

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ЛУГАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ ВЛАДИМИРА ДАЛЯ»

Институт приборостроения и электротехнических систем
Кафедра электроэнергетики

УТВЕРЖДАЮ
Директор института



Тарасенко О.В.

«11» марта 2025 года

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
по учебной дисциплине

«Микропроцессорные системы релейной защиты и автоматики»

По направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника
Профиль: «Электроснабжение»

Разработчик:
доцент кафедры электроэнергетики

 Половинка Д.В.

ФОС рассмотрен и одобрен на заседании кафедры электроэнергетики
от «11» марта 2025 г., протокол № 8

Заведующий кафедрой

 Половинка Д.В.

Луганск – 2025 г.

**Комплект оценочных материалов по дисциплине
«Микропроцессорные системы релейной защиты и автоматики»**

Задания закрытого типа

Задания закрытого типа на выбор правильного ответа

Выберите один правильный ответ

1. Какой директивой на языке Pascal-SCM для AVR-микроконтроллеров определяется скорость универсального асинхронного приемника-передатчика UART?

- A) StackSize = \$0032, iData;
- Б) FrameSize = \$0032, iData;
- В) SerPort = 9600 Stop1;
- Г) TxBuffer = \$0032;
- Д) верного ответа нет.

Правильный ответ: В

Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.1)

2. Какой директивой на языке Pascal-SCM для AVR-микроконтроллеров определяется объем буфера приемника UART?

- A) StackSize = \$0032, iData;
- Б) FrameSize = \$0032, iData;
- В) SerPort = 9600 Stop1;
- Г) RxBuffer = 8;
- Д) верного ответа нет.

Правильный ответ: Г

Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.1)

3. Какой директивой на языке Pascal-SCM для AVR-микроконтроллеров определяется скорость универсального асинхронного приемника-передатчика UART равной 115200 бод с двумя стоповыми битами?

- A) StackSize=115200,2iData;
- Б) SpeedSize=115200, 2iData;
- В) SerPort=115200, Stop2;
- Г) UARTPort=115200, Stop2;
- Д) верного ответа нет.

Правильный ответ: В

Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.1)

Задания закрытого типа на установление соответствия

Установите правильное соответствие.

Каждому элементу левого столбца соответствует только один элемент правого столбца.

1. Установите соответствие предложенных названий регистров управления их периферийным устройствам в AVR-микроконтроллерах.

- | | |
|-------------------------------|--|
| 1) StackSize = \$0032, iData; | А) размер кадра в памяти данных |
| 2) FrameSize = \$0032, iData; | Б) объем буфера приемника |
| 3) SerPort = 9600, Stop1; | В) скорость UART и количество стоповых бит |
| 4) RxBuffer = 8; | Г) Размер стека в памяти данных |

Правильный ответ:

1	2	3	4
Г	А	В	Б

Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.1)

2. Установите соответствие обозначений выводов AVR-микроконтроллеров их назначению.

- | | |
|---------------|--|
| 1) SS | А) асинхронный обмен данными по интерфейсу UART |
| 2) MOSI, MISO | Б) тактирование ведомого устройства при синхронном обмене данными |
| 3) TXD, RXD | В) синхронный обмен данными по интерфейсу SPI |
| 4) SCK | Г) выбор ведомого устройства при синхронном обмене данными по интерфейсу SPI |

Правильный ответ:

1	2	3	4
Г	В	А	Б

Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.1)

3. Установите соответствие предложенных инструкций на языке Pascal-SCM для AVR-микроконтроллерах их описанию.

- | | |
|------------------|---|
| 1) excl (PB0); | А) сформировать выдержку времени 200 мс. |
| 2) mdelay (200); | Б) сформировать выдержку времени 200 мкс. |
| 3) udelay (20); | В) установить «0» на выводе PB0 |
| 4) DisableInts; | Г) запрет глобального прерывания |

Правильный ответ:

1	2	3	4
В	А	Б	Г

Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.1)

Задания закрытого типа на установление правильной последовательности

Установите правильную последовательность.

Запишите правильную последовательность букв слева направо.

1. Установите правильную последовательность команд программного кода на языке Pascal-SCM для AVR-микроконтроллерах при выводе информации на жидкокристаллический индикатор с задержкой для фиксации оператором.

- А) LCDxy(0, 0);
- Б) mdelay(1000);
- В) Write(LCDout, floattostr (t:4:1));
- Г) Write(LCDout, 't=');
- Д) Write(LCDout, 'C ');

Правильный ответ: А, Г, В, Д, Б

Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.1)

2. Расположите вектора прерываний и сброса для AVR-микроконтроллеров, начиная с вектора имеющего наивысший приоритет и далее по убыванию.

