

Программирование микроконтроллеров STM32

USART

Способ связи

**Симплекс
(Simplex)**

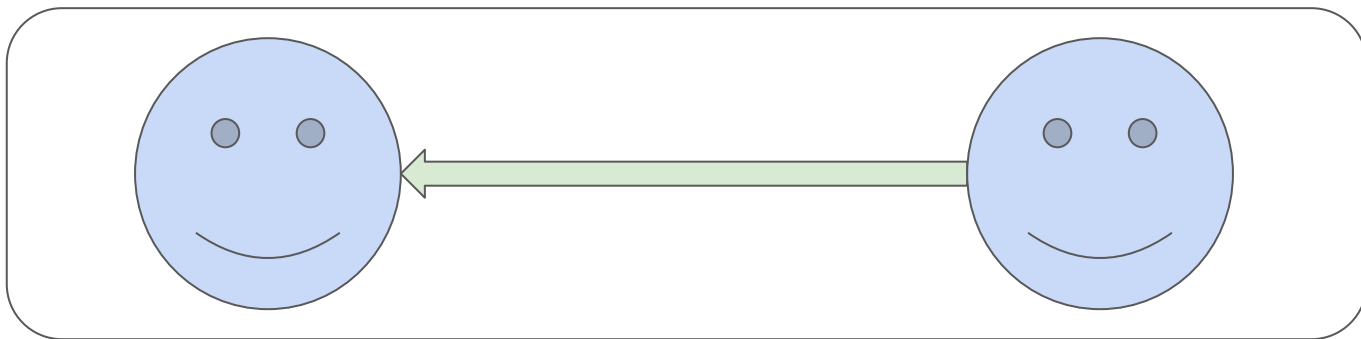
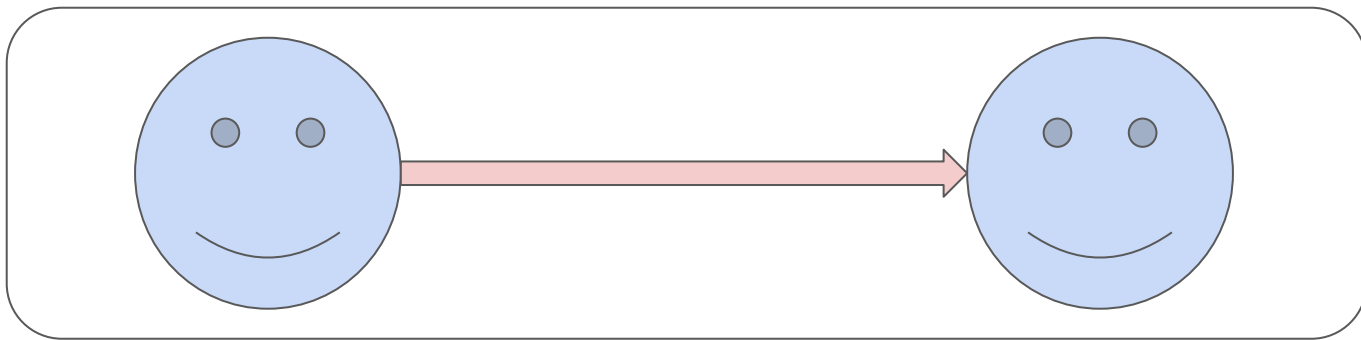
**Дуплекс
(Duplex)**

