

УНИВЕРСИТЕТ ИТМО

Системы ввода/вывода и  
периферийные устройства

Лекция 5. Интерфейс RS-232. Стандарт CAN

Быковский С.В.

e-mail: sergei\_bykovskii@corp.ifmo.ru

Санкт-Петербург, 2016

# Интерфейс RS-232

**UART** (Universal Asynchronous Receiver-Transmitter) – устройство поддерживающее передачу данных по интерфейсу RS-232.

## Характеристики интерфейса:

- Проводной последовательный асинхронный интерфейс
- Дуплексная передача данных
- Кол-во линий данных: 2
- Уровень логического нуля: +5 ... +15В (вне выч. модуля)
- Уровень логической единицы: -5 .. -15 В (вне выч. модуля)
- Макс. скорость передачи данных: до 1Мбит/с (внутри выч. модуля), до 115 Кбит/с (вне выч. модуля)



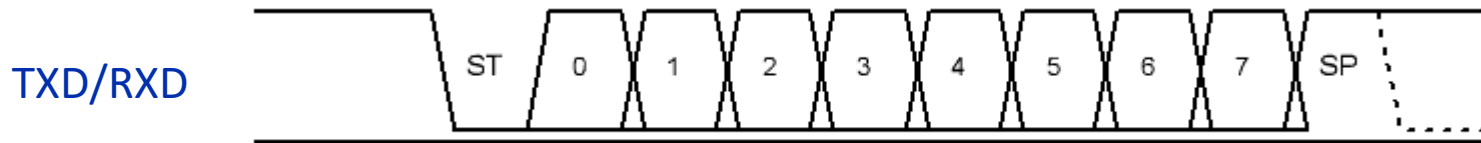
# Физический уровень передатчика RS-232

Сигнальная линия	Направление	Функция
CD	Вход	Обнаружена несущая
RXD	Вход	Принимаемые данные
TXD	Выход	Передаваемые данные
DTR	Выход	Передатчик готов
GND	-	Общий провод
DSR	Вход	Приемник готов
RTS	Выход	Передатчик готов к передаче
CTS	Вход	Приемник готов к приему
RI	Вход	Обнаружен вызов

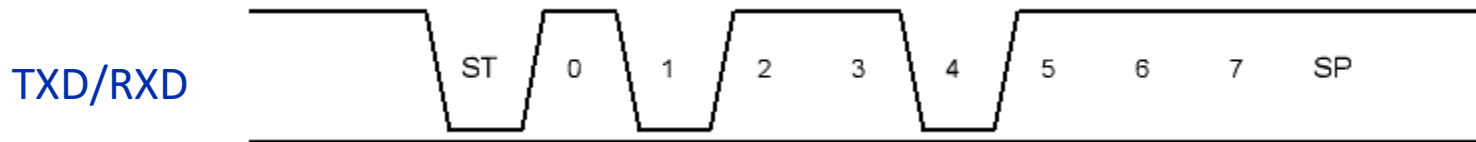


# Протокол передачи данных RS-232

Общий вид протокола передачи байта данных



Пример передачи байта 10110111





## Принципы передачи данных RS-232

- Синхронизация потока данных происходит по стартовым и стоповым битам, передающимся по линиям данных
- Передача и прием данных по линиям TXD и RXD производятся независимо друг от друга
- Максимальный размер данных равен 1 байту
- Передача осуществляется старшим битом вперед (MSB, most significant bit)
- Приемник и передатчик данных должны иметь одинаковые настройки (скорость передачи, контроль четности и т.п.)



