



Физические интерфейсы

**Кафедра ЭО
Петрухин О.М.**

Зачем нужны физические интерфейсы передачи данных?

Физический уровень отвечает за передачу необработанных битов данных по физическим средствам связи, таким как кабели, оптоволокно или радиоволны. Физический уровень определяет механические, электрические, функциональные и процедурные характеристики для доступа к физическим носителям.

Этот уровень не занимается интерпретацией данных, а лишь обеспечивает их передачу. Он определяет, как данные преобразуются в сигналы, которые могут быть переданы по физическим носителям, и как эти сигналы интерпретируются на принимающей стороне. Физический уровень также определяет параметры, такие как напряжение, частота и форма сигналов, которые используются для передачи данных.



Интерфейс RS-232 — стандарт физического уровня передачи данных, определяющий электрические параметры сигнала, типовые уровни напряжений, требования к кабелям, разъёмам и характеристикам передатчиков и приёмников. Обычно используется **для связи на коротких расстояниях между двумя устройствами**, такими как компьютер и периферийное устройство.

Область применения:

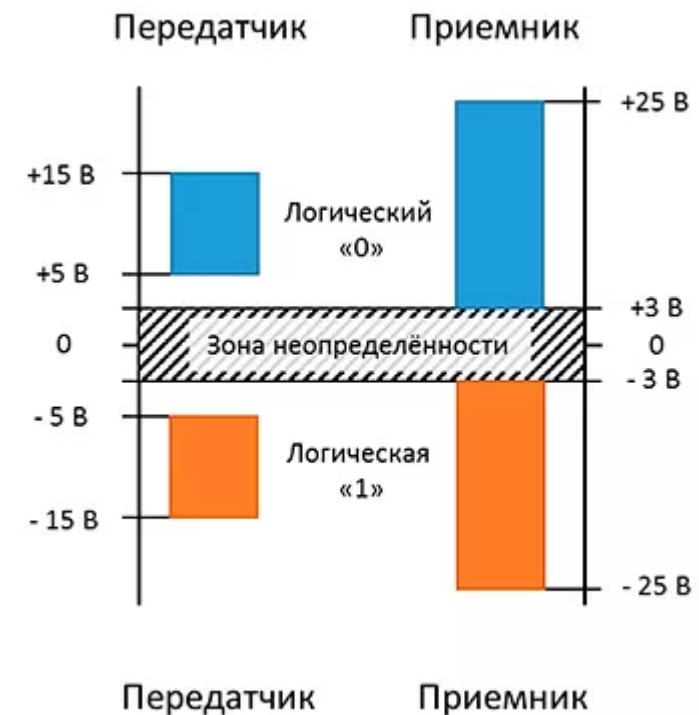
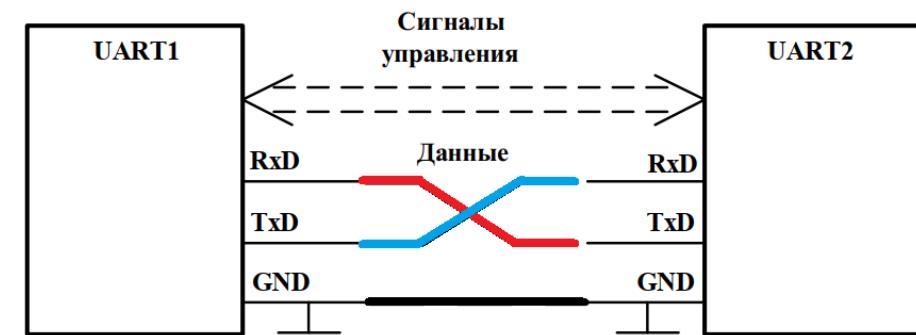
- Связь компьютера с периферией (модемы, принтеры, GPS приёмники)
- Кассовое и торговое оборудование (терминалы оплаты, сканеры штрих-кодов)
- Подключение промышленного оборудования (станки с ЧПУ, датчики, лабораторные приборы)
- Научная и медицинская аппаратура (осциллографы, медицинские анализаторы, лабораторные измерительные приборы)

Характеристики и ограничения RS-232

Особенности:

