

Лекция 8 Периферийные модули: Timer, DMA, ADC, DAC

План курса «Встраиваемые микропроцессорные системы»:

Лекция 1: Введение. Язык программирования C

Лекция 2: Язык программирования C, применение для встраиваемых систем

Лекция 3: Стандартная библиотека языка C

Лекция 4: Ядро ARM Cortex-M3. Микроконтроллер Миландр K1986BE92QI

Лекция 5: Этапы разработки микропроцессорных систем

Лекция 6: Разработка и отладка программ для встраиваемых систем

Лекция 7: Архитектура программного обеспечения

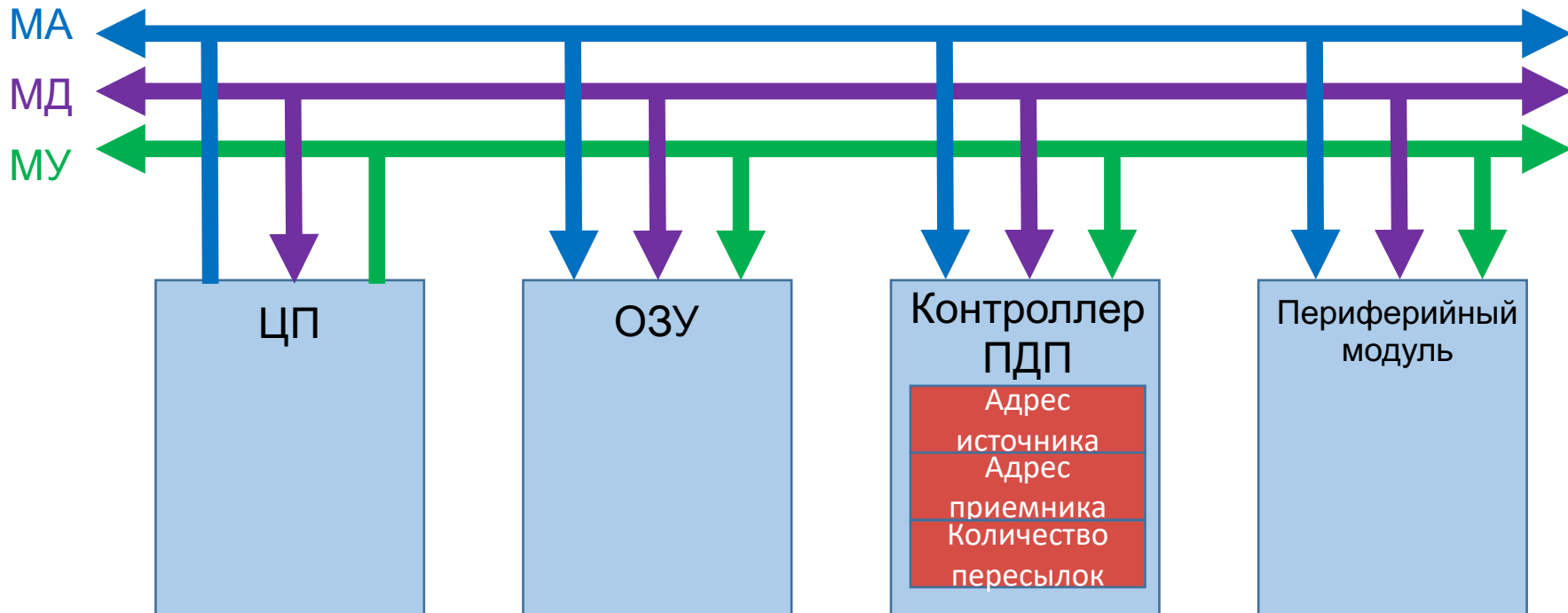
Лекция 8: Периферийные модули: Timer, DMA, ADC, DAC

Лекция 9: Периферийные модули: CAN, USB, Ethernet, SDIO

Прямой доступ к памяти

Прямой доступ к памяти (ПДП, DMA – Direct Memory Access) – режим обмена данными в микропроцессорной системе в котором центральный процессор не участвует.

Контроллер DMA – периферийный модуль микропроцессорной системы, реализующий режим прямого доступа к памяти.



