


Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

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

СОГЛАСОВАНО

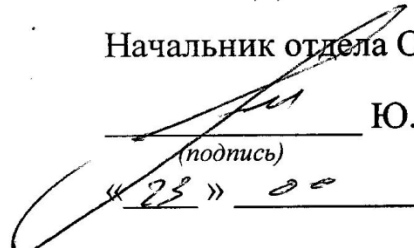
Декан ЭТФ


_____ А.С. Гудим
(подпись)

« 26 » 12 2019 г.

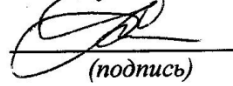
УТВЕРЖДАЮ

Начальник отдела ОПРО


_____ Ю.С. Иванов
(подпись)

« 23 » 00 2020 г.

Заведующий кафедрой _____

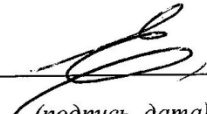

_____ С.П. Черный
(подпись)

« 28 » 12 2019 г.


Аппаратно-программный комплекс
«Программируемый эмулятор объекта управления
линейной САУ»

Комплект конструкторской документации

Руководитель проекта


_____ 26.12.19 В.А. Егоров
(подпись, дата)

Ответственный исполнитель


_____ 26.12.19 А.В. Шангутова
(подпись, дата)

Комсомольск-на-Амуре 2019

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

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

Факультет электротехнический

Кафедра «ЭПАПУ»

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

к курсовому проекту

по дисциплине «Основы микропроцессорной техники»

Программируемый эмулятор объекта управления
линейной САУ

Студенты группы 7АУб-1

Руководитель проекта

Нормоконтроль

А.В. Шангутова

В.А. Егоров

В.А. Егоров

2019

Министерство образования и науки Российской Федерации

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

УТВЕРЖДАЮ

Декан ЭТФ

_____ А.С. Гудим

« ____ » _____ 2020 г.

СОГЛАСОВАНО

Заведующий кафедрой ЭПАПУ

_____ С.П. Черный

« ____ » _____ 2020 г.

**Аппаратно-программный комплекс
«Программируемый эмулятор объекта управления
линейной САУ»
Комплект конструкторской документации**

Руководитель проекта

Подпись/дата

Ответственный исполнитель

Подпись/дата

В.А. Егоров

А.В. Шангутова

Комсомольск-на-Амуре 2019

Карточка проекта

Название	Аппаратно-программный комплекс «Программируемый эмулятор объекта управления линейной САУ»
Тип проекта	<u>учебная работа</u> (инициативный, по заказу, в рамках конкурса, учебная работа, другое)
Исполнитель	<u>Шангутова А.В – 7АУб-1</u> ответственный исполнитель
Срок реализации	<u>09.2019-12.2019</u> Месяц, год

Использованные материалы и компоненты

Наименование	Номинал	Код изделия

Сопротивления		

3 R5	10k	M10K
3 R6	100R	M100R
4 R7,R8	1.5k	M10K
Конденсаторы		

6 C11,C14	100n	Maplin BX03D
4 C12,C13	27p	Maplin WX49D
3 C15	10u	Maplin WW69A
4 C16,C17	1.0u	Maplin BX03D
Микросхемы		

2 U3	ATMEGA16	
Разъемы		

2 J2	68712-001	FCI 68712-001
Кварцевые резонаторы		

2 X2	8MHz	

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Комсомольский-на-Амуре государственный технический университет»

ЗАДАНИЕ
на разработку

Выдано студенту:

Шангутова А.В – 7АУб-1 _____

Название проекта:

Аппаратно-программный комплекс «Программируемый эмулятор
объекта управления линейной САУ». _____

Назначение:

прототип оборудования, предназначенного для использования в учебном
процессе _____

Область использования:

Изделие может применяться в ВУЗе, для проведения лабораторного
практикума по микропроцессорной технике. _____

Функциональное описание устройства:

По описанной в документации методике студент составляет математическое
описание объекта управления. На основе полученных уравнений
составляется программа. Программа заносится в микроконтроллер изделия
при помощи программатора. Работа объекта тестируется, путем снятия
переходного процесса. Объект используется в последующих лабораторных
работах для построения замкнутой САУ. _____

Техническое описание устройства: _____

Электронная плата с микроконтроллером, содержащая цепи сброса,
тактирования, разъем программирования и DC-DC преобразователь, с

выходным напряжением +5В. Питается от сетевого адаптера с выходным напряжением +9В. _____

Требования:

Устройство должно быть безопасным, надежным, эстетичным, обеспечивать режим минимального энергопотребления. _____

План работ:

Наименование работ	Срок
Разработка блок схемы устройства	09.2019
Разработка принципиальной схемы устройства	09.2019
Разработка алгоритмов управления	10.2019
Разработка ПО	10.2019
Тестирование программного кода на имитационной модели	11.2019
Разработка печатной платы устройства	11.2019
Реализация прототипа устройства	12.2019

Комментарии:

Перечень графического материала:

1. Блок-схемы устройства _____
2. Принципиальная схема устройства _____
3. Печатная плата устройства _____
4. 3D модель печатной платы _____
5. Блок-схемы алгоритмов _____
6. Внешний вид изделия _____

Руководитель проекта

В.А. Егоров

Подпись/дата

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Комсомольский-на-Амуре государственный
технический университет»

ПАСПОРТ
Аппаратно-программный комплекс
«Программируемый эмулятор объекта управления
линейной САУ»

Руководитель проекта

В.А. Егоров

Подпись/дата

Ответственный исполнитель

А.В. Шангутова

Подпись/дата

Комсомольск-на-Амуре 2019

Содержание

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

					СКБЭТФ.2.ИП.010000ПП	Лист
						2
Изм.	Лист.	№ документа	Подп.	Дата.		

1 Общие положения

Настоящий паспорт является документом, предназначенным для ознакомления с основными техническими характеристиками, устройством, правилами установки и эксплуатации устройства «Программируемый эмулятор объекта управления линейной САУ» (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 «Программируемый эмулятор объекта управления линейной САУ» (АПК ПЭОУЛ САУ).