- Связь точка-к-точке
- Сигнал передаётся **относительно общей земли**
- Большой диапазон уровней напряжений: от ± 3 до ± 15 В
- Ограниченнная длина линии: до 15 метров (или кабель с ёмкостью не более 2500 пФ) Большое количество сигнальных линий
- Потребность в преобразователях уровня

Скорость передачи данных (бит/с)	Макс. расстояние (метр)
115,200	2-3
19,200	15
9,600	25
4,800	50
2,400	100



RS-232 — это не просто TX и RX. Стандарт предусматривает несколько **сигнальных линий**, каждая из которых выполняет свою функцию **для управления соединением и синхронизации передачи данных**. Это делало RS-232 удобным для работы с модемами и периферией в эпоху до USB и сетевых интерфейсов.

Прямой кабель DTE - DCE (компьютер-модем)

DTE компьютер	DB9		DB9	DCE устройство
1 Carrier Detection (DCD)	CD		CD	1 Carrier Detection (DCD)
2 Receive Data (Rx)	RD	←	RD	2 Receive Data (Rx)
3 Transmit Data (Tx)	TD	→	TD	3 Transmit Data (Tx)
4 Data Terminal Ready	DTR	→	DTR	4 Data Terminal Ready
5 Signal Ground/Common (SG)	GND		GND	5 Signal Ground/Common (SG)
6 Data Set Ready	DSR	←	DSR	6 Data Set Ready
7 Request to Send	RTS	→	RTS	7 Request to Send
8 Clear to Send	CTS	←	CTS	8 Clear to Send
9 Ring Indicator	RI	←	RI	9 Ring Indicator
Shield	FGND		FGND	Shield



MAX232: адаптер уровней TTL ↔ RS-232

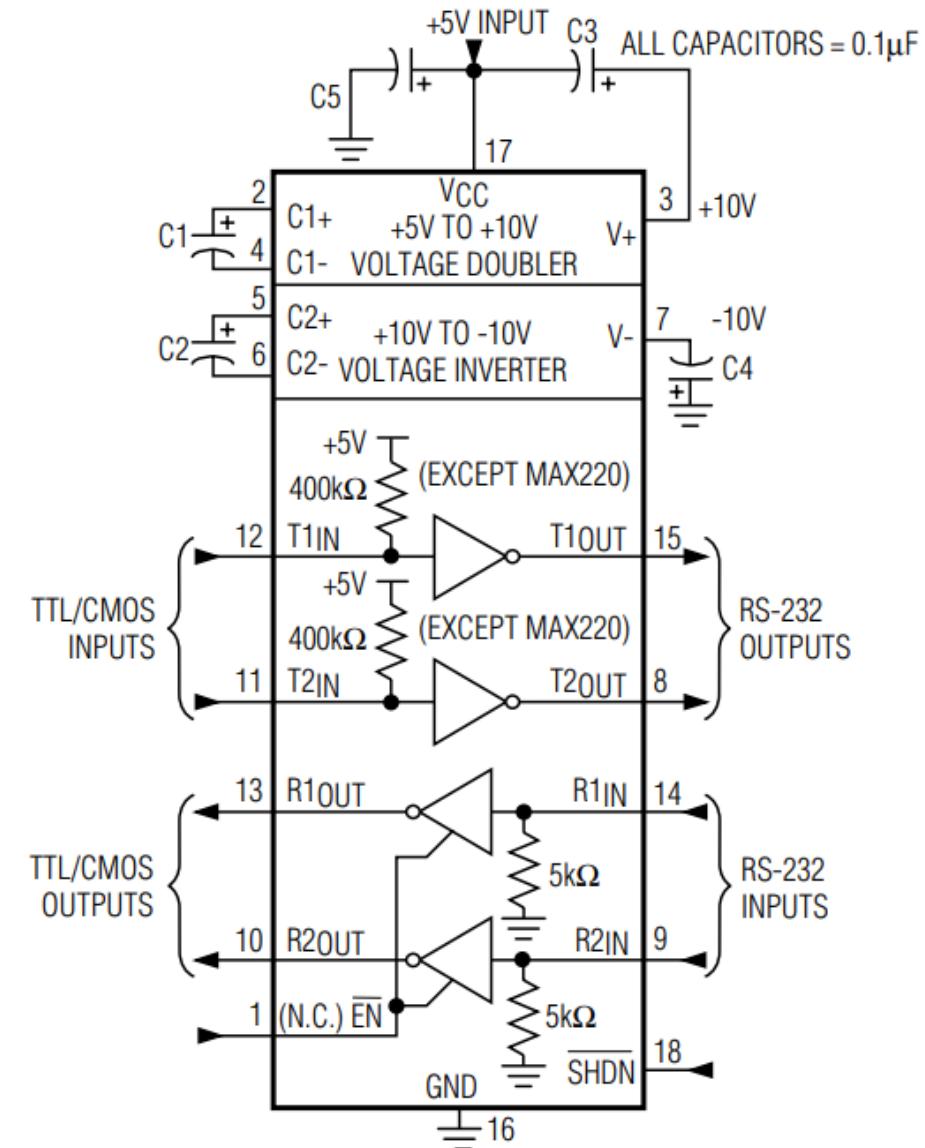
MAX232 — это интегральный **адаптер уровней**, который выполняет две основные функции:

