

|  |
| --- |
| МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  ФЕДЕРАЦИИ |
| ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ "МИРЭА - РОССИЙСКИЙ  ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ" |

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

«Измерительные приборы и системы на базе микропроцессоров»

Направление подготовки 12.03.01 «Приборостроение»

*(код и наименование)*

Профиль "**Аналитическое приборостроение и интеллектуальные системы безопасности**"

Институт КБСП «Комплексной безопасности и специального приборостроения»

*(краткое и полное наименование)*

Форма обучения очная

*(очная, очно-заочная, заочная)*

Программа подготовки академический бакалавриат

*(академический, прикладной бакалавриат)*

Квалификация выпускника Бакалавр

Кафедра КБ6 «Приборы и информационно-измерительные системы»

*(краткое и полное наименование кафедры, разработавшей методические указания)*

Москва 2021г

**ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1** НА ТЕМУ: «ОБРАБОТКА И ХРАНЕНИЕ ДАННЫХ В МИКРОКОНТРОЛЛЕРЕ С ЯДРОМ AVR»

# Цель работы

Целью работы является:

1. изучить интегрированную среду разработки AVR Studio от компании Atmel и получить навыки работы с ней;
2. научиться проводить отладку программного обеспечения в симуляторе среды разработки AVR Studio;
3. научиться загружать программу в микроконтроллер с ядром AVR, установленный на лабораторном стенде STK500;
4. изучить способы отладки программ с использованием стартового набора разработчика STK500 фирмы Atmel.

# Подготовка к выполнению работы

По конспекту лекций и рекомендуемым источникам изучить архитектуру, систему команд микроконтроллера с ядром AVR. Проанализировать рассмотренные в источниках примеры программ обработки и хранения данных.

Используя методические указания [1] и интегрированную среду разработки AVR Studio от компании Atmel получить навыки работы с текстовым редактором, программными проектами, транслятором программ и отладчиком. Изучить порядок подключения и программирования стартового набора разработчика STK500 фирмы Atmel.

# Порядок выполнения лабораторной работы

1. Включите ЭВМ и откройте интегрированную среду разработки AVR Studio.
2. Создайте новый проект, укажите имя и поместите его в отдельную папку.
3. Напишите текст программы в соответствии с вариантом задания. Оттранслируйте проект и исправьте ошибки, если они есть. При отсутствии ошибок убедитесь, что в папке проекта появился файл с расширением \*.hex.
4. Запустите отладчика. Выполните пошаговую отладку программы и запишите значения переменных в заданных точках программы.
5. Включите стартовый набор разработчика STK500 и загрузите программу (файл с расширением \*.hex) в установленный на стенде микроконтроллер с ядром AVR, используя программатор в среде разработки AVR Studio.
6. Проверьте работоспособность программы, используя различные варианты комбинаций тестовых воздействий для кнопочных переключателей и отклик одноразрядных светодиодных индикаторов.
7. Продемонстрируйте преподавателю работоспособный вариант программы с помощью STK500 и среды разработки AVR Studio. Оформите отчет, ответьте на контрольные вопросы и сделайте выводы по проделанной работе.

# Варианты заданий

Номер варианта соответствует последней цифре в студенческом билете студента. В таблице указаны, элементы массива данных и действие, которое над ними следует выполнить в подпрограмме обработки данных. Результат выполнения сохранить в заданную ячейку памяти ОЗУ и отобразить на индикаторах, подключенных к линиям порта В микроконтроллера.

Таблица 1 – Варианты заданий на лабораторную работу

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | **адр ес**  **ячейки**  **ОЗУ** | **массив** | **действие** |
|  | 600 | 137, 93, 25, 201, 174, 16, 88, 69, 107, 190, 4. | найти  минимальный, нечетный |
|  | 590 | 44, 106, 242, 12, 39, 185, 217, 92, 149, 125. | инвертировать максимальный,  нечетный |
|  | 580 | 7, 52, 18, 150, 251, 230, 145, 127, 197, 2, 62. | обнулить младшую  тетраду максимального |
|  | 570 | 222, 213, 37, 166, 208, 157, 144, 46, 139, 81. | записать 1 в старшую тетраду  минимального |
|  | 560 | 255, 177, 211, 204, 182, 164, 64, 32, 48, 130. | найти  минимальный, четный |
|  | 550 | 137, 93, 25, 201, 174, 16, 88, 69, 107, 190, 4. | найти  максимальный, нечетный |
|  | 540 | 44, 106, 242, 12, 39, 185, 217, 92, 149, 125. | записать 1 в младшую тетраду  минимального |
|  | 530 | 7, 52, 18, 150, 251, 230, 145, 127, 197, 2, 62. | обнулить старшую  тетраду максимального |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | 520 | 222, 213, 37, 166, 208, 157, 144, 46, 139, 81. | инвертировать минимальный,  четный |
|  | 510 | 255, 177, 211, 204, 182, 164, 64, 32, 48, 130. | найти  максимальный, четный |

# Содержание отчета

Отчет оформляется в электронном виде с помощью текстового редактора, демонстрируется преподавателю по окончании лабораторной работы и должен содержать:

* цель работы;
* исходный текст программы (листинг) с комментариями;
* содержимое загрузочного файла (файл с расширением \*.hex);
* скриншоты для состояний внутренних регистров микроконтроллера с ядром AVR на моменты времени, заданные преподавателем;
* ответы на контрольные вопросы;
* выводы.

