



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Московский государственный технический университет
имени Н.Э. Баумана
(национальный исследовательский университет)»
(МГТУ им. Н.Э. Баумана)

ФАКУЛЬТЕТ ИНФОРМАТИКА И СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

КАФЕДРА КОМПЬЮТЕРНЫЕ СИСТЕМЫ И СЕТИ (ИУ6)

НАПРАВЛЕНИЕ ПОДГОТОВКИ 09.03.01 Информатика и вычислительная техника

О Т Ч Е Т

по лабораторной работе № 1

Название: Программирование портов ввода-вывода микроконтроллеров AVR.

Дисциплина: Микропроцессорные системы.

Студент

ИУ6-62Б

(Группа)

(Подпись, дата)

И.С. Марчук

(И.О. Фамилия)

Преподаватель

(Подпись, дата)

(И.О. Фамилия)

Москва, 2022

Вариант 18.

Цели работы:

- изучение системы команд микроконтроллеров AVR и приемов программирования на языке AVR Ассемблер;
- получение навыков отладки программ в среде отладки AVR Studio 4 и VMLab;
- работа со стартовым набором (платой) STK500.

Ход работы.

Задание 1.

Проверить работу программы в шаговом режиме работы с помощью симулятора AVR Studio 4.

Проверим работу кода, заданного в условии, и после изменим его так, чтобы между переключением светодиодов происходила задержка в 0.5 секунд. Измененный код программы представлен ниже:

```
;.include "8515def.inc" ;файл определений для AT90S8515
 .include "m8515def.inc" ;файл определений для ATmega8515
 .def temp = r16 ;временный регистр
 .def reg_led = r20 ;регистр состояния светодиодов
 .equ START = 0 ;0-ой вывод порта

 .equ STOP = 1 ;1-ый вывод порта
 .org $000

         rjmp init
 ;***Инициализация***
INIT:
         ldi reg_led,0xFE ;сброс reg_led.0 для включения LED0
         sec ;C=1
         set ;T=1 – флаг направления
         ser temp ;инициализация выводов
         out DDRB,temp ; порта PB на вывод
         out PORTB,temp ;погасить СД
         clr temp ;инициализация
         out DDRD,temp ; порта PD на ввод
         ldi temp,0x03 ;включение 'подтягивающих'
         out PORTD,temp ; резисторов порта PD (0-й, 1-й разряды)

WAITSTART:  ;ожидание
         sbic PIND,START ; нажатия
         rjmp WAITSTART ; кнопки START
LOOP:
         out PORTB,reg_led ;вывод на индикаторы

 ;***Задержка (три вложенных цикла)***
         ldi r17, 200
d0:       ldi r18, 160
```

```

d1: ldi r19, 20
    d2: dec r19
        brne d2
    dec r18
        brne d1
dec r17
brne d0

```

*sbic PIND,STOP ;если нажата кнопка STOP,
rjmp MM ; то переход
rjmp WAITSTART ; для проверки кнопки START*

*MM: brts LEFT ;переход, если флаг T установлен
sbrs reg_led,0 ;пропуск следующей команды,
; если 0-й разряд reg_led установлен
set ;T=1 - переключение флага направления
ror reg_led ;сдвиг reg_led вправо на 1 разряд
rjmp LOOP ;переход на проверку нажатия STOP*

*LEFT:
sbrs reg_led,7 ;пропуск следующей команды,
; если 7-й разряд reg_led установлен
clt ;T=0 – переключение флага направления
rol reg_led ;сдвиг reg_led влево на 1 разряд
rjmp LOOP*

На рисунках 1 и 2 показано время «Stop Watch» до входа в цикл и по окончании выполнения цикла. Время выполнения циклов = 5.250 мс - 504155.25 мс = ~0.5 с.



Рисунок 1 - время до входа в цикл



Рисунок 2 – время после исполнения цикла

Схема алгоритма программы показана на рисунках 3 и 4.