1. Преобразование уровней TTL → RS-232

- Выход TX микроконтроллера на 3.3–5 В превращается в +10 В / -10 В для передачи по линии RS-232.
- Инвертирует сигнал, чтобы логика соответствовала стандарту.

2. Преобразование уровней RS-232 → TTL

- Вход RX от RS-232 с ± 12 В преобразуется в безопасные 0–5 В для микроконтроллера.



Интерфейс RS-485 (EIA-485) — это стандарт физического уровня передачи данных, разработанный для промышленных и многоточечных систем связи, где RS-232 оказывается недостаточным. В отличие от RS-232, RS-485 использует дифференциальную передачу сигнала, поддерживает работу на больших расстояниях и позволяет подключать несколько устройств на одной линии.

В одном сегменте сети RS-485 может быть до 32 устройств, но с помощью дополнительных повторителей и усилителей сигналов до 256 устройств. В один момент времени активным может быть только один передатчик.

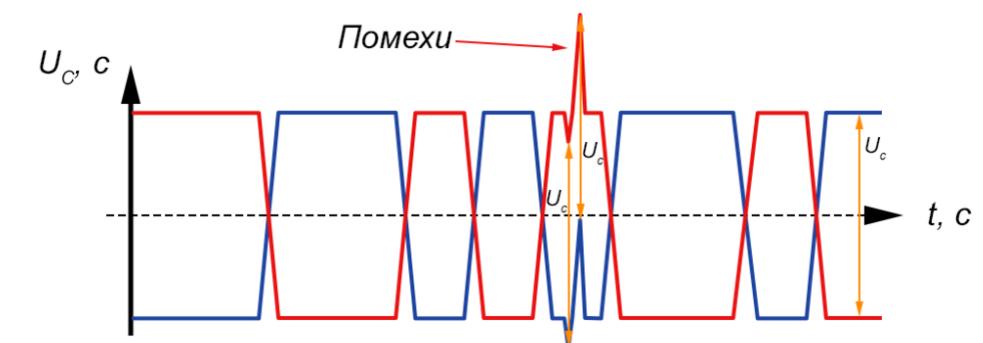
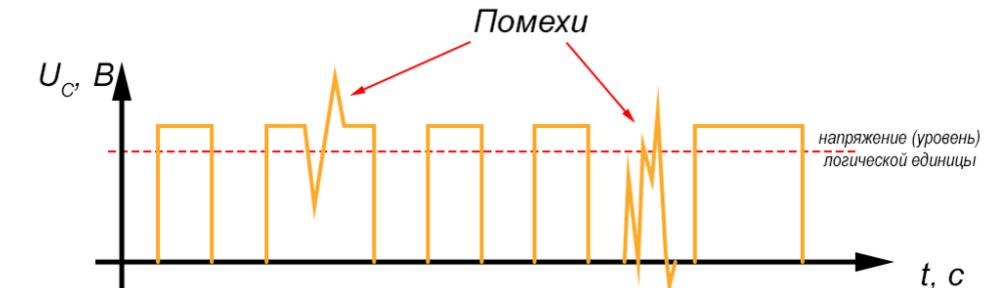
Принцип работы RS-485