# Контрольные вопросы

1. Назначение внутренней памяти данных микроконтроллера?
2. Назначение внутренней памяти программ микроконтроллера?
3. Назначение внутренней памяти констант микроконтроллера?
4. Назначение регистров общего назначения микроконтроллера?
5. Назначение регистров ввода/вывода микроконтроллера?
6. Синтаксис команд на языке ассемблер для микроконтроллера?

# Рекомендуемые источники

* 1. С.А. Канаев, О.В. Москаленко Методические указания для лабораторного практикума «Микропроцессорная измерительная техника. Порядок работы с пакетом AVR Studio»
  2. [www.atmel.com/images/2512s.pdf](http://www.atmel.com/images/2512s.pdf)

**ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2** НА ТЕМУ: «ВВОД И ВЫВОД ИНФОРМАЦИИ ЧЕРЕЗ ПОРТЫ МИКРОКОНТРОЛЛЕРА С ЯДРОМ AVR»

# Цель работы

Целью работы является:

1. изучить интегрированную среду разработки AVR Studio от компании Atmel и получить навыки работы с ней;
2. изучить схемы подключения кнопочных переключателей и одноразрядных светодиодных индикаторов;
3. научиться определять состояние кнопок и управлять светодиодными индикаторами с помощью программы;
4. изучить способы отладки программ с использованием стартового набора разработчика STK500 фирмы Atmel.

# Подготовка к выполнению работы

По конспекту лекций и рекомендуемым источникам изучить архитектуру, систему команд и схемы параллельных портов микроконтроллера с ядром AVR. Изучить используемые в STK500 схемы для подключения кнопочных переключателей и одноразрядных светодиодных индикаторов к линиям параллельных портов микроконтроллера с ядром AVR. Проанализировать рассмотренные в источниках примеры программ опроса состояния кнопок и управления светодиодными индикаторами.

Используя методические указания [1] и интегрированную среду разработки AVR Studio от компании Atmel получить навыки работы с текстовым редактором, программными проектами, транслятором программ и отладчиком. Изучить порядок подключения и программирования стартового набора разработчика STK500 фирмы Atmel.

# Порядок выполнения лабораторной работы

1. Включите ЭВМ и откройте интегрированную среду разработки AVR Studio.
2. Создайте новый проект, укажите имя и поместите его в отдельную папку.
3. Напишите текст программы в соответствии с вариантом задания. Оттранслируйте проект и исправьте ошибки, если они есть. При отсутствии ошибок убедитесь, что в папке проекта появился файл с расширением \*.hex.
4. Запустите отладчика. Выполните пошаговую отладку программы и запишите значения переменных в заданных точках программы.
5. Включите стартовый набор разработчика STK500 и загрузите программу (файл с расширением \*.hex) в установленный на стенде микроконтроллер с ядром AVR, используя программатор в среде разработки AVR Studio.
6. Проверьте работоспособность программы, используя различные варианты комбинаций тестовых воздействий для кнопочных переключателей и отклик одноразрядных светодиодных индикаторов.
7. Продемонстрируйте преподавателю работоспособный вариант программы с помощью STK500 и среды разработки AVR Studio. Оформите отчет, ответьте на контрольные вопросы и сделайте выводы по проделанной работе.

# Варианты заданий

Номер варианта соответствует последней цифре в студенческом билете студента. В таблице указаны, к каким линиям портов подключены кнопки

«старт» для запуска переключения светодиодных индикаторов (СДИ) и

«стоп» для остановки их переключения, порядок переключения СДИ (на каких линиях порта В включены СДИ) и интервал времени между переключениями. Частота тактовых импульсов для микроконтроллера составляет 3,686 МГц.

Таблица 1 – Варианты заданий на лабораторную работу

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **№** | **кноп ка**  **«стар т»** | **кноп ка**  **«стоп**  **»** | **порядок переключения СДИ** | | | | | | | | **вре мя** |
| **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** |
| 0 | PA0 | PA1 | PB0, PB1 | PB2, PB3 | PB4, PB5 | PB6, PB7 | - | - | - | - | 20  мс |
| 1 | PA2 | PA3 | PB7 | PB6 | PB5 | PB4 | PB3 | PB2 | PB1 | PB0 | 18  мс |
| 2 | PA4 | PA5 | PB0 | PB0,PB 1 | PB0, PB1, PB2 | PB0, PB1, PB2, PB3 | PB0, PB1, PB2, PB3, PB4 | PB0, PB1, PB2, PB3, PB4, PB5 | PB0, PB1, PB2, PB3, PB4, PB5, PB6 | PB0, PB1, PB2, PB3, PB4, PB5,  PB6, PB7 | 15  мс |
| 3 | PA6 | PA7 | PB6, PB7 | PB4, PB5 | PB2, PB3 | PB0, PB1 | PB2, PB3 | PB4, PB5 | - | - | 23  мс |
| 4 | PA1 | PA6 | PB0, PB7 | PB1, PB6 | PB2, PB5 | PB3, PB4 | PB2, PB5 | PB1, PB6 | - | - | 16  мс |
| 5 | PA3 | PA4 | PB3, PB4 | PB2, PB5 | PB1, PB6 | PB0, PB7 | - | - | - | - | 22  мс |
| 6 | PA5 | PA2 | PB0, PB1, | все выкл. | PB0, PB1, | все выкл. | PB0, PB2, | PB1, PB3, | PB0, PB2, | PB1, PB3, | 24  мс |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  | PB2, PB3, PB4, PB5, PB6,  PB7 |  | PB2, PB3, PB4, PB5, PB6,  PB7 |  | PB4, PB6 | PB5, PB7 | PB4, PB6 | PB5, PB7 |  |
| 7 | PA7 | PA0 | PB6, PB7 | PB4, PB5 | PB2, PB3 | PB0, PB1 | - | - | - | - | 17  мс |
| 8 | PA2 | PA4 | PB0 | PB1 | PB2 | PB3 | PB4 | PB5 | PB6 | PB7 | 21  мс |
| 9 | PA0 | PA5 | PB0, PB7 | PB1, PB6 | PB2, PB5 | PB3, PB4 | - | - | - | - | 19  мс |