## Настраиваемые параметры RS-232

- **Длина данных:** 4-8 бит
- **Контроль четности:** чет/нечет
- **Скорость обмена данными:** 300, 1200, 2400, 4800, 9600, 19200, 38400, 57600, 115200, 230400; 460800; 921600 бод
- **Длина стоп-бита:** 1, 1.5, 2 длительности передачи бита данных
- **Аппаратный контроль потока** (использование сигналов RTS, CTS): да/нет



## Применение интерфейса RS-232

В настоящее время широко используется протокол передачи данных интерфейса RS-232 для связи устройств внутри вычислительного модуля, на физическом уровне используются сигналы с уровнями КМОП-логики

Протокол используют для связи вычислительного ядра с устройствами:

- GSM - модемы
- GPS – приемники
- Wi-Fi приемопередатчики с низким энергопотреблением
- Модемы стандарта ZigBee

Также протокол используется **для отладки и тестирования** встроенных систем.



# Контроллерные сети. Стандарт CAN

**CAN** (Controller Area Network) – стандарт для построения промышленных контроллерных сетей.

Стандарт CAN был разработан в 1983 г. компанией Bosch для автомобильной промышленности. Первые приемопередатчики появились в 1987 г.

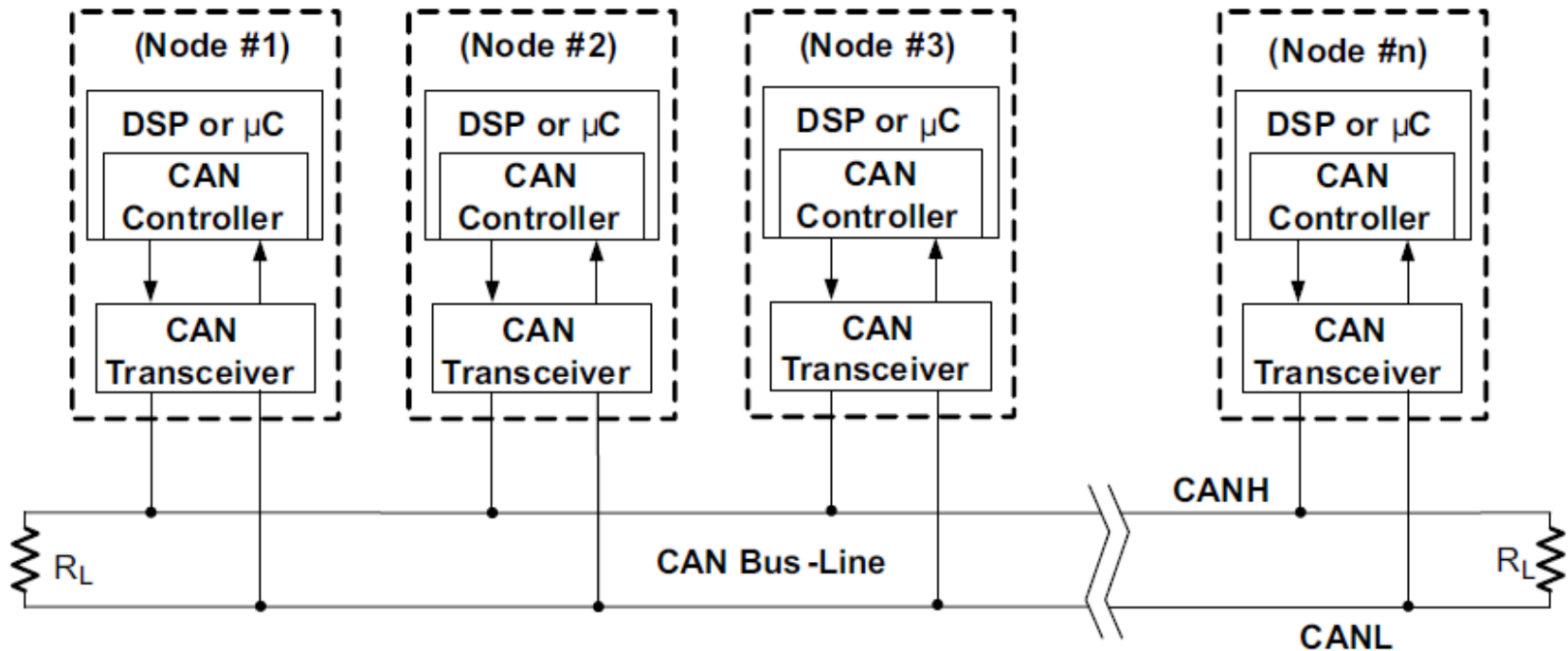
## Примеры контроллерных сетей:

1. Системы автоматизации технологических процессов на производстве (управление хим. процессами в фарм. индустрии, управлении конвейерной линией сборки автомобилей и т.п.)
2. Бортовая вычислительная сеть автомобиля
3. Бортовая вычислительная система космического аппарата
4. Вычислительная система морских судов
5. Системы «умный дом»
6. и т.п.