- А) INT1;
- Б) RESET;
- В) INT0;
- Г) PCINT1;
- Д) PCINT0.

Правильный ответ: Б, В, А, Д, Г

Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.1)

3. Установите правильную последовательность команд программного кода при формировании управляющего импульса в микропроцессорной системе фазового управления скоростью асинхронного двигателя (α – фазовый угол, в десятках мкс).

- А) incl (PULSE_OUT);
- Б) udelay (x);
- В) udelay(20);
- Г) excl (PULSE_OUT);

Правильный ответ: Б, А, В, Г

Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.1)

Задания открытого типа

Задания открытого типа на дополнение

Напишите пропущенное слово (словосочетание).

1. Вид релейной защиты, действие которой связано с увеличением силы тока в защищаемой цепи при возникновении короткого замыкания на участке данной цепи, называется _____

Правильный ответ: Максимальной токовой защитой (МТЗ)

Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.1)

2. Максимальная токовая защита с ограниченной зоной действия, имеющая в большинстве случаев мгновенное действие, называется _____

Правильный ответ: Токовой отсечкой

Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.1)

3. Один из видов релейной защиты, отличающийся абсолютной селективностью и быстродействием (без искусственной выдержки времени), называется _____

Правильный ответ: Дифференциальной защитой

Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.1)

4. Вычислительный процесс, при котором внутри функции происходит вызов этой же функции, называется _____

Правильный ответ: Рекурсией

Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.1)

Задания открытого типа с кратким свободным ответом

1. Рассчитайте, какой код для регистра ADCSR настраивает аналогово-цифровой преобразователь для работы в циклическом режиме без прерываний и без деления частоты процессора?

Правильный ответ: ADCSR:=\$E0; / \$E0; / ADCSR:=0xE0; / 0xE0; / ADCSR:=224; / 224; / ADCSR:=0b11100000; / 0b11100000;

Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.2)

2. Рассчитайте код для регистра статуса и управления аналогового компаратора ACSR, который разрешает прерывание по падающему фронту выхода компаратора. Биты регистра ACSR, не влияющие на этот режим считать равными «0».

Правильный ответ: ACSR:=0x0A; / 0x0A; / ACSR=\$0A; / \$0A; / ACSR=10; / 10; / ACSR=0b00001010; / 0b00001010;

Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.2)

3. Рассчитайте минимальный коэффициент делителя АЦП при тактовой частоте процессора $f=1$ МГц, какая директива или команда реализует запись этого коэффициента в ADMUX?

Правильный ответ: ADCpresc = 8; / ADMUX:=8;

Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.2)

4. Рассчитайте при тактовой частоте процессора 16 МГц, 9-разрядном ШИМ и коэффициенте делителя 256, какая будет частота на выходе OC1 для ATmega328.

Правильный ответ: $16/256/1022=61,15$ Гц/ 61,15 Гц/ 61,16 Гц

Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.2)

Задания открытого типа с развернутым ответом

1. Производится ввод уставок релейной защиты в микропроцессорную систему с помощью матричной клавиатуры. Для этого в сегменте нижеприведенного кода программы выполняется определение числа x по нажатой клавише, если запятая была уже нажата ранее. Допишите сегмент кода, который позволяет использование этого оператора `case`, если была нажатая клавиша « , » (использовать логическую переменную, например, p). Дайте пояснения.

```
loop
...
case GetKey of
  Key1:  $x:=x+1/pow10(k);$ 
  Key2:  $x:=x+2/pow10(k);$ 
  .
  Key9:  $x:=x+9/pow10(k);$ 
  Key10:  $x:=x+0/pow10(k);$ 
endcase;
...
endloop;
```

Время выполнения – 45 мин.

Ожидаемый результат:

Решение:

Логическая переменная p может принимать значения только `true` и `false`. Если при вводе числа была нажата запятая, то следует использовать формулу, в которой вводимая цифра будет дописываться в конец числа после запятой:

$$x = x + N / pow10(k);$$

Здесь x – текущее и последующее число при вводе цифры; N – вводимая цифра от 0 до 9; $pow10(k)$ – это возведение в степень k числа 10. При вводе цифры после запятой, каждая последующая вводимая цифра смещается на один разряд вправо, т.е. вводимую цифру нужно делить на 10, 100, 1000 и т.д., что соответствует 10^1 , 10^2 , 10^3 ... Таким образом k – это номер разряда после запятой.