Полнодуплексный

Полудуплексный

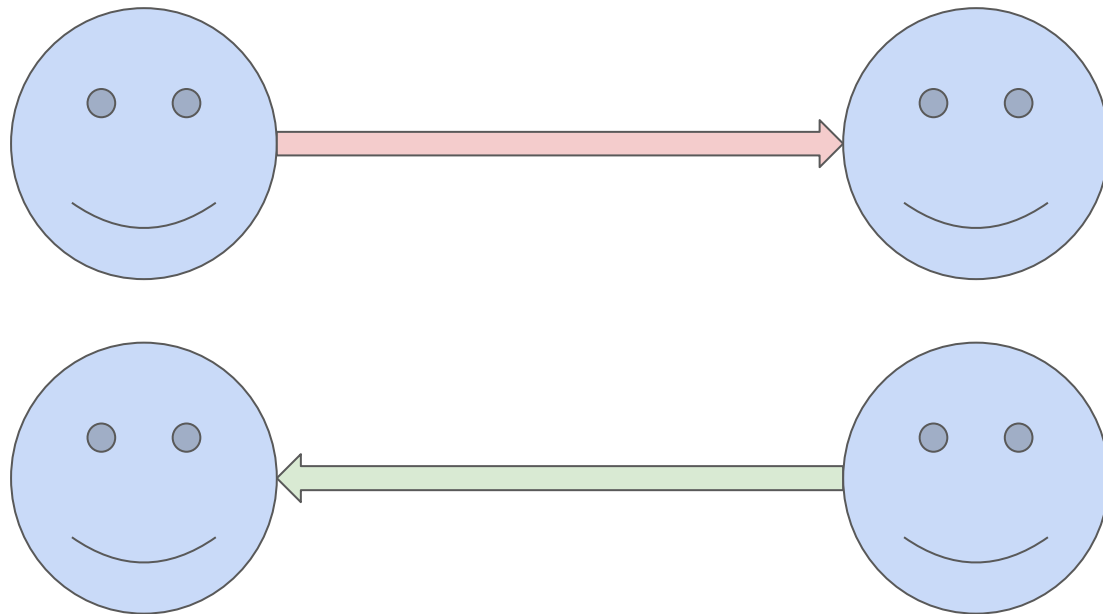
Симплексный способ связи

ИЛИ

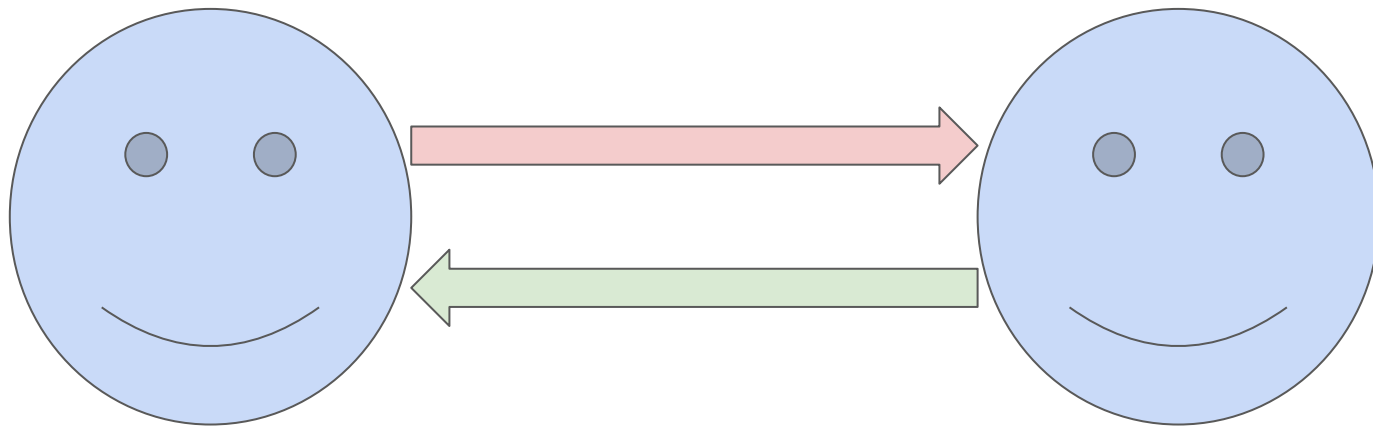


Полудуплексный способ связи

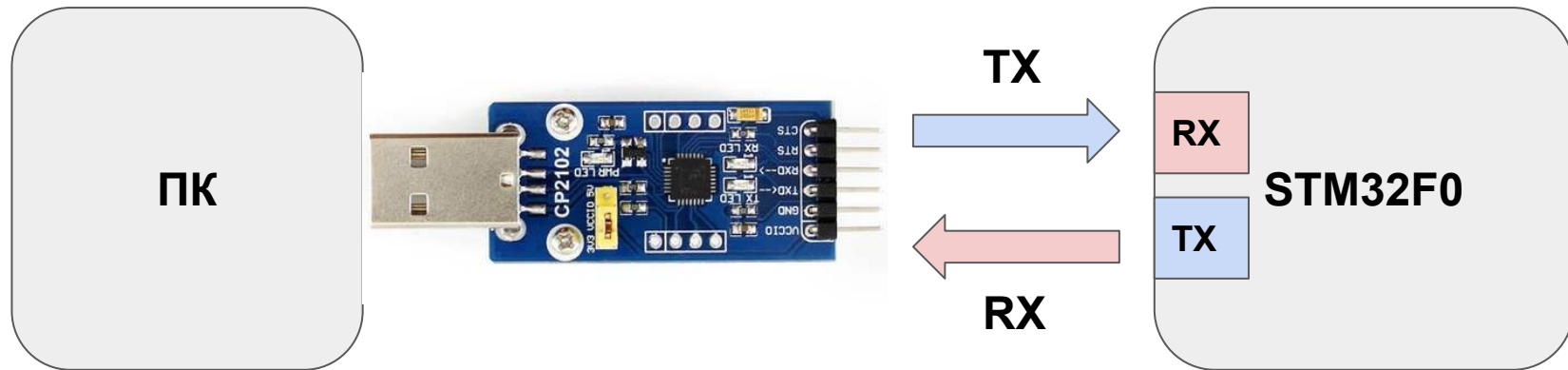
ИЛИ



Полнодуплексный способ связи

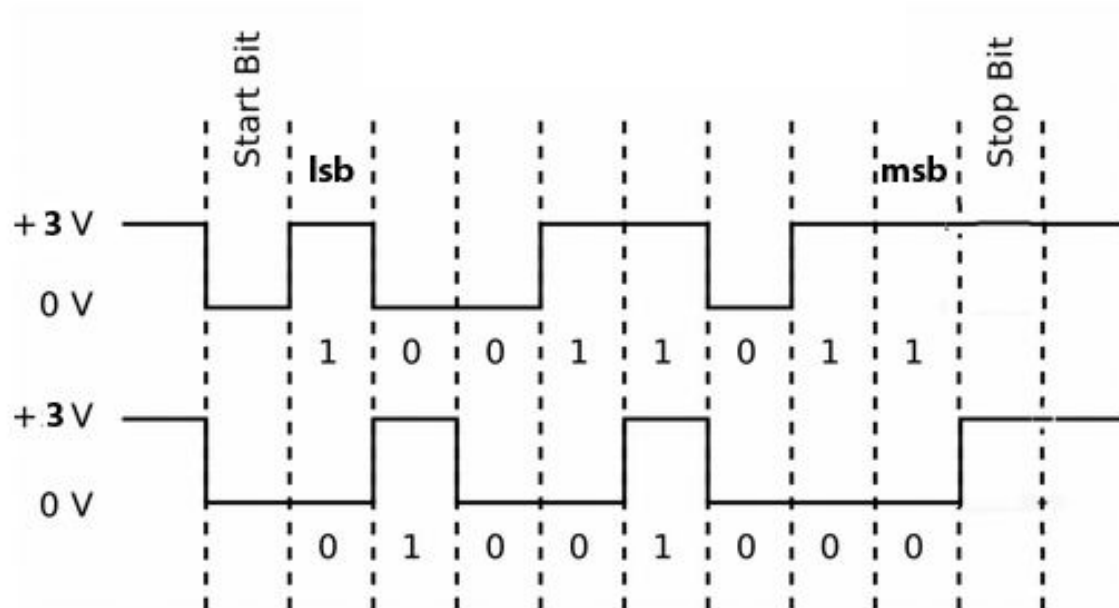


Зачем нужен USART?

