

в



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное 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 № 2

Название: Обработка внешних прерываний в микроконтроллерах AVR

Дисциплина: Микропроцессорные системы

Студент

ИУ6-63Б

(Группа)

(Подпись, дата)

В.К. Залыгин

(И.О. Фамилия)

Преподаватель

(Подпись, дата)

Е.Ю. Гаврилова

(И.О. Фамилия)

Москва, 2025

## Цель работы:

- изучение системы прерываний микроконтроллеров AVR;
- освоение системы команд микроконтроллеров AVR;
- ознакомление с работой стека при вызове подпрограмм и обработчиков прерываний.

## Практическая часть

### Задание 1

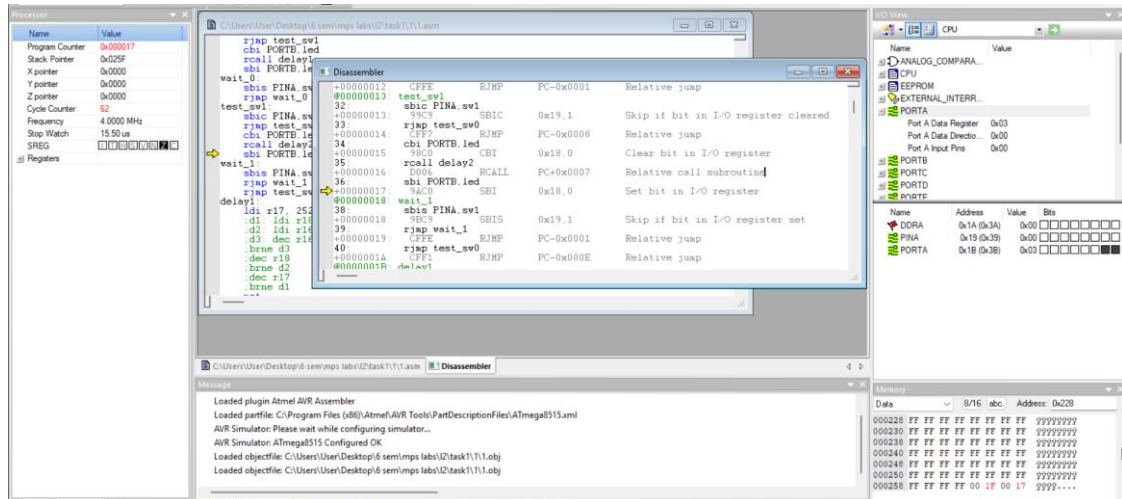


Рисунок 1 – указатель SP, PC (верхний левый угол), состояние стека (нижний правый угол), дизасемблер (по центру)

Как видно, в стеке находится 2 адреса возврата – следующей команды после rcall delay2 и адрес команды ret в delay2.