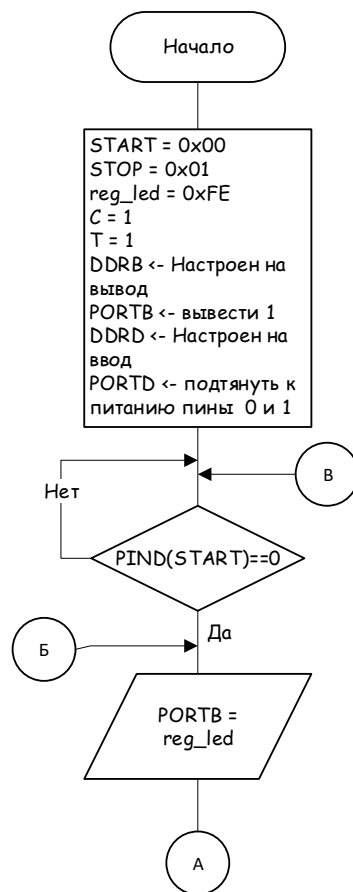


Рисунок 3 – схема алгоритма

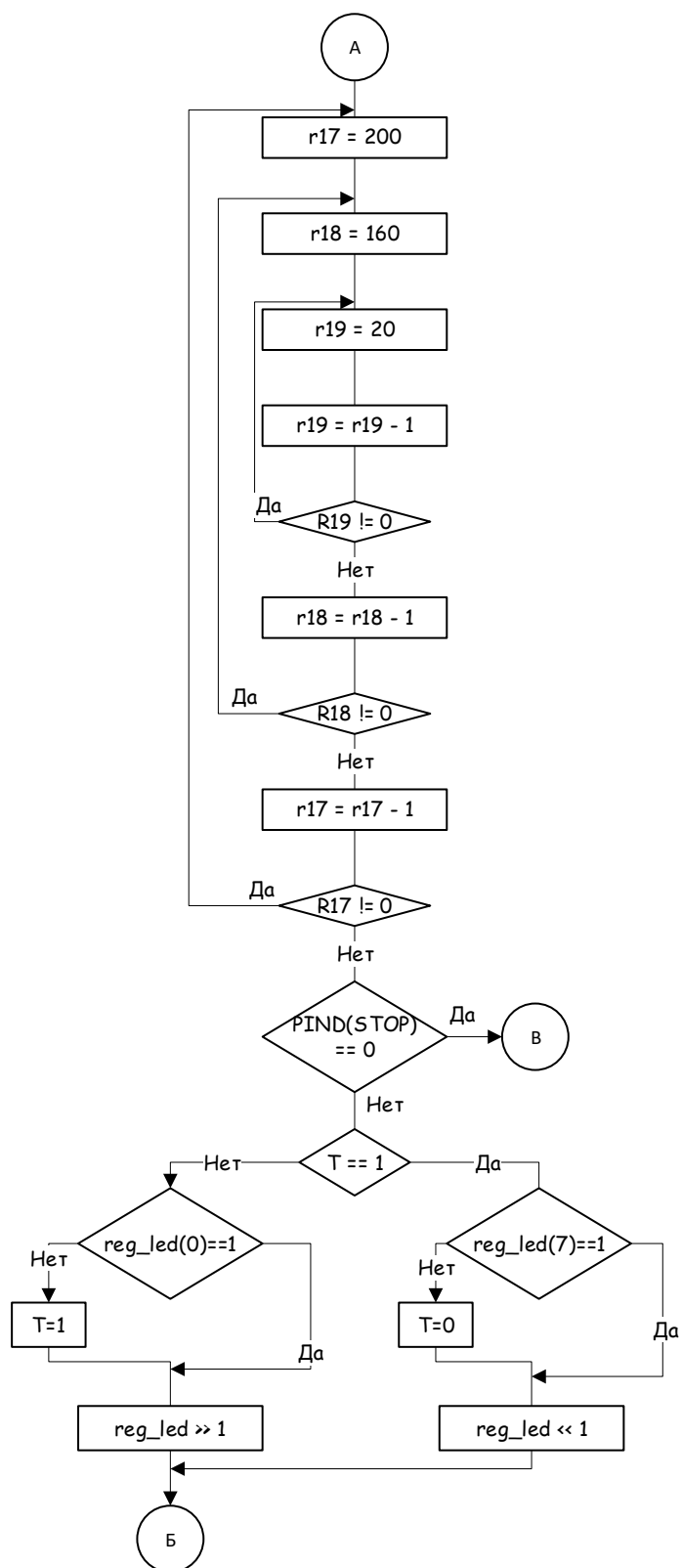


Рисунок 4 – схема алгоритма

Задание 2.