Если $p=true$, то запятая уже была нажата, и можно пользоваться представленным оператором `case`. Для проверки на нажатие введем оператор `if (p=true) then`

```
loop
...
if (p=true) then
  case GetKey of
    Key1:  $x:=x+1/pow10(k);$ 
    Key2:  $x:=x+2/pow10(k);$ 
    .
    Key9:  $x:=x+9/pow10(k);$ 
    Key10:  $x:=x+0/pow10(k);$ 
  endcase;
```

```
endif;
```

```
...
```

```
endloop;
```

Критерии оценивания:

- задание считается выполненным, если в программный код будет введен условный оператор if и даны пояснения, отвечающие смысловому содержанию в ожидаемом результате.

Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.3)

2. Производится ввод уставок релейной защиты в микропроцессорную систему с помощью матричной клавиатуры. Для этого в сегменте нижеприведенного кода программы выполняется определение числа x по нажатой клавише, если запятая не была нажата. Допишите сегмент кода, который позволяет использование этого оператора case, если счетчик символов i не превышает количество 8 в переменной x (используйте оператор while):

```
loop
```

```
...
```

```
case GetKey of
```

```
Key1:  $x:=x*10+1$ ;
```

```
Key2:  $x:=x*10+2$ ;
```

```
...
```

```
Key9:  $x:=x*10+9$ ;
```

```
Key10:  $x:=x*10+0$ ;
```

```
endcase;
```

```
...
```

```
endloop;
```

Время выполнения – 45 мин.

Ожидаемый результат:

Решение:

Если при вводе числа не была нажата запятая, то следует использовать формулу, в которой вводимая цифра будет дописываться в конец числа до запятой:

$$x = x \cdot 10 + N;$$

Здесь x – текущее и последующее число при вводе цифры; N – вводимая цифра от 0 до 9. При вводе цифры до запятой, каждая последующая вводимая цифра помещается на место в числе, где располагаются единицы, т.е. предыдущее число необходимо умножать на 10 и после этого складывать с вводимой цифрой.

Количество вводимых цифр ограничено переменной i . Это связано с тем, что большое их количество может не поместиться на ЖКИ, а так же с тем, что тип данных float имеет свои ограничения. Для организации ограничения в 8 символов введем оператор while ($i < 8$) do, где i – это счётчик вводимых символов. Как только их станет 8 и более, то ввод заблокируется. Число x перестанет расти.

```
loop
```

```

while (i<8) do
    ...
    case GetKey of
    Key1: x:=x*10+1;|
    Key2: x:=x*10+2;|
    ...
    Key9: x:=x*10+9;|
    Key10: x:=x*10+0;|
    endcase;
endwhile;
...
endloop;

```

Критерии оценивания:

- задание считается выполненным, если в программный код будет введен цикл while (или его аналог) и даны пояснения, отвечающие смысловому содержанию в ожидаемом результате.

Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.3)

3. Осуществляется максимально-токовая защита при помощи встроенного в микроконтроллер АЦП. К каким изменениям в нижеприведенном программном коде приведет замена канала оцифровки на 4-й и 7-й канал, измерительного диапазона на диапазон для напряжения U от 10 до 350В, а для тока I от 3 до 18А?

```

loop
    ...
    Uc:=GetADC(1);
    U:=(275/1023)*float(Uc);
    Ic:=GetADC(2);
    I:=(50/1023)*float(Ic);
    LCDxy(0,0);
    Write(LCDout, 'U=' +floattostr(U:5:1)+ 'В I=' +floattostr(I:4:1)+'А');
    ...
endloop;

```

Время выполнения – 45 мин.

Ожидаемый результат:

Решение:

В функции запуска АЦП GetADC(x) аргумент x – это номер канала от 1 до 8. Поэтому в программе заменим каналы 1 и 2 на 4 и 7 соответственно.

Вычисление реального значения U происходит путем составления линейной зависимости $U=k \cdot U_c + b$ между цифровым и реальным значением.

Найдем k и b, решив систему уравнений:

$$\begin{cases} 350 = k \cdot 1023 + b \\ 10 = k \cdot 0 + b \end{cases}$$

Отсюда $b=10$, а $k=(350-10)/1023=340/1023$

Аналогично найдем k и b, решив систему уравнений для тока:

$$\begin{cases} 18 = k \cdot 1023 + b \\ 3 = k \cdot 0 + b \end{cases}$$

Отсюда $b=3$, а $k=(18-3)/1023=15/1023$

```
loop
...
Uc:=GetADC(4);
U:=(340/1023)*float(Uc)+10;
Ic:=GetADC(7);
I:=(15/1023)*float(Ic)+3;
LCDxy(0,0);
Write(LCDout, 'U=' + floattostr(U:5:1) + ' В I=' + floattostr(I:4:1) + ' А');
...
endloop;
```