# Содержание отчета

Отчет оформляется в электронном виде с помощью текстового редактора, демонстрируется преподавателю по окончании лабораторной работы и должен содержать:

* цель работы;
* исходный текст программы (листинг) с комментариями;
* содержимое загрузочного файла (файл с расширением \*.hex);
* скриншоты для состояний внутренних регистров микроконтроллера с ядром AVR на момент каждого переключения (через заданный интервал времени);
* ответы на контрольные вопросы;
* выводы.

# Контрольные вопросы

1. Появление какого сигнала на линии порта означает включение СДИ?
2. Появление какого сигнала на линии порта означает выключение СДИ?
3. Присутствие какого сигнала на линии порта означает, что кнопка была нажата?
4. Присутствие какого сигнала на линии порта означает, что кнопка не была нажата?
5. Если к линиям порта подключены кнопочные переключатели, то эти линии должны быть настроены на вход, или выход?
6. Если к линиям порта подключены одноразрядные светодиодные индикаторы, то эти линии должны быть настроены на вход, или выход?
7. В каких регистрах ввода/вывода микроконтроллера с ядром AVR будет отображаться текущее состояние сигналов с линий порта, к которым подключены одноразрядные светодиодные индикаторы?
8. В каких регистрах ввода/вывода микроконтроллера с ядром AVR будет отображаться текущее состояние сигналов с линий порта, к которым подключены кнопочные переключатели?

# Рекомендуемые источники

* 1. С.А. Канаев, О.В. Москаленко Методические указания для лабораторного практикума «Микропроцессорная измерительная техника. Порядок работы с пакетом AVR Studio»
  2. [www.atmel.com/images/2512s.pdf](http://www.atmel.com/images/2512s.pdf)

**ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №3** НА ТЕМУ: «ОБМЕН ДАННЫМИ С ПК ЧЕРЕЗ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНЫЙ ПОРТ USART МИКРОКОНТРОЛЛЕРА С ЯДРОМ AVR»

# Цель работы

Целью работы является:

1. изучить интегрированную среду разработки AVR Studio от компании Atmel и получить навыки работы с ней;
2. изучить особенности работы последовательного асинхронного интерфейса USART, встроенного в микроконтроллер с ядром AVR;
3. освоить методику расчета скорости для обмена по последовательному интерфейсу, настройки формата посылки и задания режимов работы модуля USART;
4. изучить способы отладки программ с использованием стартового набора разработчика STK500 фирмы Atmel и программы терминала.

# Подготовка к выполнению работы

По конспекту лекций и рекомендуемым источникам изучить архитектуру, систему команд и особенности работы последовательного асинхронного интерфейса USART, встроенного в микроконтроллер с ядром AVR. Изучить используемые в STK500 схемы для его подключения к COM- порту персонального компьютера (ПК). Проанализировать рассмотренные в источниках примеры программ для обмена данными с ПК.

Используя методические указания [1] и интегрированную среду разработки AVR Studio от компании Atmel получить навыки работы с текстовым редактором, программными проектами, транслятором программ и отладчиком. Изучить порядок подключения и программирования стартового набора разработчика STK500 фирмы Atmel.

# Порядок выполнения лабораторной работы

1. Включите ЭВМ и откройте интегрированную среду разработки AVR Studio.
2. Создайте новый проект, укажите имя и поместите его в отдельную папку.
3. Напишите текст программы в соответствии с вариантом задания. Оттранслируйте проект и исправьте ошибки, если они есть. При отсутствии ошибок убедитесь, что в папке проекта появился файл с расширением \*.hex.
4. Запустите отладчика. Выполните пошаговую отладку программы и запишите значения переменных в заданных точках программы.
5. Включите стартовый набор разработчика STK500 и загрузите программу (файл с расширением \*.hex) в установленный на стенде микроконтроллер с ядром AVR, используя программатор в среде разработки AVR Studio.
6. Проверьте работоспособность программы, используя различные варианты комбинаций тестовых воздействий с ПК и отклик микроконтроллера с ядром AVR через программу терминала, настроенную в соответствии с заданием.
7. Продемонстрируйте преподавателю работоспособный вариант программы с помощью STK500 и среды разработки AVR Studio. Оформите отчет, ответьте на контрольные вопросы и сделайте выводы по проделанной работе.

# Варианты заданий

В лабораторной работе необходимо написать и отладить программу, в которой любые данные, поступившие с ПК, отображаются с помощью одноразрядных светодиодных индикаторов, подключенных к линиям порта В и передаются обратно в ПК для подтверждения полученной посылки.

