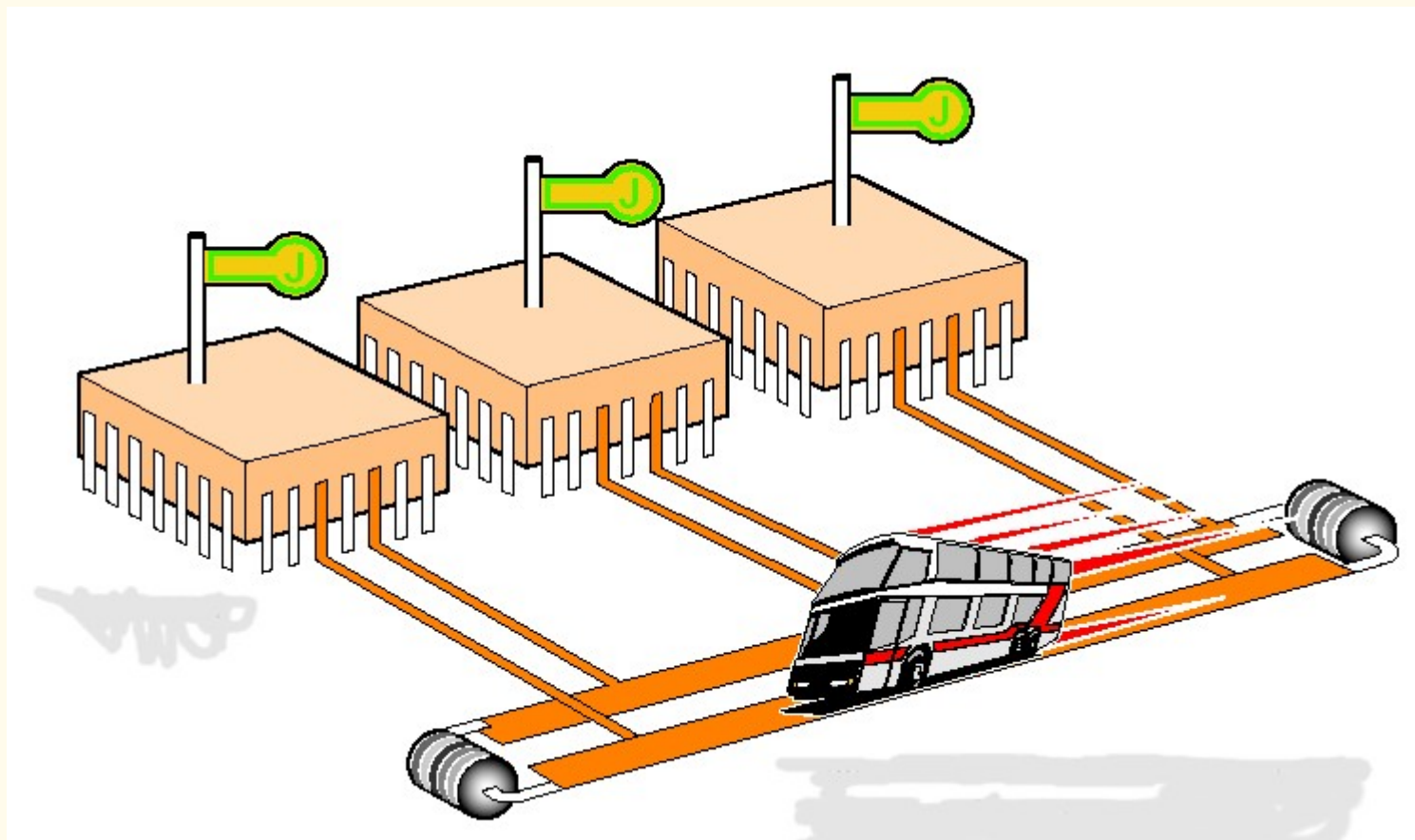


# Оснoвы CAN-Bus



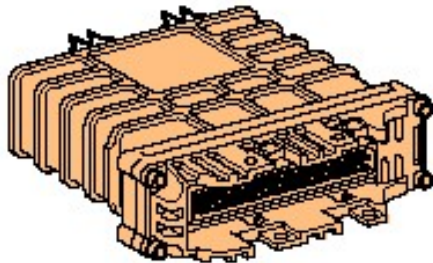
**CAN-Bus (Controller Area Network)**

## Передача информации

### Одна возможность:

Информация передается по  
одному проводу.

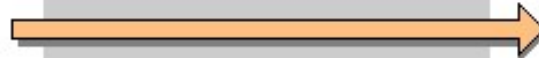
Блок управления  
Motronic J220



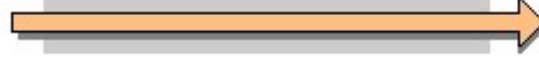
Частота вращения вала двигателя



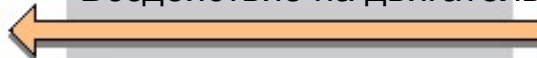
Расход топлива



Положение дроссельной заслонки



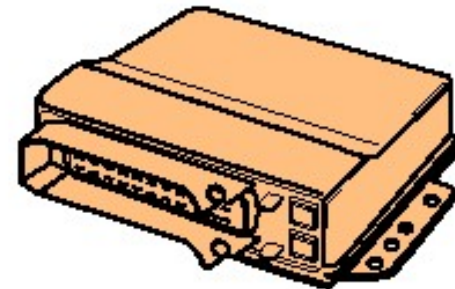
Воздействие на двигатель



Изменение угла заслонки



Блок управления автоматической  
коробкой передач J217



# Основы CAN-Bus

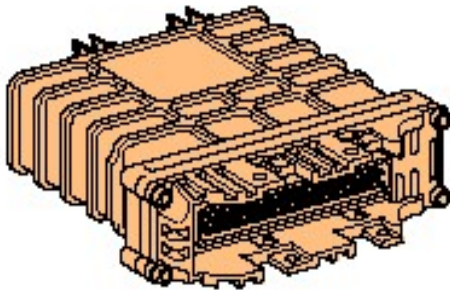


## Передача данных

### Вторая возможность:

Вся информация передается по двум двунаправленным проводам. Идет обмен информацией между блоками управления системы CAN-Bus

