

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

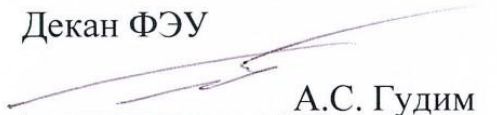
Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»



Работа выполнена в СКБ «Промышленная робототехника»

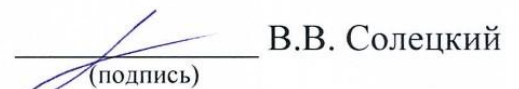
СОГЛАСОВАНО

Декан ФЭУ

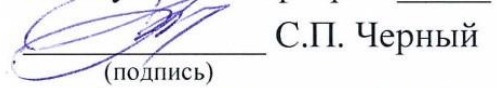
  
\_\_\_\_\_ А.С. Гудим  
(подпись)  
« 01 » 04 20 22 г.

УТВЕРЖДАЮ

Начальник отдела ОНиПКРС

  
\_\_\_\_\_ В.В. Солецкий  
(подпись)  
« 01 » 04 20 22 г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

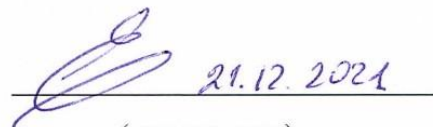
  
\_\_\_\_\_ С.П. Черный  
(подпись)  
« 01 » 04 20 22 г.

### Аппаратно-программный комплекс

“Микроконтроллерная система управления печью подготовки  
сварочных электродов”

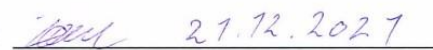
### Комплект конструкторской документации

Руководитель проекта

  
\_\_\_\_\_ 21.12.2021  
(подпись, дата)

В.А. Егоров

Ответственный исполнитель

  
\_\_\_\_\_ 21.12.2021  
(подпись, дата)

К.А. Голубев

Комсомольск-на-Амуре 2022

## Карточка проекта

<b>Название</b>	Микроконтроллерная система управления печью подготовки сварочных электродов
<b>Тип проекта</b>	Тип проекта: учебная работа
<b>Исполнитель</b>	К.А.Голубев
<b>Срок реализации</b>	<i>14.09.2021- 31.12.2021</i>

### Использованные материалы и компоненты

QTY	PART-REFS	VALUE	CODE
---	-----	----	----
Modules:			
1	M1	ARDUINO_NANO	
Resistors:			
1	R1	100	Digikey 311-470FDKR-ND
1	R2	510R	M470R
2	R3,R4	390R	W1R
7	R6-R12	470	Digikey 311-470FDKR-ND
5	R13-R17	1K	Digikey 311-470FDKR-ND
Capacitors:			
2	C7,C8	100n	Maplin BX03D
1	C9	10u	Maplin WW69A
Integrated Circuits:			
1	U1	7805	
1	U2	MOC3062	
1	U3	BTA16_US	
Transistors:			
4	Q1-Q4	BD140	
Diodes:			
1	D7	LED_US	
Miscellaneous:			
7	J1-J7	PIN	
1	J8	CONN-SIL5	
1	L1	CL5642	
1	RV1	10K	Digikey 3252W-203LF-ND

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»

## ЗАДАНИЕ

### на разработку

Выдано студенту: К.А. Голубев – 9АУб-1,

Название проекта: Микроконтроллерная система управления печью  
подготовки сварочных электродов

Назначение: Сушка рутиловых электродов для ручной электро-  
сварки

Область использования: Бытовое применение

Функциональное описание устройства:

Пользователь помещает в печь партию электродов. Устанавливает требу-  
емую температуру потенциометром. Включает установку. Заданная темпера-  
тура поддерживается установкой в течение часа.

Техническое описание устройства: Блок управления печью, содержащий:  
терморегулятор на основе однокристального микроконтроллера; датчик  
температуры на основе термопары К-типа; блок коммутации силовой  
нагрузки; светодиодный цифровой индикатор для отображения текущей  
температуры; блок питания с выходным напряжением +5В.

Требования: точно поддержание температуры  $\pm 1$  °С.

План работ:

Наименование работ	Срок
Сбор и изучение материалов, необходимых для проектирования	09.2021
Разработка блок-схемы устройства	09.2021
Выбор элементов, разработка принципиальной схемы устройства	10.2021
Разработка программного кода и моделирование системы	10.2021
Разработка печатной платы	11.2021
Изготовление прототипа устройства	11.2021
Тестирование и финальная отладка	12.2021
Оформление отчета	12.2021

Комментарии:

---

---

Перечень графического материала:

1. Блок-схема устройства \_\_\_\_\_
2. Принципиальная схема устройства \_\_\_\_\_
3. Печатная плата устройства \_\_\_\_\_
4. Блок схемы алгоритмов \_\_\_\_\_
5. Внешний вид устройства \_\_\_\_\_

---

---

---

Руководитель проекта \_\_\_\_\_

В.А. Егоров

(подпись, дата)

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»




## ПАСПОРТ

### Аппаратно-программный комплекс


«Микроконтроллерная система управления печью подготовки сварочных  
электродов»

Руководитель проекта

  
21.12.2021  
*(подпись, дата)*

*В.А. Егоров*

Ответственный исполнитель

  
27.12.2021  
*(подпись, дата)*

*К.А. Голубев*

Комсомольск-на-Амуре 2022

## Содержание

1	Общие положения .....	7
1.1	Наименование изделия .....	7
1.2	Наименования документов, на основании которых ведется проектирование системы.....	7
1.3	Перечень организаций, участвующих в разработке системы .....	7
1.4	Сведения об использованных при проектировании нормативно-технических документах .....	8
2	Назначение и принцип действия .....	9
2.1	Назначение изделия .....	9
2.2	Области использования изделия .....	9
2.3	Принцип действия.....	9
3	Состав изделия и комплектность.....	10
4	Технические характеристики .....	11
4.1	Основные технические характеристики блока .....	11
5	Устройство и описание работы изделия .....	12
5.1	Устройство изделия .....	12
5.2	Описание работы изделия .....	13
6	Условия эксплуатации .....	14
6.1	Правила и особенности размещения изделия .....	14
6.2	Меры безопасности.....	15
6.3	Правила хранения и транспортирования.....	15

## **1 Общие положения**

Настоящий паспорт является документом, предназначенным для ознакомления с основными техническими характеристиками, устройством, правилами установки и эксплуатации устройства «Микроконтроллерная система управления печью подготовки сварочных электродов» (далее «изделие»).

Паспорт входит в комплект поставки изделия. Прежде, чем пользоваться изделием, внимательно изучите правила обращения и порядок работы с ним. В связи с постоянной работой по усовершенствованию изделия, повышающей его надежность и улучшающей условия эксплуатации, в конструкцию могут быть внесены изменения, не отраженные в данном издании.

### **1.1 Наименование изделия**

Полное наименование системы – аппаратно-программный комплекс *«Микроконтроллерная система управления печью подготовки сварочных электродов»* (АПК МСУППСЭ).

### **1.2 Наименования документов, на основании которых ведется проектирование системы**

Создание АПК МСУППСЭ осуществляется на основании требований и положений следующих документов:

- задание на разработку.

### **1.3 Перечень организаций, участвующих в разработке системы**

Заказчиком создания АПК МСУППСЭ является Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Комсомольский-на-Амуре государственный университет» (далее заказчик),

находящийся по адресу: 681013, Хабаровский край, г. Комсомольск-на-Амуре, Ленина пр-кт., д. 17.

Исполнителем работы по созданию АПК МСТП являются студент группы 9АУб-1 К.А.Голубев.

#### **1.4 Сведения об использованных при проектировании нормативно-технических документах**

При проектировании использованы следующие нормативно-технические документы:

ГОСТ 2.001-2013. Единая система конструкторской документации. Общие положения.

ГОСТ 2.102-2013. Единая система конструкторской документации. Виды и комплектность конструкторских документов.

ГОСТ 2.105-95. Единая система конструкторской документации. Общие требования к текстовым документам.

ГОСТ 2.610-2006. Единая система конструкторской документации. Правила выполнения эксплуатационных документов.

ГОСТ 2.004-88. Единая система конструкторской документации. Общие требования к выполнению конструкторских технологических документов на печатающих и графических устройствах вывода ЭВМ.

ГОСТ 2.051-2006. Единая система конструкторской документации. Электронные документы. Общие положения.

ГОСТ 2.052-2006. Единая система конструкторской документации. Электронная модель изделия. Общие положения.

ГОСТ 2.601-2013. Единая система конструкторской документации. Эксплуатационные документы.



## **2 Назначение и принцип действия**

### **2.1 Назначение изделия**

МСУППСЭ – блок управления печью, предназначенный для поддержания заданной температуры.

В состав изделия входят: Микроконтроллер АТМ328р, датчик температуры DS18B20, сетевой блок питания.

### **2.2 Области использования изделия**

Изделие может использоваться для подготовки рутитовых электродов при проведении сварочных работ с использованием аппарата ручной электросварки.

### **2.3 Принцип действия**

Пользователь включает устройство в сеть. Устанавливает нужную температуру на табло устройства, при помощи потенциометра. Устройство включает нагревательный элемент, нагревающий воздух в камере печи с электродами до заданной температуры. В результате чего происходит сушка электродов.

### **3 Состав изделия и комплектность**

В комплект поставки входит:

- *Плата устройства*
- *Датчик температуры(термопара К-типа) с выносным модулем преобразования Ktype-SPI*
- *Сетевой питающий адаптер*
- *Паспорт.*

## 4 Технические характеристики

### 4.1 Основные технические характеристики блока

Основные технические характеристики приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Технические характеристики блока

Наименование параметра	Значение
Потребляемый ток, мА	120
Диапазон рабочих температур прибора, С°	-55 ... +125
Диапазон регулируемой температуры, С°	0 ... +250
Питание, В	5
Габариты, мм	98x120
Масса нетто, кг	0.15

## 5 Устройство и описание работы изделия

### 5.1 Устройство изделия

Структурная схема изделия представлена на рисунке 1.



Рисунок 1 – Структурная схема изделия

В состав изделия входят:

- термопара К-типа;
- преобразователь температуры max6675;
- задатчик температуры;
- модуль ARDUINO-NANO, на основе микроконтроллера ATM328P;
- нагревательный элемент;
- 4-х разрядный 7-сигментный индикатор температуры.