Номер варианта соответствует последней цифре в студенческом билете студента. В таблице указаны формат и скорость обмена данными по последовательному асинхронному интерфейсу. В формате обмена данными оговаривается количество бит данных в посылке, наличие и вид контроля, количество стоп-бит. Частота тактовых импульсов для микроконтроллера составляет 3,686 МГц.

Таблица 1 – Варианты заданий на лабораторную работу

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **№** | **Скорость** | **Бит данных** | **Вид контроля** | **Стоп-бит** |
| 0 | 600 бод | 8 | нет контроля | 1 |
| 1 | 1200 бод | 7 | по четности | 2 |
| 2 | 2400 бод | 6 | по нечетности | 1 |
| 3 | 4800 бод | 5 | нет контроля | 2 |
| 4 | 9600 бод | 8 | по четности | 1 |
| 5 | 14400 бод | 7 | по нечетности | 1 |
| 6 | 19200 бод | 6 | нет контроля | 2 |
| 7 | 28800 бод | 5 | по четности | 1 |
| 8 | 38400 бод | 8 | по нечетности | 2 |
| 9 | 57600 бод | 7 | нет контроля | 1 |

# Содержание отчета

Отчет оформляется в электронном виде с помощью текстового редактора, демонстрируется преподавателю по окончании лабораторной работы и должен содержать:

* + цель работы;
  + заданный формат посылки и расчет параметров синхронизации;
  + исходный текст программы (листинг) с комментариями;
  + содержимое загрузочного файла (файл с расширением \*.hex);
* скриншоты для состояний внутренних регистров микроконтроллера с ядром AVR на момент передачи каждого бита посылки;
* ответы на контрольные вопросы;
* выводы.

# Контрольные вопросы

1. Появление какого сигнала на линии RxD, или TxD для последовательного асинхронного интерфейса USART, встроенного в микроконтроллер с ядром AVR означает начало посылки?
2. Через какие регистры ввода/вывода настраивается скорость обмена данными для последовательного асинхронного интерфейса USART, встроенного в микроконтроллер с ядром AVR?
3. Через какие регистры ввода/вывода настраивается формат обмена данными для последовательного асинхронного интерфейса USART, встроенного в микроконтроллер с ядром AVR?
4. В посылке передаются биты данных 10111011. Какое значение примет бит контроля, если задан контроль по четности?
5. В посылке передаются биты данных 10001011. Какое значение примет бит контроля, если задан контроль по нечетности?
6. При каком максимальном расхождении (в %) между реальной и желаемой скоростью, обмен данными будет возможным?
7. Последовательный асинхронный интерфейс USART, встроенный в микроконтроллер с ядром AVR является полнодуплексным, или полудуплексным? Поясните ответ.
8. Какова глубина буферного регистра-приемника данных в модуле USART, встроенном в микроконтроллер с ядром AVR?

# Рекомендуемые источники

* 1. С.А. Канаев, О.В. Москаленко Методические указания для лабораторного практикума «Микропроцессорная измерительная техника. Порядок работы с пакетом AVR Studio»
  2. [www.atmel.com/images/2512s.pdf](http://www.atmel.com/images/2512s.pdf)

**ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №4** НА ТЕМУ: «ИЗУЧЕНИЕ РАБОТЫ ТАЙМЕРОВ/СЧЕТЧИКОВ МИКРОКОНТРОЛЛЕРА С ЯДРОМ AVR»

# Цель работы

Целью работы является:

1. изучить интегрированную среду разработки AVR Studio от компании Atmel и получить навыки работы с ней;
2. изучить особенности работы таймеров/счетчиков встроенных в микроконтроллер с ядром AVR;
3. научиться настраивать прерывания и режимы работы таймеров/счетчиков встроенных в микроконтроллер с ядром AVR для формирования временных интервалов и подсчета внешних событий;
4. изучить способы отладки программ с использованием стартового набора разработчика STK500 фирмы Atmel.

# Подготовка к выполнению работы

По конспекту лекций и рекомендуемым источникам изучить архитектуру, систему команд, схемы, принцип и режимы работы таймеров/счетчиков встроенных в микроконтроллер с ядром AVR. Изучить используемые в STK500 схемы для подключения одноразрядных светодиодных индикаторов к линиям параллельных портов микроконтроллера с ядром AVR. Проанализировать рассмотренные в источниках примеры программ для формирования различных временных интервалов с помощью различных режимов работы таймеров/счетчиков.

Используя методические указания [1] и интегрированную среду разработки AVR Studio от компании Atmel получить навыки работы с текстовым редактором, программными проектами, транслятором программ и отладчиком. Изучить порядок подключения и программирования стартового набора разработчика STK500 фирмы Atmel.

# Порядок выполнения лабораторной работы

1. Включите ЭВМ и откройте интегрированную среду разработки AVR Studio.
2. Создайте новый проект, укажите имя и поместите его в отдельную папку.
3. Напишите текст программы в соответствии с вариантом задания. Оттранслируйте проект и исправьте ошибки, если они есть. При отсутствии ошибок убедитесь, что в папке проекта появился файл с расширением \*.hex.
4. Запустите отладчика. Выполните пошаговую отладку программы и запишите значения переменных в заданных точках программы.
5. Включите стартовый набор разработчика STK500 и загрузите программу (файл с расширением \*.hex) в установленный на стенде микроконтроллер с ядром AVR, используя программатор в среде разработки AVR Studio.
6. Проверьте работоспособность программы, анализируя порядок отклика одноразрядных светодиодных индикаторов.
7. Продемонстрируйте преподавателю работоспособный вариант программы с помощью STK500 и среды разработки AVR Studio. Оформите отчет, ответьте на контрольные вопросы и сделайте выводы по проделанной работе.