Проверить работу программы в среде VMLab (или Proteus).

Для проверки работы программы в Proteus была создана схема, представленная на рисунке 5.

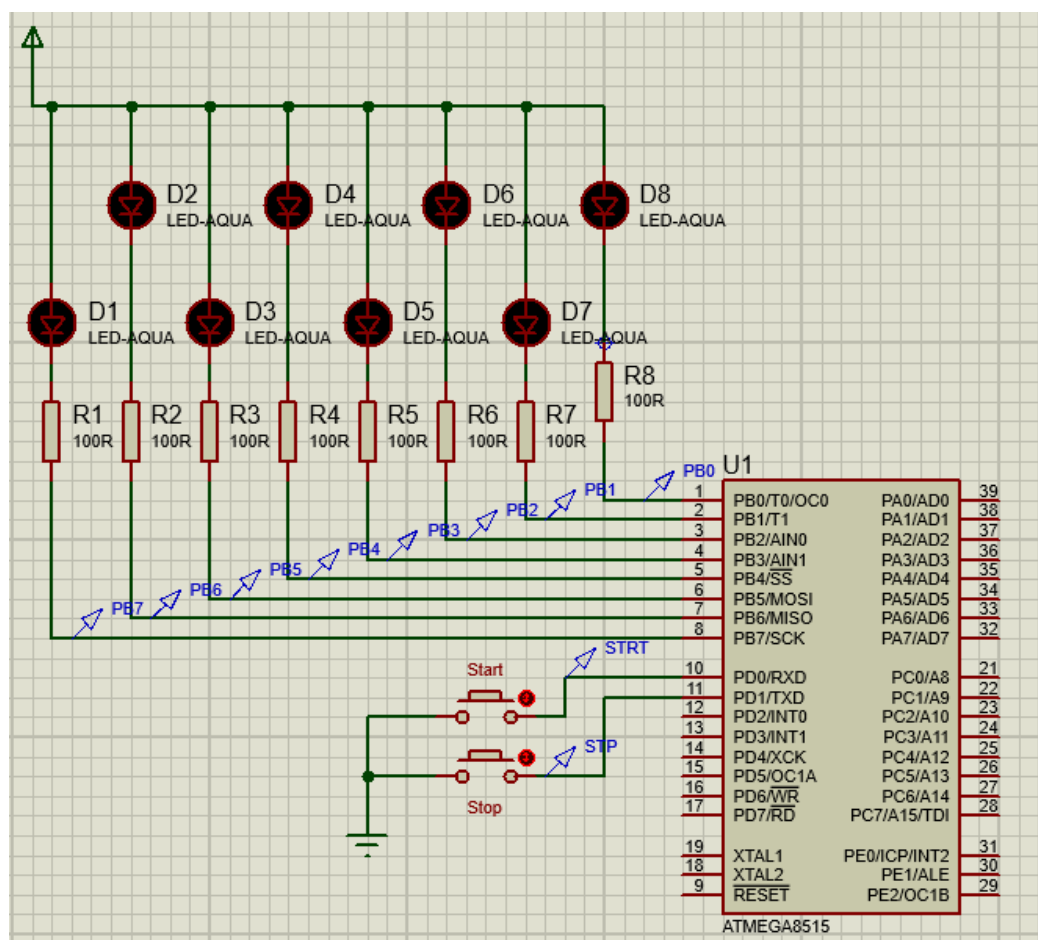


Рисунок 5 – схема в Proteus

С помощью логического анализатора была получена временная диаграмм, представленная на рисунке 6. Как видно, время задержки равно примерно 0.5 с.