В RS-485 используется **дифференциальный сигнал**, передаваемый по двум скрученным проводам (**витой паре**), обозначаемым как А и В. Передача осуществляется как **разность напряжений между проводами**:

$$U_{diff} = U_A - U_B$$

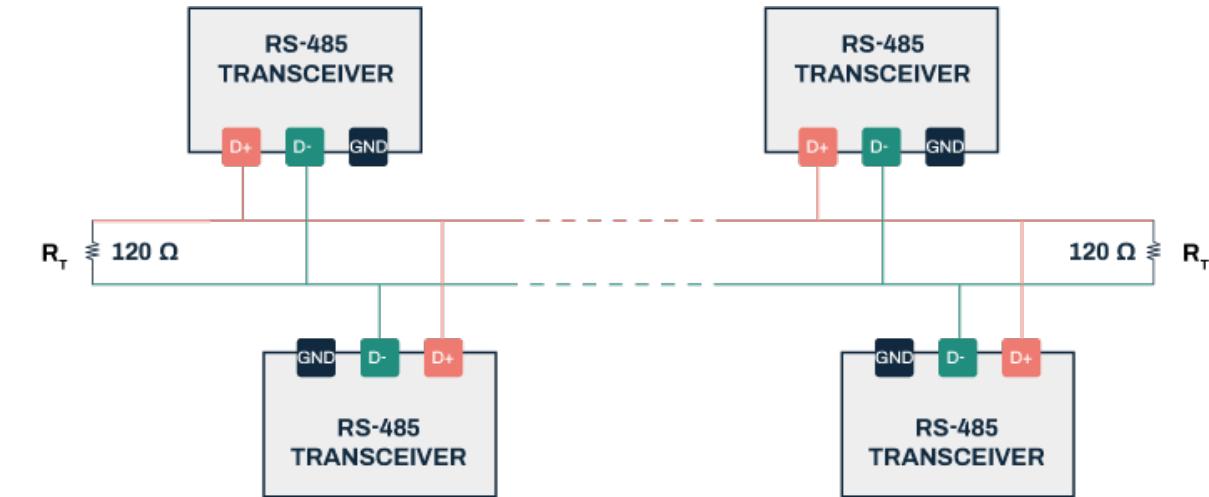
Преимущества:

- Любой шум, наведённый одинаково на оба провода, автоматически подавляется.
- Высокая помехоустойчивость в промышленной среде.
- Позволяет работать на больших расстояниях (до 1200 м).
- Уменьшение электромагнитного излучения линии



Терминирующие резисторы

Термирующие резисторы — ключевой элемент построения устойчивой шины RS-485, особенно на больших длинах кабеля и при высоких скоростях передачи. Они предотвращают отражения сигналов и обеспечивают правильную работу линии, создают нагрузку, совпадающую с характеристическим сопротивлением кабеля ($\sim 120 \text{ Ом}$ для витой пары).



Длинная линия это такая, где за время распространения форма сигнала успевает измениться на большую часть фазы, либо даже передать несколько периодов сигнала. Длинными линиями считаются такие, где **хотя бы умещается $\frac{1}{4}$ длины волны в длину**.

Частота сигнала	Длина кабеля для влияния эффекта длинных линий
50 Гц	990 км
10кГц	7,5 км
100МГц	50 см

Характеристики RS-485

Параметр	Параметр
Максимальная длина линии	до 1200 м
Скорость передачи	до 10 Мбит/с на коротких линиях; 100 кбит/с на максимальной длине
Типовая нагрузка	до 32 стандартных приёмников на одной линии без повторителей
Тип соединения	Возможны полудуплексные (2 провода) и полнодуплексные (4 провода) линии
Диапазон напряжений "1" передатчика	+1.5...+5 В
Диапазон напряжений "0" передатчика	-1.5...-5 В
Допустимый диапазон напряжений приемника	-7...+12 В
Пороговый диапазон чувствительности приемника	±200 мВ



Спасибо за внимание!