# Каноническая схема подключения устройств к шине CAN





## Характеристики интерфейса CAN

- Стандарт: ISO 11898
- Проводной последовательный асинхронный интерфейс
- Полудуплексная передача данных
- Кол-во линий данных: 1 дифференциальная линия
- Макс. скорость передачи данных: до 1Мбит/с (до 25 м.)
- Расстояние передачи данных: до 1 км. (50 Кбит/с)
- Топология: общая шина

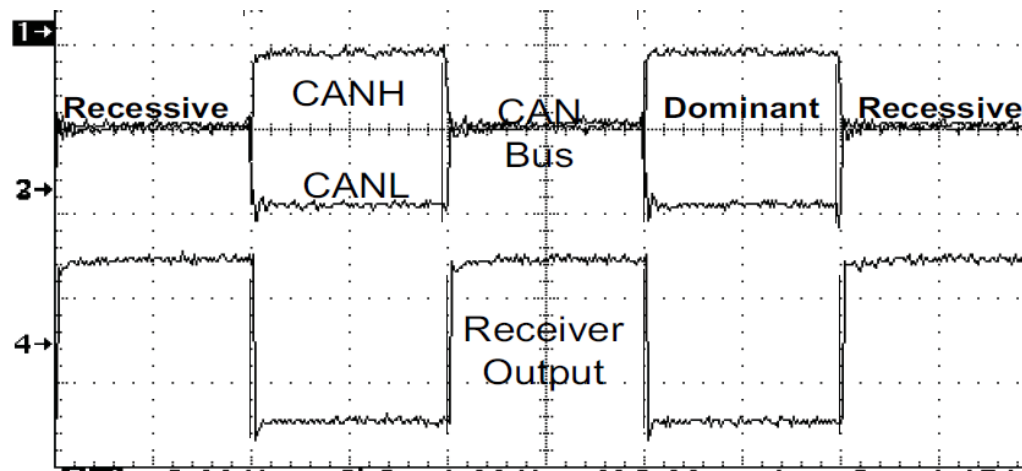


## Стек протоколов CAN

Название уровня	Описание
Прикладной	Стандартом CAN не установлен. Определен стандартами , CANopen, DeviceNet, SDS, Kingdom и др.
Канальный	Формирование пакетов данных, обнаружение и сигнализация об ошибках
Физический	Определяет набор физических сигналов интерфейса. Поддержка надежной передачи на уровне байтов (кодирование, контрольная сумма, синхронизация)