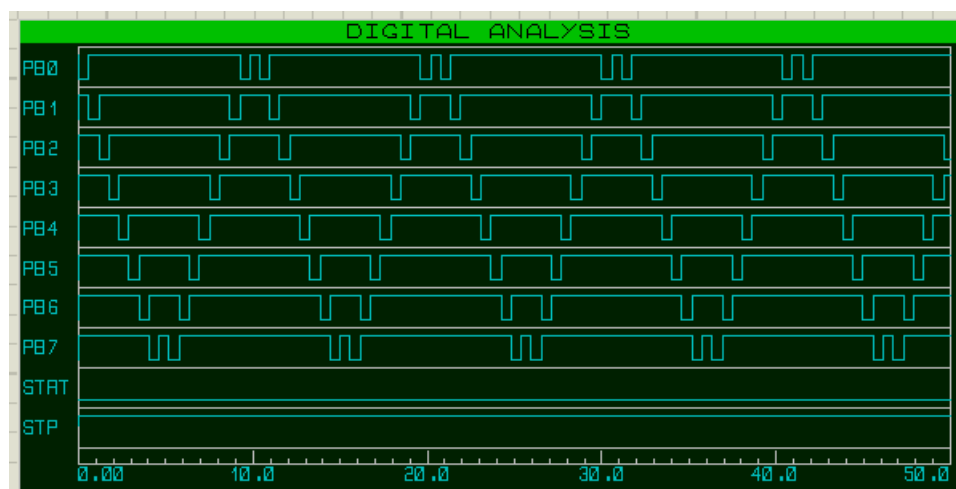


Рисунок 6 – временная диаграмма сигналов

Диаграмма демонстрирует, что программа работает корректно.

Задание 3.

По заданию преподавателя изменить программу для переключения светодиодов в заданной последовательности.

Задание для 18 варианта: непрерывно, перемещая один ВЫКЛ светодиод, начиная с 0 разряда влево до 7, затем один ВКЛ светодиод снова с 0 до 7 и т.д. Порт индикации РС, задержка 250мс.

Код, реализующий программу представлен ниже:

```
.include "m8515def.inc"; файл определений для AT90S8515
.def temp = r16 ;временный регистр
.def reg_led = r20 ;регистр состояния светодиодов
.equ START = 0 ;0-ой вывод порта
.equ STOP = 1 ;1-ый вывод порта

.org $000
```

```
rjmp INIT
```

```
***Инициализация***
```

```
INIT: ldi reg_led, 0xFE ;сброс reg_led.0 для включения LED0
      sec ;C=1
      set ;T=1 – флаг направления
      ser temp ;инициализация выводов (ser R1 - единицы в разряды регистра)
      out DDRC, temp ; порт В весь на вывод
      out PORTC, temp ; вывести единицы с порта В, что погасит светодиоды

      clr temp ; вывод нулей в регистр
      out DDRD, temp ; порта PD на ввод
      ldi temp, 0x03 ;включение 'подтягивающих'
      out PORTD, temp ; резисторов порта PD (0-й, 1-й разряды)
      rjmp WAITSTART
```

```
WAITSTART: ;ожидание
```

```
      sbic PIND, START; нажатия (sbic - смотрим бит номер START в порту PIND,
если 0, пропускаем)
```

```
      rjmp WAITSTART ; кнопки START
      rjmp LOOP
```

```
LOOP:
```

```
      brts NOINV; перейти, если флаг T установлен
      mov r21, reg_led
      com r21 ; инверсия
      out PORTC, r21 ;вывод на индикаторы
      rjmp LOOP_DELAY
```

```
NOINV: out PORTC, reg_led; вывод на индикаторы
```

```
LOOP_DELAY:;***Задержка (три вложенных цикла)***
```

```
ldi r17, 215 ;(LDI Rd, K Загрузка константы в регистр)
d0:  ldi r18, 144
      d1: ldi r19, 10
          d2: dec r19
              brne d2
                  dec r18
                      brne d1
                          dec r17 ; (Декремент регистра ; Признаки: Z,N,V)
                              brne d0 ; (Перейти, если не равно)
```

sbic PIND, STOP ;если нажата кнопка STOP, (sbic - смотрим бит номер STOP в порту PIND, если 0, пропускаем)
rjmp CONTINUE ; если не нажата идем дальше по циклу
rjmp WAITSTART ; если нажата, идем к проверке кнопки START
CONTINUE:

```
SBRC reg_led, 7 ; пропуск следующей команды, если 7-й разряд в reg_led = 0
rjmp SHIFT ; пропуск инверсии флага и очистки регистра
```

```
; инверсия флага T
brts INV_1 ; переход, если флаг T установлен
set ;T=1
rjmp INV_END
INV_1:clt ; T=0
INV_END:
```

```
;сброс reg_led.0 для включения LED0
ldi reg_led, 0xFE
rjmp LOOP
```

```
SHIFT: rol reg_led ;сдвиг reg_led влево на 1 разряд
rjmp LOOP
```