Причины использования прямого доступа к памяти

1. При копировании данных из памяти в память:
 - снижение накладных расходов на одну пересылку;
2. При обмене данными с периферийным модулем:
 - исключение ожидания флага окончания передачи (преобразования);
 - исключение вызова обработчика прерывания по окончании передачи (преобразования).

Процесс перехода в режим прямой доступ к памяти

1. Контроллер ПДП получает событие запуска;
2. Контроллер ПДП выставляет для ЦП сигнал HLD (захват шины) – запрос на прямой доступ к памяти;
3. ЦП заканчивает текущие операции на шине и выставляет сигнал подтверждение HLDA;
4. Контроллер ПДП осуществляет передачу данных по шине;
5. По окончании передачи контроллер ПДП снимает сигнал HLD и выставляет запрос на прерывание.

Настройка контроллера прямого доступа к памяти

1. Событие запуска;
2. Адрес источника данных;
3. Адрес приемника данных;
4. Количество пересылок;
5. Направление передачи:
 - память – память;
 - периферия – память;
 - память – периферия;
6. Размер передаваемого слова (8 бит, 16 бит, 32 бита);
7. Разрешение генерации прерывания по окончании всех пересылок;
8. Режим пакетный (burst)/однократный (single-cycle).

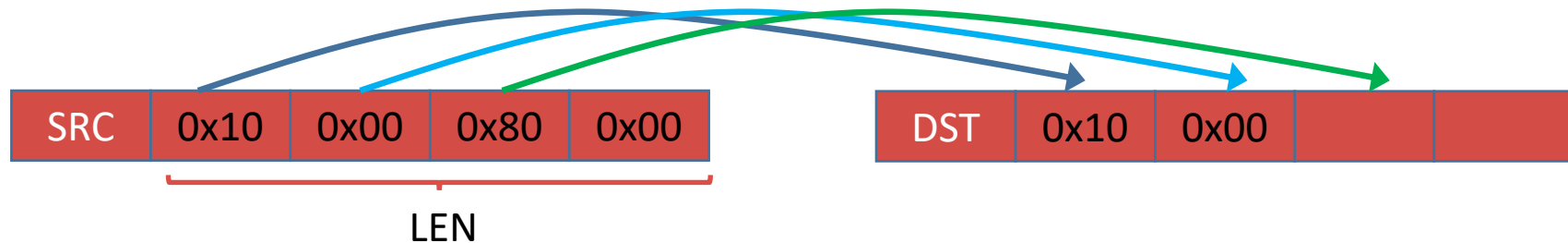
Адрес источника SRC
Адрес приемника DST
Количество пересылок LEN

События запуска

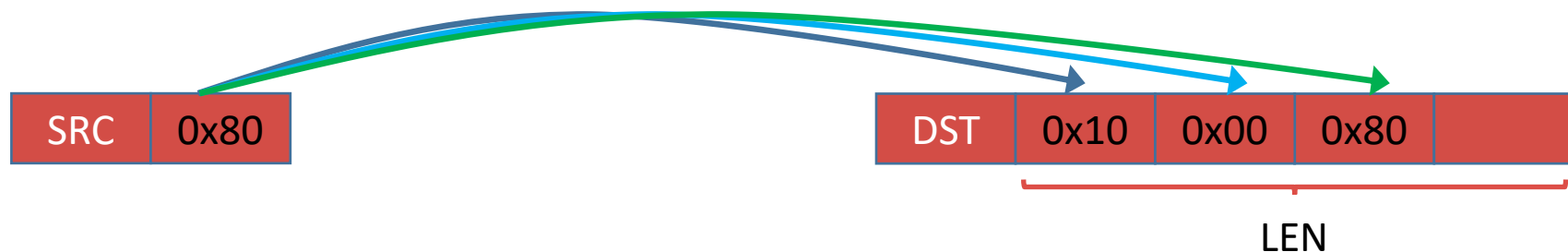
- Программный запуск – запись в регистр специальных функций контроллера ПДП;
- По прерыванию:
 - Окончание преобразования АЦП;
 - Таймер;
 - Окончание передачи/буфер передатчика пуст по UART, SPI, USB, I2C;
 - Окончание приема/буфер приемника заполнен по UART, SPI, USB, I2C.

