



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 ВЫЧ. 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)

Н.А. Жаров

(И.О. Фамилия)

Преподаватель

(Подпись, дата)

Б.И. Бычков

(И.О. Фамилия)

Москва, 2023

Вариант 8

Цель 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;

Задание 1. Проверить работу программы в шаговом режиме работы с помощью симулятора AVR Studio 4. Убедившись в правильной работе программы, измените параметры циклов задержки, чтобы длительность задержки составила 0,5с. Проверьте время задержки с помощью симулятора.

```
; *** Задержка (3 вложенных цикла) ***
```

```
ldi r19, 10
```

```
d0: ldi r17, 255
```

```
d1: ldi r18, 255
```

```
d2: dec r1
```

```
brne d2
```

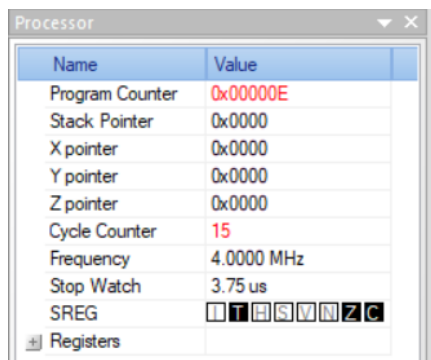
```
dec r17
```

```
brne d1
```

```
dec r1
```

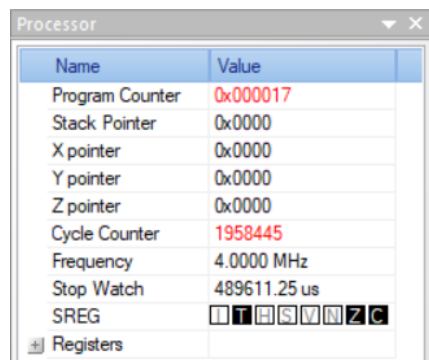
```
brne d0
```

Листинг 1 — Исходный код базовой программы с задержкой 0,5 с



Name	Value
Program Counter	0x00000E
Stack Pointer	0x0000
X pointer	0x0000
Y pointer	0x0000
Z pointer	0x0000
Cycle Counter	15
Frequency	4.0000 MHz
Stop Watch	3.75 us
SREG	0x00
Registers	

а



Name	Value
Program Counter	0x000017
Stack Pointer	0x0000
X pointer	0x0000
Y pointer	0x0000
Z pointer	0x0000
Cycle Counter	1958445
Frequency	4.0000 MHz
Stop Watch	489611.25 us
SREG	0x00
Registers	

б

Рисунок 1 — Выполнение программы: а - до первой точки останова, б: - до второй точки останова

Таким образом,

$$489611.25 \text{ мкс} - 3.75 \text{ мкс} = 489\,607,5 \text{ мкс} \approx 0.5 * 10^6 \text{ мкс} = 0.5 \text{ с}$$

Отсюда можно сделать вывод, что задание выполнено верно, и достигнута требуемая длительность задержки в 0.5 с. Также выполнена проверка работы программы на плате STK500.