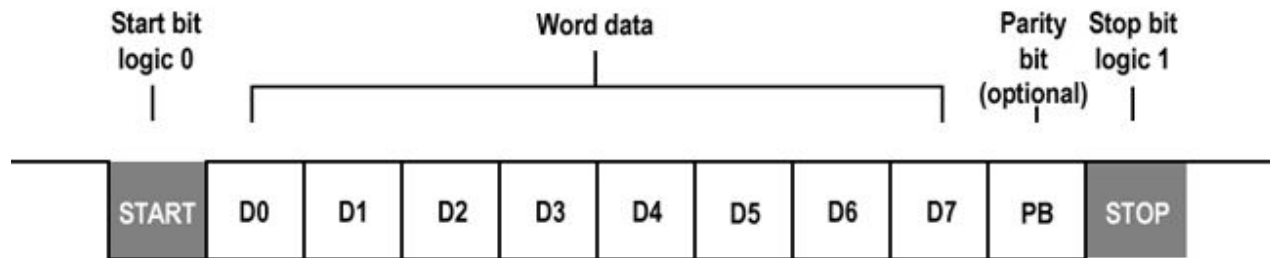


**Universal Synchronous/Asynchronous
Receiver/Transmitter**

USART. Вид сигнала



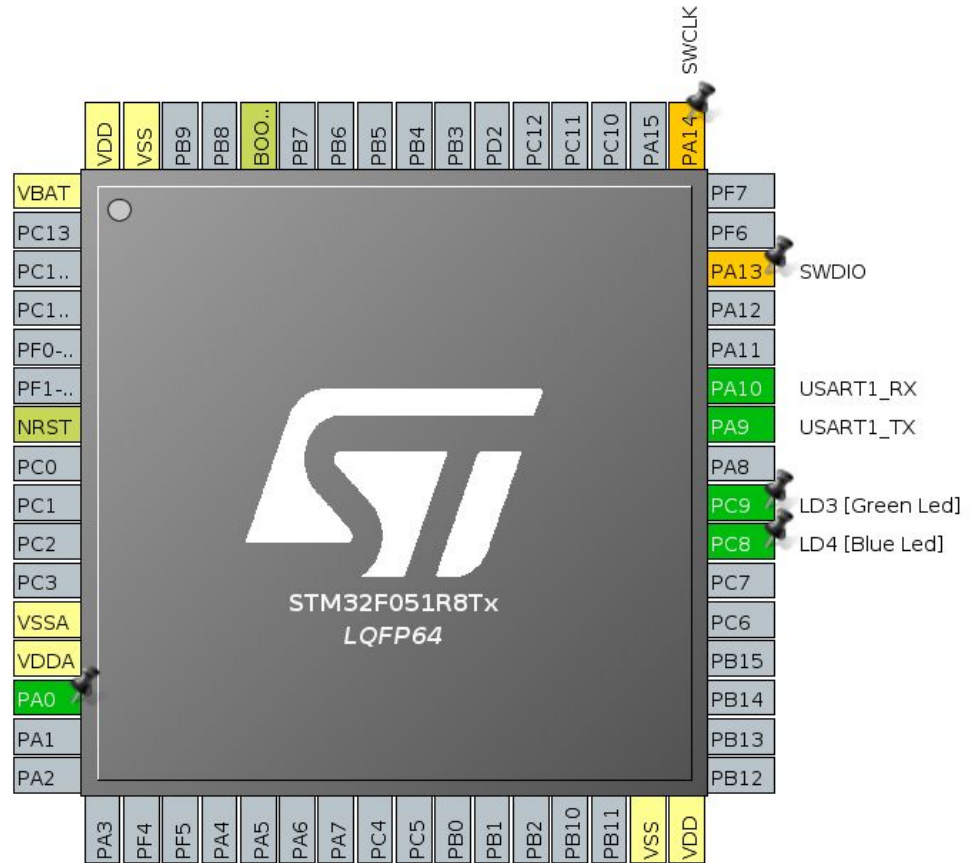
USART. Бит четности



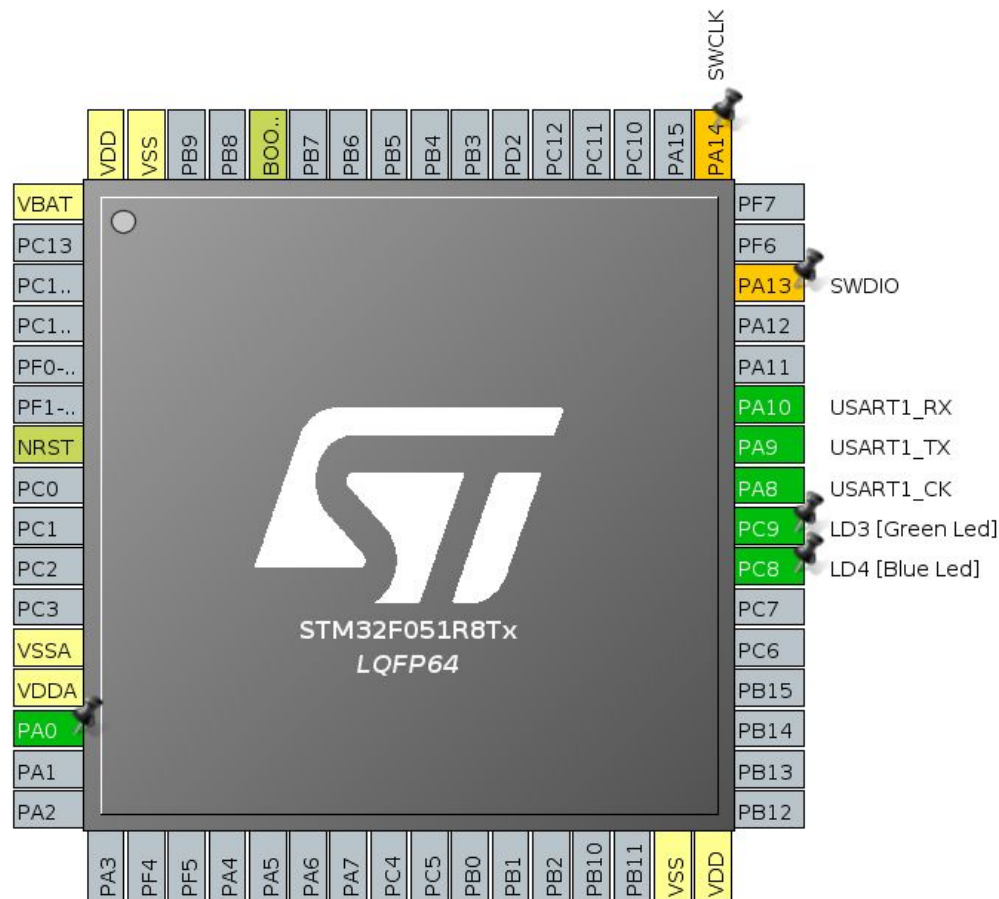
USART в STM32

- Полнодуплексный асинхронный способ связи
- Скорость (baudrate) до 6 Мбит/сек
- Автоматическое определение скорости канала
- Настраиваемая длина пакета (7, 8 or 9 bits)
