

## Лабораторная работа 6

# ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ МИКРОКОНТРОЛЛЕРА И ПЭВМ. ПРОТОТИП ЦИФРОВОГО ОСЦИЛЛОГРАФА

## Цель работы

Получение практических навыков по организации взаимодействия микроконтроллера с компьютером. Совершенствование навыков по организации аналогового ввода и работе с UART-интерфейсом.

## Теоретические сведения

### Взаимодействие с COM-портом со стороны ПК

Таблица 1 — Основные функции работы с COM-портом в ОС MS Windows

Структура для работы с COM-портом: DCB PORT_dcb;
Открытие COM-порта: ComPort = CreateFile("COM3", GENERIC_READ   GENERIC_WRITE, 0, NULL, OPEN_EXISTING, FILE_ATTRIBUTE_NORMAL, NULL);
Считывание настроек COM-порта: ComFlag = GetCommState(ComPort, &PORT_dcb);
Очистка входных и выходных буферов: PurgeComm(ComPort, PURGE_TXABORT   PURGE_RXABORT   PURGE_TXCLEAR   PURGE_RXCLEAR);
Настройка COM-порта: PORT_dcb.BaudRate = Speed; PORT_dcb.StopBits = ONESTOPBIT; PORT_dcb.fParity = NOPARITY; PORT_dcb.ByteSize = 8;
Установка задержки COM-порта: TimeOuts.ReadTotalTimeoutConstant = 1000; SetCommTimeouts(ComPort, &TimeOuts);
Запись настроек COM-порта: ComFlag = SetCommState(ComPort, &PORT_dcb);
Очистка ошибок: ClearCommError(ComPort, &Error, &Stat);
Приём данных с COM-порта: ReadFile(ComPort, receive_buffer, 4, &comb, NULL);
Отправка данных через COM-порт: WriteFile(ComPort, send_buffer, 5, &comb, NULL);

## Порядок выполнения работы

1. Разработать программный прототип осциллографа, переводящего уровень напряжения (аналогового сигнала) на входе АЦП микроконтроллера в точку на графике в приложении для ПК с учётом дополнительных требований в соответствии с вариантом задания.

Программа для микроконтроллера должна осуществлять периодическое считывание 10-разрядного значения напряжения  $U$  на входе АЦП и отсылку его в последовательный порт. Кроме того, программа должна иметь возможность принимать из последовательного порта значение частоты дискретизации / периода считывания аналогового напряжения ( $t_{ADC}$ ) и изменять величину частоты / периода отправки данных на ПК ( $t_{UART}$ ).

Приложение для ПК должно позволять запускать и останавливать осциллограф, осуществлять получение числа из СОМ-порта и отображать график уровня напряжения на входе АЦП. Приложение должно иметь интерфейсы для задания частоты дискретизации ( $t_{ADC}$ ), частоты отправки данных с МК на ПК ( $t_{UART}$ ), выбора используемого СОМ-порта, скорости его работы\* и формата кадра\* (число информационных битов и контроль чётности (odd, even, none)). Параметры, отмеченные \*, должны работать только в соответствующих вариантах. Приложение должно позволять пользователю изменять перечисленные настройки во время работы осциллографа (желательно использование нескольких потоков).

Протокол взаимодействия ПК и МК должен предусматривать обмен следующими типами сообщений (символом «\*» отмечены типы сообщений, необходимые в отдельных вариантах):

№	Тип сообщения	Направление
1	Запуск осциллографа	ПК → МК
2	Остановка осциллографа	ПК → МК
3	Передача фрагмента 10-разрядного значения напряжения (в каждом передаваемом фрагменте должно быть указание на место фрагмента в 10-разрядном значении)	ПК ← МК
4	Передача нового значения частоты отправки данных на ПК $t_{UART}$	ПК → МК
5*	Запрос сохранённого значения частоты отправки данных на ПК $t_{UART}$	ПК → МК
6*	Передача сохранённого значения частоты отправки данных на ПК $t_{UART}$	ПК ← МК
7	Передача нового значения частоты дискретизации $t_{ADC}$	ПК → МК
8*	Запрос сохранённого значения частоты дискретизации $t_{ADC}$	ПК → МК

9*	Передача сохранённого значения частоты дискретизации $t_{ADC}$	ПК ← МК
10*	Запрос статистики (количество измерений, максимальное и минимальное значение напряжения)	ПК → МК
11*	Передача статистики (количество измерений, максимальное и минимальное значение напряжения)	ПК ← МК
12*	Инициализация сохранения статистики (количество измерений напряжения/ максимальное значение напряжения/минимальное значение напряжения) в EEPROM	ПК → МК
13*	Очистка статистики (в ОЗУ и в EEPROM)	ПК → МК
14*	Инициализация изменения настроек интерфейса (скорость UART и формат кадра – количество информационных битов и контроль чётности)	ПК → МК
15*	Инициализация изменения настроек интерфейса (скорость UART и формат кадра – количество информационных битов и контроль чётности)	ПК ← МК
16*	Инициализация сохранения параметров ( $t_{ADC}$ , $t_{UART}$ , настройки интерфейса) в EEPROM	ПК → МК
17*	Передача размера блока (длина массива значений аналогового напряжения)	ПК → МК
18*	Передача размера блока (длина массива значений аналогового напряжения)	ПК ← МК

Формат протокола разрабатывается самостоятельно. Наиболее простой способ организации протокола подразумевает выделение нескольких битов в пакете для указания типа сообщения. При передаче сообщений в несколько байтов рекомендуется предусмотреть дополнительные пакеты между сообщениями – либо пустые пакеты, либо пакеты с контрольными суммами, либо пакеты-подтверждения, передаваемые в обратную сторону.