# Варианты заданий

Обеспечить переключение 8-и одноразрядных светодиодных индикаторов, подключенных к каждой линии порта В, через заданный интервал времени, полученный с помощью указанного режима работы одного из таймеров/счетчиков, встроенных в микроконтроллер с ядром AVR.

Номер варианта соответствует последней цифре в студенческом билете студента. В таблице указаны, режим работы и номер таймера/счетчика (Т/С), порядок переключения СДИ (на каких линиях порта В включены СДИ) и интервал времени между переключениями. Частота тактовых импульсов для микроконтроллера составляет 3,686 МГц.

Таблица 1 – Варианты заданий на лабораторную работу

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **№** | **Т/ С** | **режим** | **порядок переключения СДИ** | | | | | | | | **вре мя** |
| **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 0 | 1 | перепол- нение | PB6, PB7 | PB4, PB5 | PB2, PB3 | PB0, PB1 | PB2, PB3 | PB4, PB5 | - | - | 22  мс |
| 1 | 1 | совпаде- ние А | PB0 | PB0,P B1 | PB0, PB1, PB2 | PB0, PB1, PB2, PB3 | PB0, PB1, PB2, PB3, PB4 | PB0, PB1, PB2, PB3, PB4, PB5 | PB0, PB1, PB2, PB3, PB4, PB5, PB6 | PB0, PB1, PB2, PB3, PB4, PB5, PB6,  PB7 | 16  мс |
| 2 | 1 | совпаде- ние В | PB7 | PB6 | PB5 | PB4 | PB3 | PB2 | PB1 | PB0 | 17  мс |
| 3 | 0 | перепол- нение | PB0, PB1 | PB2, PB3 | PB4, PB5 | PB6, PB7 | - | - | - | - | 21  мс |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 4 | 0 | совпаде- ние | PB0, PB7 | PB1, PB6 | PB2, PB5 | PB3, PB4 | - | - | - | - | 19  мс |
| 5 | 1 | перепол- нение | PB0 | PB1 | PB2 | PB3 | PB4 | PB5 | PB6 | PB7 | 15  мс |
| 6 | 1 | совпаде- ние А | PB6, PB7 | PB4, PB5 | PB2, PB3 | PB0, PB1 | - | - | - | - | 18  мс |
| 7 | 1 | совпаде- ние В | PB3, PB4 | PB2, PB5 | PB1, PB6 | PB0, PB7 | - | - | - | - | 23  мс |
| 8 | 0 | перепол- нение | PB0, PB7 | PB1, PB6 | PB2, PB5 | PB3, PB4 | PB2, PB5 | PB1, PB6 | - | - | 20  мс |
| 9 | 0 | совпаде- ние | PB0, PB1, PB2, PB3, PB4, PB5,  PB6, PB7 | все выкл. | PB0, PB1, PB2, PB3, PB4, PB5,  PB6, PB7 | все выкл. | PB0, PB2, PB4, PB6 | PB1, PB3, PB5, PB7 | PB0, PB2, PB4, PB6 | PB1, PB3, PB5, PB7 | 24  мс |

# Содержание отчета

Отчет оформляется в электронном виде с помощью текстового редактора, демонстрируется преподавателю по окончании лабораторной работы и должен содержать:

* цель работы;
* исходный текст программы (листинг) с комментариями;
* содержимое загрузочного файла (файл с расширением \*.hex);
* скриншоты для состояний внутренних регистров микроконтроллера с ядром AVR на момент каждого переключения (через заданный интервал времени);
* ответы на контрольные вопросы;
* выводы.

# Контрольные вопросы

1. Появление какого сигнала на линии порта означает включение СДИ?
2. Появление какого сигнала на линии порта означает выключение СДИ?
3. Если к линиям порта подключены одноразрядные светодиодные индикаторы, то эти линии должны быть настроены на вход, или выход?
4. В каких регистрах ввода/вывода микроконтроллера с ядром AVR будет отображаться текущее состояние сигналов с линий порта, к которым

подключены одноразрядные светодиодные индикаторы?

1. В каких регистрах ввода/вывода микроконтроллера с ядром AVR будет отображаться текущее состояние таймера/счетчика0?
2. В каких регистрах ввода/вывода микроконтроллера с ядром AVR будет отображаться текущее состояние таймера/счетчика1?
3. В каких регистрах ввода/вывода микроконтроллера с ядром AVR будет отображаться текущее состояние флагов прерываний для таймеров/счетчиков?

# Рекомендуемые источники

* 1. С.А. Канаев, О.В. Москаленко Методические указания для лабораторного практикума «Микропроцессорная измерительная техника. Порядок работы с пакетом AVR Studio»
  2. [www.atmel.com/images/2512s.pdf](http://www.atmel.com/images/2512s.pdf)

**ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №5** НА ТЕМУ: **ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №3** НА ТЕМУ: «ОБМЕН ДАННЫМИ С ПК ЧЕРЕЗ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНЫЙ ПОРТ USART МИКРОКОНТРОЛЛЕРА С ЯДРОМ AVR»

# Цель работы

Целью работы является:

1. изучить интегрированную среду разработки AVR Studio от компании Atmel и получить навыки работы с ней;
2. изучить особенности работы ШИМ-режимов таймеров/счетчиков встроенных в микроконтроллер с ядром AVR;
3. научиться настраивать прерывания и ШИМ-режимы работы таймеров/счетчиков встроенных в микроконтроллер с ядром AVR для управления одноразрядным светодиодным индикатором;
4. изучить способы отладки программ с использованием стартового набора разработчика STK500 фирмы Atmel.