- Настраиваемый порядок данных (самый старший бит (MSB) или самый младший бит (LSB))
- 1 или 2 бита на стоп-бит
- Возможность полудуплексного способа связи по одной линии
- Синхронный режим работы

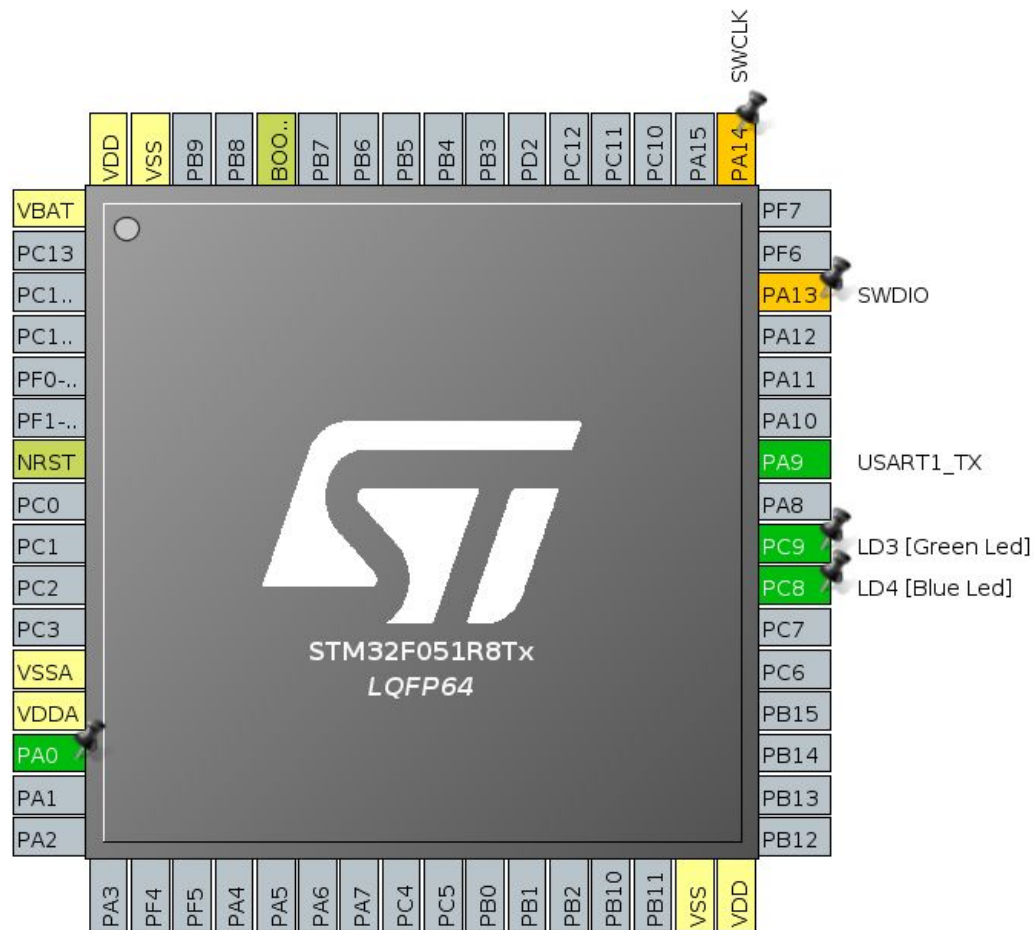
USART. Распиновка. Асинхронный режим



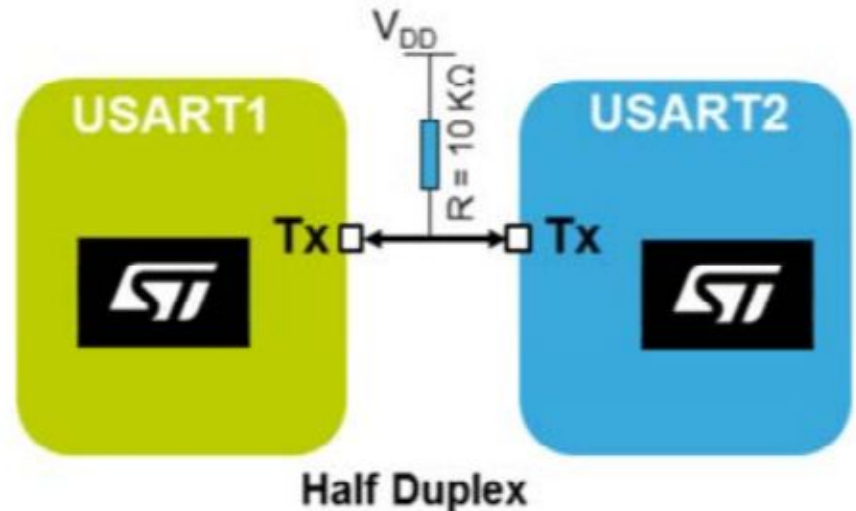
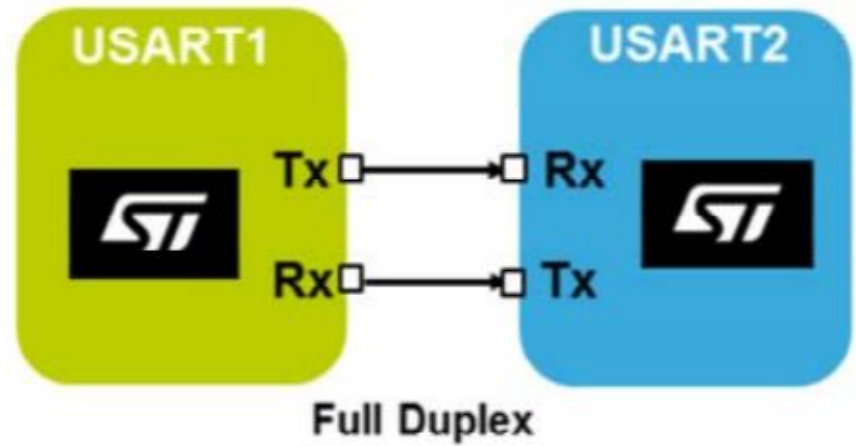
USART. Распиновка. Синхронный режим