1.2 Наименования документов, на основании которых ведется проектирование системы

Создание АПК ПЭОУЛ САУ осуществляется на основании требований и положений следующих документов:

- задание на разработку.

1.3 Перечень организаций, участвующих в разработке системы

Заказчиком создания АПК ПЭОУЛ САУ является Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Комсомольский-на-Амуре государственный университет»

					СКБЭТФ.2.ИП.010000ПП	Лист
Изм.	Лист.	№ документа	Подп.	Дата.		3

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

Исполнителями работ по созданию АПК ПЭОУЛ САУ является студент ЭТФ группы 7АУБ-1, Шангутова Анастасия Владимировна.

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.

					СКБЭТФ.2.ИП.010000ПП	Лист
Изм.	Лист.	№ документа	Подп.	Дата.		4

2 Назначение и принцип действия

2.1 Назначение изделия

Программируемый эмулятор объекта управления линейной САУ – прототип учебного оборудования, предназначенного для проведения лабораторных работ по построению замкнутой САУ.

В состав изделия входят: программируемый эмулятор, источник питания.

Изделие может применяться в ВУЗе, для проведения лабораторного практикума по дисциплине «Основы микропроцессорной техники».

2.2 Области использования изделия

Изделие может применяться в ВУЗе, а также в учреждениях среднего специального образования.

2.3 Принцип действия

По описанной в документации методике студент составляет математическое описание объекта управления. На основе полученных уравнений составляется программа. Программа заносится в микроконтроллер изделия при помощи программатора. Работа объекта тестируется, путем снятия переходного процесса. Объект используется в последующих лабораторных работах для построения замкнутой САУ.

					СКБЭТФ.2.ИП.010000ПП	Лист
Изм.	Лист.	№ документа	Подп.	Дата.		5

3 Состав изделия и комплектность

В комплект поставки входит:

- Плата устройства.
- Сетевой питающий адаптер.
- Паспорт.

					СКБЭТФ.2.ИП.010000ПП	Лист
Изм.	Лист.	№ документа	Подп.	Дата.		6

4 Технические характеристики изделия

Основные технические характеристики изделия приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Технические характеристики изделия

Наименование параметра	Значение
Интерфейс программирования	JTAG
Потребляемый ток	20 мА
Питание	5 В
Порядок модели объекта управления	1, 2
Разрядность АЦП	10
Частота ШИМ выходного сигнала	1000 Гц
Разрядность ШИМ	10
Габариты, мм	160*60*25
Масса нетто, кг	0.1

					СКБЭТФ.2.ИП.010000ПП	Лист
						7
Изм.	Лист.	№ документа	Подп.	Дата.		

5 Устройство и описание работы изделия

5.1 Устройство изделия

Изделие состоит из микроконтроллера, цепи тактирования, цепи сброса, сетевого адаптера, понижающего преобразователя напряжения и блока низкочастотных фильтров.

Структурная схема изделия представлена на рисунке 1.

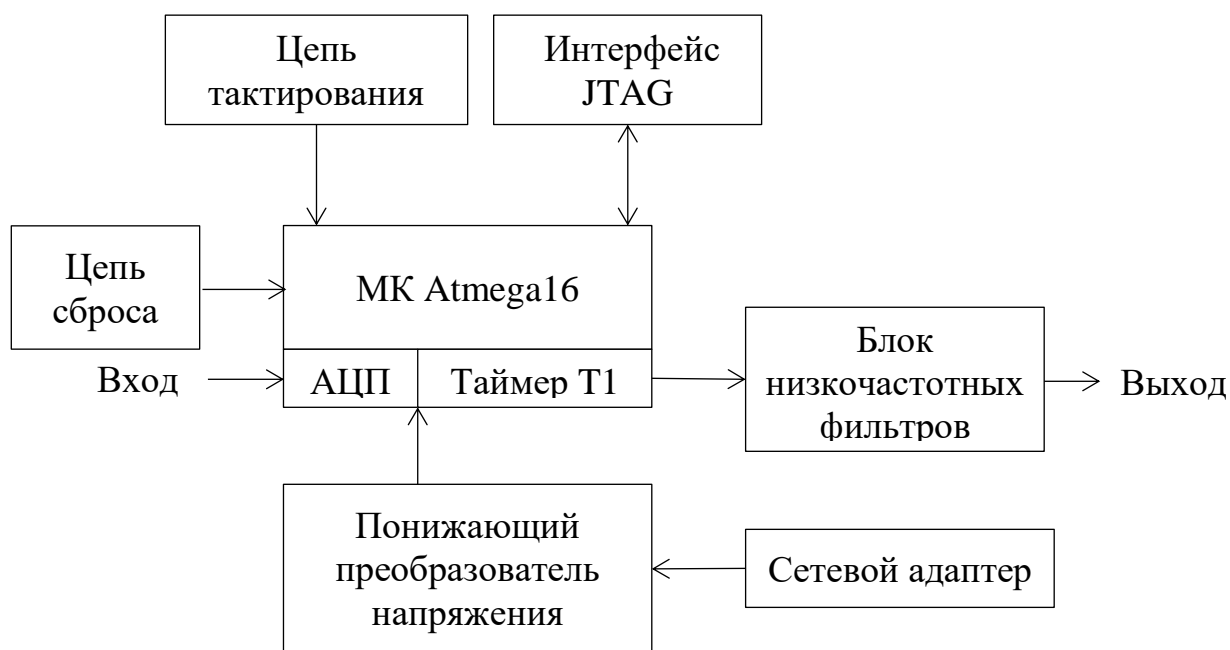


Рисунок 1 – Структурная схема изделия

Входной сигнал управления поступает на вход АЦП микроконтроллера. Микроконтроллер математически решает разностные уравнение описывающие модель объекта. Результат решения уравнений модели записывается в регистр сравнения таймера Т1. Таймер Т1 генерирует ШИМ пропорциональный выходному сигналу модели. Блок низкочастотных фильтров отфильтровывает высокочастотные составляющие выходного сигнала и формирует выходной сигнал модели.

Через интерфейс программирования JTAG производится запись программы в микроконтроллер, содержащей уравнения математической модели объекта.