Строка $U:=(340/1023)*float(Uc)+10$; не является оптимальной, это объясняется тем, что на процессор AVR-микроконтроллера возлагаются задачи, которые можно выполнить за пределами программы, а именно деление 340 на 1023. Поэтому оптимально будет так:

$$U:=0,3324*float(Uc)+10;$$

Строка $I:=(15/1023)*float(Ic)+3$; так же не является оптимальной – а на процессор AVR-микроконтроллера возлагаются задачи, которые можно выполнить за пределами программы, а именно деление 15 на 1023. Поэтому оптимально будет так:

$$I:=0,01466*float(Ic)+3;$$

Критерии оценивания:

- задание считается выполненным, если в программный код будет заменена хотя бы одна из строк вычисления реальных значений тока и напряжения на $U:=(340/1023)*float(Uc)+10$; и(или) $I:=(15/1023)*float(Ic)+3$; и осуществлена замена хотя бы одного из каналов АЦП.

Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.3)

4. Осуществляется синхронизация с сетью микропроцессорной релейной защиты при помощи встроенного в микроконтроллер аналогового компаратора. Какая команда в нижеприведенном коде выполняется перед выполнением команды $udelay(t)$ в блоке $acompr$. Поясните почему?

```
{ functions }
interrupt acomp;
begin
    udelay(t);
    INCL (PortD,7);
    udelay(20);
    EXCL (PortD,7);
end;
interrupt int1;
begin
```

```

        if t>0 then
            t:=t-1;
        else t:=0;
        endif;
    end;
{ Main Program }
{$IDATA}
begin
    ACSR:=$08;
    GIMSK:=$C0;
    MCUCR:=$0F;
loop
    DisableInts;
    Repeat Until ON_OFF=false;
    Repeat Until ON_OFF=true;
    EnableInts;
    Repeat Until ON_OFF=false;
    Repeat Until ON_OFF=true;
endloop;

```

Время выполнения – 45 мин.

Ожидаемый результат:

Решение:

Блок `acompr` является обработчиком прерывания по аналоговому компаратору. Поскольку происходит синхронизация с сетью, то необходимо отслеживание перехода через 0 и по фронту и по спаду, т.е. переход от отрицательной полуволны к положительной и наоборот. Поэтому в регистр управления и состояния аналогового компаратора `ACSR` внесён код, позволяющий работу компаратора, и разрешающий прерывание по перепаду сигнала на его входах. Запрос прерывания может возникнуть только при выполнении следующих условий: разрешено глобальное прерывание; разрешено прерывание по изменению сигнала на входах аналогового компаратора и само изменение сигнала.

Разрешение глобального прерывания происходит по команде `EnableInts`. Разрешение прерывание по изменению сигнала на входах аналогового компаратора выполняется командой `ACSR:=$08` до бесконечного цикла `loop`.

Поэтому прерывания могут возникать при выполнении команд заключенных между `EnableInts` и `DisableInts` при переходе синусоиды через 0.

```

{ functions }
interrupt acomp;
begin
    udelay(t);
    INCL (PortD,7);
    udelay(20);
    EXCL (PortD,7);
end;

```

```

interrupt int1;
begin
    if t>0 then
        t:=t-1;
    else t:=0;
    endif;
end;
{ Main Program }
{$IDATA}

```

```

begin
    ACSR:=$08;
    GIMSK:=$C0;
    MCUCR:=$0F;
loop
    DisableInts;
    Repeat Until ON_OFF=false;
    Repeat Until ON_OFF=true;
    EnableInts;
    Repeat Until ON_OFF=false;
    Repeat Until ON_OFF=true;
    endloop;

```

Такими командами являются циклы Repeat Until ON_OFF=false и Repeat Until ON_OFF=true, а так же команда endloop (подчеркнуты).

Критерии оценивания:

- задание считается выполненным, если указана команда и даны пояснения, отвечающие смысловому содержанию в ожидаемом результате.

Компетенции (индикаторы): ПК-3 (ПК-3.3)

Экспертное заключение

Представленный комплект оценочных материалов по дисциплине (практике) «Микропроцессорные системы релейной защиты и автоматики» соответствует требованиям ФГОС ВО.

Предлагаемые оценочные материалы адекватны целям и задачам реализации основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, профиль: «Электроснабжение».

Виды оценочных средств, включенные в представленный фонд, отвечают основным принципам формирования ФОС.

Разработанные и представленные для экспертизы оценочные материалы рекомендуются к использованию в процессе подготовки обучающихся по указанному направлению.

Председатель учебно-методической комиссии
института приборостроения и
электротехнических систем



Яременко С.П.

Лист изменений и дополнений

№ п/п	Виды дополнений и изменений	Дата и номер протокола заседания кафедры (кафедр), на котором были рассмотрены и одобрены изменения и дополнения	Подпись (с расшифровкой) заведующего кафедрой (заведующих кафедрами)