «Противоугонная система с иммобилайзером».

#### Стенды:

- *информационные:*  
«Методическая работа»;  
«Информация».

## Перечень вопросов к ОКР

1. Опишите датчик скорости движения автомобиля.
2. Опишите назначение, устройство и принцип работы информационных контрольно-диагностических систем.
3. Опишите назначение, основные элементы и принцип работы механической системы многоточечного непрерывного впрыска с электронным управлением.
4. Опишите датчик массового расхода воздуха.
5. Опишите назначение, устройство и принцип работы системы управления подвеской автомобиля.
6. Опишите назначение основные элементы и принцип работы системы импульсного многоточечного впрыска топлива.
7. Опишите датчик положения дроссельной заслонки.
8. Опишите назначение, общее устройство и принцип работы системы электронного управления дизельных двигателей. Топливные системы с электронным управлением типа «Common Rail».
9. Опишите назначение и виды электронных систем зажигания. Особенности устройства электронных и микропроцессорных систем зажигания.
10. Опишите датчик давления во впускном трубопроводе.
11. Опишите назначение, устройство и принцип работы электронных систем рулевого управления.
12. Опишите назначение, виды, общее устройство и принцип действия датчиков электронных систем управления.
13. Опишите датчик расхода воздуха.
14. Опишите назначение и принцип работы комплексной системы управления двигателем и ее основные элементы.
15. Опишите назначение основные элементы и принцип работы системы центрального импульсного впрыска топлива.
16. Опишите датчик поворота коленчатого вала.
17. Опишите бортовое, комфортное, навесное и функциональное оборудование автомобиля.
18. Опишите общее устройство и принцип работы системы управления трансмиссией.
19. Опишите датчики детонации.
20. Опишите назначение, общее устройство и принцип действия электронных блоков управления. Расскажите принципы самодиагностики электронных блоков управления.
21. Опишите принцип работы электронных систем непосредственного впрыска бензиновых двигателей.

## Перечень вопросов к экзамену

1. Опишите бортовое, комфортное, навесное и функциональное оборудование автомобиля.
2. Классифицируйте автомобильное бортовое электронное оборудование.
3. Опишите назначение автомобильного бортового электронного оборудования.
4. Перечислите автотронное оборудование автомобиля, существующее на сегодняшний день.
5. Опишите электромобили существующие на сегодняшний день.
6. Расскажите назначение и общее устройство электронных блоков управления.
7. Поясните принцип действия электронных блоков управления.
8. Опишите аналогово-цифровые преобразователи в электронных блоках управления. Управляющие сигналы.
9. Опишите принципы обработки сигналов в электронных блоках управления.
10. Расскажите принципы самодиагностики электронных блоков управления.
11. Опишите назначение, виды, общее устройство и принцип действия датчиков электронных систем управления.
12. Поясните устройство и принцип действия датчика детонации.
13. Расскажите устройство и принцип действия индукционного датчика импульсов (частоты вращения).
14. Опишите устройство и принцип действия датчика поворота коленчатого вала.
15. Расскажите устройство и принцип действия датчика расхода воздуха.
16. Опишите устройство и принцип действия датчика давления во впускном трубопроводе.
17. Объясните устройство и принцип действия датчика положения дроссельной заслонки.
18. Опишите устройство и принцип действия датчика массового расхода воздуха.
19. Поясните устройство и принцип действия датчика температуры воздуха.
20. Опишите устройство и принцип действия датчика охлаждающей жидкости.
21. Расскажите устройство и принцип действия датчика скорости движения автомобиля.
22. Опишите устройство и принцип действия Датчика Холла и пьезоэлектрического датчика.
23. Опишите назначение и виды электронных систем зажигания.