Термопара К-типа – измеряет температуру. Сигнал с термопары поступает на преобразователь температуры max6675, который преобразует входное термоЭДС в цифровой последовательный код, передаваемый модулем в микроконтроллер по интерфейсу SPI.

Задатчик температуры – переменный резистор, задающий требуемую температуру уровнем напряжения, подаваемого на вход АЦП микроконтроллера.

Модуль ARDUINO-NANO, на основе микроконтроллера ATM328P:

- выполняет опрос датчика температуры и задатчика;
- осуществляет вывод текущей температуры в камере печи на 7-сигментный цифровой индикатор;
- реализует цифровой релейный регулятор температуры;
- управляет включением и выключением нагревательного элемента.

Нагревательный элемент – управляется сигналом с релейного регулятора микроконтроллера.

4-х разрядный 7-сигментный индикатор температуры – отображает текущую температуру в камере печи.

## **5.2 Описание работы изделия**

Пользователь включает регулятор температуры в сеть. Выставляет требуемую температуру воды задающим потенциометром, контролируя значения температуры на индикаторе заданной температуры. Если температуры воды меньше требуемой, микроконтроллер включает нагревательный элемент. После достижения требуемой температуры происходит её автоматическое поддержание на заданном уровне.

Блок-схема работы управляющей программы приведена в Приложении А.

## **6 Условия эксплуатации**

Изделие выпускается в климатическом исполнении УХЛ 4.2 по ГОСТ 15150-69 и предназначен для использования в стационарных условиях в закрытых помещениях при соответствующих климатических условиях:

- интервал температур от +10 до +35 °С;
- относительная влажность воздуха до 80 % при температуре +25 °С;
- высота над уровнем моря не более 2000 м;
- атмосферное давление от 86,6 до 106 кПа (от 650 до 800 мм рт. ст.).

В помещении, где используется изделие не должно возникать условий для конденсации влаги (выпадения росы). Изделие является электронным прибором, требующим бережного обращения.

Для обеспечения безотказной работы, сохранения точности и его сбережения необходимо соблюдать следующие правила:

- изучить паспорт, прежде чем приступить к работе с изделием;
- предохранять изделие от ударов и повреждений;
- не допускать самостоятельную разборку изделия.

### **6.1 Правила и особенности размещения изделия**

**ВНИМАНИЕ!** При эксплуатации изделия запрещается проводить самостоятельно какие-то либо работы по извлечению и установке внутренних компонентов изделия.

## **6.2 Меры безопасности**

Необходимо соблюдать требования техники безопасности и следующие меры предосторожности:

- не оставлять изделие включенным без наблюдения;
- после транспортировки в холодное время года изделие необходимо выдержать при комнатной температуре не менее двух часов;
- внутренние осмотры и ремонт изделия должны производиться только квалифицированными специалистами;
- не устанавливайте изделие на неустойчивой подставке, стойке или ненадежном кронштейне.

## **6.3 Правила хранения и транспортирования**

Транспортирование изделия в упакованном виде может производиться железнодорожным, автомобильным (в закрытых транспортных средствах), воздушным, речным и морским видами транспорта в соответствии с правилами перевозок грузов, действующих на транспорт данного вида. Условия транспортирования изделия по части воздействия климатических факторов должны соответствовать группе 5 по ГОСТ 15150.

После транспортирования изделие должно быть выдержано не менее 2 часов в транспортной таре при температуре  $20 \pm 5$  °С и относительной влажности воздуха не более 80 %.

Распакованное изделие должно храниться в отапливаемом и вентилируемом чистом помещении при температуре от +5 до +40 °С и относительной влажности воздуха не более 60 %. При температуре ниже 25 °С допускается увеличение относительной влажности до 80 %. Воздух в помещении не должен содержать примесей, вызывающих коррозию металлов, налеты на поверхностях оптических деталей.

# ПРИЛОЖЕНИЕ А

(обязательное)

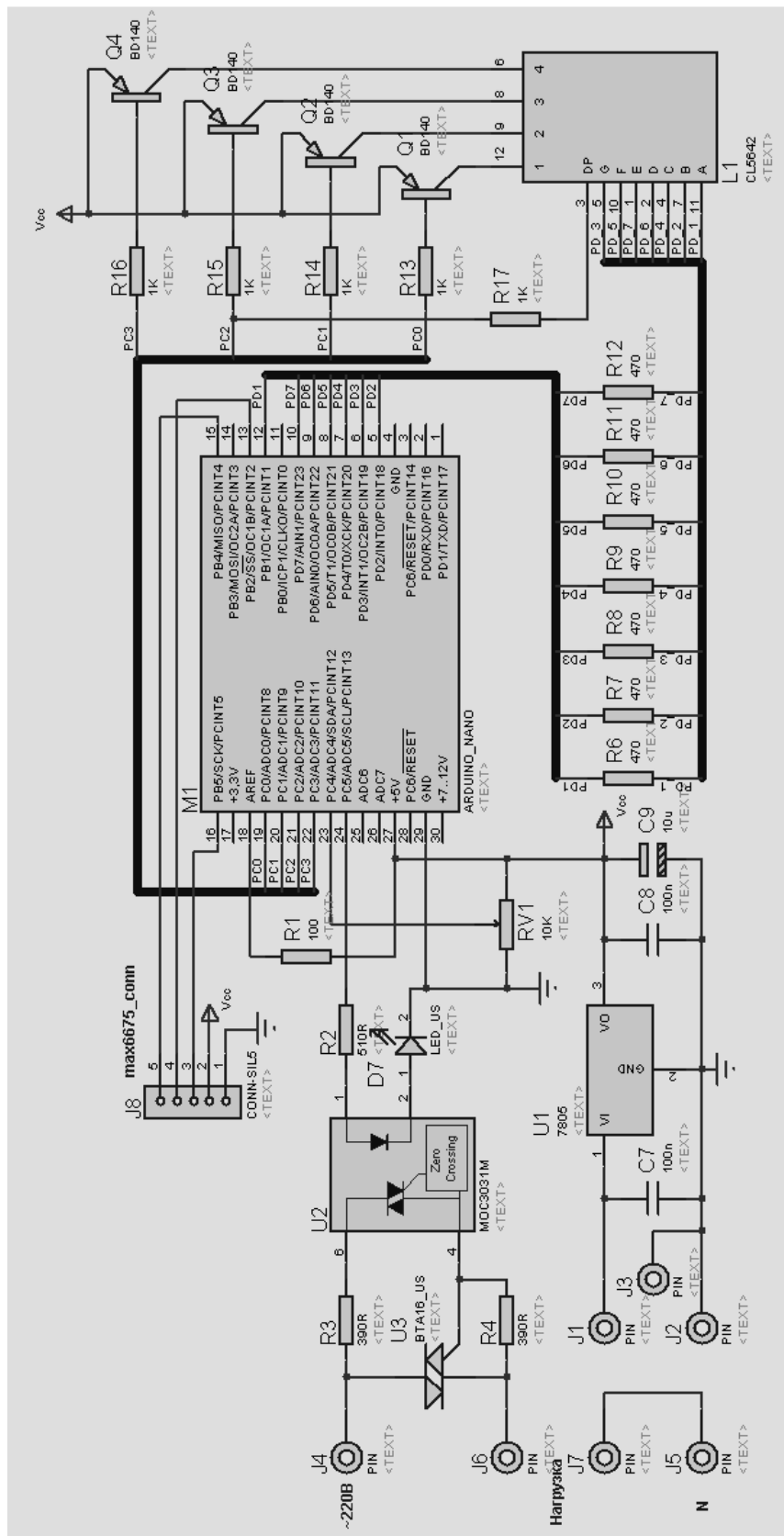


Рисунок А1 – Принципиальная схема изделия



Спецификация к принципиальной схеме

Поз. обознач.	Наименование	Кол.	Примечание
	Транзисторы		
Q1-Q4	BD140	4	
	Светодиоды		
D7	LED_US	1	
	Резисторы		
R1	100 Ом	1	
R2	510 Ом	1	
R3-R4	390 Ом	2	
R6-R12	470 Ом	1	
R13-R17	1 к	6	
	Конденсаторы		
C7-C8	100n	2	
C9	10u	1	
	Интегральные схемы		
U1	7805	1	
U2	MOC3031M	1	
U3	BTA16_US	1	
	Модули		
M1	ARDUINO_NANO	1	
	Разное		
J1-J7	PIN	7	
J8	CONN-SIL5	1	
L1	CL5642	1	
RV1	10K	1	Digikey 3252W-203LF-ND

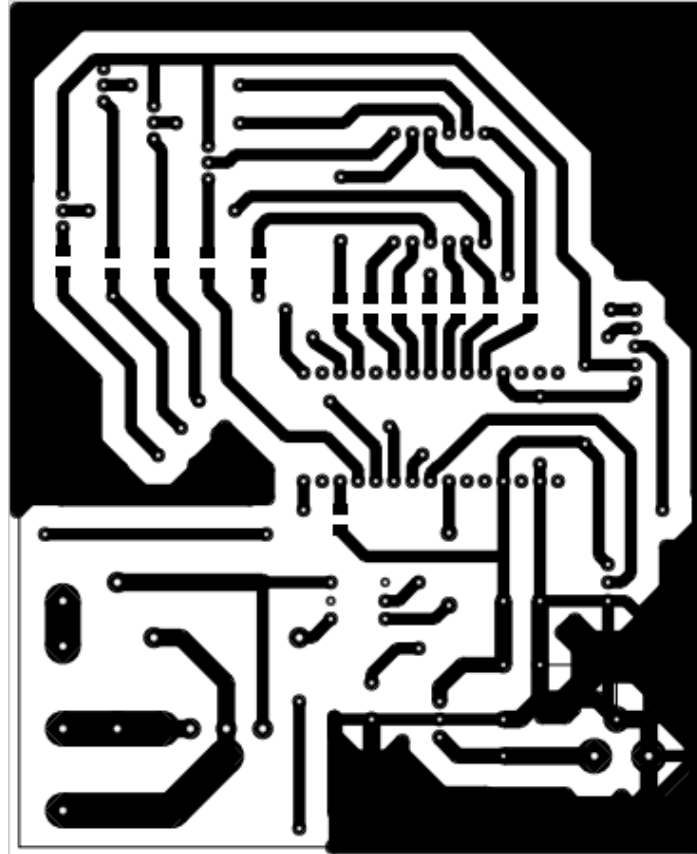


Рисунок А2 – Печатная плата (вид со стороны проводников)