Направление передачи

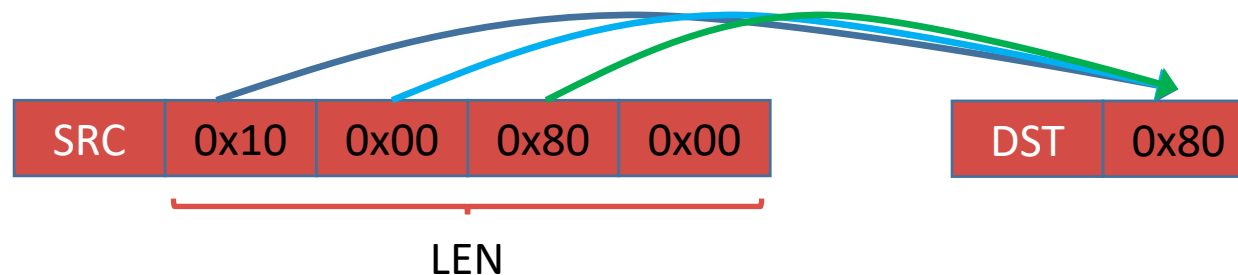
- Память – память: инкремент адреса источника и приемника;



- Периферия – память: инкремент только адреса приемника;

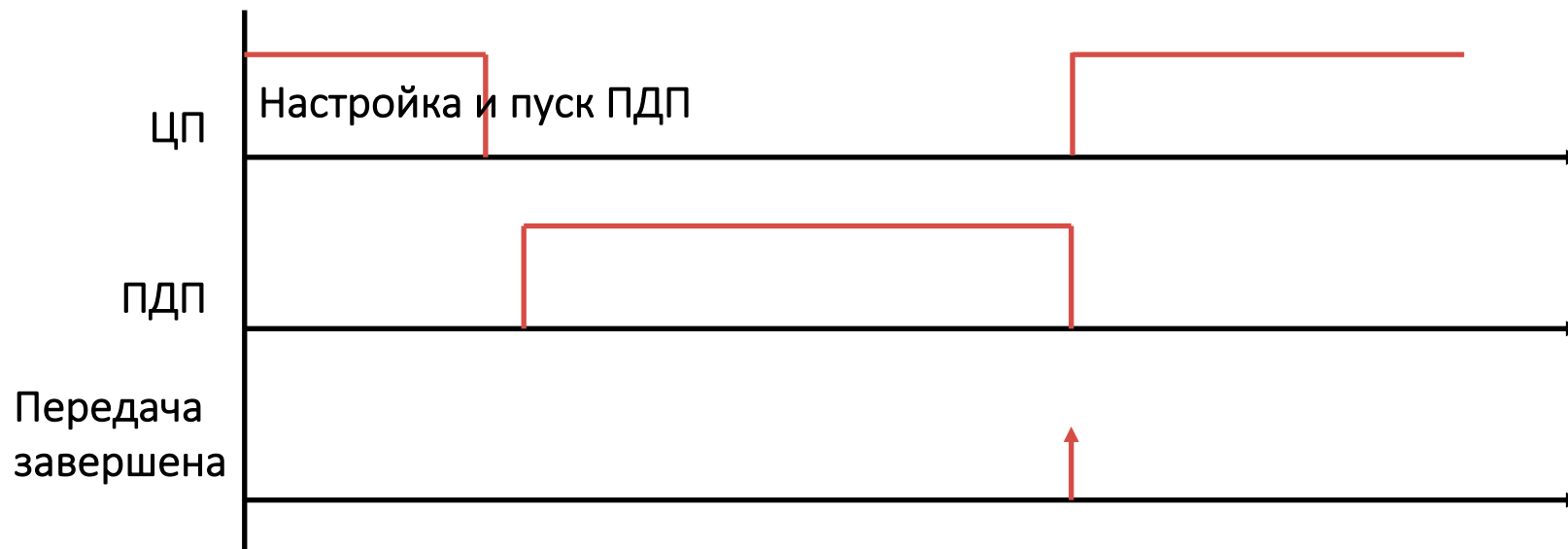


- Память – периферия: инкремент только адреса источника.