Устройство питается от сетевого адаптера с выходным напряжением 9В, для получения напряжения питания микроконтроллера +5В используется понижающий преобразователь напряжения. Принципиальная схема изделия представлена в Приложении А.

5.2 Описание работы изделия

Подключить питание от сети переменного тока через адаптер 9 В к устройству.

Подключить к интерфейсу JTAG программатор.

Подключить программатор к персональному компьютеру.

Используя методические указания, получить разностные уравнения модели объекта.

Используя компилятор языка СИ, составить программу решения разностных уравнений для микроконтроллера.

Занести управляющую программу в изделие при помощи программатора.

Выполнить тестирование работоспособности модели объекта, подключив на выход объекта осциллограф и подав на вход объекта единичный управляющий сигнал. Соответствие полученной модели объекта управлению заданию, оценивается по степени соответствия полученного переходного процесса теоретической кривой переходного процесса объекта.

Полученный объект может использоваться в дальнейших работах лабораторного практикума, по дисциплине «Основы микропроцессорной техники».

Блок-схема управляющей программы представлена в Приложении А.

					СКБЭТФ.2.ИП.010000ПП	Лист
						9
Изм.	Лист.	№ документа	Подп.	Дата.		

5.3 Методика проектирования модели объекта управления

Получить передаточную функцию объекта управления у преподавателя.

Нарисовать структурную схему модели по передаточной функции.

Используя структурную схему записать систему дифференциальных уравнений первого порядка в форме Коши.

Преобразовать уравнения Коши в уравнения Эйлера для численного решения системы на микроконтроллере.

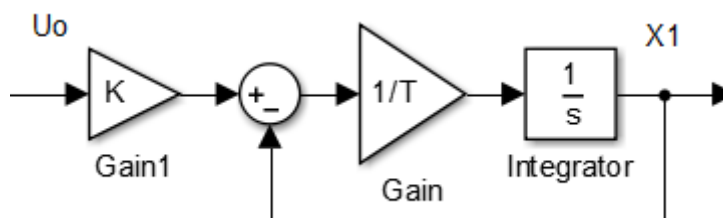
На основании уравнений Эйлера составить программу, моделирующую поведение объекта управления.

Занести программу в изделие, используя программатор.

Пример проектирования модели

Пусть требуется реализовать модель апериодического звена первого порядка с передаточной функцией $W(p) = \frac{K}{Tp+1}$.

Структурная схема модели имеет вид:



Дифференциальное уравнение в форме Коши, соответствующее структурной схеме: $\dot{X1} = (K * Uo - X1)/T$.

Уравнение Эйлера для численного решения задачи на микроконтроллере: $X1 = X1 + Tk * (K * Uo - X1)/T$, где Tk – период квантования модели.

Параметры модели для апробации устройства: $K=1$, $T=0,5с$, $Tk= 0,005с$.

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). 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

Изделие должно быть расположено на расстоянии не менее 1 м от нагревательных приборов.

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

					СКБЭТФ.2.ИП.010000ПП	Лист
Изм.	Лист.	№ документа	Подп.	Дата.		11

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 $20\pm 5^{\circ}\text{C}$ и относительной влажности воздуха не более 80%.

Распакованное изделие должно храниться в отапливаемом и вентилируемом чистом помещении при температуре от $+5$ до $+40^{\circ}\text{C}$ и относительной влажности воздуха не более 60 %. При температуре ниже 25°C допускается увеличение относительной влажности до 80 %. Воздух в помещении не должен содержать примесей, вызывающих коррозию металлов.

					СКБЭТФ.2.ИП.010000ПП	Лист
Изм.	Лист.	№ документа	Подп.	Дата.		12

ПРИЛОЖЕНИЕ А

(обязательное)