Блок управления  
Motronic J220



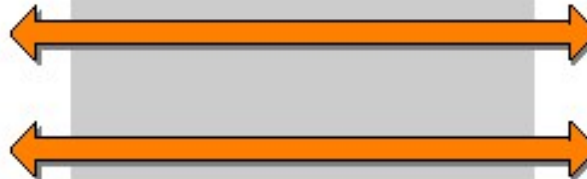
Частота вращения вала двигателя

Расход топлива

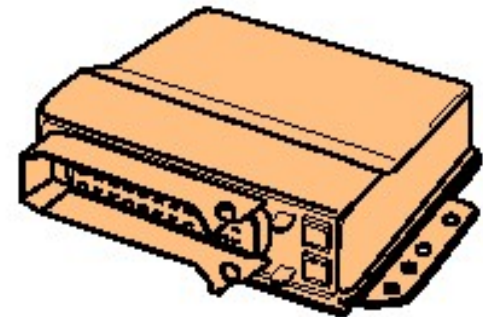
Положение дроссельной заслонки

Воздействие на двигатель

Изменение угла заслонки



Блок управления автоматической  
коробкой передач J217



# Основы CAN-Bus



## Система CAN-Bus

это способ обмена информацией между блоками управления. Он соединяет отдельные блоки управления в одну систему.

Чем больше информации имеет блок управления о состоянии целой системы, тем лучше он в ней ориентируется.



### Система CAN-Bus

CAN-двигатель

CAN-комфорт

CAN-информация

CAN-панель приборов

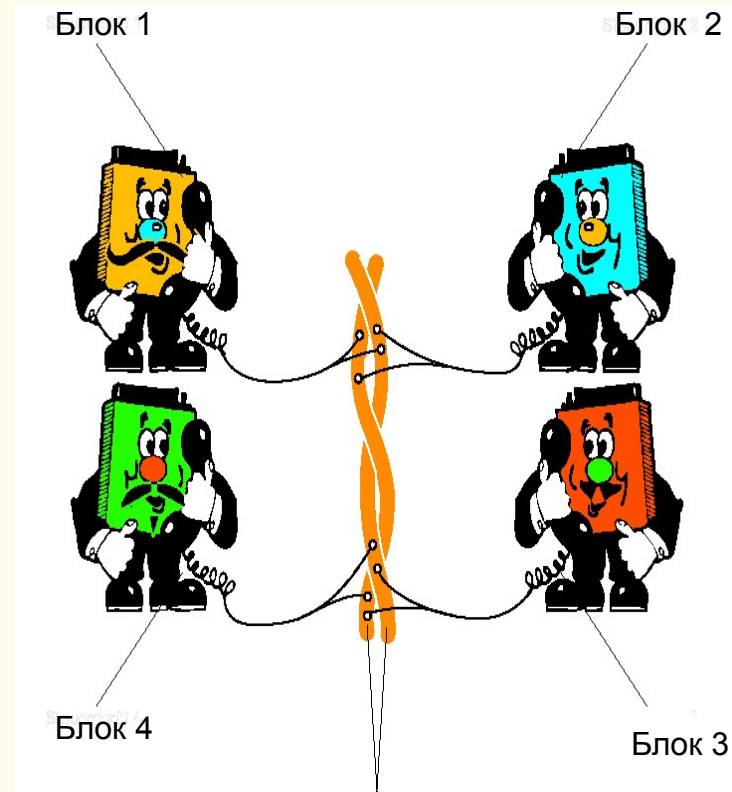
CAN-диагностика

# Основы CAN-Bus



## Преимущества системы

- Простой процесс прокладки кабельной сети.
- Очень быстрый обмен информацией между блоками управления.
- Благодаря небольшому размеру блоков управления и штекеров освобождается место.
- Минимальное количество допускаемых ошибок, поскольку все сообщения постоянно проверяются блоками управления.
- Если есть необходимость расширить протокол данных дополнительной информацией, нужно всего лишь произвести изменения математического обеспечения.
- Система CAN-bus стандартизирована во всем мире, поэтому она может соединять блоки управления разных производителей.