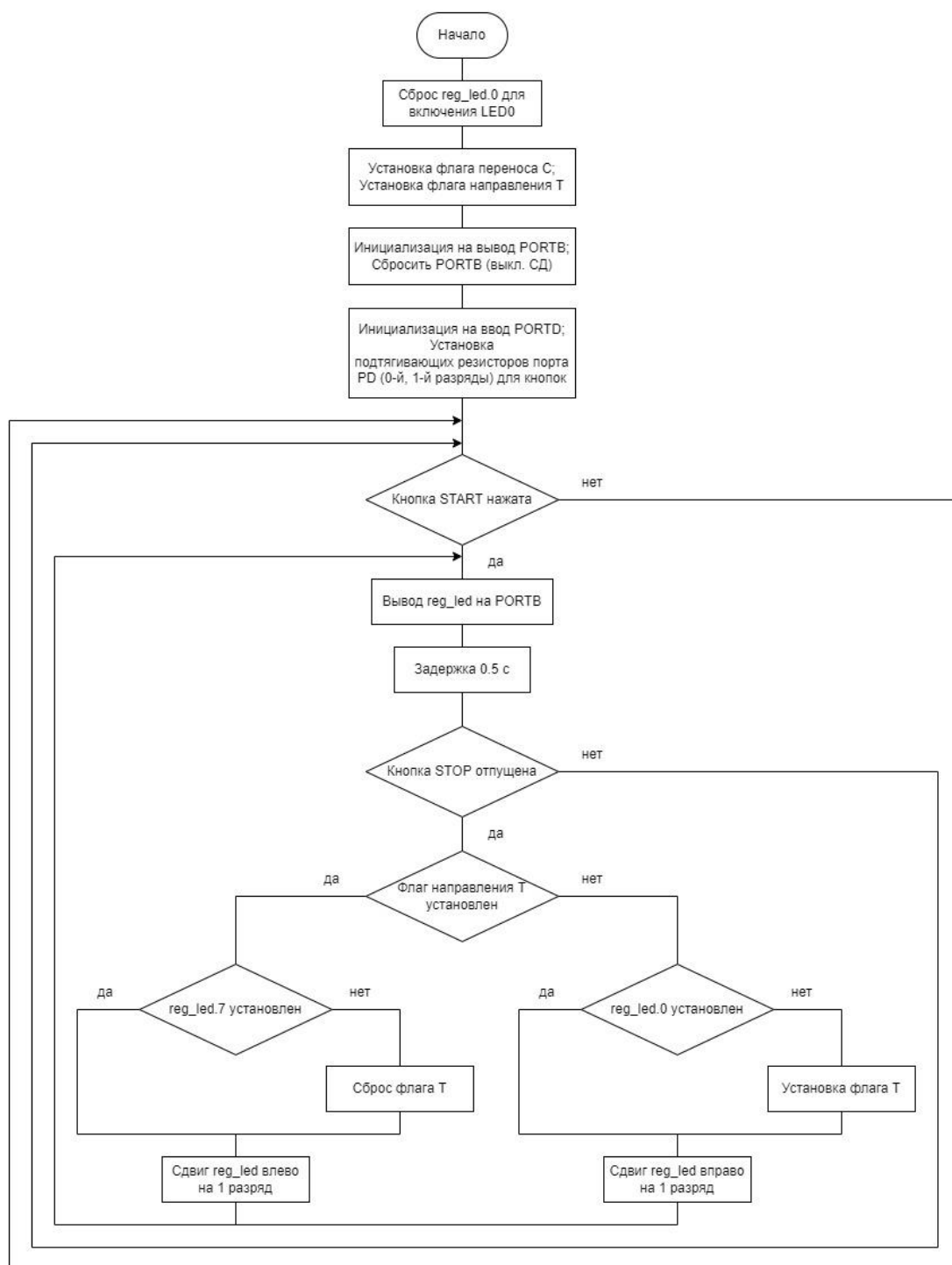


Рисунок 2 — Схема алгоритма базовой программы

Задание 2. Проверить работу программы в среде VMLab. Внести в проект директивы, обеспечивающие контроль работы с помощью логического анализатора (Score), указав все выходы порта PB. Настроить Score так, чтобы увидеть полный цикл осциллограммы.