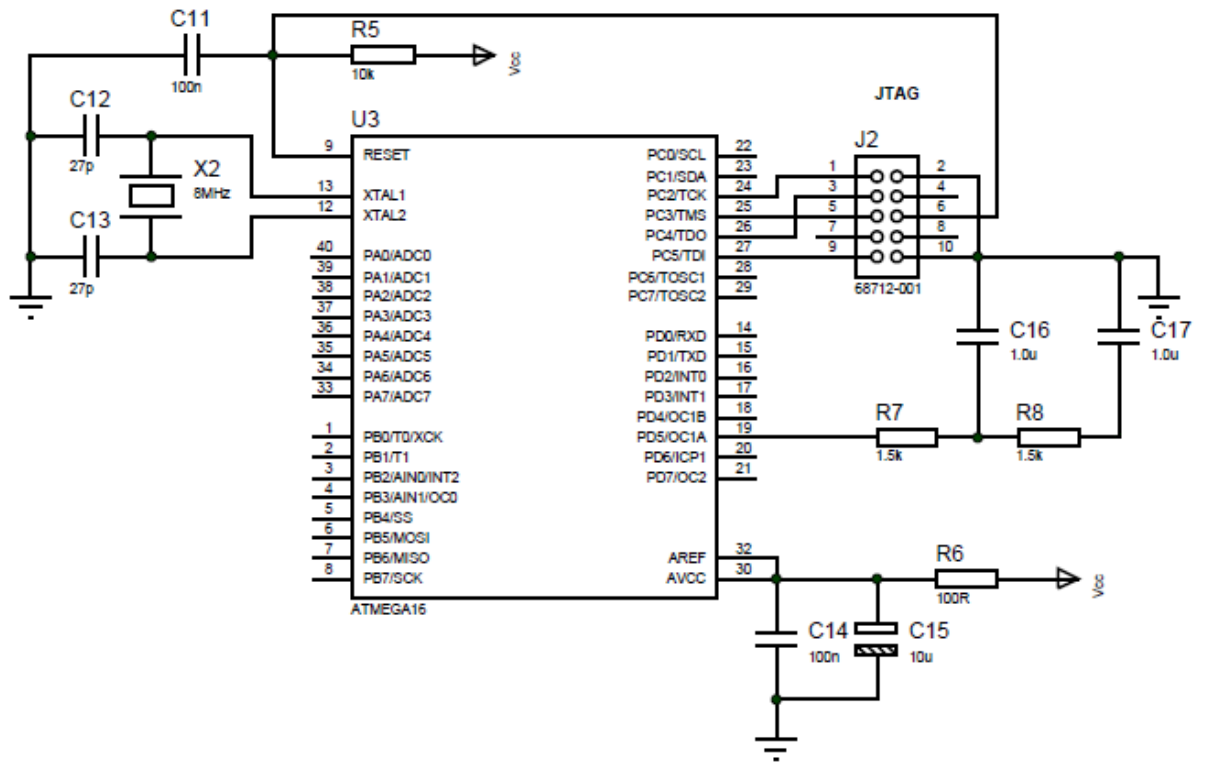


Рисунок А1 – Принципиальная схема изделия

Спецификация изделия

Поз. обознач.	Наименование	Кол.	Примечание
	<u>Микросхема</u>		
U3	АТМЕГА16	1	
	<u>Резисторы</u>		
R5	10 кОм ± 10 %	1	
R6	100 Ом ± 10 %	1	
R7,R8	1.5 кОм ± 10 %	2	
	<u>Конденсаторы</u>		
C11, C14	100 нФ	2	
C12, C13	27 пФ	2	
C15	10 мкФ	1	
C16, C17	1,0 мкФ	2	
	<u>Разъемы</u>		
J2	FCI 68712-001	1	
	<u>Кварцевые резонаторы</u>		
X2	8MHz	1	

					СКБЭТФ.2.ИП.01000033	Лист
Изм.	Лист.	№ документа	Подп.	Дата.		14

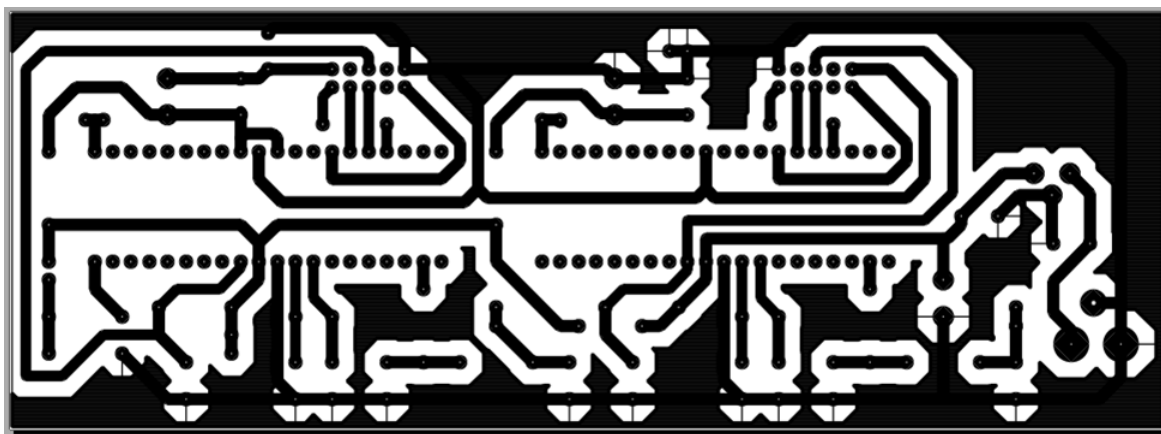


Рисунок А2 – Печатная плата (вид с низу)

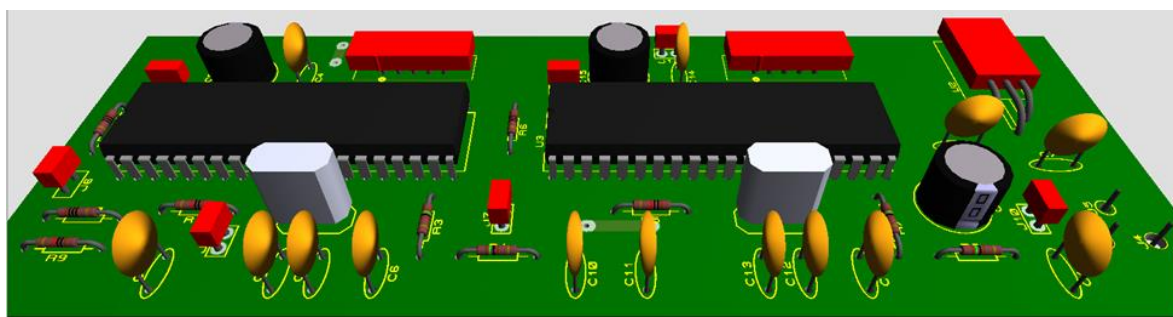


Рисунок А3 – Трехмерная модель печатной платы

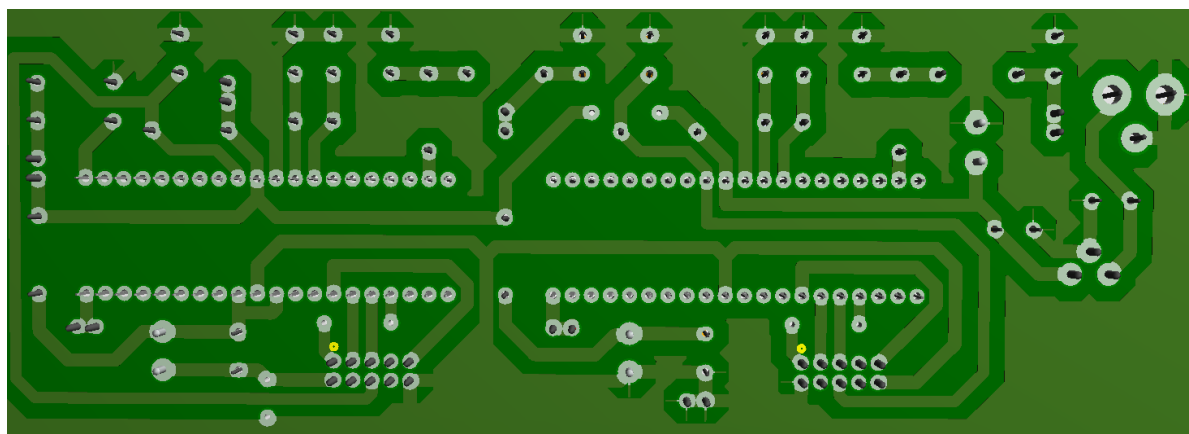


Рисунок А4 – 2D модель платы (вид снизу)