## Физический уровень CAN

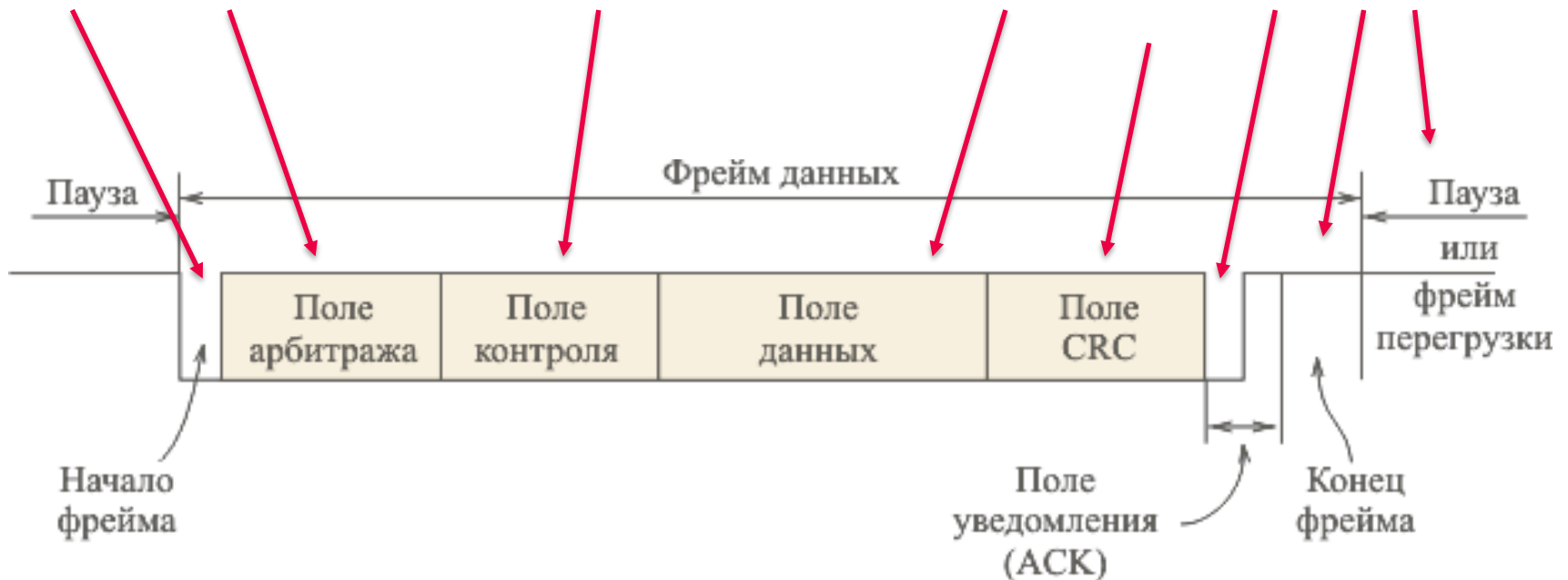
Сигнальная линия	Направление	Описание
CAN_L	двунаправленный	Сигналы линии данных
CAN_H		
GND	-	Общий провод (земля)





# Формат пакета данных CAN

S O F	11-bit Identifier	R T R	I D E	r0	DLC	0...8 Bytes Data	CRC	ACK	E O F	I F S
-------------	-------------------	-------------	-------------	----	-----	------------------	-----	-----	-------------	-------------



