

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Северный (Арктический) федеральный университет  
имени М.В. Ломоносова»

**О.Л. Коваленко, А.А. Банников, П.А. Пустошный**

## **КОМПОНЕНТЫ АВТОМОБИЛЬНОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ**

*Учебное пособие*

Архангельск  
САФУ  
2016

УДК 629.33.064.5  
ББК 32.96-04я73  
К562

Рассмотрено и рекомендовано к изданию  
учебно-методическим советом  
Северного (Арктического) федерального университета  
имени М. В. Ломоносова

*Рецензенты:*

Кузьмин Д.В., зав. кафедрой автоматики, робототехники и управления  
техническими системами ИЭиТ САФУ, доцент, кандидат технических  
наук;

Дыроватых В.А., ведущий инженер-электроник

**Коваленко, О.Л.**

К562 Компоненты автомобильной электроники: учебное пособие /  
О.Л. Коваленко, А.А. Банников, П.А. Пустошный; Сев. (Арктич.)  
федер. ун-т им. М. В. Ломоносова. – Архангельск: САФУ, 2016. –  
87 с.: ил.

ISBN 978-5-261-01186-6

Рассматриваются различные компоненты автомобильной электроники, назначение, принцип действия различных электронных устройств автомобилей, перспективы применения современных электронных средств для автомобилей.

Предназначено для студентов ИЭиТ по специальностям 190601.65 «Автомобили и автомобильное хозяйство», 190603.65 «Сервис транспортных и технологических машин» и направления подготовки 190500.62 «Эксплуатация транспортных средств» дневной и заочной форм обучения.

УДК 629.33.064.5  
ББК 32.96-04я73

ISBN 978-5-261-01186-6

© О.Л. Коваленко, А.А. Банников,  
П.А. Пустошный, 2016  
© Северный (Арктический)  
федеральный университет  
имени М. В. Ломоносова, 2016

## ВВЕДЕНИЕ

Современный автомобиль – это большая и сложная сеть электронных систем и компонентов. Для того чтобы разобраться в устройстве, структуре, принципе действия электронных компонентов автомобиля необходимо знать основы электроники и микропроцессорной техники.

Электронные системы управления, создаваемые на базе дискретных элементов и интегральных микросхем, выполняющих какую-либо определенную задачу управления, относятся к системам с жесткой логикой, т.е. алгоритм их функционирования определяется схемотехникой системы. У микропроцессорных систем такое ограничение отсутствует, т.е. при одной и той же структуре данные системы могут реализовывать различные алгоритмы управления вследствие соответствующего изменения записи команд в элементах памяти системы. Благодаря этому микропроцессорные системы образуют особый класс электронных систем управления и обладают рядом уникальных возможностей с точки зрения реализации самых сложных задач управления. Таким образом, микропроцессорные системы управления автомобилем являются основой современной автомобильной электроники.

Микропроцессорные системы отличаются большим разнообразием с точки зрения примененных типов устройств и их характеристик. Так, разрядность слова, т.е. число одновременно обрабатываемых разрядов, составляет 4–16 бит, тактовая частота – от одного до нескольких мегагерц, число уровней прерывания 2–8, объем ОЗУ – от 128 байт до нескольких килобайт, объем ПЗУ – несколько килобайт.

Особо перспективным является применение в системах управления агрегатами автомобилей однокристальных ЭВМ. В состав такой ЭВМ, выполненной в виде одной интегральной схемы, вхо-

дят центральный процессор, генератор тактовых импульсов, ОЗУ, интерфейс ввода-вывода, таймер, ПЗУ. Часто в составе одной серии однокристальных ЭВМ выпускают модификации с различными вариантами ПЗУ. Основным преимуществом применения однокристальной ЭВМ является возможность значительного сокращения числа интегральных микросхем, образующих систему управления. Однокристальная ЭВМ в зависимости от структуры микропроцессорной системы управления может заменить 5–10 корпусов интегральных микросхем, что помимо уменьшения размеров аппаратуры управления обеспечивает и существенное повышение ее надежности в результате сокращения внешних соединений между корпусами микросхем.