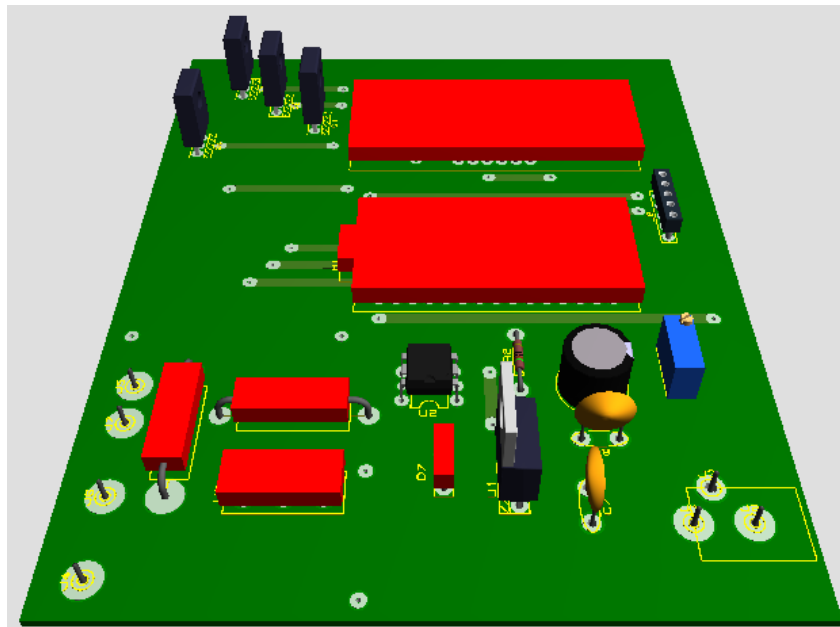


Рисунок А3 – Трехмерная модель печатной платы

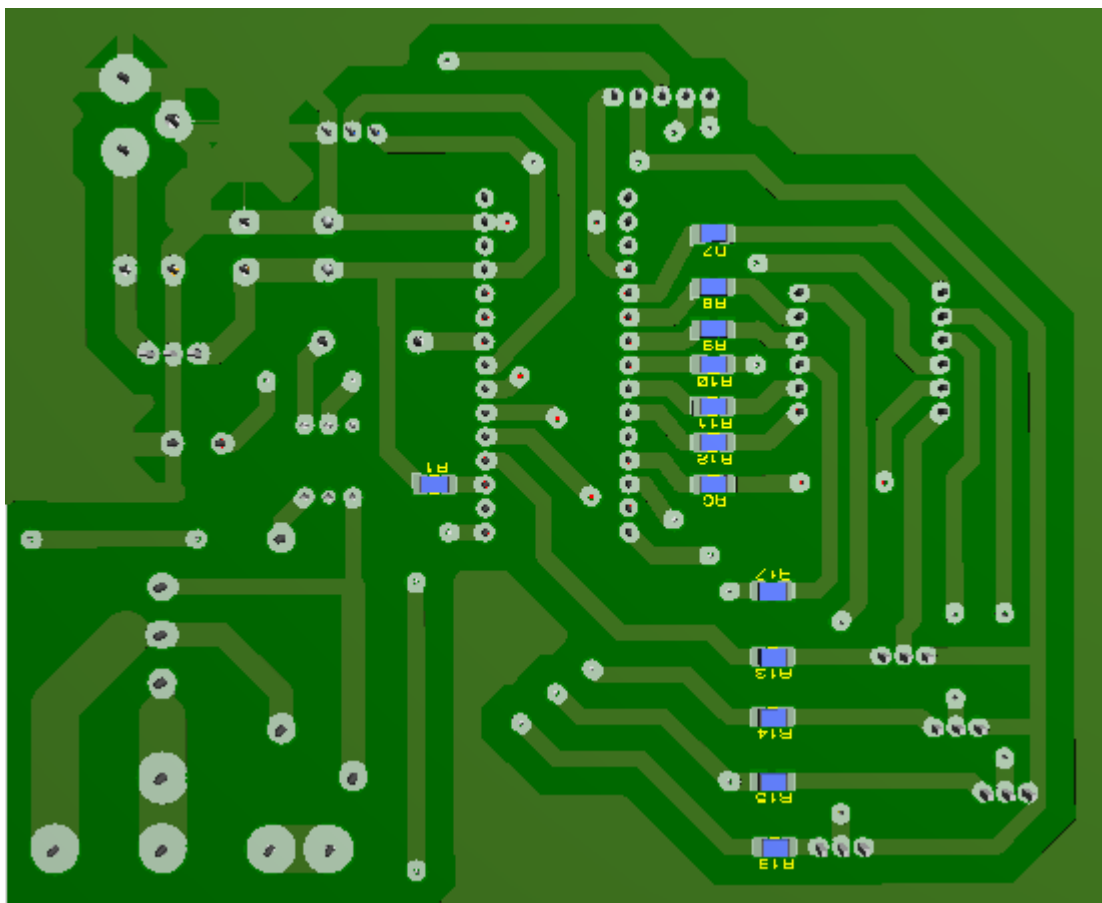


Рисунок А4 – 2D модель платы (вид со стороны проводников)

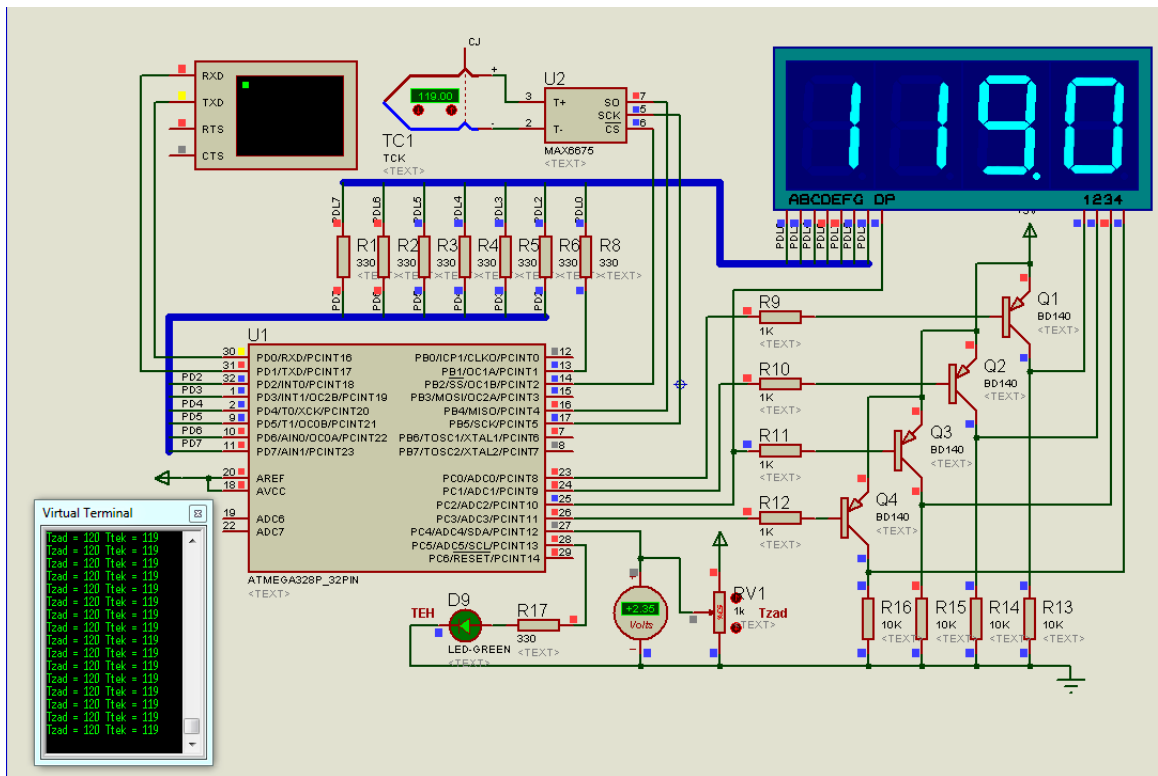


Рисунок А5 – Модель изделия в Isis Proteus (температура с датчика 119<sup>0</sup>, нагревательный элемент D9 – включен)

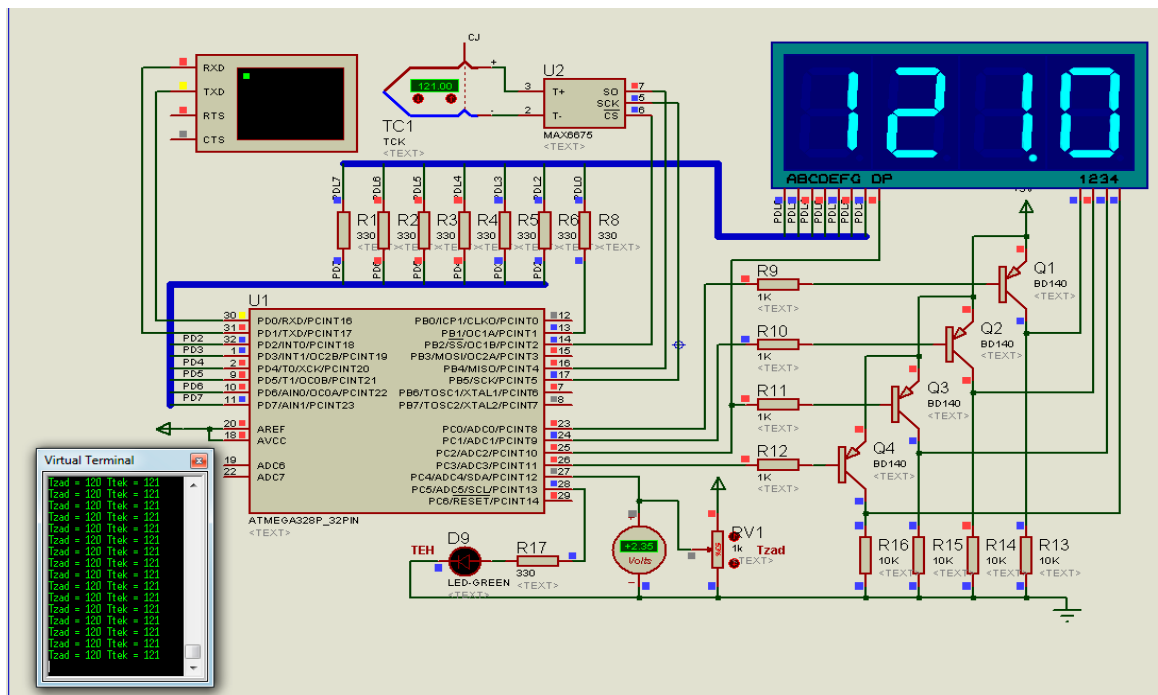


Рисунок А6 – Модель изделия в Isis Proteus (температура с датчика 121<sup>0</sup>, заданная температура превышена на величину зоны нечувствительности релеяного регулятора 1<sup>0</sup>С, нагревательный элемент D9 – выключен)