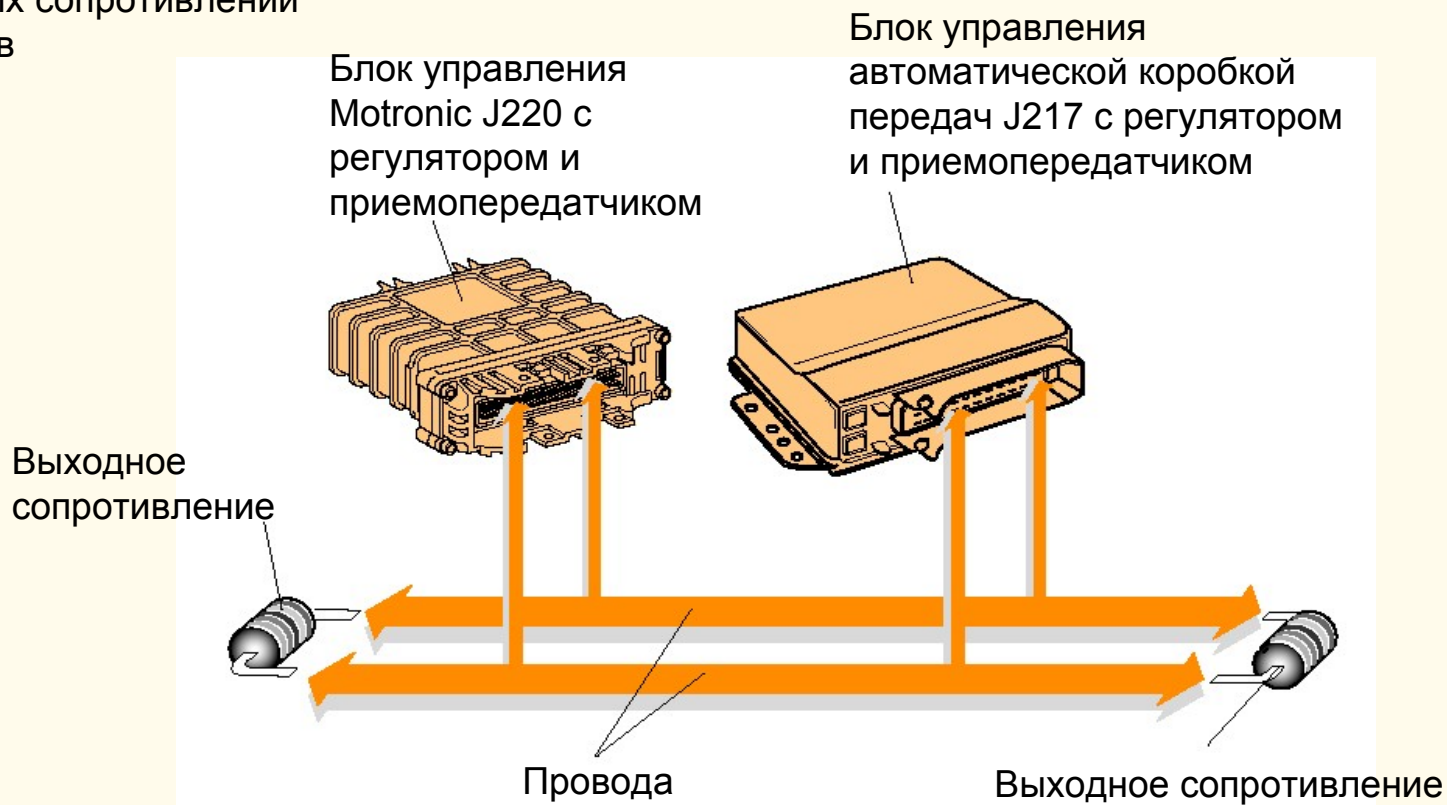
Система CAN-Bus

# Основы CAN-Bus



Система CAN-Bus состоит из:

- регулятора
- приемопередатчика
- двух выходных сопротивлений
- двух проводов



# Основы CAN-Bus



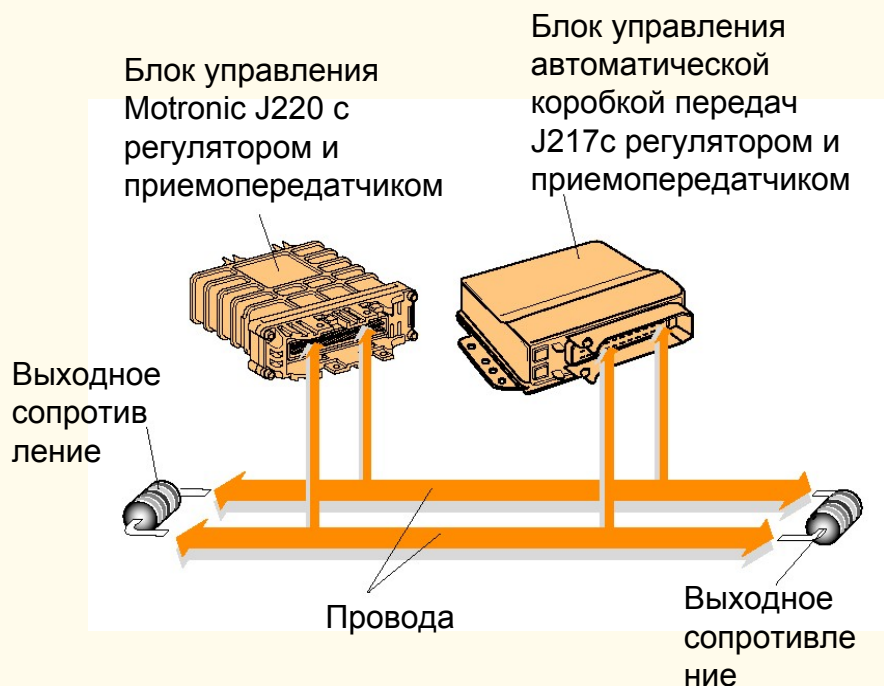
## Регулятор (контроллер)

получает с микрокомпьютера в блоке управления данные, которые нужно передать дальше. Он их подготавливает и передает на приемопередатчик.

Так же точно он получает данные с приемопередатчика, подготавливает их и передает на микрокомпьютер в блоке управления.

## Приемопередатчик (трансивер)

является одновременно и передатчиком, и приемником. Он преобразует данные, поступающие от регулятора, в электрические сигналы и направляет их в провода. Таким же образом он принимает данные и преобразует их для регулятора.



## Провода

являются двунаправленными и служат для передачи информации.

Они называются CAN-High (верх) и CAN-Low (низ)

## Выходные сопротивления (терминал)

Необходимы для того, чтобы данные не возвращались с концов проводов, и не искажали последующие данные.



# Основы CAN-Bus



## Процесс передачи информации

### 1. Подготовка данных

Сообщение всегда начинается свой путь от блока управления. Он передает своему регулятору посылаемые данные.

### 2. Отправление данных

Приемопередатчик получает от регулятора эти данные, преобразует их в серийные электрические сигналы и отправляет их.