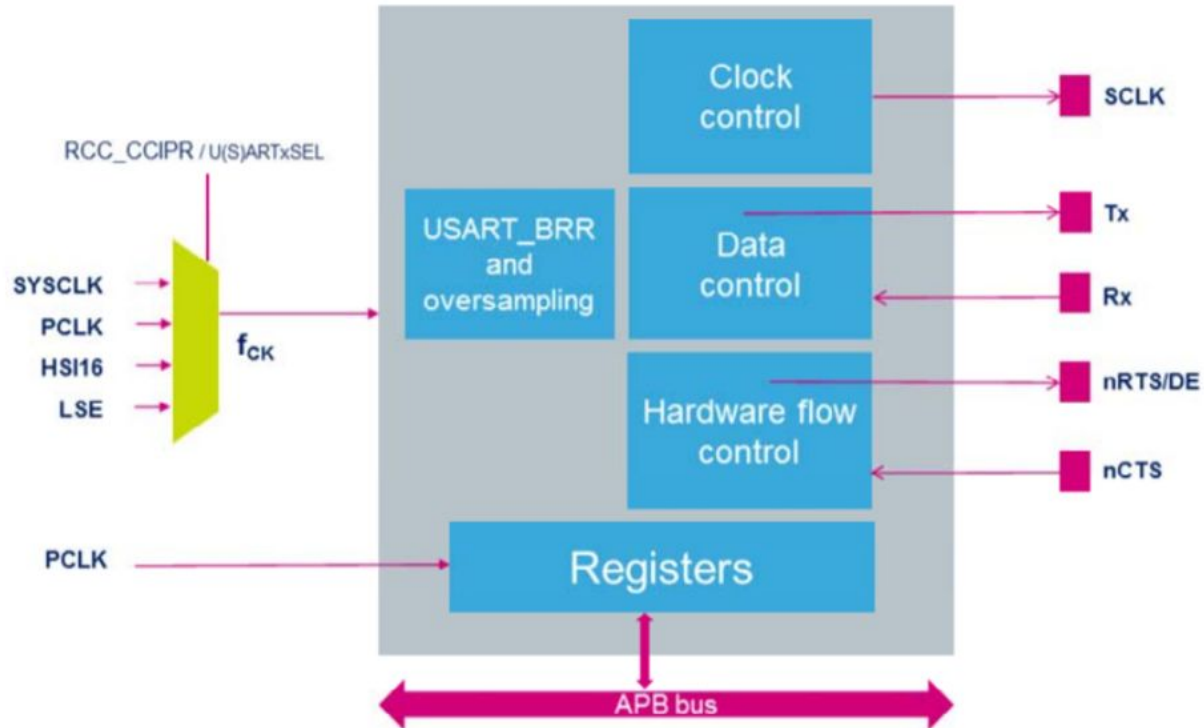
USART. Распиновка. Полудуплексный режим



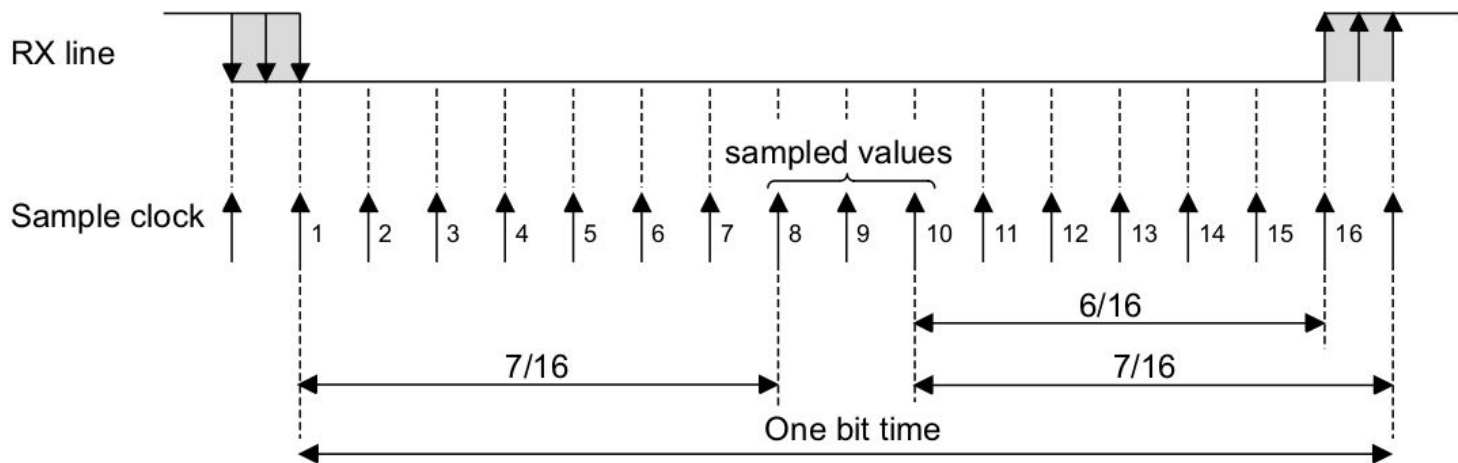
USART. Полно-/полу- дуплексный режимы



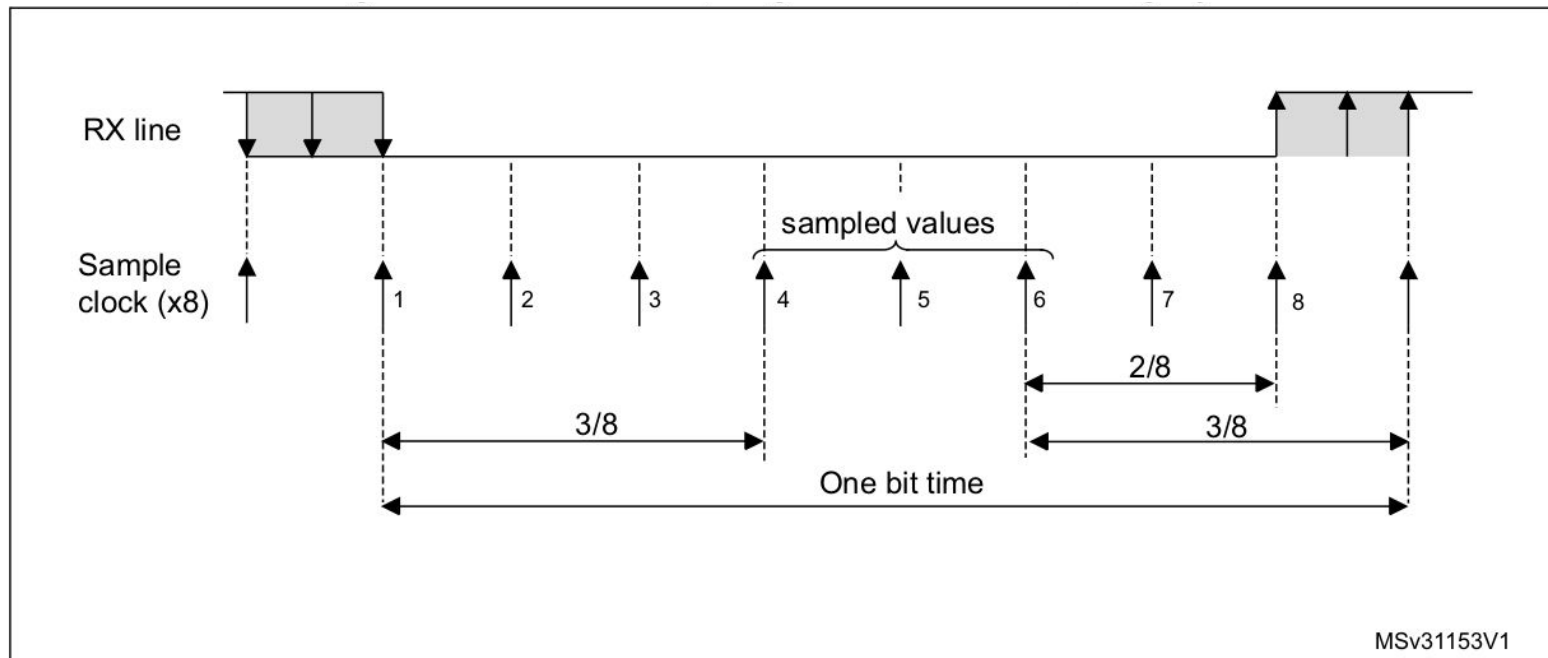
USART. Блок-диаграмма



USART. Передискретизация 16



USART. Передискретизация 8



USART. Детектирование помех

Sampled value	NE status	Received bit value