### Задание 2

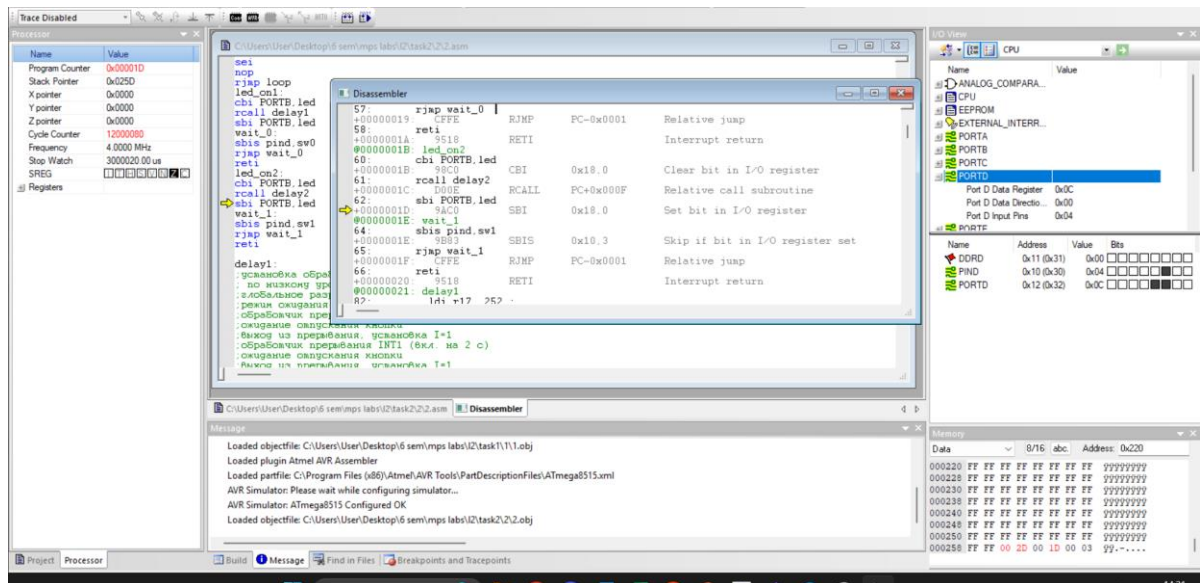


Рисунок 2 – указатель SP, PC (верхний левый угол), состояние стека (нижний правый угол), дизасемблер (по центру)

Как видно, в стеке находится 3 адреса возврата, для delay2, для ret внутри delay2 и для INIT.

### Задание 3

Результат выполнения задания представлен ниже в листинге 1.

#### Листинг 1 – Код программы

```
.include "m8515def.inc"
.def job = r25
.def reg_led = r24
.def temp = r19
.equ START_BUTTON = 3
.equ STOP_BUTTON = 0
.equ WORKING = 1
.equ WAITING = 0
.def lupa = r21
.equ A = 1
.equ LUPA1 = 1
.equ LUPA2 = 7
.org $000

rjmp INIT
nop
rjmp start
nop
nop
nop
nop
nop
nop
nop
nop
nop
nop
nop
nop
rjmp stop

INIT:
    ldi job, WAITING
    ldi temp, high(RAMEND)
    out SPH, temp
    ldi temp, low(RAMEND)
    out SPL, temp
    ser temp
    out DDRC, temp
    out PORTC, temp
    ldi reg_led, 0b10000000
    out PORTC, reg_led
    clr temp
    out DDRD, temp
    out DDRE, temp
    ldi temp, 0b00001000
```

```

    out PORTD,temp
    ldi temp,0b00000001
    out PORTE,temp
    ldi temp,((1<<INT1)|(1<<INT2))
    out GICR,temp
    ldi temp,0
    out MCUCR,temp
    ldi reg_led, 1
    sei

wait:
    cpi job, WAITING
    brne work

    rjmp wait

work:
    cpi job, WORKING
    brne wait

    ;***От 7 до 1 один выключен, от 1 до 7 один включен***
    sbrs lupa,A
    rjmp nex
    sbrs reg_led,LUPA1
    rjmp left
    clr lupa
    ldi reg_led,0b11111101
    sec
    rjmp next

left:
    ror reg_led
    ror reg_led
    rjmp next

nex:
    sbrc reg_led,LUPA2
    rjmp right
    ser lupa
    ldi reg_led,0b10000000
    clc
    rjmp next

right:
    rol reg_led
    rol reg_led

next:

    out PORTC,reg_led ;вывод содержимого регистра в порт

    rjmp work

start:
    ldi job, WORKING

```

```

        wait_start:
            sbis pind, START_BUTTON
            rjmp wait_start
        reti

stop:
    ldi job, WAITING

    wait_stop:
        sbis pine, STOP_BUTTON
        rjmp wait_stop
    reti

delay:
    ldi r16, 250
d0:
    ldi r17, 250
    d1:
        ldi r18, 8
        d2: dec r18
            brne d2
        dec r17
        brne d1
    dec r16
    brne d0
ret

```

#### Задание 4

Полученный код программы представлен ниже в листинге 2.

#### Листинг 2 – Код программы

```

.include "m8515def.inc"
.def temp = r16
.equ led = 0
.equ sw0 = 0
.equ sw1 = 1
.org $000

rjmp INIT
nop
nop
nop
nop
nop
nop
nop
nop
nop
nop
nop
nop
nop
nop
rjmp led_on

```

```

INIT:
    ldi temp,high(RAMEND)
    out SPH,temp
    ldi temp,low(RAMEND)
    out SPL,temp

    ser temp
    out DDRB,temp
    out PORTB,temp

    clr temp
    out DDRE,temp
    out DDRA,temp

    ldi temp,0b00000001
    out PORTE,temp

    ldi temp,0b00000011
    out PORTA,temp

    ldi temp,(1<<INT2)
    out GICR,temp

    ldi temp,0
    out MCUCR,temp

    sei

loop:
    nop
    rjmp loop

led_on:
    sei
    sbis PINA,sw0
    rjmp led_on1

    sbis PINA,sw1
    rjmp led_on2

    rjmp led_on

led_on1:
    cbi PORTB,led
    rcall delay1
    sbi PORTB,led

wait_0:
    sbis pina,sw0
    rjmp wait_0
    reti

led_on2:

```

```

        cbi PORTB,led
        rcall delay2
        sbi PORTB,led

wait_1:
        sbis pina,sw1
        rjmp wait_1
        reti

delay1:
        ; start delay
        ldi r16,255
        d0:
            ldi r17,255
            d1:
                ldi r18,20
                d2: dec r18
                    brne d2
                dec r17
                brne d1
            dec r16
            brne d0
        ; end delay
        ret

delay2:
        rcall delay1
        rcall delay1
        ret

```

Собранная схема в Proteus приведена на рисунке 3.