### 3. Получение данных

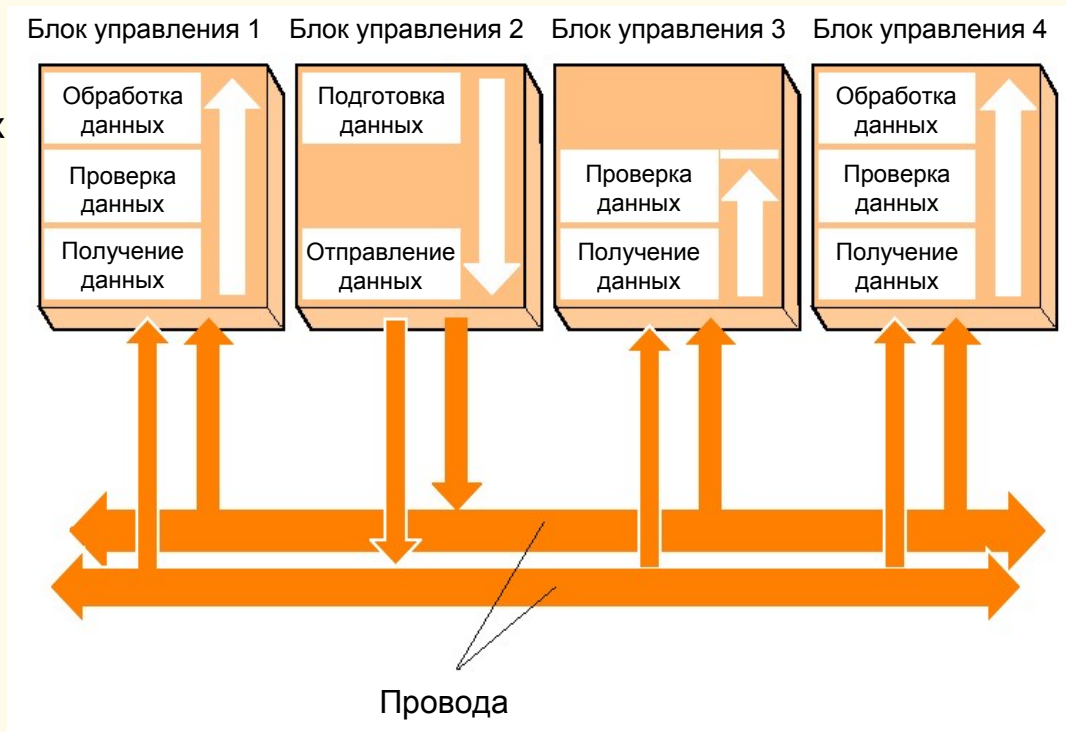
Все остальные блоки управления, объединенные в систему CAN-bus, являются получателями информации.

### 4. Проверка данных

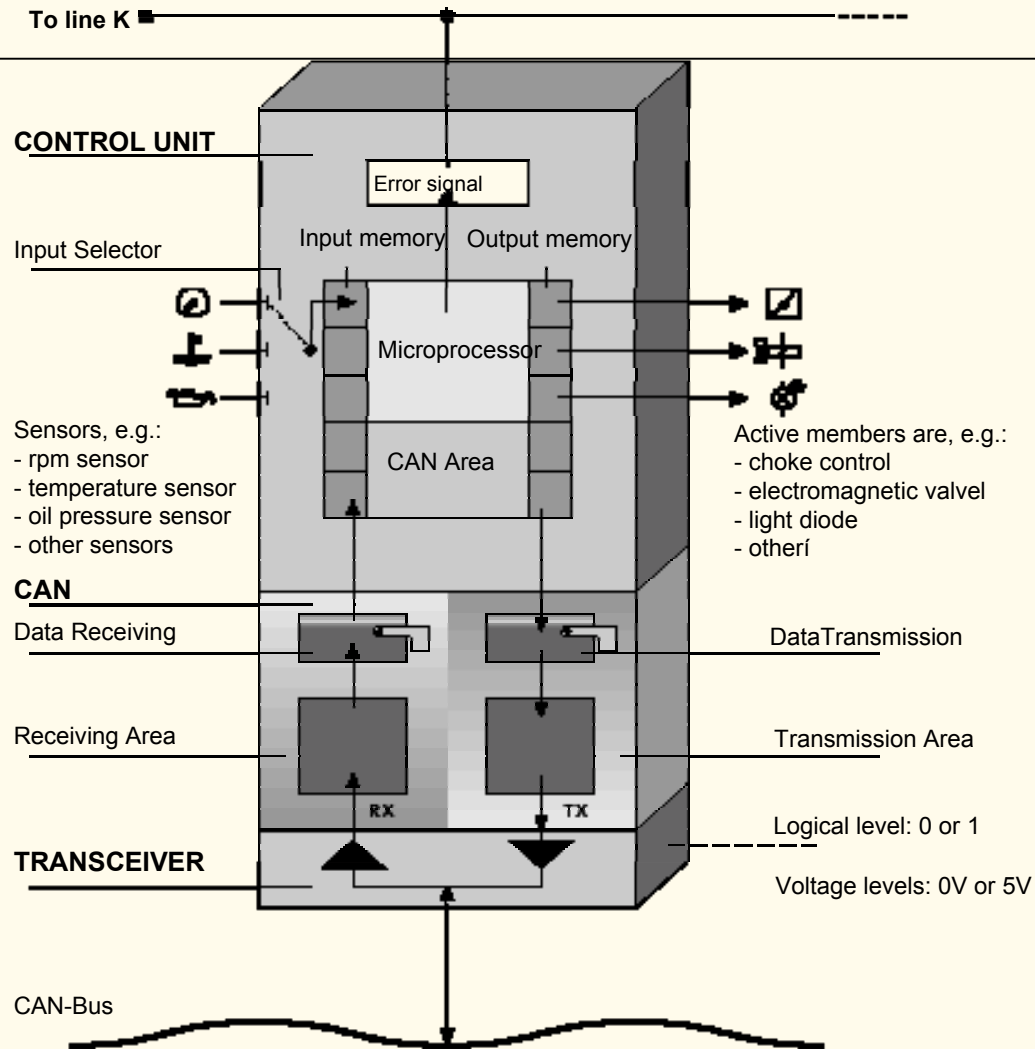
Блоки управления проверяют, нужна ли для их функционирования передаваемая информация.

### 5. Обработка данных

Если информация важна, она обрабатывается, если нет – игнорируется.