					СКБЭТФ.2.ИП.010000ЛП	Лист
Изм.	Лист.	№ документа	Подп.	Дата.		15

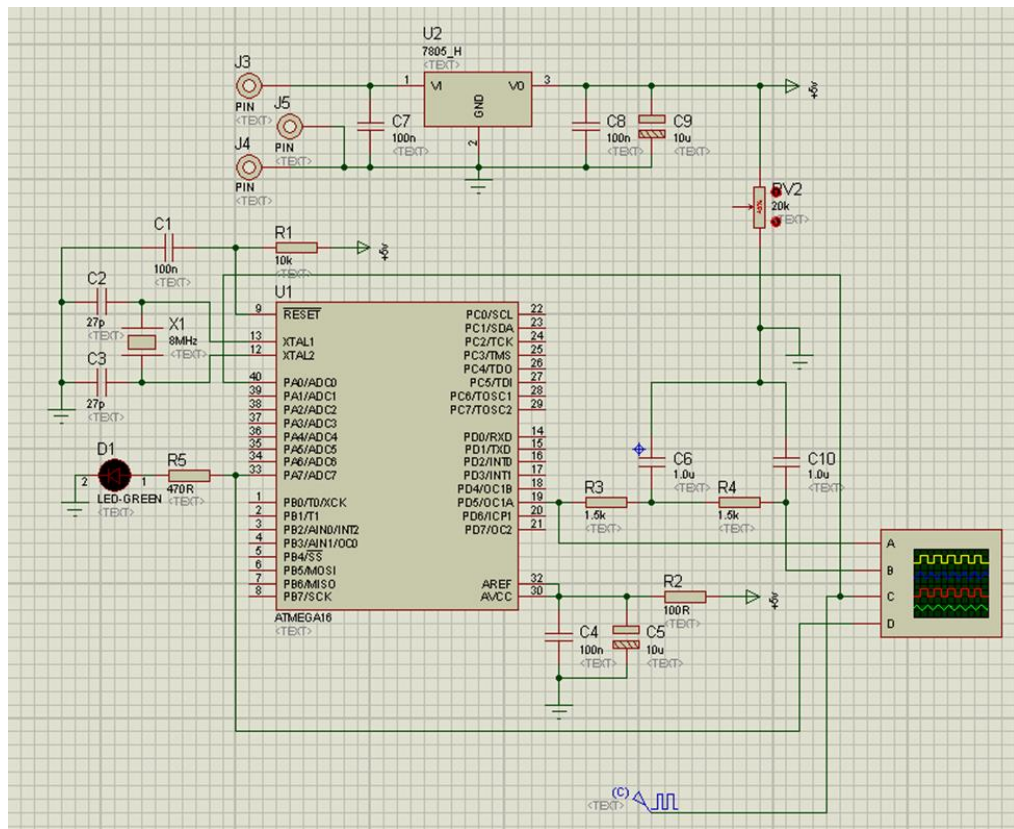


Рисунок А5 – Модель изделия в Isis Proteus

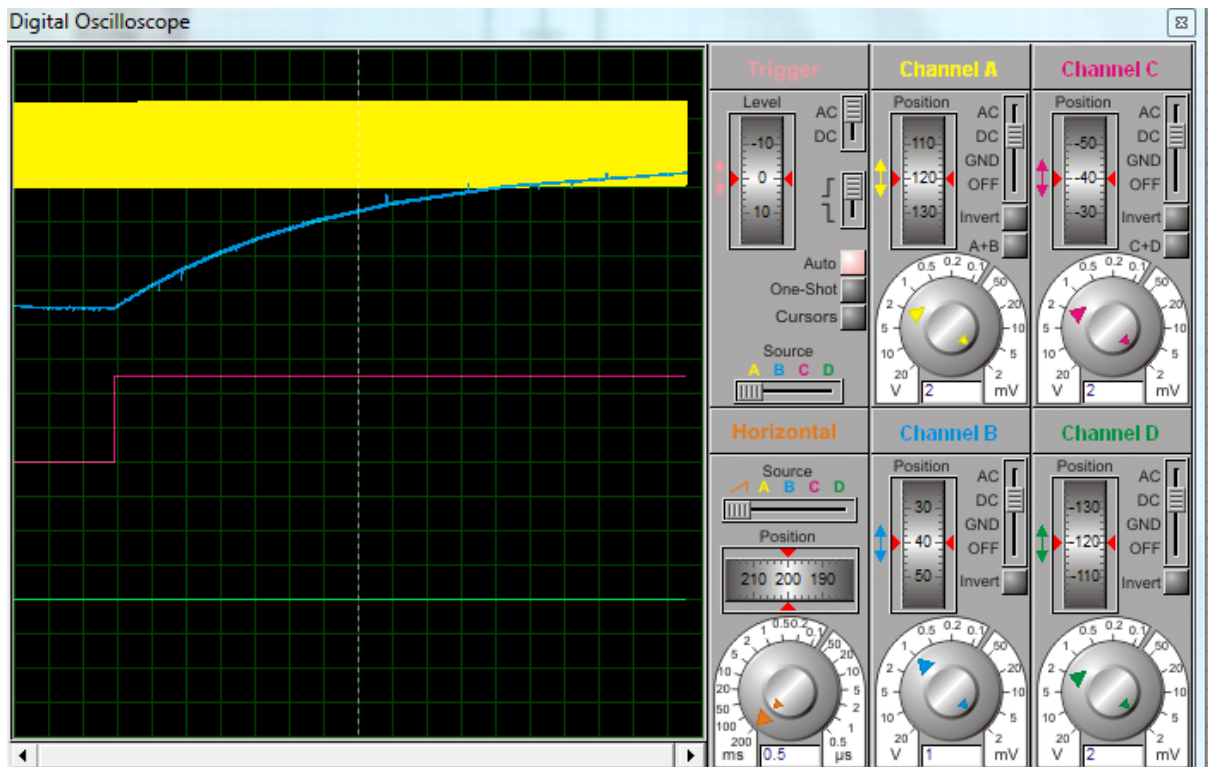


Рисунок А6 – Переходный процесс на выходе объекта (синий) при подаче скачкообразного входного сигнала (красный)