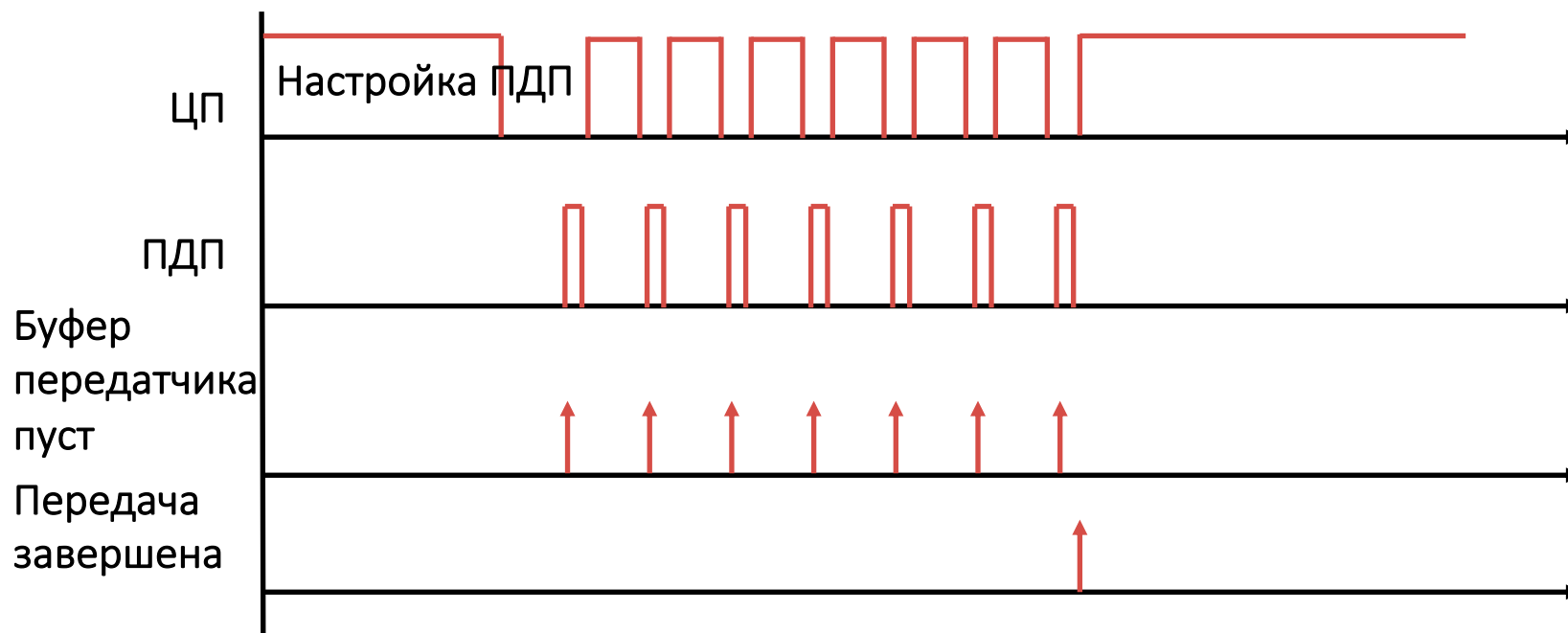
Пример: Копирование блоков памяти

- Инкремент адреса источника и адреса приемника;
- Размер слова – минимальный размер элемента массива/структуры;
- Количество пересылок – размер массива;
- Генерация прерывания по окончании пересылки;
- Программный пуск;
- Пакетный режим.