Выполнение задания 2:

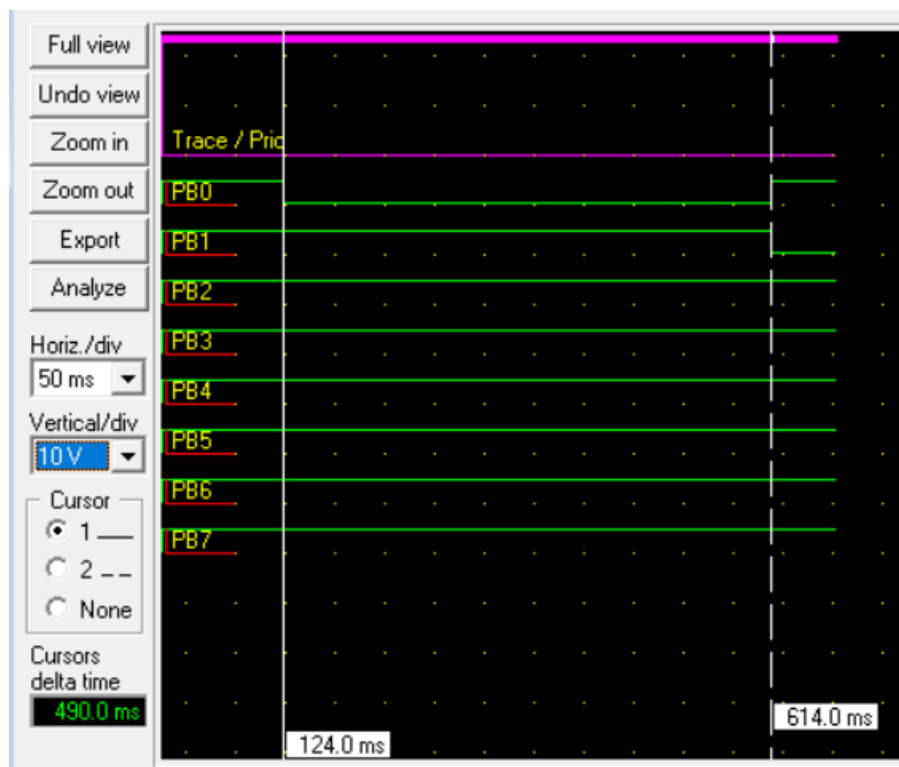


Рисунок 3 — Замер времени задержки на осциллограмме

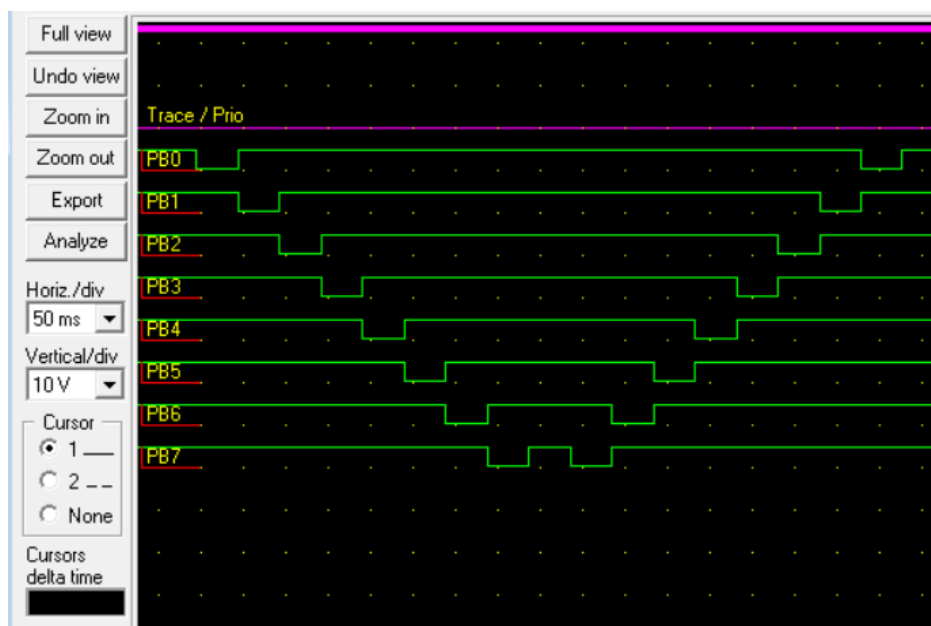


Рисунок 4 — Полный цикл осциллограммы исходной программы

Задание 3. По заданию своего варианта изменить программу для переключения светодиодов в заданной последовательности. Отладив программу с помощью симулятора AVR Studio, загрузить ее в микроконтроллер и проверить ее работу на плате STK500.