# Подготовка к выполнению работы

По конспекту лекций и рекомендуемым источникам изучить архитектуру, систему команд, схемы, принцип и ШИМ-режимы работы таймеров/счетчиков встроенных в микроконтроллер с ядром AVR. Изучить используемые в STK500 схемы для подключения кнопочных переключателей и одноразрядных светодиодных индикаторов к линиям параллельных портов микроконтроллера с ядром AVR. Проанализировать рассмотренные в источниках примеры программ для формирования ШИМ-сигнала с помощью встроенных таймеров/счетчиков.

Используя методические указания [1] и интегрированную среду разработки AVR Studio от компании Atmel получить навыки работы с текстовым редактором, программными проектами, транслятором программ и отладчиком. Изучить порядок подключения и программирования стартового набора разработчика STK500 фирмы Atmel.

# Порядок выполнения лабораторной работы

1. Включите ЭВМ и откройте интегрированную среду разработки AVR Studio.
2. Создайте новый проект, укажите имя и поместите его в отдельную папку.
3. Напишите текст программы в соответствии с вариантом задания. Оттранслируйте проект и исправьте ошибки, если они есть. При отсутствии ошибок убедитесь, что в папке проекта появился файл с

расширением \*.hex.

1. Запустите отладчика. Выполните пошаговую отладку программы и запишите значения переменных в заданных точках программы.
2. Включите стартовый набор разработчика STK500 и загрузите программу (файл с расширением \*.hex) в установленный на стенде микроконтроллер с ядром AVR, используя программатор в среде разработки AVR Studio.
3. Проверьте работоспособность программы, анализируя порядок отклика одноразрядного светодиодного индикатора, на который поступает ШИМ- сигнал.
4. Продемонстрируйте преподавателю работоспособный вариант программы с помощью STK500 и среды разработки AVR Studio. Оформите отчет, ответьте на контрольные вопросы и сделайте выводы по проделанной работе.

# Варианты заданий

Обеспечить управление одноразрядным светодиодным индикатором, подключенным к заданной линии порта микроконтроллера, с помощью ШИМ-сигнала от одного из таймеров/счетчиков, встроенных в микроконтроллер с ядром AVR.

Номер варианта соответствует последней цифре в студенческом билете студента. В таблице указаны, режим работы и номер таймера/счетчика (Т/С), к какой линии порта микроконтроллера подключен одноразрядный светодиодный индикатор и период ШИМ-сигнала. Частота тактовых импульсов для микроконтроллера составляет 3,686 МГц.

Таблица 1 – Варианты заданий на лабораторную работу

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **№** | **вывод МК** | **период** | **Т/С** | **Режим работы Т/С** |
| 0 | ОС0 | 2,0 с | 0 | Fast PWM |
| 1 | ОС1А | 2,2 с | 1 | Fast PWM, 8-bit |
| 2 | ОС1В | 2,4 с | 1 | Fast PWM, 8-bit |
| 3 | ОС1А | 2,6 с | 1 | PWM, Phase Correct, 8-bit |
| 4 | ОС1В | 2,8 с | 1 | PWM, Phase Correct, 8-bit |
| 5 | ОС0 | 1,0 с | 0 | PWM, Phase Correct |
| 6 | ОС1А | 1,2 с | 1 | Fast PWM, 9-bit |
| 7 | ОС1В | 1,4 с | 1 | Fast PWM, 9-bit |
| 8 | ОС1А | 1,6 с | 1 | PWM, Phase Correct, 9-bit |
| 9 | ОС1В | 1,8 с | 1 | PWM, Phase Correct, 9-bit |

# Содержание отчета

Отчет оформляется в электронном виде с помощью текстового редактора, демонстрируется преподавателю по окончании лабораторной

работы и должен содержать:

* цель работы;
* исходный текст программы (листинг) с комментариями;
* содержимое загрузочного файла (файл с расширением \*.hex);
* скриншоты для состояний внутренних регистров микроконтроллера с ядром AVR на момент каждого переключения сигнала управления одноразрядным светодиодным индикатором;
* ответы на контрольные вопросы;
* выводы.

# Контрольные вопросы

1. Появление какого сигнала на линии порта означает включение СДИ?
2. Появление какого сигнала на линии порта означает выключение СДИ?
3. Если к линиям порта подключены одноразрядные светодиодные индикаторы, то эти линии должны быть настроены на вход, или выход?
4. В каких регистрах ввода/вывода микроконтроллера с ядром AVR будет отображаться текущее состояние сигналов с линий порта, к которому подключен одноразрядный светодиодный индикатор?
5. В каких регистрах ввода/вывода микроконтроллера с ядром AVR будет отображаться текущее состояние таймера/счетчика0?
6. В каких регистрах ввода/вывода микроконтроллера с ядром AVR будет отображаться текущее состояние таймера/счетчика1?
7. В каких регистрах ввода/вывода микроконтроллера с ядром AVR будут отображаться настройки и режимы работы для таймеров/счетчиков?