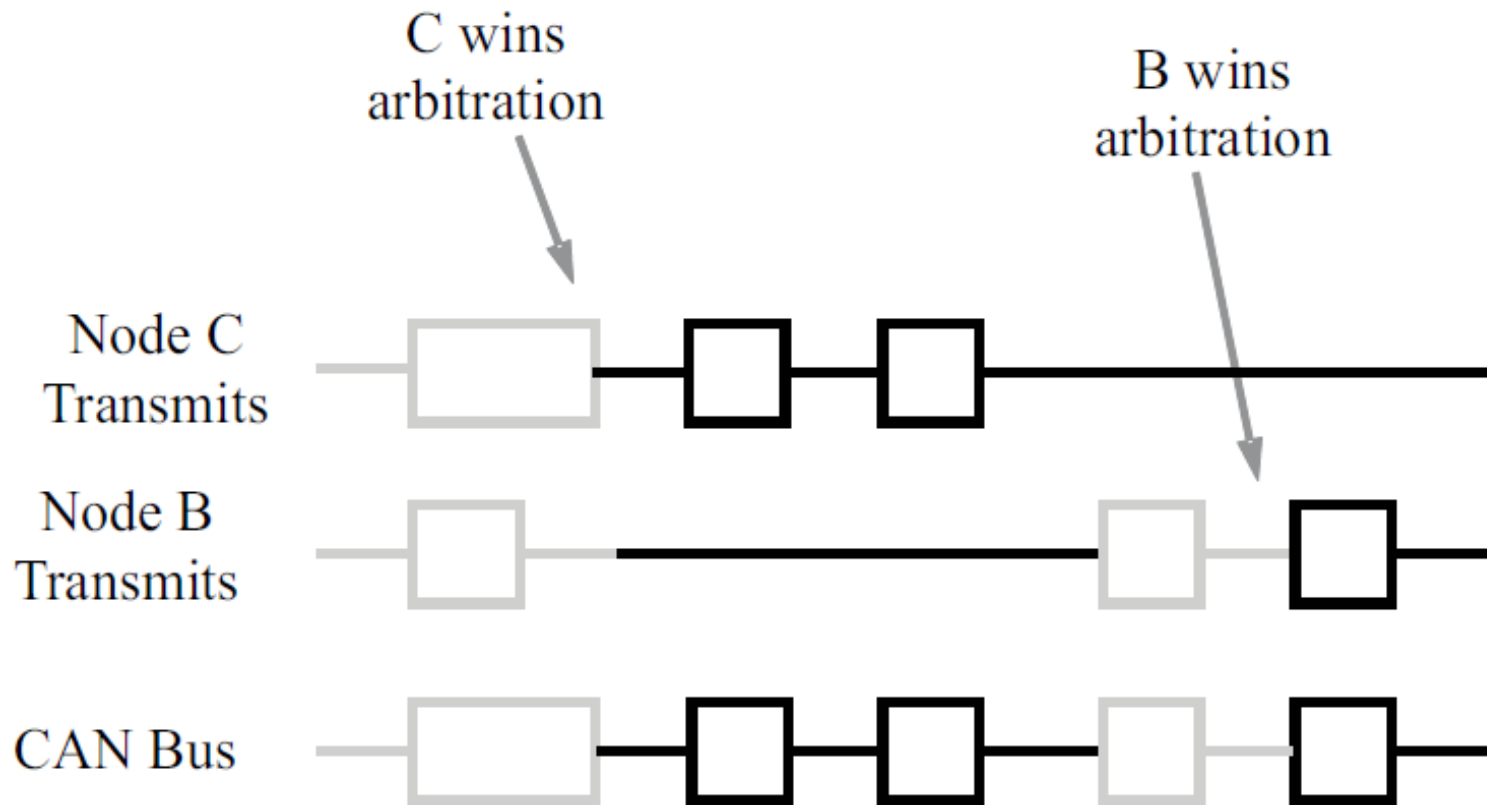


## Принципы передачи данных CAN

- У устройств нет адресов
- Передача данных осуществляется специальными сообщениями, - фреймами
- Каждое устройство сети может начать передачу данных
- При одновременном доступе к среде передачи данных нескольких устройств данные не теряются, что обеспечивается алгоритмом разрешения коллизий
- Все устройства сети могут принимать все сообщения, передаваемые по сети
- Для повышения надежности используется бит-стаффинг (5 одинаковых бит дополняются 6-ым инверсным).



## Арбитраж шины CAN





# Канальный уровень CAN

Типы фреймов канального уровня:

- **DATA FRAME** (фрейм данных) - данные от передатчика к приемнику;
- **REMOTE FRAME** (фрейм вызова) - передается одним из устройств для того, чтобы получить от другого устройства данные в формате DATA FRAME с тем же идентификатором, что и в REMOTE FRAME;
- **ERROR FRAME** (фрейм ошибок) - передается любым устройством, обнаружившим ошибку на шине;
- **OVERLOAD FRAME** (фрейм перегрузки) - используется для запроса дополнительной задержки между предыдущими и последующими данными.