Таблица 1 — Условие задания по вариантам

№	Последовательность переключения светодиода на линейке (включенного светодиода - ВКЛ, выключенного – ВЫКЛ)	Порт индикации	Время переключения, мс
1	Непрерывно, уменьшая количество ВКЛ светодиодов (начальное состояние – все ВКЛ), начиная с 7 разряда, затем увеличивая в обратном направлении	PB	300

```

;*****
;*****
;Программа 1.1 для микроконтроллеров ATx8515:
;переключение светодиодов (СД) при нажатии на кнопку START (SW0),
;после нажатия кнопки STOP (SW1) переключение прекращается и
;возобновляется с места остановки при повторном нажатии на кнопку
START
;*****
;*****

;.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
.def left_wall = r21      ;левый край
.def right_wall = r22     ;правый край
.equ START = 0           ;0-ой вывод порта

```

```

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

;***Инициализация***

INIT:
ldi reg_led,0x80             ;сброс reg_led.0 для включения LED0
ldi left_wall,0x00           ;00000000
ldi right_wall,0xFF          ;11111111
sec                          ;C=0
clt                          ;T=0 – флаг направления
ser temp                     ;регистр r20 который в темп - в 11111111
out DDRB,temp                ;инициализация порта PB на вывод
clr temp                     ;регистр r20 который в темп - в 00000000
out PORTB,temp               ;зажечь СД
out DDRD,temp                ;инициализация 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 (два вложенных цикла)***

ldi r17,100
d1: ldi r18,101
d2: ldi r19,39
d3: dec r19

```

```

brne d3
dec r18
brne d2
dec r17
brne d1

;*****;

sbic PIND,STOP          ;если нажата кнопка STOP,
rjmp RIGHT              ;    то переход
rjmp WAITSTART          ;    для проверки кнопки START
RIGHT:
brts LEFT               ;переход, если флаг T установлен
sec                     ;C=0 бит переполнения (сдвиг
заполняется значением C)
ror reg_led             ;сдвиг reg_led вправо на 1 разряд
cpse reg_led,right_wall ;пропуск установки T=1,
rjmp LOOP               ;если только
set                     ;7 диод
rjmp LOOP               ;переход на проверку нажатия STOP
LEFT:
clc                     ;C=0 бит переполнения (сдвиг
заполняется значением C)
rol reg_led             ;сдвиг reg_led влево на 1 разряд
cpse reg_led,left_wall  ;пропуск установки T=0,
rjmp LOOP               ;если только
clt                     ;1 диод
rjmp LOOP

```

Листинг 2 — Исходный код разработанной программы

Name	Value
Program Counter	0x00000F
Stack Pointer	0x0000
X pointer	0x0000
Y pointer	0x0000
Z pointer	0x0000
Cycle Counter	16
Frequency	4.0000 MHz
Stop Watch	4.00 us
SREG	<input type="checkbox"/> T <input type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/> S <input type="checkbox"/> V <input type="checkbox"/> N <input checked="" type="checkbox"/> Z <input checked="" type="checkbox"/> C
Registers	

Рисунок 5 —Выполнение программы до первой точки останова

Name	Value
Program Counter	0x000019
Stack Pointer	0x0000
X pointer	0x0000
Y pointer	0x0000
Z pointer	0x0000
Cycle Counter	1212317
Frequency	4.0000 MHz
Stop Watch	303079.25 us
SREG	<input type="checkbox"/> T <input type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/> S <input type="checkbox"/> V <input type="checkbox"/> N <input checked="" type="checkbox"/> Z <input checked="" type="checkbox"/> C
Registers	

Рисунок 6 — Выполнение программы до второй точки останова

Найдем разность:

$$303079 \text{ мкс} - 4 \text{ мкс} \approx 300 \text{ мс.}$$

Таким образом, время задержки составляет 300 мс.