На рисунках 7 и 8 показано время «Stop Watch» до входа в цикл и по окончании выполнения цикла. Время выполнения циклов = $5.250 - 255586.5 = \sim 0.25$ с, что соответствует индивидуальному заданию.

Stop Watch	5.25 us
------------	---------

Рисунок 7 - время до входа в цикл

Stop Watch	255586.50 us
------------	--------------

Рисунок 8 – время после исполнения цикла

Задание 4.

Проверить работу подготовленной программы в VMLab (или Proteus).
 Запротоколировать работу программы в виде «скриншота» осциллограммы.

С помощью логического анализатора была получена временная диаграмм, представленная на рисунке 9.

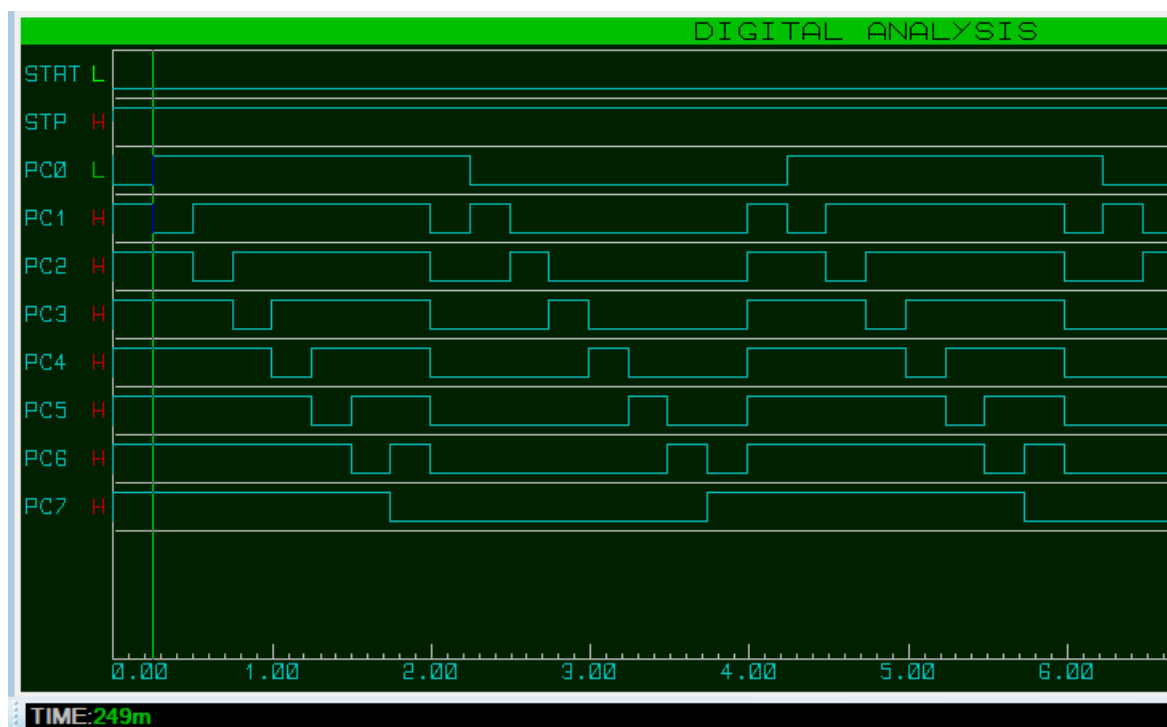
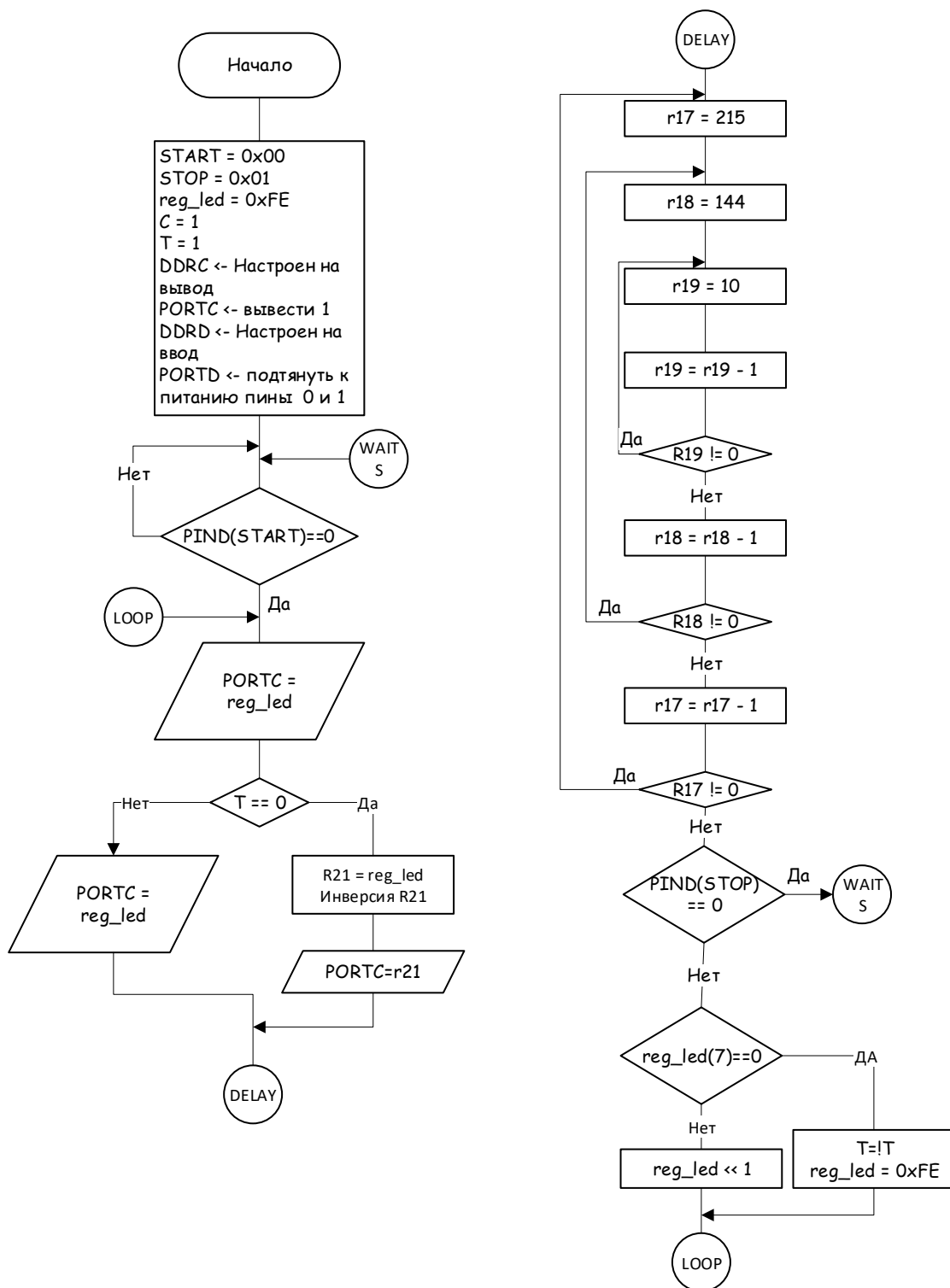


Рисунок 9 – временная диаграмма сигналов
Диаграмма демонстрирует, что программа работает корректно.



Вывод: в ходе выполнения лабораторной работы была изучена система команд микроконтроллеров AVR, получены навыки отладки программ в среде AVR Studio 4 с помощью точек останова и просмотра состояния регистров и отладки в среде Proteus с помощью моделирования схемы и использования логического анализатора. Также был изучен способ формирования задержки с помощью вложенных циклов в программах для микроконтроллеров AVR.