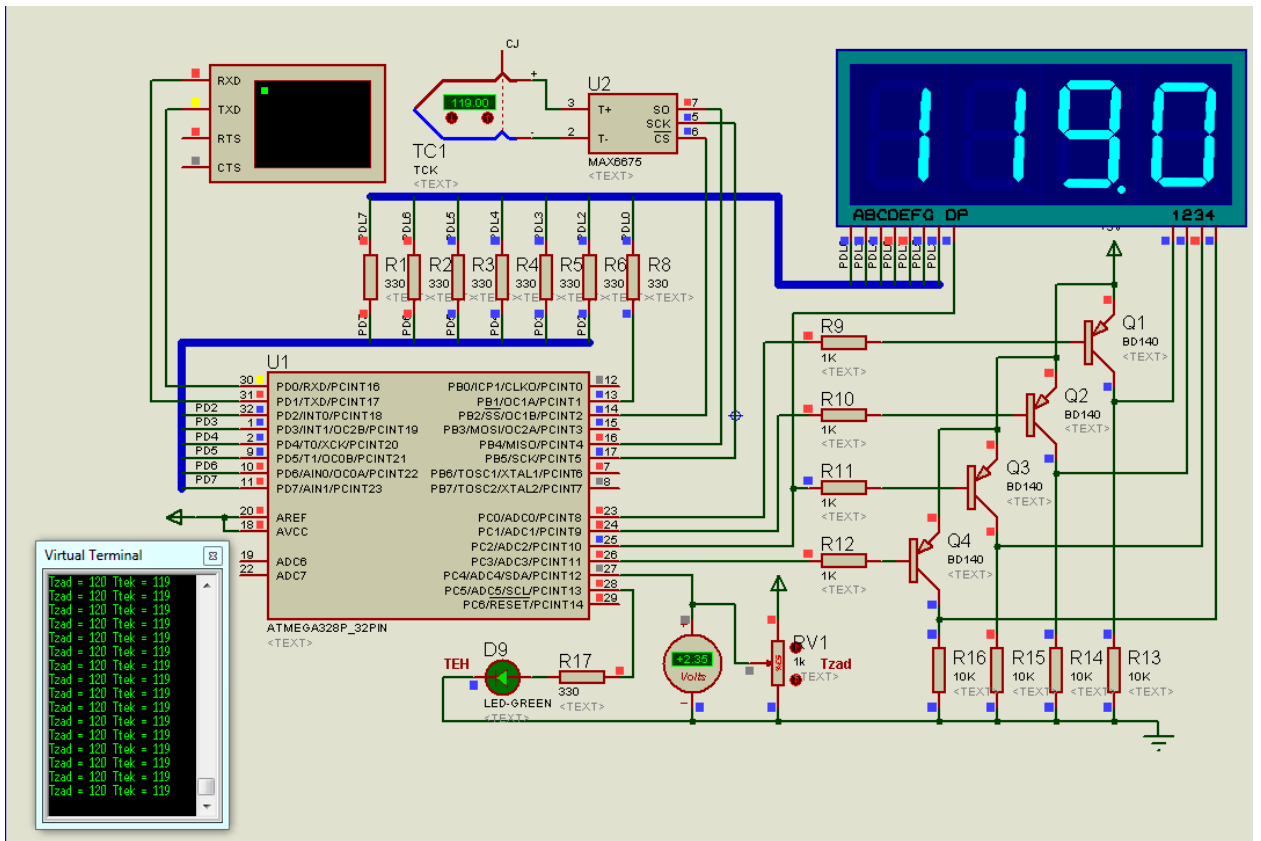


Рисунок А7 – Модель изделия в Isis Proteus (температура с датчика 119<sup>0</sup>, температура воды меньше заданной на величину зоны нечувствительности релеяного регулятора 1<sup>0</sup>С, нагревательный элемент D9 – включен)

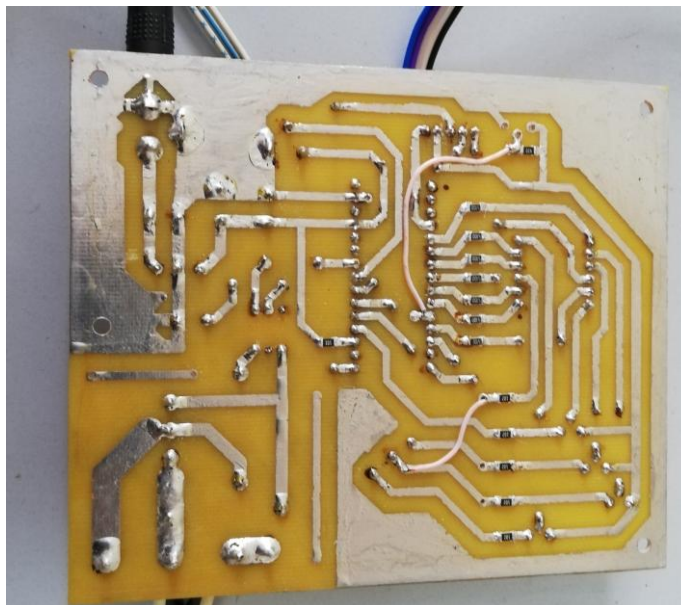


Рисунок А8 – Внешний вид печатной платы изделия (вид со стороны проводников)

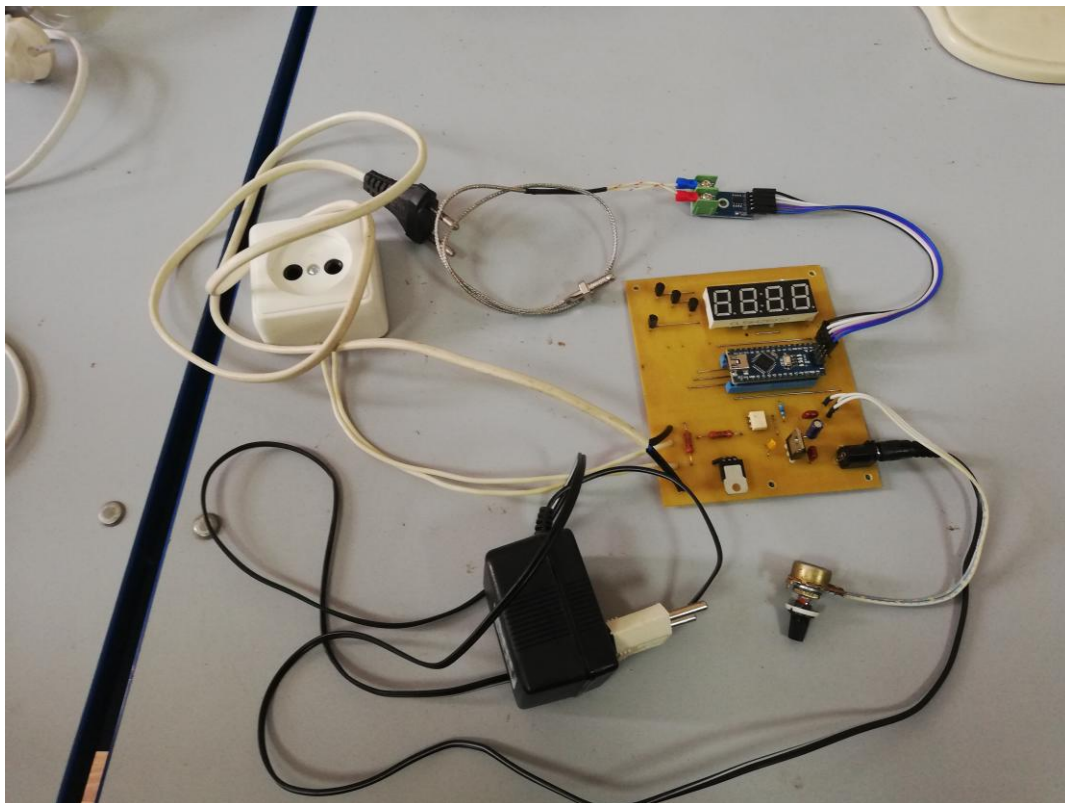


Рисунок А9 – Внешний вид изделия

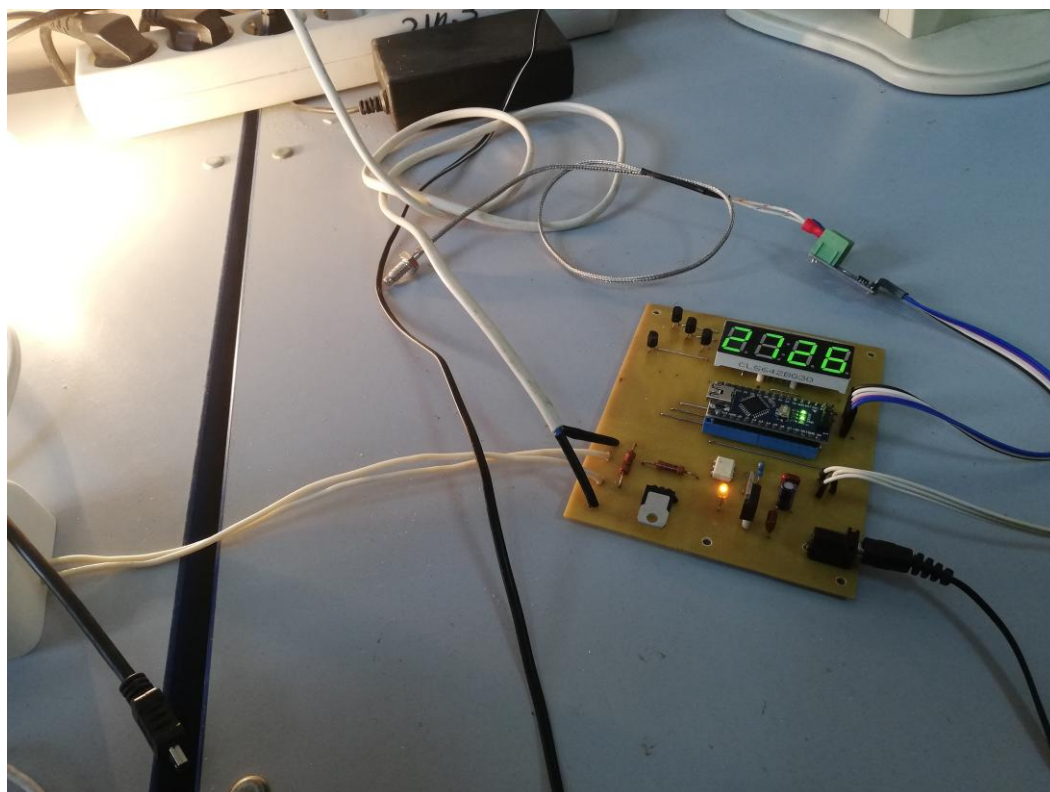


Рисунок А10 – Тестирование изделия (температура с датчика меньше заданной, нагревательный элемент включен)