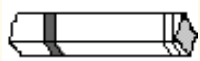
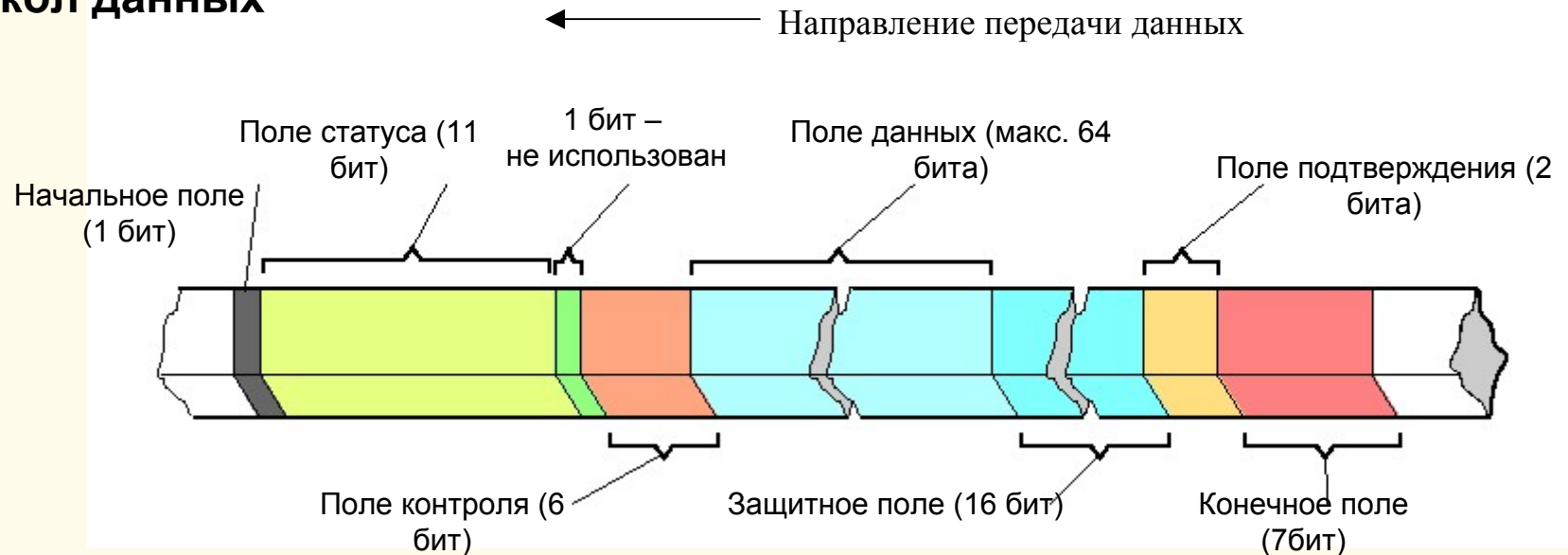




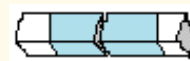
# Основы CAN-Bus



## Протокол данных



**Начальное поле** – обозначает начало протокола данных



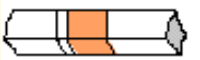
**Поле данных** – в этом поле содержится передаваемая информация



**Поле статуса** – используется для определения приоритета протокола данных и содержания сообщения (напр. обороты двигателя)



**Защитное поле** -- служит для обнаружения ошибок в процессе передаче информации.



**Поле контроля** – содержит код количества передаваемой в поле данных информации.



**В поле подтверждения** получатели сигнализируют, что они правильно приняли сообщение.



**В конечном поле** протокол данных заканчивается. Передатчик проверяет протокол и отправляет приемнику подтверждение.

## Защита передаваемой информации и обнаружение ошибок

Передаваемая протоколом данных информация защищается одновременно несколькими механизмами защиты.

### Мониторинг

- Передатчик сравнивает значение отправленного бита со значением, которое определилось на бусе. Если они совпадают, он продолжает посылать информацию. Если в поле статуса определилось другое значение, отправление информации прекращается, а право доступа в бус получает блок управления, который посылает сообщение, имеющее более высокий приоритет. Если несовпадение значений было определено не в поле статуса или подтверждения, фиксируется ошибка передачи.

### Код CRC (Cyclic Redundancy Check)

-В конце каждого сообщения посылается код CRC размером 15 битов, который строится из всех предыдущих битов соответствующего сообщения по принципу  $x^{15} + x^{14} + x^{10} + x^8 + x^7 + x^4 + x^3 + 1$ . Если в какой-нибудь точке буса определится несоответствие значения кода, фиксируется ошибка кода CRC.

### Дополнение бита (Bit stuffing)

- Если на бус посылаются пять следующих непосредственно друг за другом битов одного уровня, сообщение дополняется еще одним битом с противоположным уровнем. Это дополнение служит с одной стороны для распознавания ошибок, с другой стороны для правильной синхронизации времени приемников отдельных блоков управления. Если дополнение бита проходит неправильно, фиксируется ошибка дополнения бита.

### Контроль сообщений

Каждое сообщение проверяется в соответствии с заданным в спецификации форматом. Если в какой-нибудь точке сообщения обнаружится неразрешенная величина, фиксируется ошибка формата сообщения.

### Подтверждение получения сообщения

-Если блок управления правильно принял сообщение, он подтверждает это путем изменения значения одного бита в сообщении. Передатчик в этом бите всегда отправляет рецессивный уровень, и если после передачи информации распознается доминантный уровень, это значит, что сообщение было принято правильно. Подтверждение получения отправляется всеми блоками управления.

## Сигнализирование ошибки

В каждом блоке управления встроено два устройства для подсчета ошибок. Они выдают количество ошибок при получении и отправлении. В зависимости от информации в этом устройстве, блок управления выбирает статус (активный, пассивный или выключенный). Если блок управления производит слишком много ошибок, он автоматически отключается (статус Bus-off). В зависимости от типа сообщений об ошибках, блоки управления подразделяются на три группы:

### Активные блоки управления (Error Active)

- Эти блоки управления принимают активное участие в коммуникации по системе CAN-bus и если они распознают ошибку в только что отправленном сообщении (ошибку бита, ошибку кода CRC, ошибку дополнения бита, ошибку формата сообщения), они посылают на бус активное сообщение (Active Error Flag). Это сообщение состоит из шести следующих друг за другом доминантных битов, что приводит к нарушению передачи информации.

### Пассивные блоки управления (Error Passive)

- Эти блоки управления тоже принимают участие в коммуникации по системе CAN-bus, но из-за обнаружения неполадки они посылают пассивное сообщение (Passive Error Flag). Оно состоит из шести следующих друг за другом рецессивных битов, что не приводит к нарушению передачи информации.