2. Скомпилировать и записать программу в контроллер.
3. Проверить правильность работы программного комплекса.

### Содержание отчёта

1. Схема установки (задействованные узлы отладочной платы).
2. Блок-схемы алгоритмов программ для микроконтроллера и ПК.
3. Комментированные листинги программы для микроконтроллера на языках Си и ассемблер и листинг программы для ПК на языке Си.
4. Список всех встречающихся в программе состояний регистров конфигурации АЦП и UART с пояснением всех разрядов регистров.
5. Выводы по работе.

## Варианты заданий

Номер варианта	Задание
1	МК должен осуществлять подсчёт статистики (количество измерений напряжения, максимальное и минимальное значение напряжения). На семисегментный индикатор должна постоянно выводиться текущая статистика (количество измерений напряжения/ максимальное значение напряжения/минимальное значение напряжения), переключение между выводимыми значениями осуществляется с помощью прерывания <code>int0</code> . По прерыванию <code>int1</code> текущие значения статистики сохраняются в EEPROM. При включении МК исходные значения считываются из EEPROM.
2	На семисегментном индикаторе должны выводиться считанное с АЦП значение, величина $t_{ADC}$ (или обратная к ней) и величина $t_{UART}$ (или обратная к ней) в виде бегущей строки, параметры должны разделяться точкой. Пример вывода: «762.58.239» (красным выделен фрагмент на индикаторе, в следующий момент «762.58.239»). По прерыванию <code>int0</code> выводимое сообщение должно возвращаться к первому символу («762.58.239»).
3	По прерыванию <code>int0</code> должна циклически изменяться скорость работы USART: 9600, 38400 и 57600 бод (одно нажатие – одно изменение). Перед изменением скорости МК отправляет соответствующее сообщение на ПК, после чего оба устройства изменяют настройки интерфейсов.
4	Передача значения напряжения должна производиться не отдельными значениями, а массивами настраиваемой длины. Программа на МК заполняет массив значений и только после этого отправляет значения на ПК. В приложении для ПК должен быть интерфейс для ввода длины массива, кнопка для отправки данного параметра на МК. При запуске МК считывает значение длины массива из EEPROM. При запуске осциллографа (получении соответствующего сообщения от ПК) в ответ МК посылает длину массива. При получении сообщения об изменении длины массива МК сохраняет полученное значение в EEPROM.
5	МК должен осуществлять подсчёт статистики (количество измерений напряжения, максимальное и минимальное значение напряжения). Приложение должно иметь интерфейс для вывода статистики, кнопку для запроса текущей статистики от МК, кнопку для записи статистики в EEPROM и кнопку для обнуления статистики в ОЗУ и EEPROM МК. При включении МК значения статистики считываются из EEPROM.
6	Считывание данных с UART-интерфейса должно осуществляться с помощью прерывания <code>USART_RXC</code> . Необходимо реализовать обработку двухбайтных величин $t_{ADC}$ и $t_{UART}$ . Прерывание <code>int0</code> сбрасывает значение

	величин $t_{ADC}$ и $t_{UART}$ в значение по умолчанию (выбирается самостоятельно) и передаёт соответствующие сообщения на ПК.
7	На семисегментном индикаторе должно постоянно выводиться текущее значение $t_{ADC}$ и $t_{UART}$ , переключение между выводимыми значениями осуществляется с помощью прерывания <code>int0</code> (одно нажатие – одно изменение). По прерыванию <code>int1</code> текущее отображаемое значение увеличивается на единицу (одно нажатие – одно изменение), новое значение передаётся на ПК.
8	На семисегментном индикаторе должно постоянно выводиться текущее значение напряжения на входе АЦП. Для организации периодического считывания значения напряжения (величина $t_{ADC}$ ) необходимо использовать прерывание <code>timer1_cmp</code> . Считывание данных с UART-интерфейса должно осуществляться с помощью прерывания <code>USART_RXC</code> .
9	При изменении параметров UART-интерфейса (скорость, размер кадра и контроль чётности) в приложении на ПК происходит передача сообщения с ПК на МК с указанием новых параметров до изменения самих параметров, после чего оба устройства изменяют свои настройки интерфейсов. По прерыванию <code>int0</code> МК информирует ПК об установке значений по умолчанию (скорость 9600 бод, 8 информационных битов и выключенный контроль чётности), после чего оба устройства изменяют настройки интерфейсов.
10	При включении МК из памяти EEPROM считываются сохранённые значения величин $t_{ADC}$ и $t_{UART}$ . При запуске осциллографа (передача соответствующего сообщения с ПК на МК) МК должен в ответ прислать свои настройки величин $t_{ADC}$ и $t_{UART}$ . Приложение должно иметь кнопку для записи текущих значений указанных величин в EEPROM.