По сравнению с электронными системами управления микропроцессорные системы имеют следующие преимущества:

- с их помощью возможна реализация алгоритма управления любой сложности. При этом может быть учтено большое количество внешних параметров (помимо традиционно принимаемых во внимание частот вращения вала двигателя, выходного вала трансмиссии и нагрузки двигателя), таких, например, как производные этих параметров по времени, температурный режим двигателя, температура масла, полная масса автомобиля и т. д. Возникающие при этом трудности связаны лишь с необходимостью введения дополнительных датчиков и преобразователей;

- при необходимости обеспечивается корректирование алгоритма управления как при развитии системы, так и в рамках существующей системы с учетом, например, таких факторов, как изменение характеристик агрегатов вследствие их изнашивания. Следовательно, возможно создание адаптивных систем управления, которые способны изменять свои характеристики в процессе эксплуатации автомобиля с целью обеспечения его наилучших показателей. Для достижения такого эффекта не требуется изменения аппаратурной части системы;

- вследствие реализации широких возможностей микропроцессорных систем создаются комплексные системы управления агрегатами автомобиля (например, двигателем, сцеплением, коробкой передач);

- система управления на базе микропроцессорного комплекта или однокристальной ЭВМ требует минимального объема настрой-

ки и регулировок, поскольку они необходимы только для таких вспомогательных элементов системы, как ПЧН, ЦАП и АЦП.

Непрерывное совершенствование технологии производства электронных приборов, в том числе элементов микропроцессорных систем управления, обуславливает снижение их стоимости и создает благоприятные предпосылки для расширения их применения. Однако микропроцессорные системы целесообразно использовать в первую очередь для систем управления агрегатами автомобиля со сложными алгоритмами. К таким системам следует отнести антиблокировочные системы управления тормозными механизмами, системы управления гидромеханическими и автоматизированными механическими передачами и, конечно, комплексные системы управления несколькими агрегатами.

Одной из основных проблем создания микропроцессорных систем является разработка и реализация оптимального алгоритма управления. Многие различные микропроцессорные системы отличаются одна от другой в основном составом датчиков и видом алгоритма функционирования, который зависит от целевого назначения системы и сложности решаемых ею задач.

## **1. ЭЛЕМЕНТНАЯ БАЗА ЭЛЕКТРОННЫХ КОМПОНЕНТОВ АВТОМОБИЛЯ**

### **1.1. Транзисторы**

Транзисторы являются основой современной электроники.

Они являются полупроводниковыми элементами, которые пропускают ток при определенных условиях и могут выполнять роль усилителя тока.

Современные логические микросхемы поострены на основе биполярных транзисторов (транзисторно-транзисторная логика (ТТЛ)) или полевых транзисторов с изолированным затвором с каналами различной проводимости (технология построения электронных схем на основе комплементарной структуры металл-оксид полупроводник (КМОП)).

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	3
1. Элементная база электронных компонентов автомобиля.....	5
1.1. Транзисторы.....	5
1.2. Тиристоры.....	8
1.3. Стабилитроны.....	9
1.4. Логические элементы.....	11
1.4.1. Логический элемент «НЕ».....	11
1.4.2. Логический элемент «И».....	12
1.4.3. Логический элемент «ИЛИ».....	13
1.5. Компараторы.....	14
1.6. Одновибраторы и мультивибраторы.....	18
1.7. Преобразователь «напряжение—частота».....	20
1.8. Преобразователь «частота—напряжение».....	21
1.9. Аналого-цифровые преобразователи.....	22
1.10. Дешифраторы.....	24
1.11. Мультиплексоры.....	27
2. Электронные блоки управления.....	29
3. Топливные элементы.....	36
4. Частотные преобразователи (инверторы).....	38
5. Датчики автомобильных электронных систем.....	41
5.1. Датчики магнитного поля.....	44
5.1.1. Датчики Виганда.....	44
5.1.2. Магниторезистивные датчики.....	45
5.1.3. Индукционные датчики.....	47
5.1.4. Датчики Холла.....	48
5.2. Акселерометры и гироскопы.....	52
5.2.1. Одноосевой МЭМС-датчик угловой скорости (гироскоп) с вибрирующим кремниевым кольцом.....	50
5.2.2. Принцип действия МЭМС-гироскопа.....	53
5.2.3. Емкостный трехосевой МЭМС-акселерометр с цифровым выходом.....	58
5.2.4. Принцип действия емкостного акселерометра.....	60
5.3. Оптические датчики.....	67
6. Сетевая архитектура современного автомобиля.....	73
7. Современные полупроводниковые приборы для автомобильных систем.....	80
Список литературы.....	86