24. Перечислите особенности устройства электронных и микропроцессорных систем зажигания.
25. Раскройте назначение механической системы многоточечного непрерывного впрыска с электронным управлением.
26. Перечислите основные элементы системы многоточечного непрерывного впрыска с электронным управлением и опишите их.
27. Расскажите принцип работы механической системы многоточечного непрерывного впрыска с электронным управлением.
28. Опишите назначение системы центрального импульсного впрыска топлива.
29. Перечислите основные элементы системы центрального импульсного впрыска топлива и опишите их.
30. Опишите принцип работы системы центрального электронного впрыска бензинового двигателя.
31. Опишите назначение системы импульсного многоточечного впрыска топлива.
32. Перечислите основные элементы системы импульсного многоточечного впрыска топлива и опишите их.
33. Объясните принцип работы электронных систем непосредственного впрыска бензиновых двигателей.
34. Опишите назначение комплексной системы управления двигателем.
35. Перечислите основные элементы комплексной системы управления двигателем и опишите их.
36. Опишите принцип работы комплексной системы управления двигателем.
37. Расскажите назначение и общее устройство системы электронного управления дизельных двигателей.
38. Перечислите основные элементы системы электронного управления дизельных двигателей и опишите их.
39. Опишите принцип работы системы электронного управления дизельных двигателей.
40. Опишите аккумуляторные топливные системы с электронным управлением типа «Common Rail».
41. Опишите общее устройство системы управления трансмиссией.
42. Раскройте принцип работы системы управления трансмиссией.
43. Опишите назначение и устройство системы управления подвеской автомобиля.
44. Поясните принцип работы системы управления подвеской автомобиля.
45. Расскажите назначение и типы антиблокировочных систем.
46. Опишите общее устройство антиблокировочных систем.
47. Перечислите и опишите основные элементы антиблокировочной системы.
48. Раскройте принцип работы антиблокировочных систем.

49. Опишите назначение и устройство электронных систем рулевого управления.
50. Расскажите принцип работы электронных систем рулевого управления.
51. Опишите назначение и устройство информационных контрольно-диагностических систем.
52. Раскройте принцип работы информационных контрольно-диагностических систем.
53. Опишите назначение и типы противоугонных систем, их конструктивные особенности.
54. Опишите электронные противоугонные системы.
55. Расскажите принцип дистанционного управления противоугонными устройствами.
56. Опишите назначение и типы систем комфорта, их конструктивные особенности
57. Раскройте назначение и типы систем безопасности, их конструктивные особенности.
58. Опишите автомобильные системы кондиционирования воздуха, их конструктивные особенности.
59. Поясните устройство и принцип работы ударных датчиков.
60. Опишите устройство и принцип работы подушек безопасности.

**Перечень учебных изданий  
и информационно-аналитических материалов,  
рекомендуемых для изучения учебной дисциплины  
«Электронные системы механических транспортных средств»**

**Основная литература**

№ п/п	Наименование	Автор	Издательство, год издания
1	Топливные насосы высокого давления распределительного типа	Голубков Л.Н., Савастенко А.А., Эмиль М.В.	М.: ПетерГранд, 2000
2	Топливная аппаратура с электронным управлением дизелей и двигателей с непосредственным впрыском бензина	Грехов Л.В.	М.: Легион-Автодата, 2001
3	Легковые автомобили	Савич Е.Л.	Минск: Новое знание, 2013
4	Техническое обслуживание и ремонт легковых автомобилей	Савич Е.Л., Болбас М.М., Ярошевич В.К.	Минск: Вышэйшая школа, 2001
5	Топливная аппаратура легковых автомобилей. Бензин	Савич Е.Л.	Минск: Автостиль, 2002
6	Системы безопасности автомобилей	Савич Е.Л., Капустин В.В.	Минск: Новое знание, 2015
7	Электрооборудование и системы бортовой автоматики современных легковых автомобилей	Соснин Д.А.	М.: СОЛОН-Р, 2015.
8	Системы зажигания легковых автомобилей. Устройство, обслуживание и ремонт	Твег Росс	М.: Антелком, 2004

**Дополнительная литература**

№ п/п	Наименование	Автор	Издательство, год издания
1	Транспорт и окружающая среда	Болбас М.М.	Минск: Технопринт, 2002.
2	Обслуживание и ремонт легковых автомобилей	Савич Е.Л., Болбас М.М., Ярошевич В.К.	Минск: Вышэйшая школа 2000.