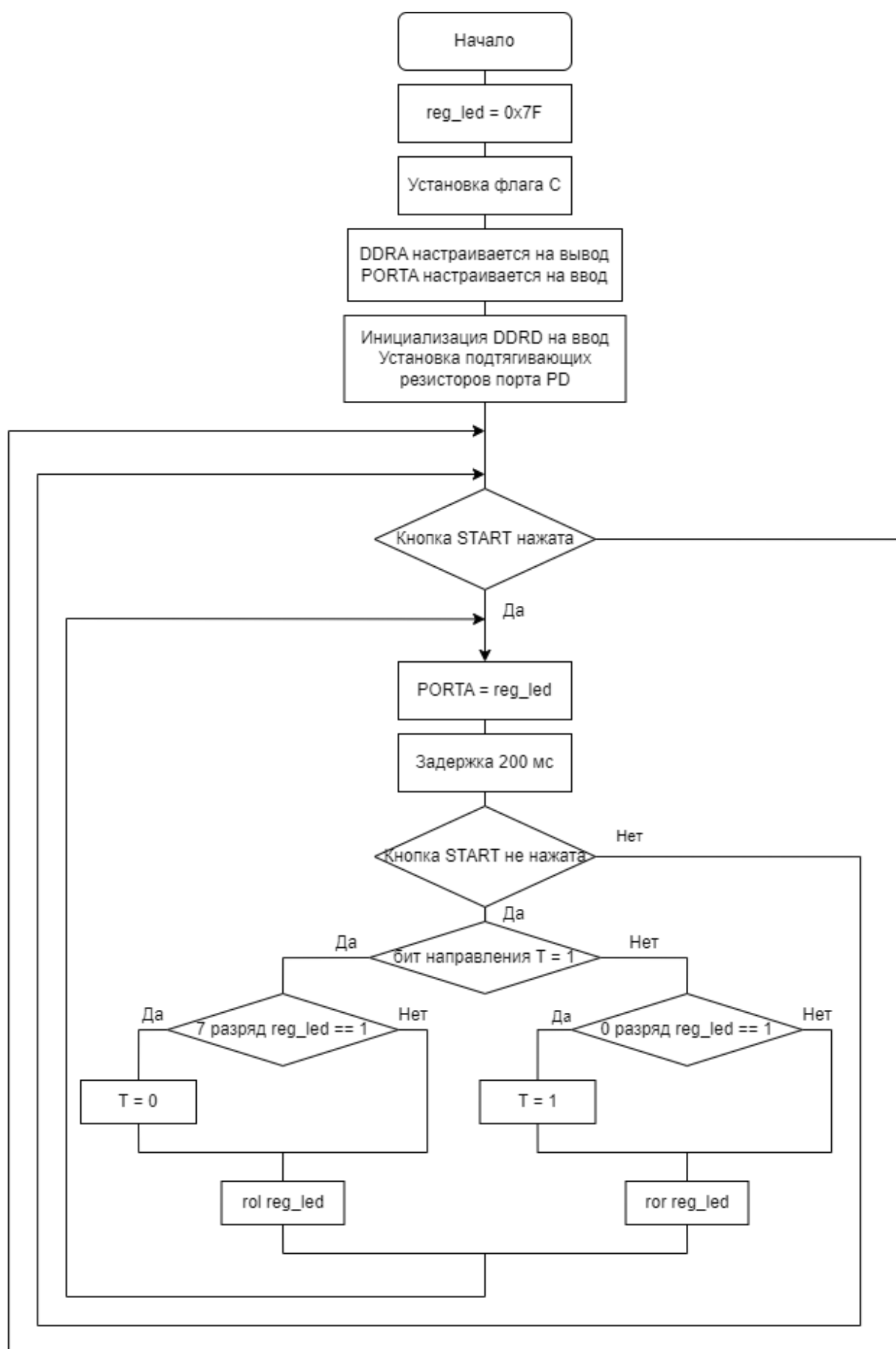


Рисунок 7 — Схема алгоритма разработанной программы

Задание 4. Проверить работу подготовленной программы в VMLab. Запротоколировать работу программы в виде «скриншота» осциллограммы.