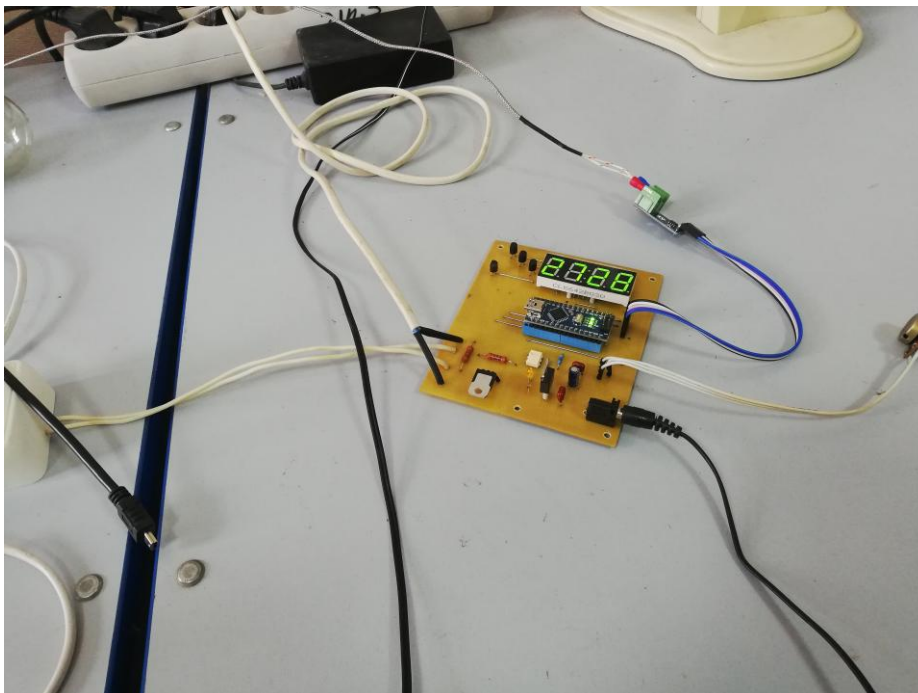


Рисунок А11 – Тестирование изделия (температура с датчика больше заданной, нагревательный элемент выключен)