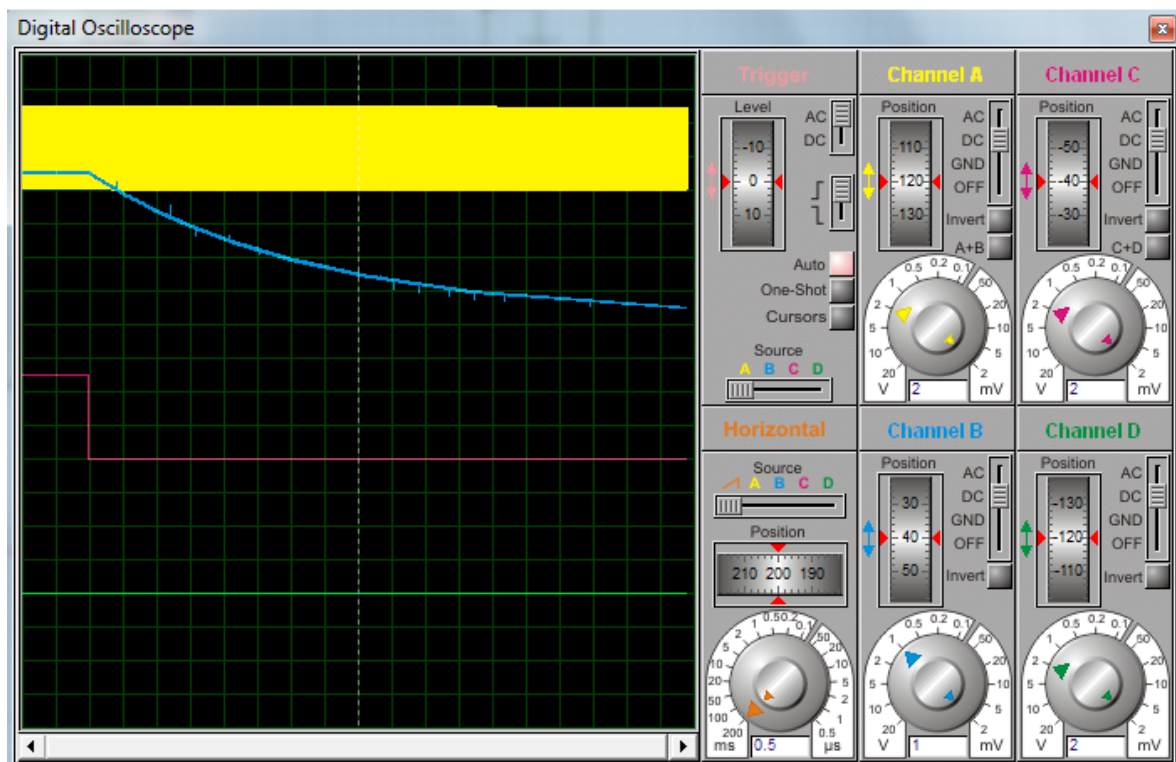


Рисунок А7 – Переходный процесс на выходе объекта (синий) при сбросе входного воздействия в ноль (красный)

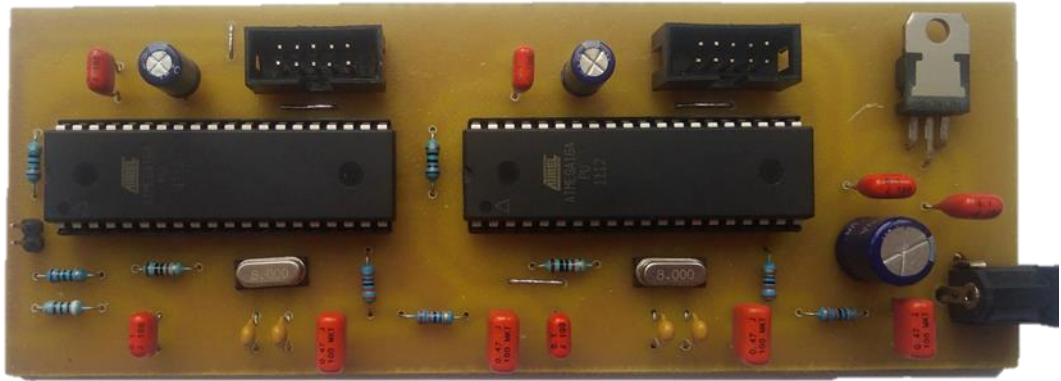


Рисунок А8 – Внешний вид изделия (вид со стороны монтажа)

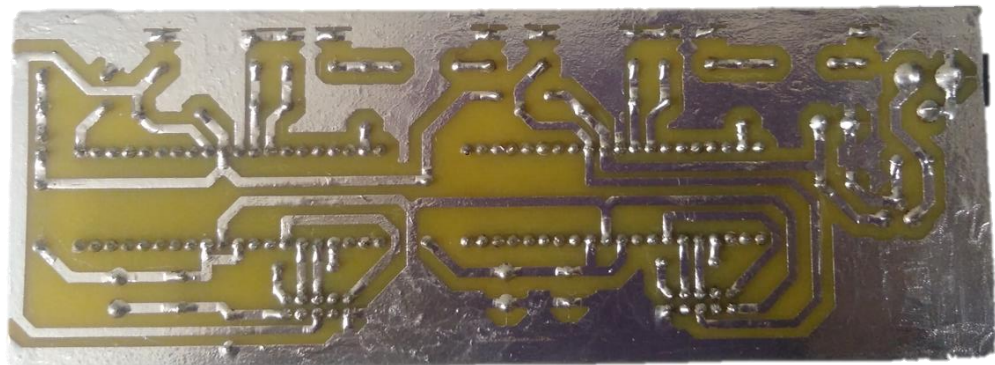


Рисунок А9 – Внешний вид изделия (вид со стороны проводников)

					СКБЭТФ.2.ИП.010000ЛП	Лист
Изм.	Лист.	№ документа	Подп.	Дата.		18

Блок-схемы изделия:

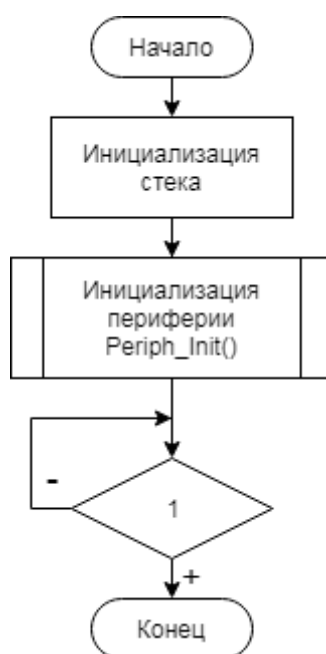


Рисунок А10 – Блок-схема основной программы

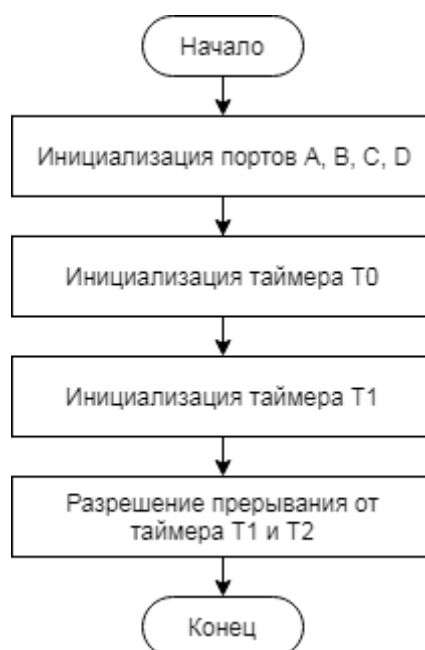


Рисунок А11 – Блок-схема подпрограммы инициализации периферии
Periph_Init()

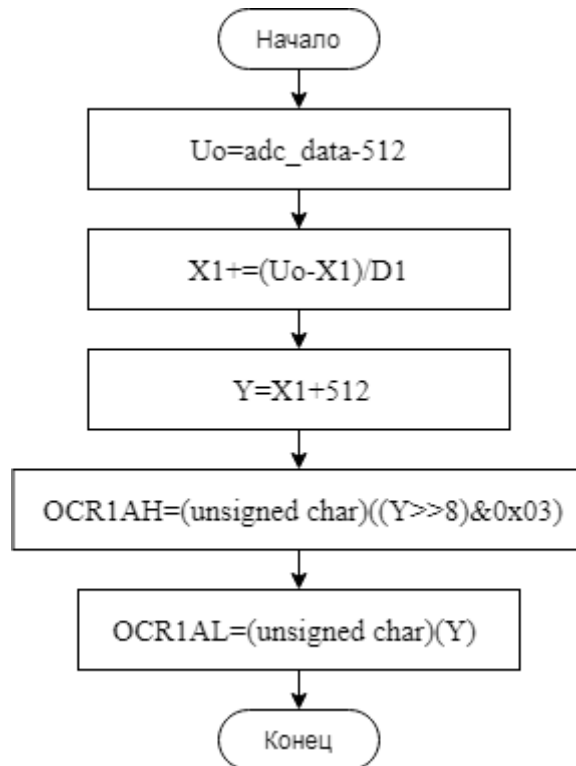


Рисунок А12 – Блок-схема прерывания таймера T2 по совпадению
(расчет объекта управления)

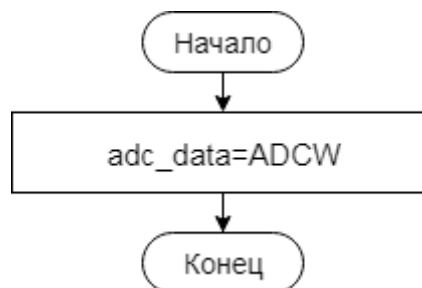


Рисунок А13 – Блок-схема прерывания от АЦП по завершению
преобразования

Листинг программы изделия:

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

```
Chip type      : ATmega16A
Program type   : Application
AVR Core Clock frequency: 8,000000 MHz
Memory model   : Small
External RAM size : 0
Data Stack size : 256
```

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

```
#include <mega16a.h>
#include <delay.h>
#define ADC_VREF_TYPE 0x40 //AVCC
```

```
// Declare your global variables
unsigned int adc_data;
//unsigned char i=0,Data=0;
int Uo,X1=0,w1=2,wk=200;
int D1;
unsigned int Y; //Output variable
```

```
void Periph_Init(void);
interrupt [ADC_INT] void adc_isr(void);
interrupt [TIM2_COMP] void timer2_comp_isr(void);
```

```
void main(void)
{
    SPH=0x04;
    SPL=0x5F;
    Periph_Init();

    D1=wk/w1;
    while (1)
    {
    }
}
```

```
void Periph_Init(void)
{
// Input/Output Ports initialization
// Port A initialization
// Func7=Out Func6=In Func5=In Func4=In Func3=In Func2=In Func1=In Func0=In
// State7=0 State6=T State5=T State4=T State3=T State2=T State1=T State0=T
PORTA=0x00;
DDRA=0x80;
```