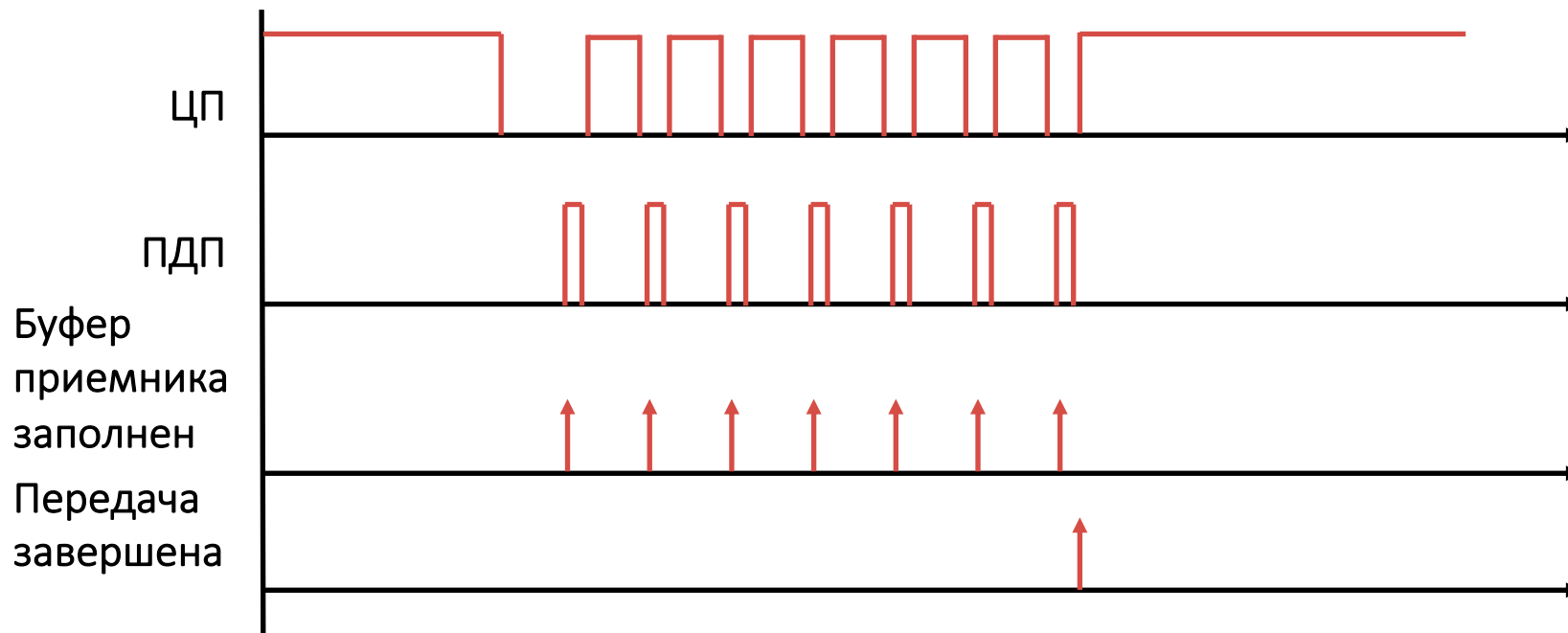
Пример: Копирование в интерфейс передачи

- Инкремент только адреса источника;
- Размер слова – размер передаваемого слова;
- Количество пересылок – количество данных для пересылки;