# Рекомендуемые источники

* 1. С.А. Канаев, О.В. Москаленко Методические указания для лабораторного практикума «Микропроцессорная измерительная техника. Порядок работы с пакетом AVR Studio»
  2. [www.atmel.com/images/2512s.pdf](http://www.atmel.com/images/2512s.pdf)

**ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №6** НА ТЕМУ: «ОРГАНИЗАЦИЯ ВЫВОДА ДАННЫХ НА СИМВОЛЬНЫЙ ИНДИКАТОР ЖИДКОКРИСТАЛЛИЧЕСКИЙ»

# Цель работы

Целью работы является:

1. изучить интегрированную среду разработки AVR Studio от компании Atmel и получить навыки работы с ней;
2. изучить схемы подключения одноразрядных светодиодных индикаторов и символьного жидкокристаллического индикатора (ЖКИ);
3. изучить особенности параллельной синхронной передачи данных и работы символьного ЖКИ;
4. научиться выводить информацию на знакосинтезирующий алфавитно- цифровой (символьный) ЖКИ;
5. изучить способы отладки программ с использованием стартового набора разработчика STK500 фирмы Atmel.

# Подготовка к выполнению работы

По конспекту лекций и рекомендуемым источникам изучить архитектуру, систему команд и схемы параллельных портов микроконтроллера с ядром AVR. Изучить используемые в STK500 схемы для подключения символьного жидкокристаллического индикатора к линиям параллельных портов микроконтроллера с ядром AVR. Изучить принцип работы символьного ЖКИ. Проанализировать рассмотренные в источниках примеры программ параллельной синхронной передачи данных и вывода информации на алфавитно-цифровой ЖКИ. Составить алгоритм работы программы, соответственно заданию.

Используя методические указания [1] и интегрированную среду разработки AVR Studio от компании Atmel получить навыки работы с текстовым редактором, программными проектами, транслятором программ и отладчиком. Изучить порядок подключения и программирования стартового набора разработчика STK500 фирмы Atmel.

# Порядок выполнения лабораторной работы

1. Включите ЭВМ и откройте интегрированную среду разработки AVR Studio.
2. Создайте новый проект, укажите имя и поместите его в отдельную папку.
3. Напишите текст программы в соответствии с вариантом задания. Оттранслируйте проект и исправьте ошибки, если они есть. При

отсутствии ошибок убедитесь, что в папке проекта появился файл с расширением \*.hex.

1. Запустите отладчика. Выполните пошаговую отладку программы и запишите значения переменных в заданных точках программы.
2. Включите стартовый набор разработчика STK500 и загрузите программу (файл с расширением \*.hex) в установленный на стенде микроконтроллер с ядром AVR, используя программатор в среде разработки AVR Studio.
3. Проверьте работоспособность программы, используя различные варианты комбинаций тестовых воздействий для кнопочных переключателей и визуальное изменение информации, отображаемой на символьном ЖКИ.
4. Продемонстрируйте преподавателю работоспособный вариант программы с помощью STK500 и среды разработки AVR Studio. Оформите отчет, ответьте на контрольные вопросы и сделайте выводы по проделанной работе.

# Варианты заданий

Напишите программу вывода на экран ЖКИ в заданной строке вашего имени\*. Номер варианта соответствует последней цифре в студенческом билете студента. В таблице указаны, номер строки, на которую выводится информация и режим отображения курсора. Частота тактовых импульсов для микроконтроллера составляет 3,686 МГц.

Таблица 1 – Варианты заданий на лабораторную работу

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **№** | **номер строки** | **режим курсора** |
| 0 | первая | выключен |
| 1 | вторая | включен, мерцает |
| 2 | первая | включен, не мерцает |
| 3 | вторая | выключен |
| 4 | первая | включен, мерцает |
| 5 | вторая | включен, не мерцает |
| 6 | первая | выключен |
| 7 | вторая | включен, мерцает |
| 8 | первая | включен, не мерцает |
| 9 | вторая | выключен |

\* (по доп. заданию преподавателя) Дополните программу таким образом, чтобы на экране ЖКИ выводилась информация, переданная с персонального компьютера через USART. Передача команды осуществляется через программу-терминал. Выбор источника синхронизации и скорости передачи данных осуществляется по усмотрению студента.

# Содержание отчета

Отчет оформляется в электронном виде с помощью текстового редактора, демонстрируется преподавателю по окончании лабораторной работы и должен содержать:

* + цель работы;
  + исходный текст программы (листинг) с комментариями;
  + содержимое загрузочного файла (файл с расширением \*.hex);
* принципиальную схему подключения, диаграммы передачи данных, таблицу символов и команд ЖКИ;
* ответы на контрольные вопросы;
* выводы.

# Контрольные вопросы

1. Что входит в состав модуля символьного ЖКИ?
2. Какие виды памяти представлены в контроллере модуля ЖКИ?
3. Можно ли изменить содержимое памяти знакогенератора?
4. Для чего служит линия RS в модуле символьного ЖКИ?
5. Для чего служит линия R/W в модуле символьного ЖКИ?
6. Для чего служит линия E в модуле символьного ЖКИ?
7. Нужна ли инициализация ЖКИ перед началом его работы?
8. Каким образом можно получить временные задержки, указанные для алгоритма инициализации?