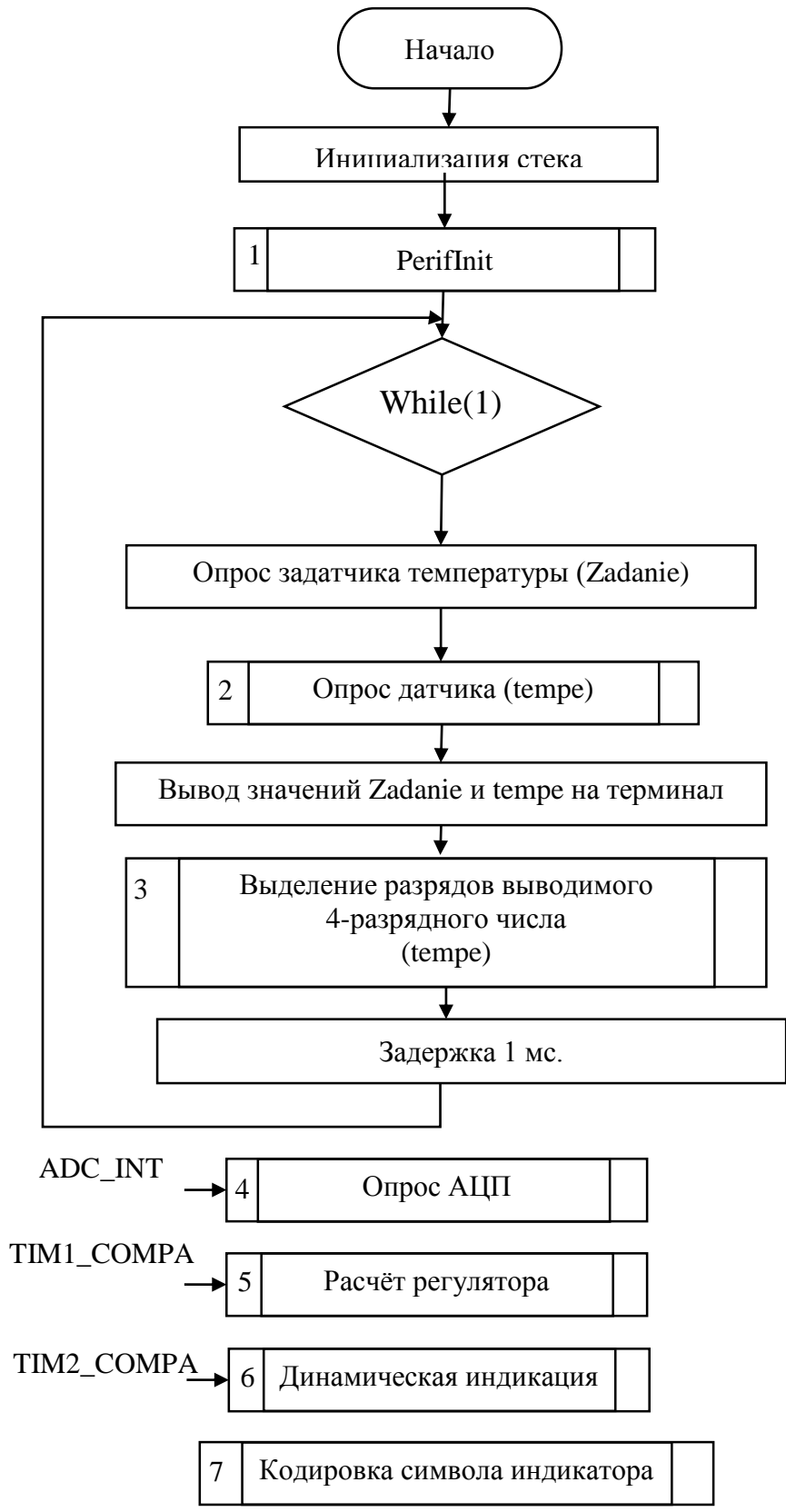


Рисунок А12 – Блок схема основной программы



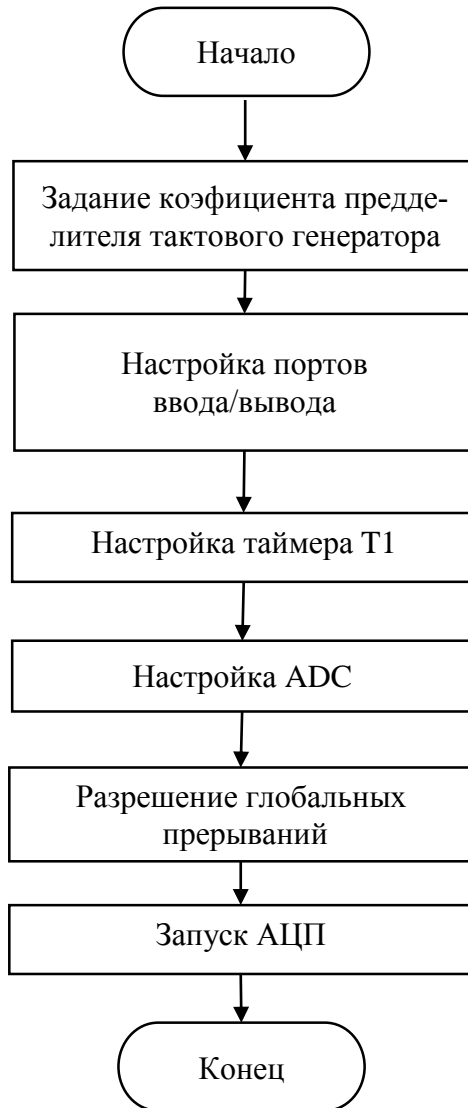


Рисунок А13 – Блок схема инициализация периферии

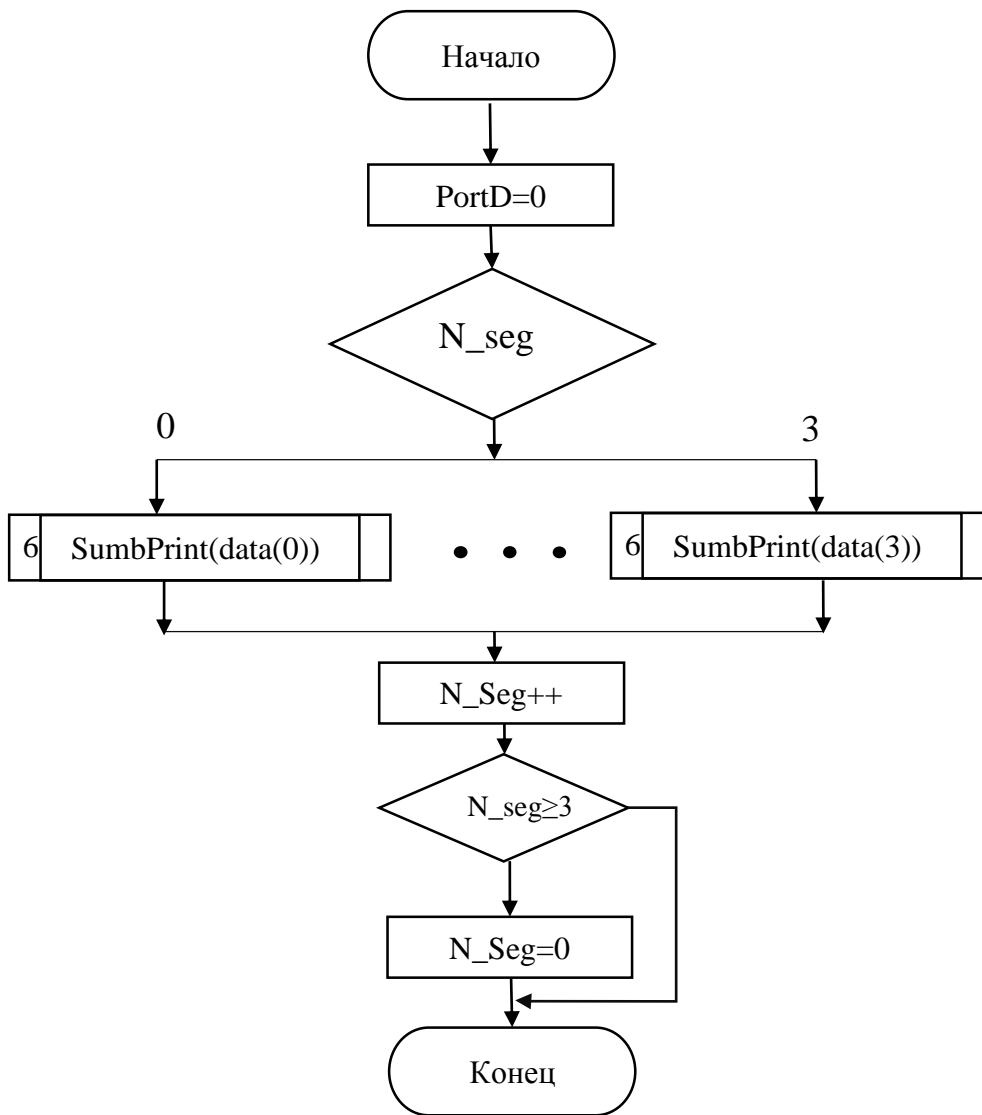


Рисунок А14 – Блок схема динамической индикации

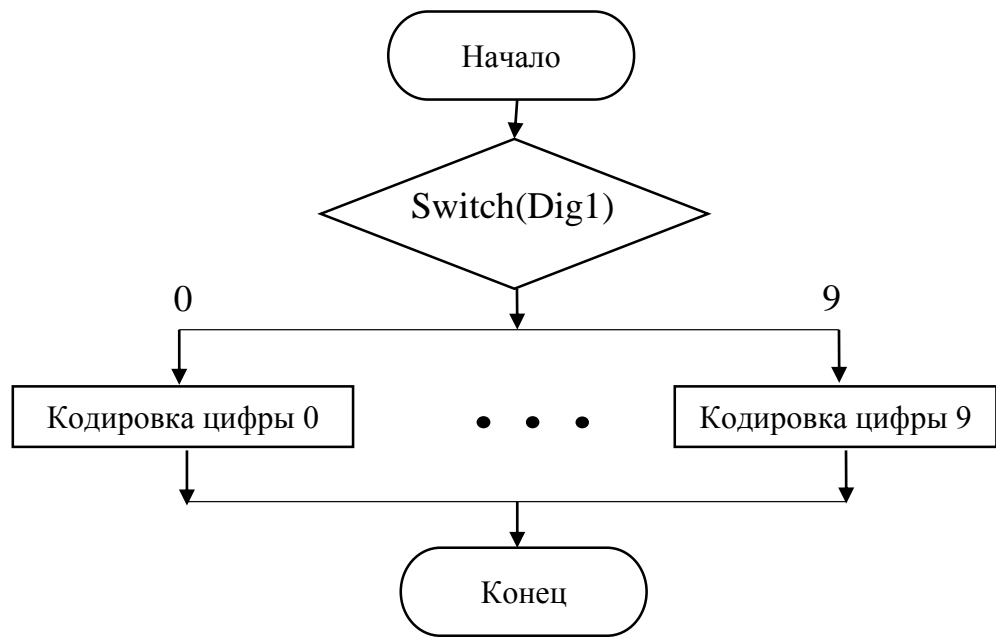


Рисунок А15 – Блок схема кодировки символа на индикаторе

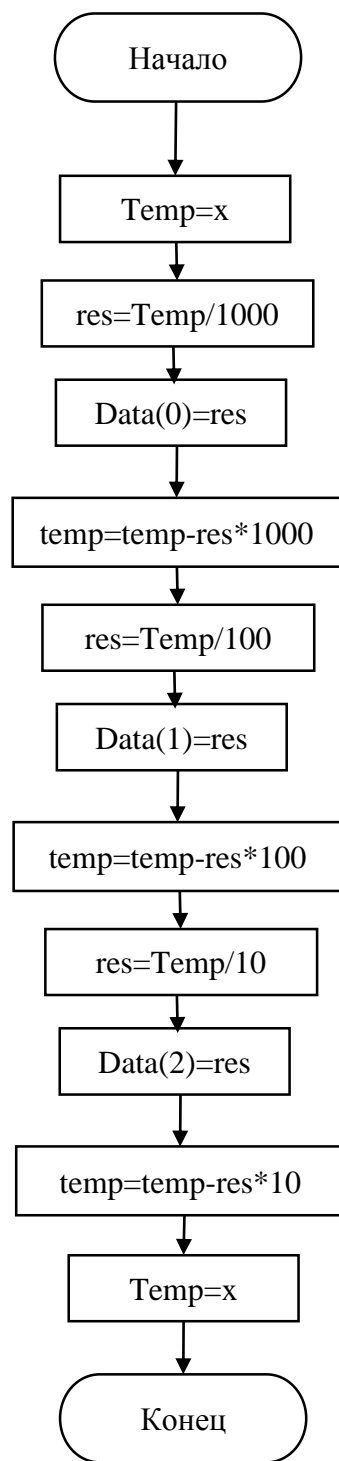


Рисунок А16 – Блок схема выделения разрядов 4-х разрядного числа

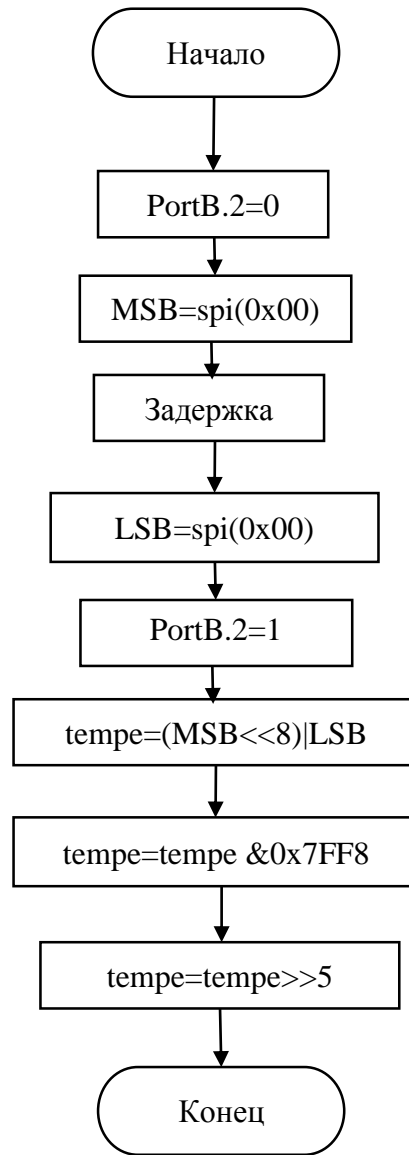


Рисунок А17 – Блок схема подпрограммы считывания температуры с датчика

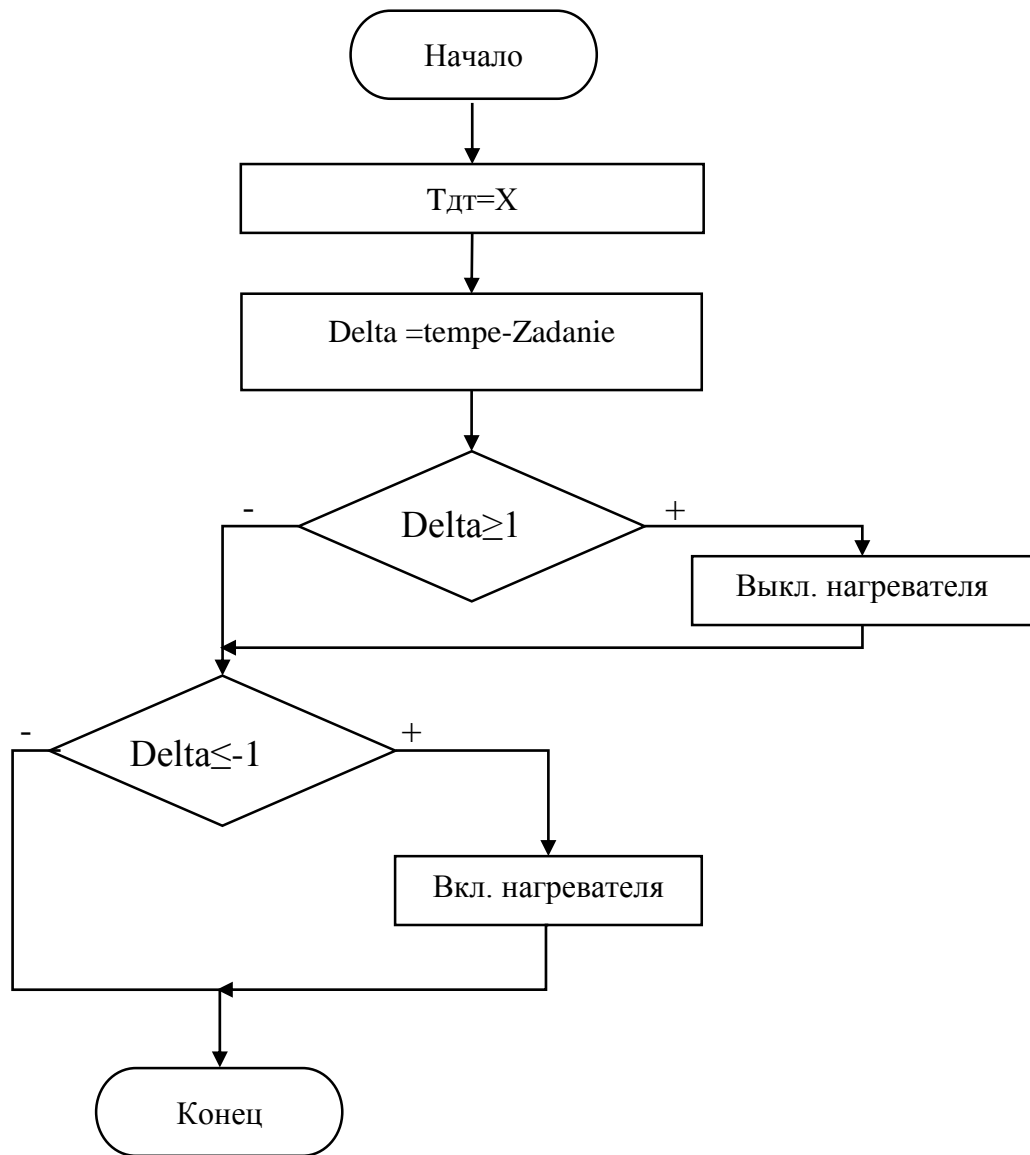


Рисунок А18 – Блок схема релейного регулятора в прерывании TIM1\_COMPA

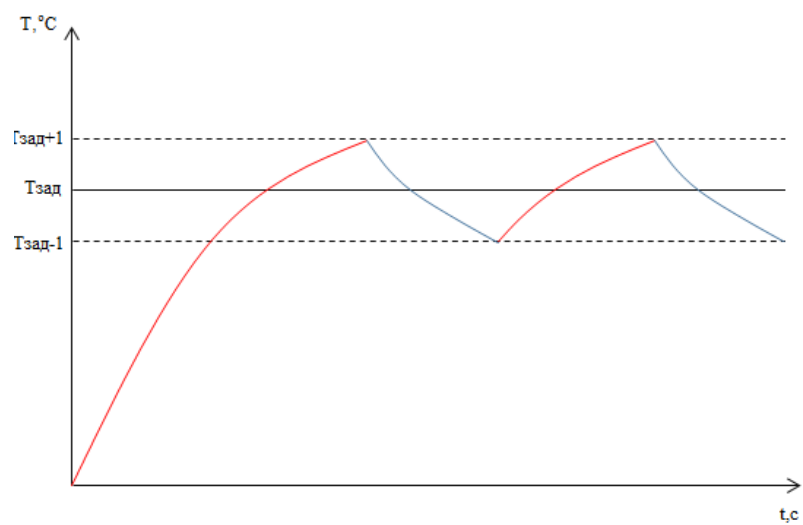


Рисунок А19 – График работы релейного регулятора температуры

Пока температура печи не достигла верхней границы зоны стабилизации ( $T_{зад+1}$ ) (Рисунок А19), нагревательный элемент включен. При превышении границы ( $T_{зад+1}$ ), нагревательный элемент отключается. Происходит понижение температуры в печи до границы ( $T_{зад-1}$ ). После чего нагревательный элемент включается. В результате температура печи удерживается внутри зоны стабилизации от  $T_{зад-1}$  до  $T_{зад+1}$ .

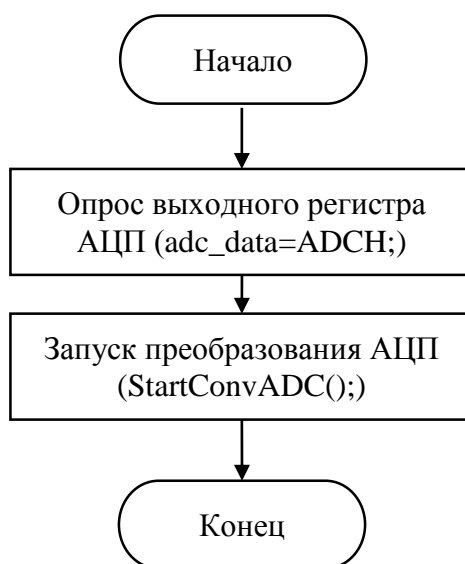


Рисунок А20 – Блок схема опрос АЦП в прерывании ADC\_INT

## Листинг управляющей программы

```
/******
```

```
//Печь подготовки электродов Тзад=120(град.С)
```

```
Chip type : ATmega328P
```

```
Program type : Application
```

```
AVR Core Clock frequency: 16,000000 MHz
```

```
Memory model : Small
```

```
External RAM size : 0
```

```
Data Stack size : 512
```

```
*****/
```

```
#include <mega328p.h>
```

```
// Standard Input/Output functions
```

```
#include <stdio.h>
```

```
#include <delay.h>
```

```
// SPI functions
```

```
#include <spi.h>
```

```
typedef unsigned char byte;
```

```
//A – PB1 B – PD2 C – PD4 D – PD6
```

```
//E – PD7 F – PD5 G – PD3 DP –
```

```
//1 – PC0 2 – PC1 3 – PC2 4 – PC3
```

```
#define Port PORTD
```

```
#define C_D PORTC.0
```

```
#define C_E PORTC.1
```

```
#define D_D PORTC.2
```

```
#define D_E PORTC.3
```

```
// Voltage Reference: AREF pin
```

```
#define ADC_VREF_TYPE ((0<<REFS1) | (0<<REFS0) | (1<<ADLAR) | (1<<MUX2))
```

```
#define StartConvADC() ADCSRA|=(1<<ADSC)
```

```
// Declare your global variables
```

```
byte MSB; //ст. байт данных по SPI
```

```
byte LSB; //мл. байт данных по SPI
```

```
unsigned int temp; //Значение датчика температуры
```

```
byte Zадание = 120; //Заданная температура
```

```
int Delta; //Zадание - Temp_ra
```