000	0	0
001	1	0
010	1	0
011	1	1
100	1	0
101	1	1
110	1	1
111	0	1

USART. Расчет скорости

В случае передискретизации 16:

$$\text{Tx/Rx baud} = \frac{f_{\text{CK}}}{\text{USARTDIV}}$$

В случае передискретизации 8:

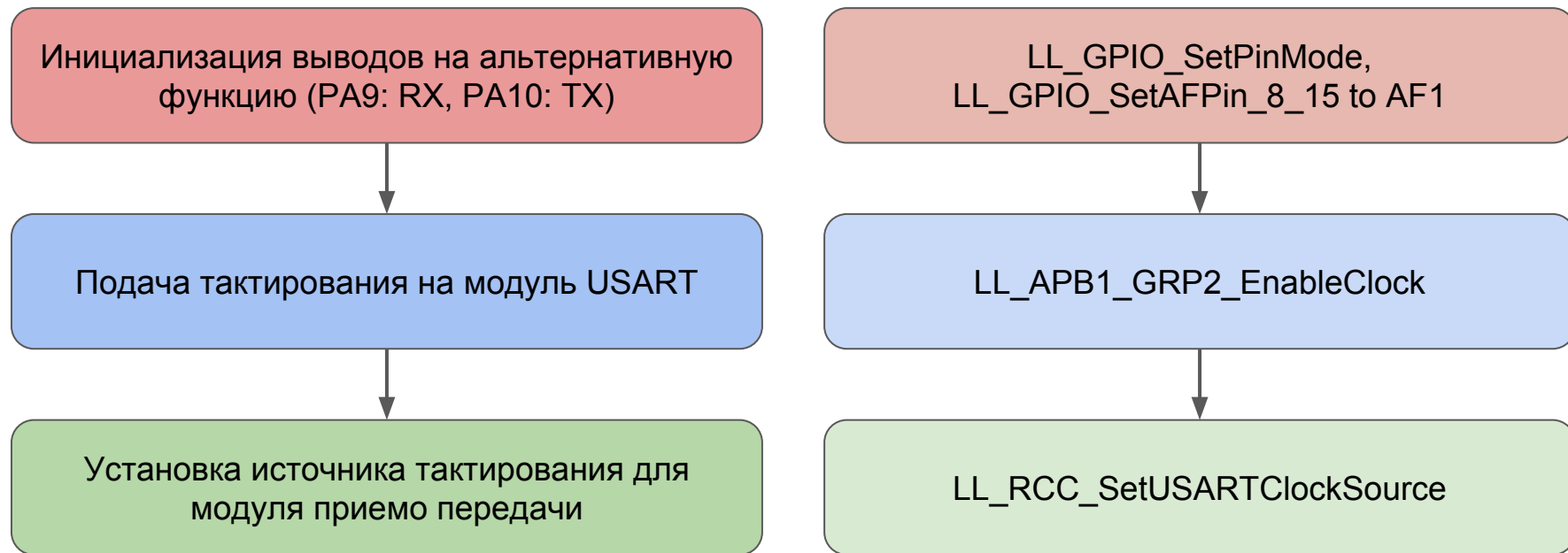
$$\text{Tx/Rx baud} = \frac{2 \times f_{\text{CK}}}{\text{USARTDIV}}$$