						СКБЭТФ.2.ИП.010000ЛП	Лист
Изм.	Лист.	№ документа	Подп.	Дата.			21

```
// Port B initialization
// Func7=In Func6=In Func5=In Func4=In Func3=In Func2=In Func1=In Func0=In
// State7=T State6=T State5=T State4=T State3=T State2=T State1=T State0=T
PORTB=0x00;
DDRB=0x00;
```

```
// Port C initialization
// Func7=In Func6=In Func5=In Func4=In Func3=In Func2=In Func1=In Func0=In
// State7=T State6=T State5=T State4=T State3=T State2=T State1=T State0=T
PORTC=0x00;
DDRC=0x00;
```

```
// Port D initialization
// Func7=In Func6=In Func5=Out Func4=In Func3=In Func2=In Func1=In Func0=In
// State7=T State6=T State5=0 State4=T State3=T State2=T State1=T State0=T
PORTD=0x00;
DDRD=0x20;
```

```
// Timer/Counter 0 initialization
// Clock source: System Clock
// Clock value: Timer 0 Stopped
// Mode: Normal top=0xFF
// OC0 output: Disconnected
TCCR0=0x00;
TCNT0=0x00;
OCR0=0x00;
```

```
// Timer/Counter 1 initialization
// Clock source: System Clock
// Clock value: 1000,000 kHz
// Mode: Fast PWM, 10-bit
// OC1A output: Non-Inv.
// OC1B output: Discon.
// Noise Canceler: Off
// Input Capture on Falling Edge
// Timer1 Overflow Interrupt: Off
// Input Capture Interrupt: Off
// Compare A Match Interrupt: Off
// Compare B Match Interrupt: Off
TCCR1A=(1<<COM1A1)|(0<<COM1A0)|(0<<COM1B1)|(0<<COM1B0)|(
0<<FOC1A)|(0<<FOC1B)|(1<<WGM11)|(1<<WGM10);//0x83;
TCCR1B=(0<<ICNC1)|(0<<ICES1)|(0<<5)|(0<<WGM13)|(1<<WGM12)|(0
<<CS12)|(1<<CS11)|(0<<CS10);//0x0A;
TCNT1H=0x00;
TCNT1L=0x00;
ICR1H=0x00;
ICR1L=0x00;
OCR1AH=0x00;
```

						СКБЭТФ.2.ИП.010000ЛП	Лист
Изм.	Лист.	№ документа	Подп.	Дата.			22

```

OCR1AL=0x00;
OCR1BH=0x00;
OCR1BL=0x00;

// Timer/Counter 2 initialization
// Clock source: System Clock
// Clock value: 7,813 kHz
// Mode: CTC top=OCR2
// OC2 output: Disconnected
ASSR=0x00;
TCCR2=0x0F; //FOC2 WGM20 COM21 COM20 WGM21 CS22 CS21
CS20
TCNT2=0x00;
OCR2=0xFF;

// External Interrupt(s) initialization
// INT0: Off
// INT1: Off
// INT2: Off
MCUCR=0x00;
MCUCSR=0x00;

// Timer(s)/Counter(s) Interrupt(s) initialization
TIMSK=0x80;

// USART initialization
// USART disabled
UCSRB=0x00;

// Analog Comparator initialization
// Analog Comparator: Off
// Analog Comparator Input Capture by Timer/Counter 1: Off
ACSR=0x80;
SFIOR=0x00;

// ADC initialization
// ADC Clock frequency: 250,000 kHz
// ADC Voltage Reference: AREF pin
// ADC Auto Trigger Source: Free Running
ADMUX=ADC_VREF_TYPE & 0xff;
ADCSRA=(1<<ADEN)|(1<<ADSC)|(1<<ADATE)|(0<<ADIF)|(1<<ADIE)|
(1<<ADPS2)|(0<<ADPS1)|(1<<ADPS0); //0xED;
SFIOR&=0x1F;

// SPI initialization
// SPI disabled
SPCR=0x00;

```

					СКБЭТФ.2.ИП.010000ЛП	Лист
Изм.	Лист.	№ документа	Подп.	Дата.		23

```

// TWI initialization
// TWI disabled
TWCR=0x00;

// Global enable interrupts
#asm("sei")
}

// ADC interrupt service routine
interrupt [ADC_INT] void adc_isr(void)
{
// Read the AD conversion result
adc_data=ADCW;
}

// Timer2 output compare interrupt service routine
interrupt [TIM2_COMP] void timer2_comp_isr(void)
{
// i++;
Uo=adc_data-512;
X1+=(Uo-X1)/D1;
Y=X1+512;
OCR1AH=(unsigned char)((Y>>8)&0x03);
OCR1AL=(unsigned char)(Y);
}

```

					СКБЭТФ.2.ИП.010000ЛП	Лист
Изм.	Лист.	№ документа	Подп.	Дата.		24

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Комсомольский-на-Амуре государственный
технический университет»

УТВЕРЖДАЮ

Декан ЭТФ

_____ А.С. Гудим

« ____ » _____ 2020 г.

СОГЛАСОВАНО

Заведующий кафедрой ЭПАПУ

_____ С.П. Черный

« ____ » _____ 2020 г.

АКТ

**о приемке в эксплуатацию аппаратно-программного комплекса
«Программируемый эмулятор объекта управления
линейной САУ»**

г. Комсомольск-на-Амуре

« ____ » _____ 2019 г.

Комиссия в составе представителей:

заказчика В.А. Егоров – руководитель проекта, С.П. Черный – Заведующий кафедрой ЭПАПУ.

исполнитель А.В. Шангутова– 7АУб-1.

составила акт о нижеследующем:

«Исполнитель» передает аппаратно-программный комплекс «Программируемый эмулятор объекта управления линейной САУ», в составе:

Оборудование, в составе:

- Плата устройства.
- Сетевой питающий адаптер.

Программное обеспечение, в том числе:

- Рабочие программы управления изделием.

Эксплуатационная документация:

- Паспорт изделия

Аппаратно-программный комплекс «Программируемый эмулятор объекта управления линейной САУ» прошел опытную эксплуатацию с « » _____ по « » _____ 2019г. и признан годным к эксплуатации. Были протестированы все режимы функционирования, отказы системы, а также аварийные отключения по вине системы не наблюдались.

Руководитель проекта

Ответственный исполнитель

_____/ В.А. Егоров /

_____/ А.В. Шангутова /

Таблица учета работ

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><u>КП</u></p>	<p>26.12.19 Егоров В.А. _____</p>	<p>31(ПК-6-3) Основные методы проектирования блоков и устройств систем автоматики на базе микропроцессорной техники. 32(ПК-6-3) Методику программной реализации алгоритмов управления систем автоматизации технологических процессов. У1(ПК-6-3) Выполнять проектирование аппаратной части микроконтроллерной системы управления технологическим процессом. У2(ПК-6-3) Выполнять проектирование программного обеспечения микроконтроллерной системы управления технологическим процессом. Н1(ПК-6-3) Иметь навыки выбора и проектирования аппаратной части системы управления технологическим процессом. Н2(ПК-6-3) Иметь навыки разработки программного обеспечения и анализа жизненного цикла программного обеспечения автоматизированных систем управления</p>