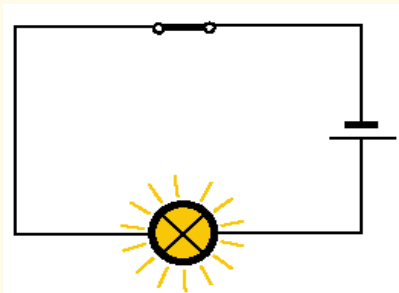
### Выключенные блоки управления (Bus-off)

Эти блоки управления никак не влияют на бус, их передатчики выключены.

# Основы CAN-Bus

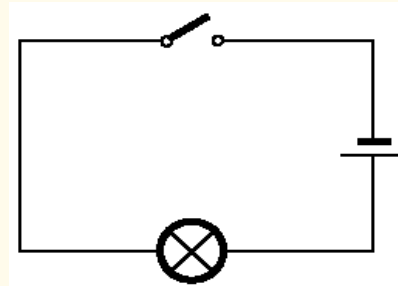
## Как возникает протокол данных

Каждый бит может находиться только в одном из двух состояний: 0 или 1



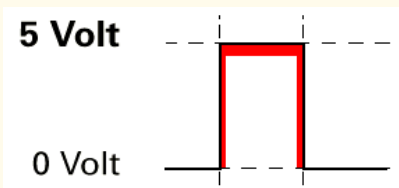
Состояние „1“

- Переключатель соединен
- Лампа горит



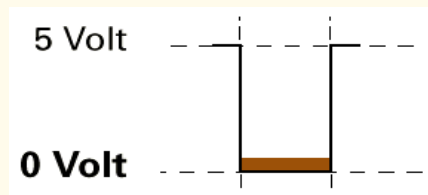
Состояние „0“

- Переключатель разомкнут
- Лампа не горит



Состояние „1“

- логическое „high“(верх)



Состояние „0“

- логическое „low“(низ)

# Основы CAN-Bus



## Передача информации по битам

### Пояснение:

Если первый бит отправляется со значением 0 Вольт и второй тоже 0 Вольт, это значит, что стеклоподъемники находятся в движении или, что температура охлаждающей жидкости составляет 10°C.

Возможные варианты	1 бит	2 Bit	Рисунок	Стеклоподъемники	Температура охлаждающей жидкости
1	0 Вольт	0 Вольт		в движении	10°C
2	0 Вольт	5 Вольт		в состоянии покоя	20°C
3	5 Вольт	0 Вольт		в граничной области	30°C
4	5 Вольт	5 Вольт		сверху	40°C

## Передача информации по битам

Таблица ниже показывает, как увеличивается количество информации с каждым дополнительным битом.

Чем больше битов следует друг за другом, тем больший объем информации передается.

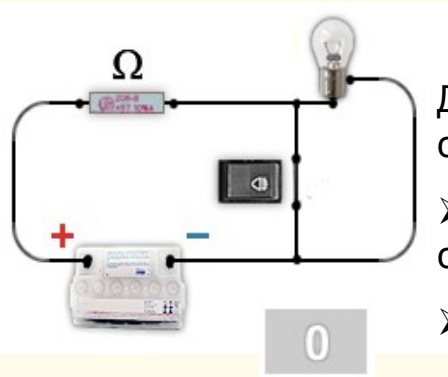
С каждым дополнительным битом количество информации удваивается.

Вариант с 1 битом	Возможная информация	Вариант с 2 битами	Возможная информация	Вариант с 3 битами	Возможная информация
0 Вольт	10°C	0 Вольт, 0 Вольт	10°C	0 Вольт, 0 Вольт, 0 Вольт	10°C
5 Вольт	20°C	0 Вольт, 5 Вольт	20°C	0 Вольт, 0 Вольт, 5 Вольт	20°C
		5 Вольт, 0 Вольт	30°C	0 Вольт, 5 Вольт, 0 Вольт	30°C
		5 Вольт, 5 Вольт	40°C	0 Вольт, 5 Вольт, 5 Вольт	40°C
				5 Вольт, 0 Вольт, 0 Вольт	50°C
				5 Вольт, 0 Вольт, 5 Вольт	60°C
				5 Вольт, 5 Вольт, 0 Вольт	70°C
				5 Вольт, 5 Вольт, 5 Вольт	80°C



# Основы CAN-Bus

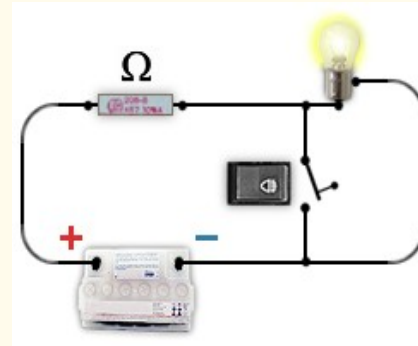
## Негативный логический



Доминантный сигнал

- Переключатель соединен
- Лампа не горит

0



Рецессивный сигнал

- Переключатель разъединен
- Лампа горит

1

### Состояние

0



- Приемопередатчик соединен

- Напряжение на проводке  
2-3 Вольт на CAN-комфорт  
1,5-3,5 Вольт на CAN-двигатель

### Состояние

1

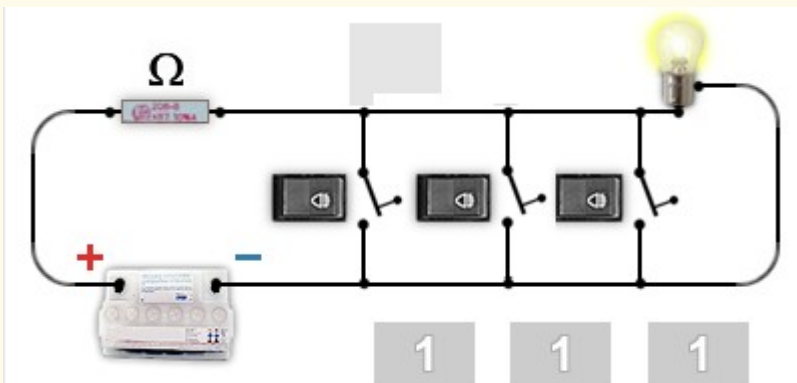


- Приемопередатчик разъединен
- Напряжение на проводке  
0-5 Вольт на CAN-комфорт  
2,5 Вольт на CAN-двигатель