Baud rate		Oversampling by 16 (OVER8 = 0)			Oversampling by 8 (OVER8 = 1)		
S.No	Desired	Actual	BRR	% Error = (Calculated - Desired)B.Rate/ Desired B.Rate	Actual	BRR	% Error
2	2.4 KBps	2.4 KBps	0x4E20	0	2.4 KBps	0x9C40	0
3	9.6 KBps	9.6 KBps	0x1388	0	9.6 KBps	0x2710	0
4	19.2 KBps	19.2 KBps	0x9C4	0	19.2 KBps	0x1384	0
5	38.4 KBps	38.4 KBps	0x4E2	0	38.4 KBps	0x9C2	0
6	57.6 KBps	57.62 KBps	0x341	0.03	57.59 KBps	0x681	0.02
7	115.2 KBps	115.11 KBps	0x1A1	0.08	115.25 KBps	0x340	0.04
8	230.4 KBps	230.76KBps	0xD0	0.16	230.21 KBps	0x1A0	0.08
9	460.8 KBps	461.54KBps	0x68	0.16	461.54KBps	0xD0	0.16
10	921.6KBps	923.07KBps	0x34	0.16	923.07KBps	0x64	0.16
11	2 MBps	2 MBps	0x18	0	2 MBps	0x30	0
12	3 MBps	3 MBps	0x10	0	3 MBps	0x20	0
13	4MBps	N.A	N.A	N.A	4MBps	0x14	0
14	5MBps	N.A	N.A	N.A	5052.63KBps	0x11	1.05
15	6MBps	N.A	N.A	N.A	6MBps	0x10	0

USART. Прерывания

Interrupt event	Event flag	Enable Control bit
Transmission Complete	TC	TCIE
Receive data register not empty (data ready to be read)	RXNE	RXNEIE
Overrun error detected	ORE	
Idle line detected	IDLE	IDLEIE
Parity error	PE	PEIE
LIN break	LBDF	LBDIE
Noise Flag, Overrun error and Framing Error in multibuffer communication.	NF or ORE or FE	EIE