- Генерация прерывания по окончании пересылки;
- Пуск по окончании передачи/опустошении буфера;
- **Однократный** режим – передачи по готовности одного слова



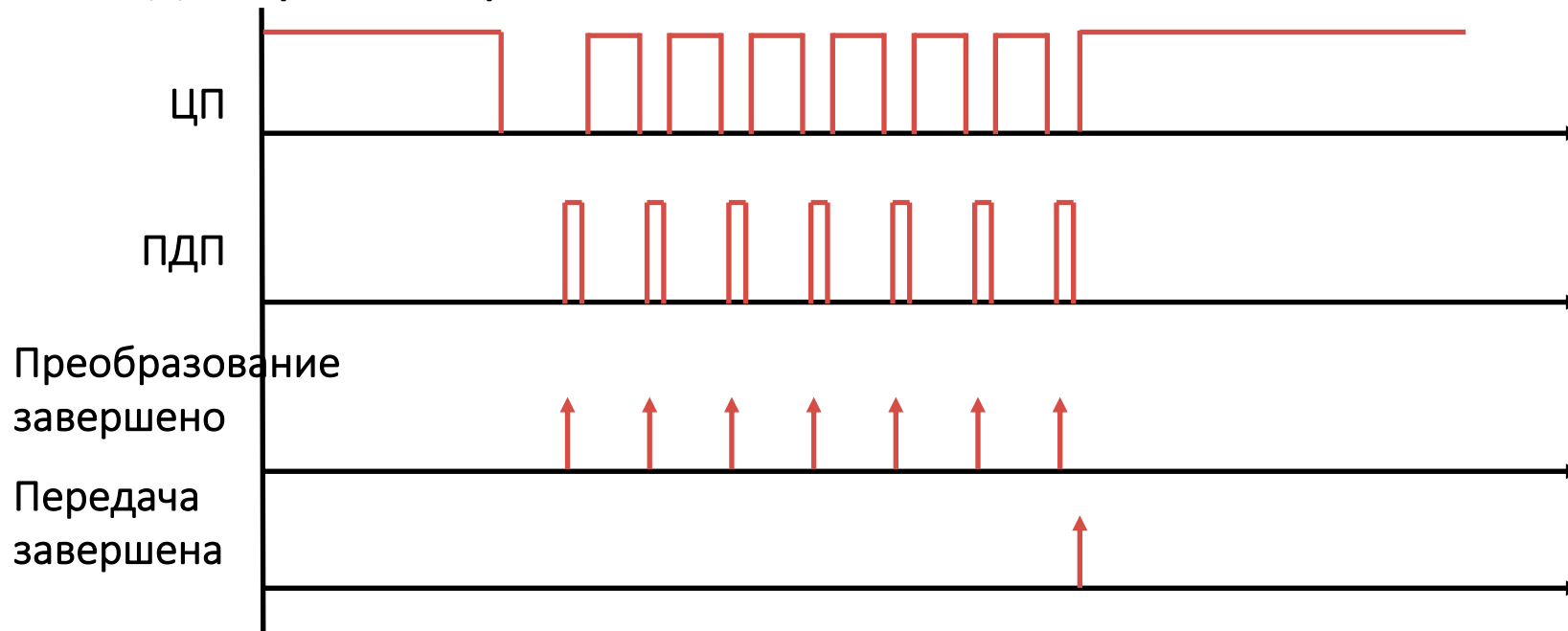
Пример: Копирование из интерфейса передачи