# Основы CAN-Bus



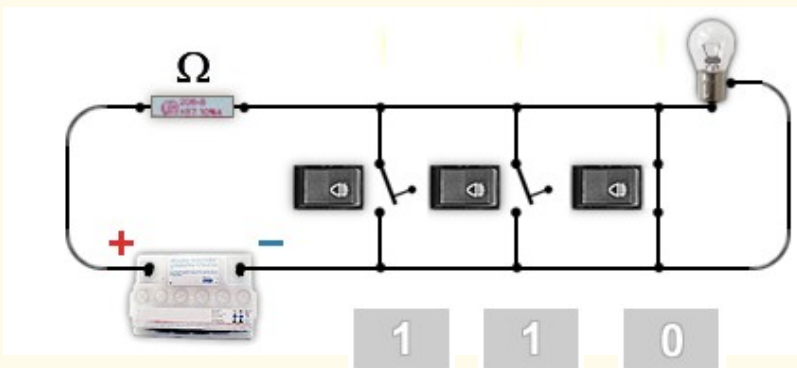
## 0-доминантный



К системе CAN-bus подсоединено много блоков управления.

Только в том случае, если все блоки управления посылают бит „1“, информация на бусе имеет значение логическое „1“.

Если хотя бы один блок управления посылает бит „0“, сигнал принимает значение логическое „0“.



➤ Бит “0” всегда доминантный

➤ Бит “1” всегда рецессивный

# Основы CAN-Bus



## Распределение приоритетов в системе CAN-Bus

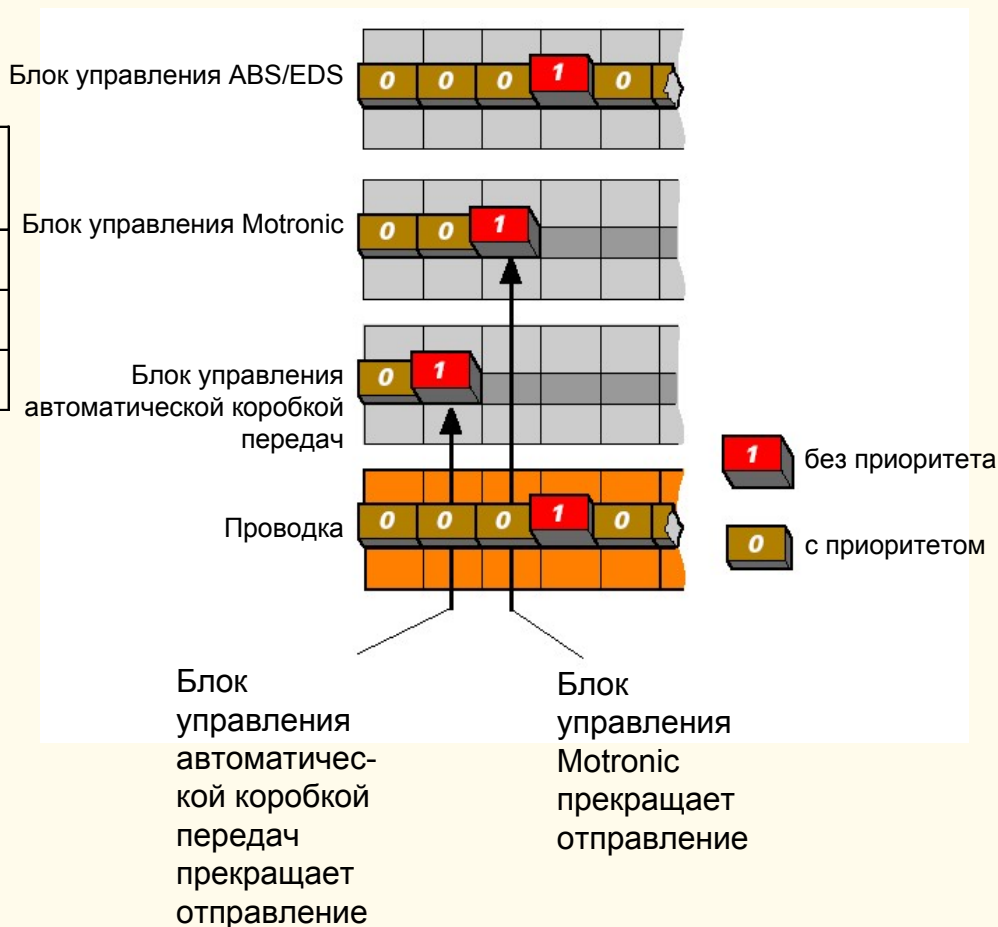
Если несколько блоков управления хотят отправить свой протокол данных одновременно, первым будет отправлен протокол с наиболее высоким приоритетом.

Приоритет	Протокол данных	Поле статуса
1	Тормоз	001 1010 0000
2	Двигатель	010 1000 0000
3	Коробка передач	100 0100 0000

Все три блока управления одновременно начинают отправлять протоколы данных.

Параллельно в проводе идет сравнение битов.

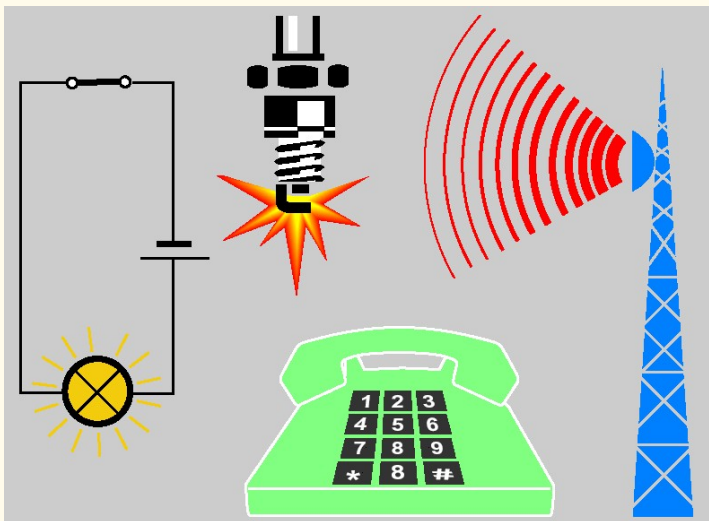
Если блок управления в поле статуса обнаруживает бит с приоритетом напротив своего бита без приоритета, он прекращает отправлять и начинает прием информации.