USART. Включение модуля



USART. Инициализация модуля

Включение/выключение
передатчика/приемника

LL_USART_SetTransferDirection
`LL_USART_DIRECTION_TX_RX`

Отключение бита четности

`LL_USART_SetParity`

Установка длины пакета

`LL_USART_SetDataWidth`

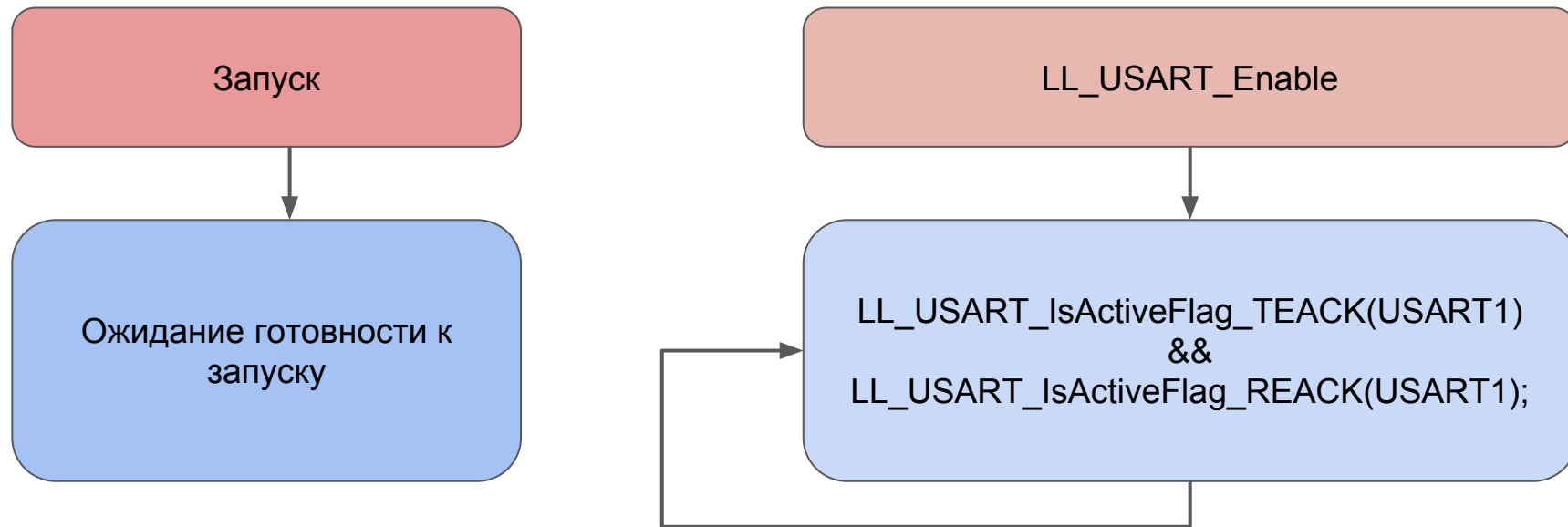
Настройка длины стоп-битов

`LL_USART_SetStopBitsLength`

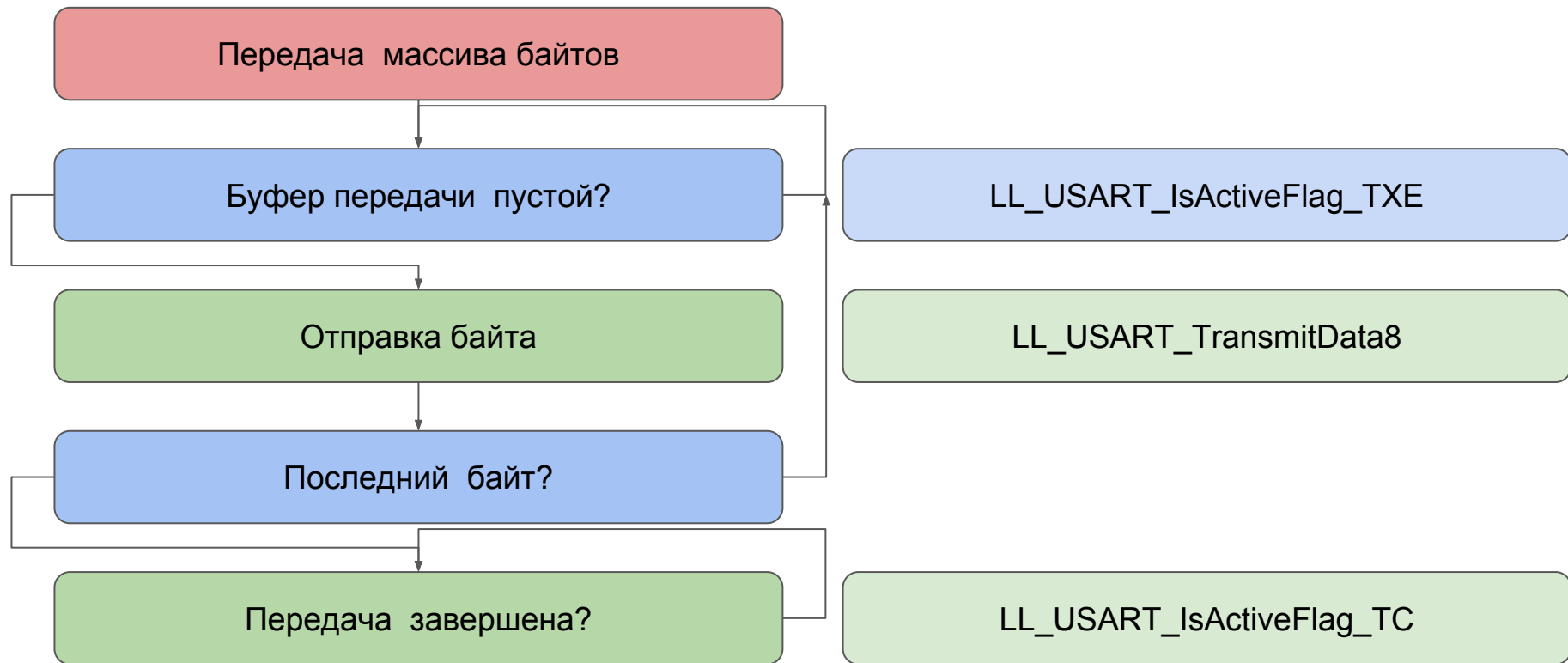
Установка скорости и режима
передискретизации

LL_USART_SetBaudRate,
`LL_USART_OVERSAMPLING_16, 115200`

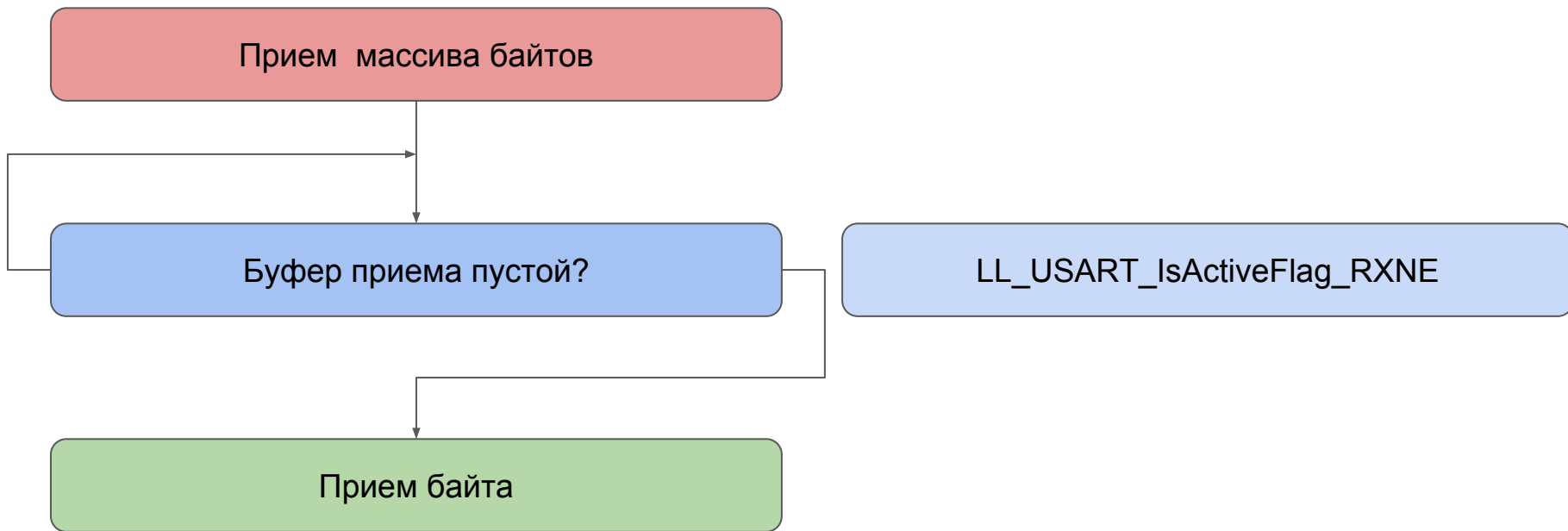
USART. Запуск модуля



USART. Передача данных



USART. Передача и прием данных



USART. Прерывание по приему

- *LL_USART_EnableIT_RXNE* [RXNEIE флаг в USART_CR1]
- Включение прерывания USART1_IRQn в NVIC
- Реализация USART1_IRQHandler

Репозиторий

https://github.com/edosedgar/stm32f0_ARM