# Рекомендуемые источники

* 1. С.А. Канаев, О.В. Москаленко Методические указания для лабораторного практикума «Микропроцессорная измерительная техника. Порядок работы с пакетом AVR Studio»
  2. [www.atmel.com/images/2512s.pdf](http://www.atmel.com/images/2512s.pdf)

**ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №6** НА ТЕМУ: «ОРГАНИЗАЦИЯ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ МИКРОКОНТРОЛЛЕРА И КЛАВИАТУРЫ МАТРИЧНОГО ТИПА»

# Цель работы

Целью работы является:

1. изучить интегрированную среду разработки AVR Studio от компании Atmel и получить навыки работы с ней;
2. изучить схемы подключения кнопок, одноразрядных светодиодных индикаторов и матричной клавиатуры к микроконтроллеру;
3. научиться определять номер нажатой кнопки на матричной клавиатуре;
4. изучить способы отладки программ с использованием стартового набора разработчика STK500 фирмы Atmel.

# Подготовка к выполнению работы

По конспекту лекций и рекомендуемым источникам изучить архитектуру, систему команд и схемы параллельных портов микроконтроллера с ядром AVR. Изучить используемые в STK500 схемы для подключения кнопок, одноразрядных светодиодных индикаторов и матричной клавиатуры к линиям параллельных портов микроконтроллера с ядром AVR. Изучить алгоритм опроса рядов и столбцов для определения состояния кнопок матричной клавиатуры. Проанализировать рассмотренные в источниках примеры программ. Составить алгоритм работы программы, соответственно заданию.

Используя методические указания [1] и интегрированную среду разработки AVR Studio от компании Atmel получить навыки работы с текстовым редактором, программными проектами, транслятором программ и отладчиком. Изучить порядок подключения и программирования стартового набора разработчика STK500 фирмы Atmel.

# Порядок выполнения лабораторной работы

1. Включите ЭВМ и откройте интегрированную среду разработки AVR Studio.
2. Создайте новый проект, укажите имя и поместите его в отдельную папку.
3. Напишите текст программы в соответствии с вариантом задания. Оттранслируйте проект и исправьте ошибки, если они есть. При отсутствии ошибок убедитесь, что в папке проекта появился файл с расширением \*.hex.
4. Запустите отладчика. Выполните пошаговую отладку программы и запишите значения переменных в заданных точках программы.
5. Включите стартовый набор разработчика STK500 и загрузите программу

(файл с расширением \*.hex) в установленный на стенде микроконтроллер с ядром AVR, используя программатор в среде разработки AVR Studio.

1. Проверьте работоспособность программы, используя различные варианты комбинаций тестовых воздействий для кнопочных переключателей и визуальное изменение информации, отображаемой на одноразрядных светодиодных индикаторах.
2. Продемонстрируйте преподавателю работоспособный вариант программы с помощью STK500 и среды разработки AVR Studio. Оформите отчет, ответьте на контрольные вопросы и сделайте выводы по проделанной работе.

# Варианты заданий

Напишите программу вывода на одноразрядных светодиодных индикаторах (СДИ) в двоичном коде номера нажатой кнопки матричной клавиатуры. Одновременно в ПК передается аналогичная информация. При отпускании кнопки СДИ должны погаснуть.

Номер варианта соответствует последней цифре в студенческом билете студента. В таблице указаны, порт микроконтроллера, к которому подключены восемь одноразрядных светодиодных индикаторов и скорость передачи данных в ПК. Формат передачи – стандартный асинхронный режим, в посылке 8 бит данных, 1 стоп-бит, бит контроля отсутствует. Частота тактовых импульсов для микроконтроллера составляет 3,686 МГц.

Таблица 1 – Варианты заданий на лабораторную работу

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **№** | **порт МК** | **скорость** |
| 0 | A | 2400 бод |
| 1 | B | 4800 бод |
| 2 | C | 19200 бод |
| 3 | D | 28800 бод |
| 4 | A | 38400 бод |
| 5 | B | 57600 бод |
| 6 | C | 9600 бод |
| 7 | D | 14400 бод |
| 8 | A | 600 бод |
| 9 | B | 1200 бод |

# Содержание отчета

Отчет оформляется в электронном виде с помощью текстового редактора, демонстрируется преподавателю по окончании лабораторной работы и должен содержать:

* + цель работы;
  + исходный текст программы (листинг) с комментариями;
  + содержимое загрузочного файла (файл с расширением \*.hex);
* принципиальную схему подключения и диаграммы напряжений при выполнении опроса матричной клавиатуры;
* ответы на контрольные вопросы;
* выводы.

# Контрольные вопросы

1. Сколько линий портов потребуется для опроса 12-ти отдельных кнопочных переключателей?
2. Присутствие какого сигнала на линии порта означает, что кнопка была нажата?
3. Присутствие какого сигнала на линии порта означает, что кнопка не была нажата?
4. Сколько линий портов потребуется для опроса матричной клавиатуры с 4- мя рядами и 3-мя столбцами клавиатуры?
5. Сколько кнопок в матричной клавиатуре с 4-мя рядами и 3-мя столбцами клавиатуры?
6. На сколько столбцов в каждый момент времени подается логический «0» при опросе матричной клавиатуры?
7. Можно ли зафиксировать факт нажатия нескольких кнопок одновременно при опросе матричной клавиатуры?

# Рекомендуемые источники

* 1. С.А. Канаев, О.В. Москаленко Методические указания для лабораторного практикума «Микропроцессорная измерительная техника. Порядок работы с пакетом AVR Studio»
  2. [www.atmel.com/images/2512s.pdf](http://www.atmel.com/images/2512s.pdf)