- Инкремент только адреса приемника;
- Размер слова – размер передаваемого слова;
- Количество пересылок – количество данных для пересылки;
- Генерация прерывания по окончании пересылки;
- Пуск по окончании приема/заполнении буфера;
- Однократный режим.



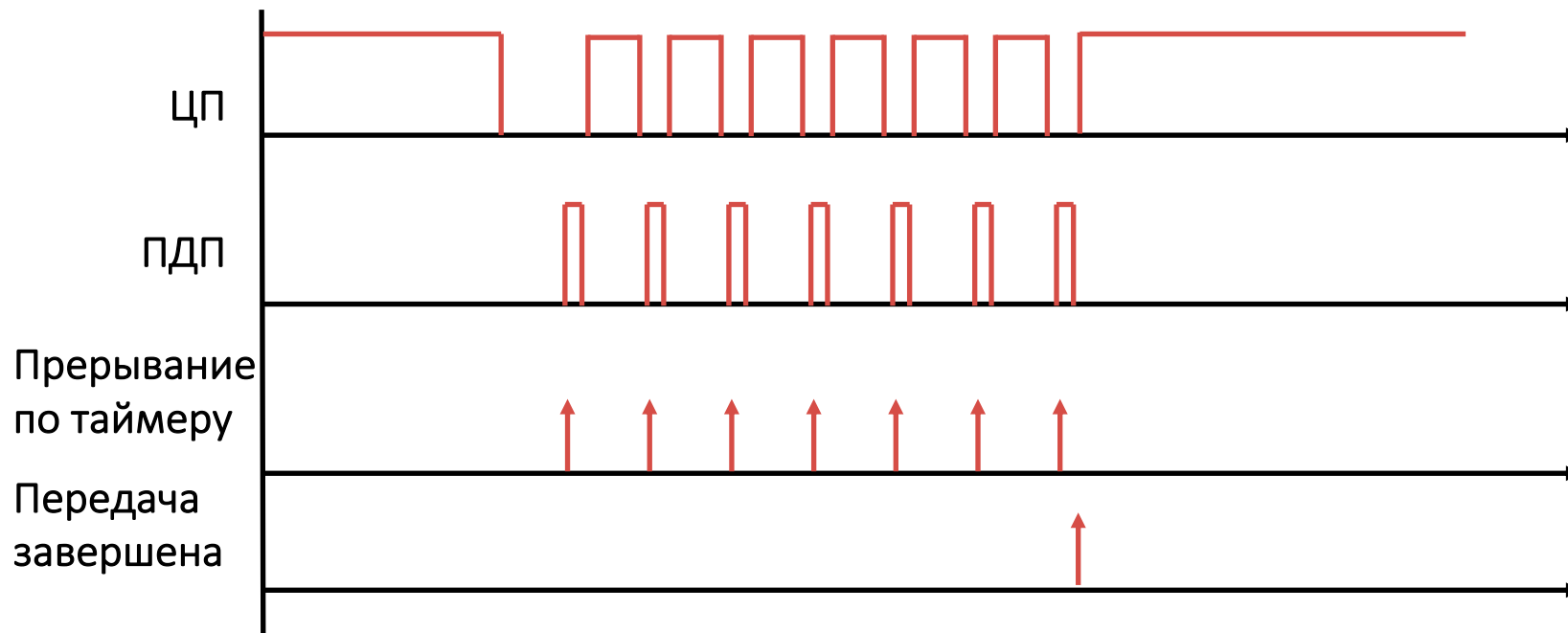
Пример: Работа с АЦП

- Инкремент только адреса приемника
- Размер слова – размер передаваемого слова
- Количество пересылок – количество данных для пересылки
- Генерация прерывания по окончании пересылки
- Пуск по окончании преобразования АЦП (пуск АЦП по таймеру)
- Однократный режим



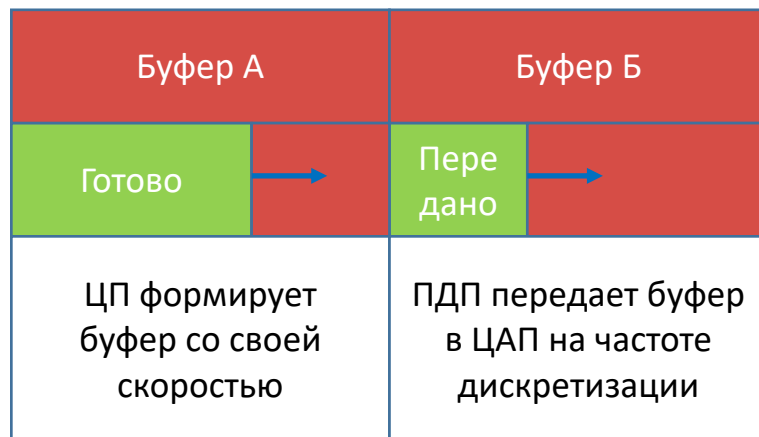
Пример: Работа с ЦАП

- Инкремент только адреса источника;
- Размер слова – размер передаваемого слова;
- Количество пересылок – количество данных для пересылки;
- Генерация прерывания по окончании пересылки;
- Пуск по таймеру (задание частоты дискретизации);
- Однократный режим.



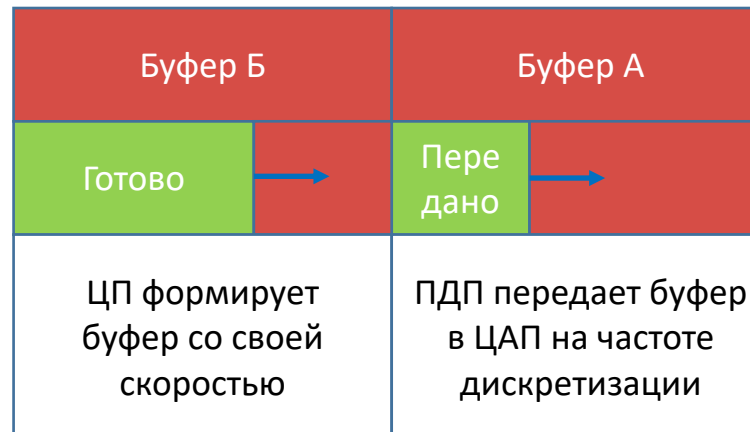
Пример: Работа с АЦП/ЦАП в режиме «пинг-понг»

Пример генерации сигнала ЦП и передачи на ЦАП через ПДП с двумя буферами.