```
byte adc_data;
```

```
byte data[4]={0x00,0x00,0x00,0x00};
```

```
byte N_Seg=0;
```

```
void Perif_Init(void);
```

```
void SumbPrint(unsigned char Dig1);
```

```
void ConvertData(unsigned int x);
```

```
void spi_temperatura (void);
```

```
// Переключение разрядов 7-сег. индикатора
```

```
interrupt [TIM2_COMPA] void Din_Ind(void);
```

```
// Регулятор
```

```
interrupt [TIM1_COMPA] void timer1_compa_isr(void);
```

```
// Завершение преобразования в АЦП
```

```
interrupt [ADC_INT] void adc_isr(void);
```

```
void main(void)
```

```
{
```

```
SPH=0x08;
```

```
SPL=0xFF;
```

```
Perif_Init();
```



```

while (1)
{
    Zадание=adc_data;
    spi_temperatura();
    printf("Tzad = %3d Ttek = %3d\r\n",Zадание,tempe);
    // ConvertData(Zадание*10); //конвертирование заданной температуры в код
    ConvertData(tempe*10); //конвертирование текущей температуры в код
    delay_ms(100);
}
}

void Perif_Init(void)
{
    // Crystal Oscillator division factor: 1
    #pragma optsize-
    CLKPR=(1<<CLKPCE);
    CLKPR=(0<<CLKPCE) | (0<<CLKPS3) | (0<<CLKPS2) | (0<<CLKPS1) | (0<<CLKPS0);
    #ifdef _OPTIMIZE_SIZE_
    #pragma optsize+
    #endif

    // Input/Output Ports initialization
    // Port B initialization
    DDRB=(0<<DDB7) | (0<<DDB6) | (1<<DDB5) | (0<<DDB4) | (1<<DDB3) | (1<<DDB2) | (1<<DDB1) |
    (0<<DDB0);
    // Port C initialization
    DDRC=(0<<DDC6) | (1<<DDC5) | (0<<DDC4) | (1<<DDC3) | (1<<DDC2) | (1<<DDC1) | (1<<DDC0);
    // все разряды выключены
    PORTC=(0<<PORTC6) | (0<<PORTC5) | (0<<PORTC4) | (1<<PORTC3) | (1<<PORTC2) |
    (1<<PORTC1) | (1<<PORTC0);
    // Port D initialization
    DDRD=(1<<DDD7) | (1<<DDD6) | (1<<DDD5) | (1<<DDD4) | (1<<DDD3) | (1<<DDD2) | (1<<DDD1)
    | (1<<DDD0);
    // все сегменты выключены
    PORTD=(1<<PORTD7) | (1<<PORTD6) | (1<<PORTD5) | (1<<PORTD4) | (1<<PORTD3) |
    (1<<PORTD2) | (0<<PORTD1) | (0<<PORTD0);

    //Инициализация таймера T1
    // Clock source: System Clock
    // Clock value: 250,000 kHz
    // Mode: CTC top=OCR1A
    // OC1A output: Disconnected
    // OC1B output: Disconnected
    // Noise Canceler: Off
    // Input Capture on Falling Edge
    // Timer Period: 0,1 s
    // Timer1 Overflow Interrupt: Off
    // Input Capture Interrupt: Off
    // Compare A Match Interrupt: On
    // Compare B Match Interrupt: Off
    TCCR1A=(0<<COM1A1) | (0<<COM1A0) | (0<<COM1B1) | (0<<COM1B0) | (0<<WGM11) |
    (0<<WGM10);
    TCCR1B=(0<<ICNC1) | (0<<ICES1) | (0<<WGM13) | (1<<WGM12) | (1<<CS12) | (0<<CS11) |
    (1<<CS10);
    TCNT1H=0x00;
    TCNT1L=0x00;
    ICR1H=0x00;
    ICR1L=0x00;
    //OCR1AH=0x61;