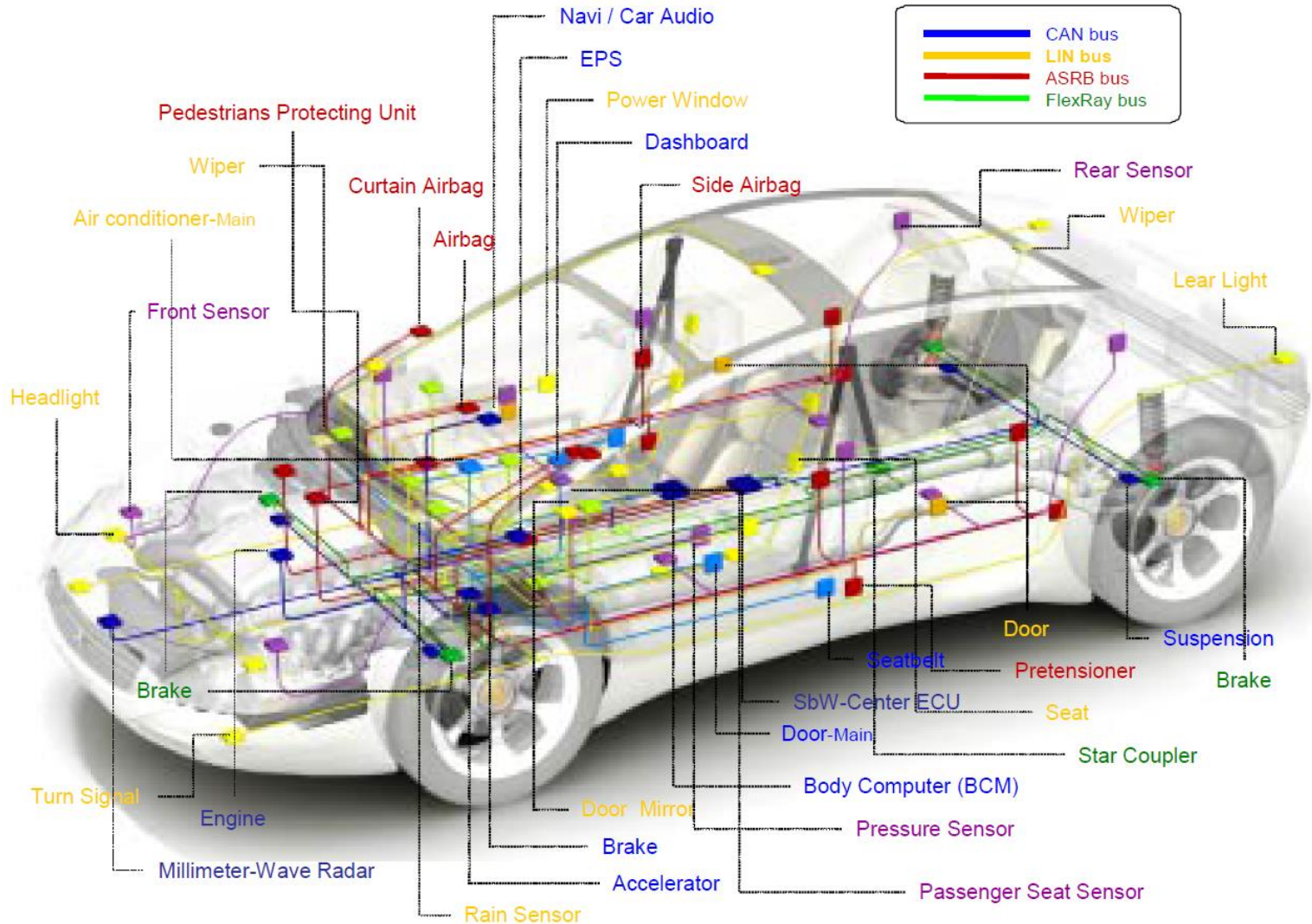




## Прикладной уровень CAN

- **Прикладной уровень** определяет протокол передачи сообщений между компонентами программного обеспечения устройств сети CAN.
- Прикладной уровень CAN не стандартизирован.
- «Популярные» реализации прикладного уровня:
  - CANopen
  - DeviceNet

# Пример использования сети CAN





УНИВЕРСИТЕТ ИТМО

**Спасибо за внимание!**

<http://embedded.ifmo.ru>

[sergei\\_bykovskii@corp.ifmo.ru](mailto:sergei_bykovskii@corp.ifmo.ru)