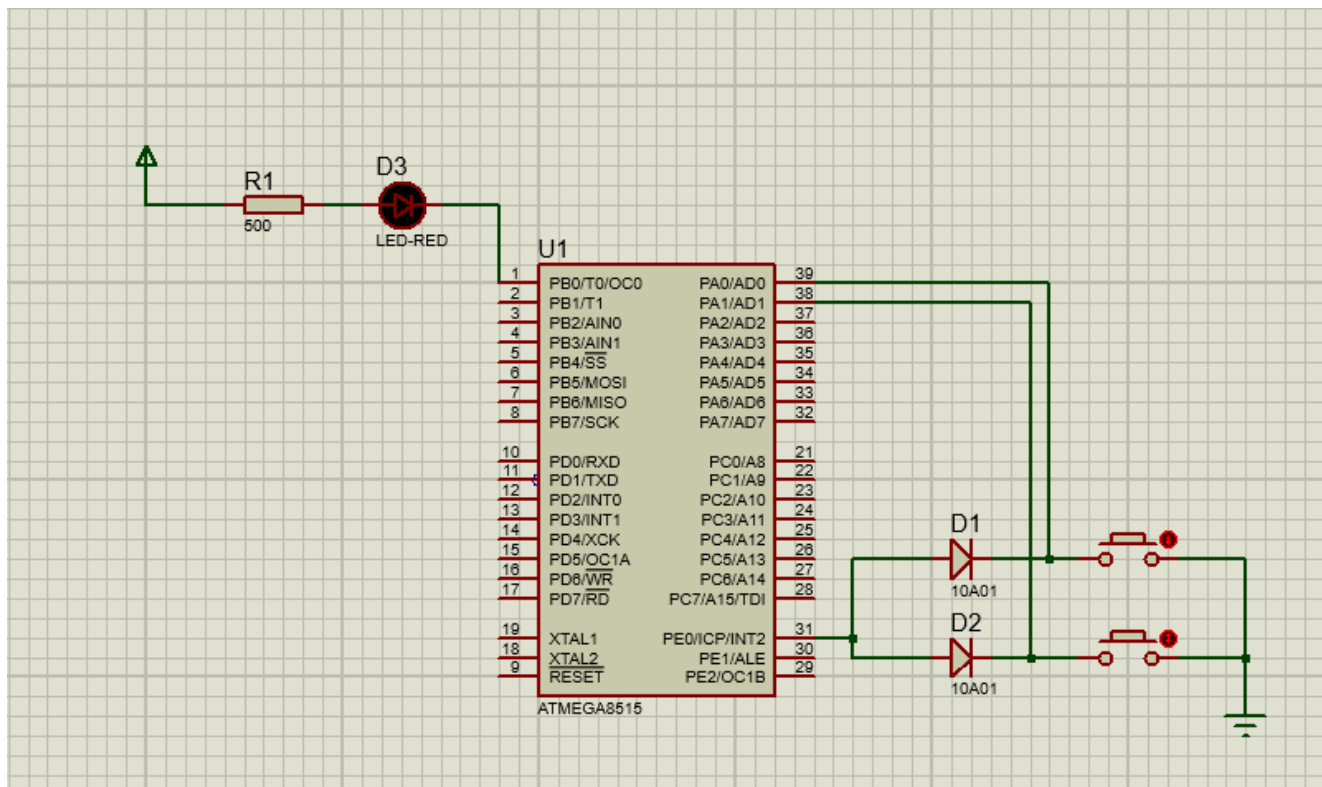


Рисунок 3 – Собранная схема в Proteus

## Выводы

В ходе выполнения лабораторной работы были освоены навыки работы с прерываниями микроконтроллера Atmega8515. Была модифицирована программа из первой ЛР под прерывания. Получили практические навыки отладки программы (просмотр содержимого стека, дизасемблера, PC и SP), а также работы с подпрограммами и стеком.