```

```

//OCR1AL=0xA7;
// OCR1AH=0x3D;
// OCR1AL=0x09; //частота прерывания 16000000/(1024*15625)= 1 Гц

OCR1AH=0x06;
OCR1AL=0x1A; //частота прерывания 16000000/(1024*1562)= 10 Гц

// OCR1AH=0x01;
// OCR1AL=0x38; //частота прерывания 16000000/(1024*312)= 50 Гц

// OCR1AH=0x00;
// OCR1AL=0x9C; //частота прерывания 16000000/(1024*312)= 100 Гц
OCR1BH=0x00;
OCR1BL=0x00;

// Timer/Counter 2 initialization
// Clock source: System Clock
// Clock value: 15,625 kHz
// Mode: CTC top=OCR2A
// OC2A output: Toggle on compare match
// OC2B output: Disconnected
// Timer Period: 9,984 ms
// Output Pulse(s):
// OC2A Period: 19,968 ms Width: 9,984 ms
ASSR=(0<<EXCLK) | (0<<AS2);
TCCR2A=(0<<COM2A1) | (1<<COM2A0) | (0<<COM2B1) | (0<<COM2B0) | (1<<WGM21) |
(0<<WGM20);
TCCR2B=(0<<WGM22) | (1<<CS22) | (1<<CS21) | (1<<CS20);
TCNT2=0x00;
//OCR2A=0x9B; //частота прерывания 16000000/(1024*155)= 100 Гц
OCR2A=0xFA; //частота прерывания 16000000/(1024*250)= 62 Гц
OCR2B=0x00;

// Timer/Counter 1 Interrupt(s) initialization
TIMSK1=(0<<ICIE1) | (0<<OCIE1B) | (1<<OCIE1A) | (0<<TOIE1);

// Timer/Counter 2 Interrupt(s) initialization
TIMSK2=(0<<OCIE2B) | (1<<OCIE2A) | (0<<TOIE2);

// USART initialization
// Communication Parameters: 8 Data, 1 Stop, No Parity
// USART Receiver: Off
// USART Transmitter: On
// USART0 Mode: Asynchronous
// USART Baud Rate: 9600
UCSR0A=(0<<RXC0) | (0<<TXC0) | (0<<UDRE0) | (0<<FE0) | (0<<DOR0) | (0<<UPE0) | (0<<U2X0) |
(0<<MPCM0);
UCSR0B=(0<<RXCIE0) | (0<<TXCIE0) | (0<<UDRIE0) | (0<<RXEN0) | (1<<TXEN0) | (0<<UCSZ02) |
(0<<RXB80) | (0<<TXB80);
UCSR0C=(0<<UMSEL01) | (0<<UMSEL00) | (0<<UPM01) | (0<<UPM00) | (0<<USBS0) |
(1<<UCSZ01) | (1<<UCSZ00) | (0<<UCPOL0);
UBRR0H=0x00;
UBRR0L=0x67;

// ADC initialization
// ADC Clock frequency: 125,000 kHz
// ADC Voltage Reference: AREF pin
// ADC Auto Trigger Source: ADC Stopped
// Only the 8 most significant bits of

```

```

// the AD conversion result are used
// Digital input buffers on ADC0: On, ADC1: On, ADC2: On, ADC3: On
// ADC4: Off, ADC5: On
DIDR0=(0<<ADC5D) | (1<<ADC4D) | (0<<ADC3D) | (0<<ADC2D) | (0<<ADC1D) | (0<<ADC0D);
ADMUX=ADC_VREF_TYPE;
ADCSRA=(1<<ADEN) | (0<<ADSC) | (0<<ADATE) | (0<<ADIF) | (1<<ADIE) | (1<<ADPS2) |
(1<<ADPS1) | (1<<ADPS0);
ADCSRB=(0<<ADTS2) | (0<<ADTS1) | (0<<ADTS0);

// SPI initialization
// SPI Type: Master
// SPI Clock Rate: 1000,000 kHz
// SPI Clock Phase: Cycle Half
// SPI Clock Polarity: Low
// SPI Data Order: MSB First
SPCR=(0<<SPIE) | (1<<SPE) | (0<<DORD) | (1<<MSTR) | (0<<CPOL) | (1<<CPHA) | (0<<SPR1) |
(1<<SPR0);
SPSR=(0<<SPI2X);

// Global enable interrupts
#asm("sei");
StartConvADC();
}
//=====
//Динамическая индикация
//=====
interrupt[TIM2_COMPA] void Din_Ind(void)
{
PORTD=0;
switch (N_Seg)
{
case 0: {SumbPrint(data[0]); C_D=0; C_E=1; D_D=1; D_E=1; break;}
case 1: {SumbPrint(data[1]); C_D=1; C_E=0; D_D=1;D_E=1; break;}
case 2: {SumbPrint(data[2]); C_D=1; C_E=1;D_D=0; D_E=1; break;}
case 3: {SumbPrint(data[3]); C_D=1; C_E=1; D_D=1; D_E=0; break;}
};

N_Seg++;
if(N_Seg>3)
{
N_Seg=0;
}
}
//=====
//Кодировка символа на индикаторе
//=====
void SumbPrint(unsigned char Dig1)
{
switch (Dig1)
//0xF5,0x14,0xCD,0x5D,0x3C,0x79,0xF9,0x15,0xFD,0x7D -O Catode
//0x0A,0xEB,0x32,0xA2,0xC3,0x86,0x06,0xEA,0x02,0x82 -O Anode
{
case 0: {Port=0x0A; PORTB.1=PORTD.0; break;}
case 1: {Port=0xEB; PORTB.1=PORTD.0; break;}
case 2: {Port=0x32; PORTB.1=PORTD.0; break;}
case 3: {Port=0xA2; PORTB.1=PORTD.0; break;}
case 4: {Port=0xC3; PORTB.1=PORTD.0; break;}
case 5: {Port=0x86; PORTB.1=PORTD.0; break;}
case 6: {Port=0x06; PORTB.1=PORTD.0; break;}
}
}

```

```

    case 7: {Port=0xEA; PORTB.1=PORTD.0; break;}
    case 8: {Port=0x02; PORTB.1=PORTD.0; break;}
    case 9: {Port=0x82; PORTB.1=PORTD.0; break;}
};
}

//=====
//Выделение разрядов выводимого
// 4-разрядного числа
//=====
void ConvertData(unsigned int x)
{
    unsigned int temp,res;
    temp=x;
    res=temp/1000;           //Calculate 1000-s
    data[0]=res;
    temp=temp-res*1000;
    res=temp/100;          //Calculate 100-s
    data[1]=res;
    temp=temp-res*100;
    res=temp/10;           //Calculate 10-s
    data[2]=res;
    temp=temp-res*10;
    data[3]=temp;          //Calculate 1-s
}

//=====
//Опрос датчика температуры
//=====
void spi_temperatura (void)
{
    PORTB.2=0;
    MSB=spi(0x00);
    delay_us(4);
    LSB=spi(0x00);
    PORTB.2=1;
    tempe=(MSB<<8)|LSB;
    tempe=tempe &0x7FF8;
    tempe=tempe>>5;
}

//=====
// Регулятор
//=====
interrupt [TIM1_COMPA] void timer1_compa_isr(void)
{
    //Релейный регулятор с зоной нечувствительности
    Delta = tempe - Zадание;
    if (Delta >= 1){PORTC.5=0;} //Выключенне нагревателя
    if (Delta <=-1){PORTC.5=1;} //Включение нагревателя
}

//=====
// Завершение преобразования в АЦП
//=====
interrupt [ADC_INT] void adc_isr(void)
{
    adc_data=ADCH;
    StartConvADC();
}

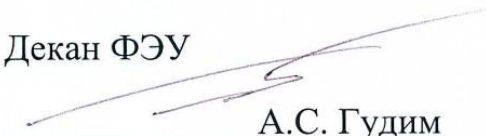
```

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»

УТВЕРЖДАЮ

Декан ФЭУ

  
А.С. Гудим  
(подпись)

« 24 » 12 2021 г.

СОГЛАСОВАНО

Заведующий кафедрой  
ЭПАПУ

  
С.П. Черный  
(подпись)

« 24 » 12 2021 г.

### АКТ

**о приемке в эксплуатацию аппаратно-программного комплекса  
«Микроконтроллерная система управления печью подготовки сварочных  
электродов»**

г. Комсомольск-на-Амуре

« 24 » 12 2021 г.

Комиссия в составе представителей:

заказчика

- В.А. Егоров – руководитель проекта,
- С.И. Сухоруков – руководитель СКБ
- С.П. Черный – Заведующий кафедрой ЭПАПУ
- А.С. Гудим – декан ФЭУ

Исполнитель:

- К.А. Голубев – 9АУб-1

составила акт о нижеследующем:

«Исполнитель» передает аппаратно-программный комплекс «Микроконтроллерная система управления печью подготовки сварочных электродов», в составе:

Оборудование, в составе:

- Блок управления теплонагревателем;
- Сетевой адаптер.

Программное обеспечение, в том числе:


- Рабочие программы управления изделием.

Эксплуатационная документация:

- Паспорт изделия

Аппаратно-программный комплекс «Микроконтроллерная система управления печью подготовки сварочных электродов» прошел опытную эксплуатацию с « 21 » 12 по « 24 » 12 2021 г. и признан годным к эксплуатации. Были протестированы все режимы функционирования, отказы системы, а также аварийные отключения по вине системы не наблюдались.

Руководитель СКБ

 / С.И. Сухоруков /

Ответственный исполнитель

 / К.А. Голубев /

Руководитель проекта


 / В.А. Егоров /

Таблица учета проектной работы в учебных дисциплинах

Дисциплина	Форма учтенной работы (номер ЛР, КП, КР, РГЗ, зачет, итоговая оценка , экзамен)	Преподаватель (дата, ФИО, подпись)	Примечание (ЗУН полученные при выполнении проекта)
<p>Основы микропроцессорной техники</p>	<p>КП</p>	<p>20.12.21 В.А Егоров</p>	<p>31(ПК-6-2) Правила составления структуры и алгоритма работы микроконтроллера на различных стадиях проектирования системы электропривода 32(ПК-6-2) Типовые решения по структуре и алгоритмам работы микропроцессорной системы электропривода У1(ПК-6-2) Составлять алгоритмы работы микроконтроллера на различных стадиях проектирования системы электропривода У2(ПК-6-2) Осуществлять сбор и обработку справочной информации по типовым решениям о структуре и алгоритме работы микропроцессорной системы электропривода Н1(ПК-6-2) Анализ технического задания на составление алгоритма работы при проектировании микропроцессорной системы электропривода Н2(ПК-6-2) Выбор оптимальных технических решений по структуре и алгоритму работы микропроцессорной системы электропривода</p>