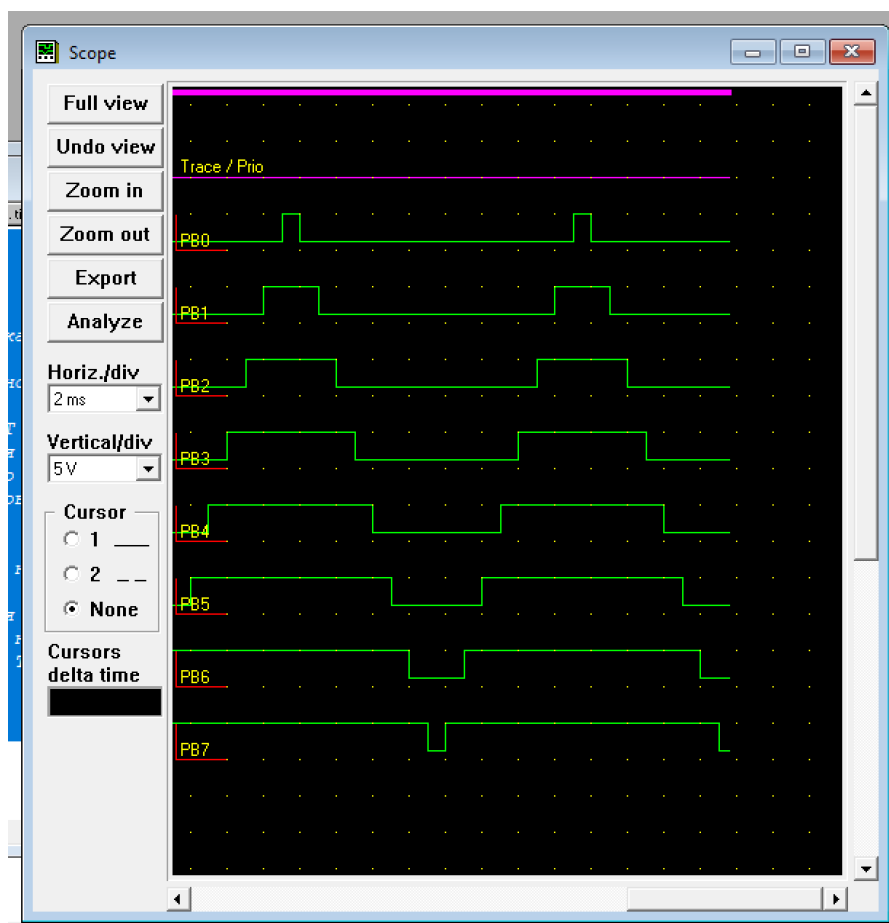


Рисунок 9 — Полный цикл осциллограммы разработанной программы

Вывод

В ходе выполнения данной лабораторной работы были получены базовые навыки:

- программирования микропроцессора ATmega8515 на ассемблере;
- отладки программ в среде отладки AVR Studio 4 и VMLab;
- работы с платой STK500.

Была исследована работа базовой программы переключения светодиодов в обеих средах отладки и на реальной плате, достигнута и зафиксирована задержка в 0.5 с. Разработана программа согласно варианту, исследована ее работа в обеих средах и на плате, достигнута и зафиксирована задержка в 200 мс.

Разработаны схемы алгоритмов для обеих программ.

Построены осциллограммы в VMLab, иллюстрирующую работу порта управления светодиодами для обеих программ.