# Основы CAN-Bus

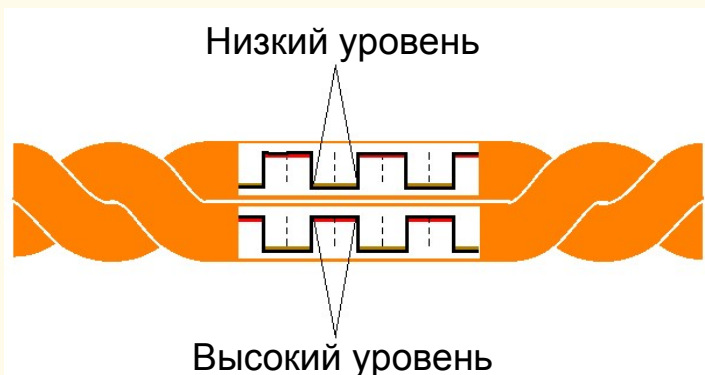


## Мешающие волны



Некоторые детали в автомобиле излучают мешающие волны.

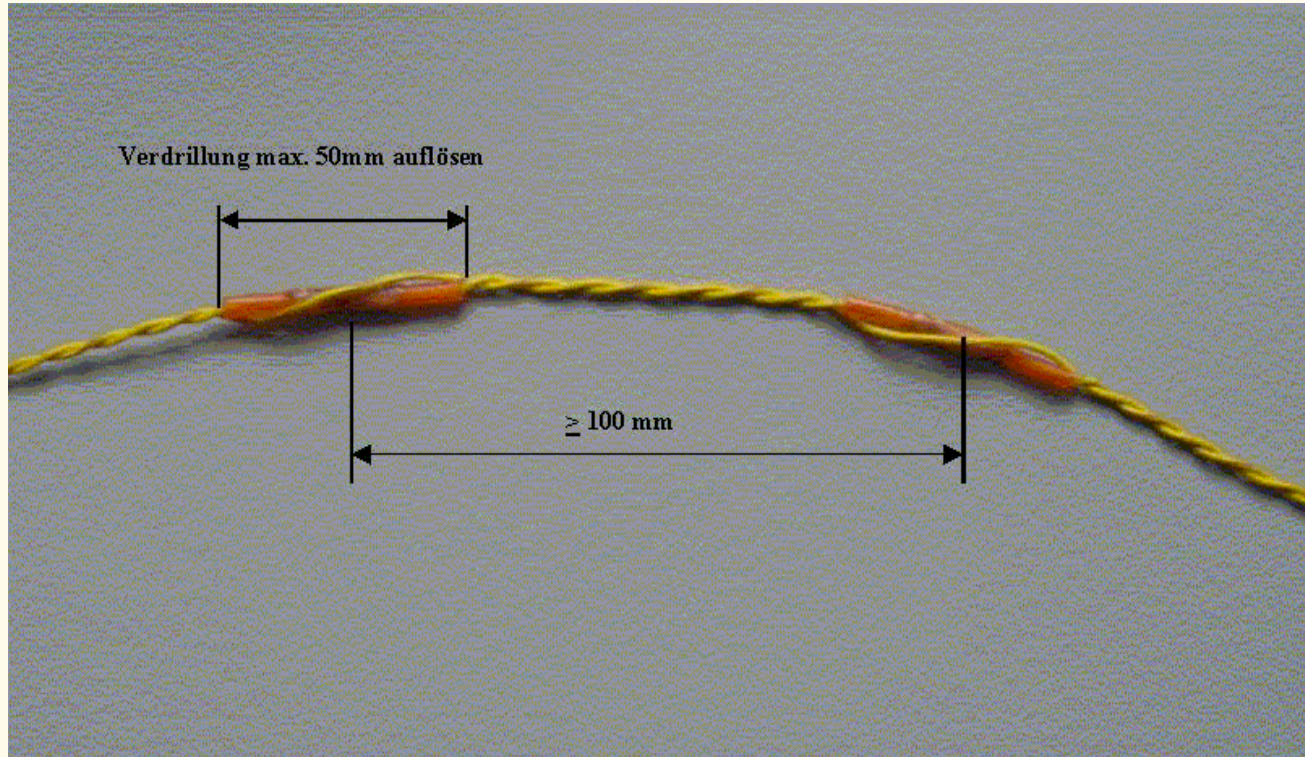
Для предупреждения искажения информации два незащищенных провода системы CAN-bus скручены друг с другом. По скрученным проводам передается разностный сигнал, а напряжения на проводах компенсируют друг друга. Если на одном из проводов напряжение равно приблизительно 0 Вольт, то на другом оно равняется приблизительно 5 Вольт. Или оба провода имеют напряжение по 2,5 Вольт. Поскольку сумма напряжений не изменяется, электромагнитные мешающие эффекты не влияют на передачу информации. Таким образом, проводка системы CAN-bus, оставаясь нейтральной, защищена от воздействия внешних излучений.



# Основы CAN-Bus



## Ремонт проводки системы CAN-bus



При ремонте проводки системы CAN-Bus, расстояние от разъединения проводки до места соединения должно равняться минимум 100 мм.

# ОСНОВЫ LIN-BUS

## LIN-Bus (Local Interconnect Network)

LIN – это открытый стандарт серийной автомобильной шины класса А (медленная шина до 20 кб/с).

- Предпосылка использования – 3-10 элементов (узлов) на один автомобиль.
- Цель при создании LIN – цена 2-3 раза ниже, чем у CAN
- LIN не заменяет CAN, но выгодно его комплектует.
- Характерные применения:
  - управление дверями – окна, зеркала, замки
  - окно в крыше
  - сидения
  - кондиционер
  - дворники
  - сенсоры
  - выключатели, панели выключателей



## ПРИМЕР ПОДКЛЮЧЕНИЯ (Шкода Октавия второго поколения)