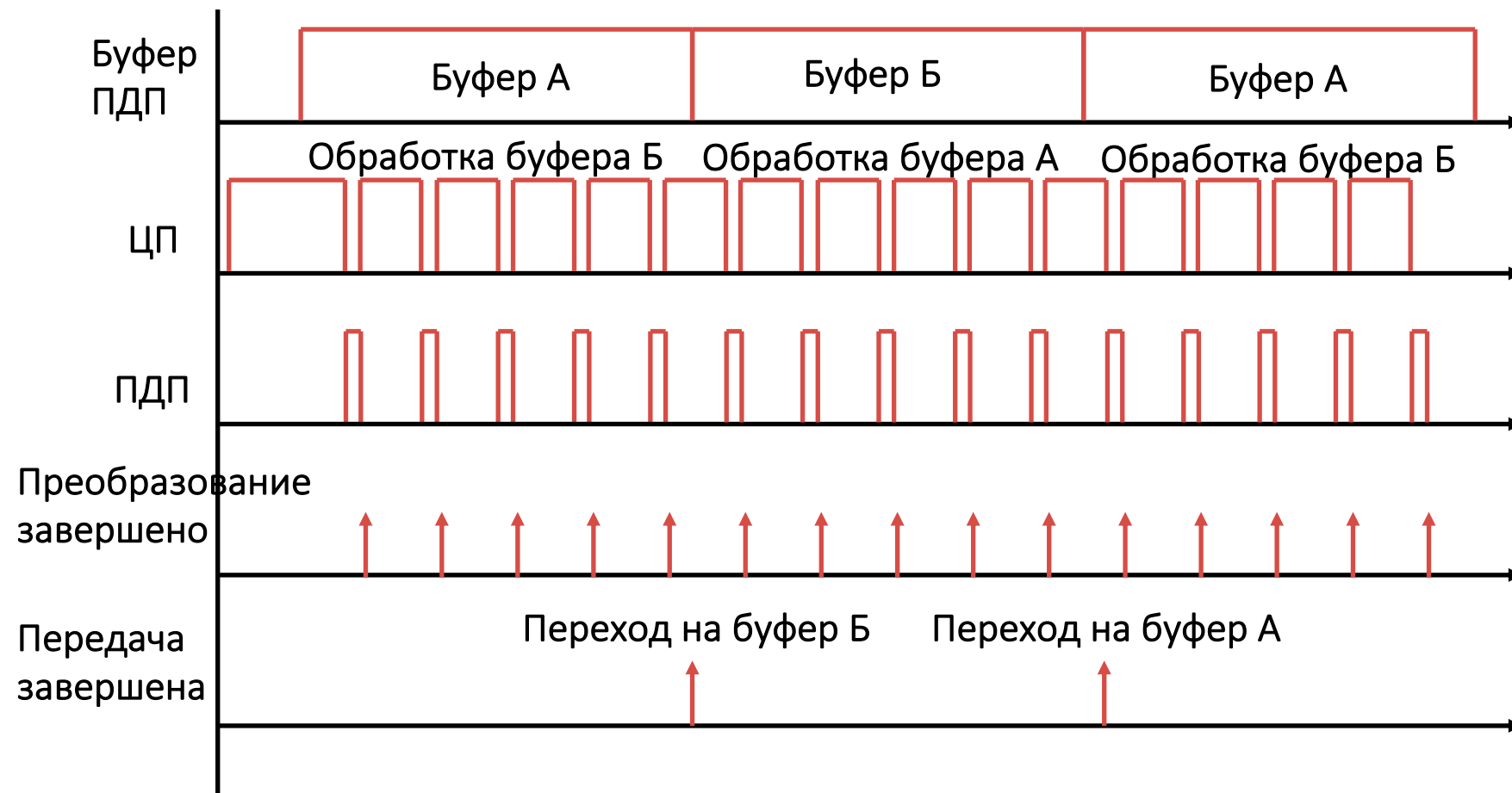


Когда ПДП передаст буфер Б, назначения буфером меняются. ЦП генерирует данные в буфер Б, ПДП передает данные из буфера А

Аналогично для работы с АЦП. ПДП заполняет буфер А, ЦП – обрабатывает буфер Б. После заполнения буфера А, назначение буферов меняются.



Пример: Работа с АЦП/ЦАП в режиме «пинг-понг»



Заключение

1. Применение режима ПДП позволяет существенно разгрузить центральный процессор (в особенности с архитектурой LOAD/STORE) от задач пересылки данных;
2. Связка «ПДП – Последовательный интерфейс» часто применяется когда микропроцессорная система использует одновременно множество интерфейсов;
3. Связка «Таймер - АЦП – ПДП», а также «Таймер – ЦАП – ПДП» часто применяется в задачах контроля аналогового сигнала и генерации аналогового сигнала.