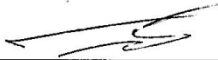


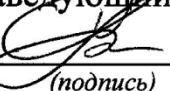
Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

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

СОГЛАСОВАНО


Декан ЭТФ


_____ А.С. Гудим
(подпись)
« 26 » 12 20 19 г.

Заведующий кафедрой _____

_____ С.П. Черный
(подпись)
« 26 » 12 20 19 г.

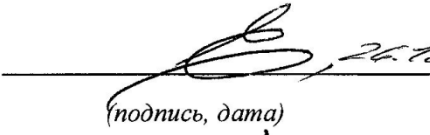
УТВЕРЖДАЮ

Начальник отдела ОПРО

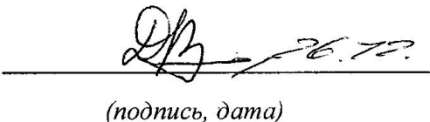

_____ Ю.С. Иванов
(подпись)
« 26 » 12 20 19 г.

Аппаратно-программный комплекс
«Прототип макета для разработки и исследования цифровых
регуляторов замкнутой САУ»
Комплект конструкторской документации

Руководитель проекта


_____ В.А. Егоров
(подпись, дата)

Ответственный исполнитель


_____ Д.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»

Прототип макета для разработки и исследования цифровых
регуляторов замкнутой САУ

Студенты группы 7АУб-1

Руководитель проекта

Нормоконтроль

Д.В. Шангутова

В.А. Егоров

В.А. Егоров

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
«Прототип макета для разработки и исследования цифровых
регуляторов замкнутой САУ»
Комплект конструкторской документации

Руководитель

В.А. Егоров

Подпись/дата

Ответственный исполнитель

Д.В. Шангутова

Подпись/дата

Комсомольск-на-Амуре 2019

Карточка проекта

Название	Аппаратно-программный комплекс «Прототип макета для разработки и исследования цифровых регуляторов замкнутой САУ»
Тип проекта	<u>учебная работа</u> (инициативный, по заказу, в рамках конкурса, учебная работа, другое)
Исполнители	<u>Шангутова Д.В. – 7АУ6-1</u> ответственный исполнитель
Срок реализации	<u>09.2019-12.2019</u> Месяц, год

Использованные материалы и компоненты

Наименование	Номинал	Код изделия
-----	-----	-----
Сопротивления		

3 R1,R5,R9	10k	M10K
3 R2,R6,R10	100R	M100R
4 R3,R4,R7,R8	1.5k	M10K
Конденсаторы		

6 C1,C4,C7,C8,C11,C14	100n	Maplin BX03D
4 C2,C3,C12,C13	27p	Maplin WX49D
3 C5,C9,C15	10u	Maplin WW69A
4 C6,C10,C16,C17	1.0u	Maplin BX03D
Микросхемы		

2 U1,U3	ATMEGA16	
1 U2	7805_H	
Разъемы		

2 J1,J2	68712-001	FCI 68712-001
3 J3-J5	PIN	
3 J6-J8	CONN-SIL2	
Кварцевые резонаторы		

2 X1,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 Д.В – 7АУБ-1 _____

Название проекта:

Аппаратно-программный комплекс «Прототип макета для разработки и исследования цифровых регуляторов замкнутой 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 получает передаточную функцию регулятора замкнутой САУ. Передаточная функция преобразуется в дифференциальные уравнения, которые преобразуются в разностные уравнения. На основе полученных уравнений составляется программа цифрового регулятора. Программа заносится в микроконтроллер, реализующий регулятор изделия при помощи программатора. Замкнутая система тестируется, путем снятия переходного процесса на выходе. Параметры регулятора корректируются. Исследуется влияние изменения каждого параметра на переходный процесс системы.

Устройство позволяет создать и в реальном времени испытать цифровой регулятор, на основе однокристалльного микроконтроллера. _____

Техническое описание устройства: _____

Устройство состоит из электронной платы содержащей два однокристальных микроконтроллера, реализующих регулятор и объект управления. Система охвачена отрицательной обратной связью по управлению.

Устройство питается от сетевого адаптера с выходным напряжением 9В, для получения напряжения питания микроконтроллера +5В используется понижающий преобразователь напряжения.

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

**«Прототип макета для разработки и исследования цифровых
регуляторов замкнутой САУ»**

Руководитель проекта

В.А. Егоров

Подпись/дата

Ответственный исполнитель

Д.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	Расчет регулятора.....	10
5.3.1	Настройка на модульный технический оптимум	10
5.3.2	Структурная схема ПИ-регулятора с ограничением выходного сигнала.....	11
5.3.3	Уравнения ПИ- регулятора.....	11
6	Условия эксплуатации	12
6.1	Правила и особенности размещения изделия	12
6.2	Меры безопасности.....	13
6.3	Правила хранения и транспортировки.....	13
	ПРИЛОЖЕНИЕ А	14

1 Общие положения

Настоящий паспорт является документом, предназначенным для ознакомления с основными техническими характеристиками, устройством, правилами установки и эксплуатации устройства «Прототип макета для разработки и исследования цифровых регуляторов замкнутой 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 «Прототип макета для разработки и исследования цифровых регуляторов замкнутой САУ» (АПК ПМРИЦРЗ САУ).

1.2 Наименования документов, на основании которых ведется проектирование системы

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

- задание на разработку.

1.3 Перечень организаций, участвующих в разработке системы

Заказчиком создания АПК ПМРИЦРЗ САУ 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.

Исполнителями работ по созданию АПК ПМРИЦРЗ САУ являются студент ЭТФ группы 7АУБ-1, Шангутова Дарья 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.

2 Назначение и принцип действия

2.1 Назначение изделия

Прототип макета для разработки и исследования цифровых регуляторов замкнутой САУ - прототип учебного оборудования, предназначенного для проведения лабораторных работ по построению замкнутой САУ. Устройство позволяет создать и в реальном времени испытать цифровой регулятор, на основе однокристального микроконтроллера.

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 регулятора. На основе полученных уравнений составляется программа регулятора. Программа заносится в микроконтроллер, реализующий регулятор изделия при помощи программатора. Работа замкнутой САУ тестируется, при помощи фиксации переходного процесса на осциллографе. Макет используется в лабораторных работах для изучения методики расчета и реализации цифрового регулятора замкнутой САУ.

3 Состав изделия и комплектность

В комплект поставки входит:

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

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	40 мА
Питание	5 В
Порядок модели системы управления	2, 4
Реализуемые законы управления	П, И, ПИ
Разрядность АЦП	10
Частота ШИМ выходного сигнала	1000 Гц
Разрядность ШИМ	10
Габариты, мм	160*60*25
Масса нетто, кг	0.1

5 Устройство и описание работы изделия

5.1 Устройство изделия

Изделие представляет собой макет замкнутой САУ с последовательной коррекцией. Оно состоит из последовательно соединенных регулятора и объекта управления, охваченных отрицательной обратной связью.

Объект и регулятор реализованы с использованием собственного микроконтроллера. Блок схема изделия приведена на рисунке 1.

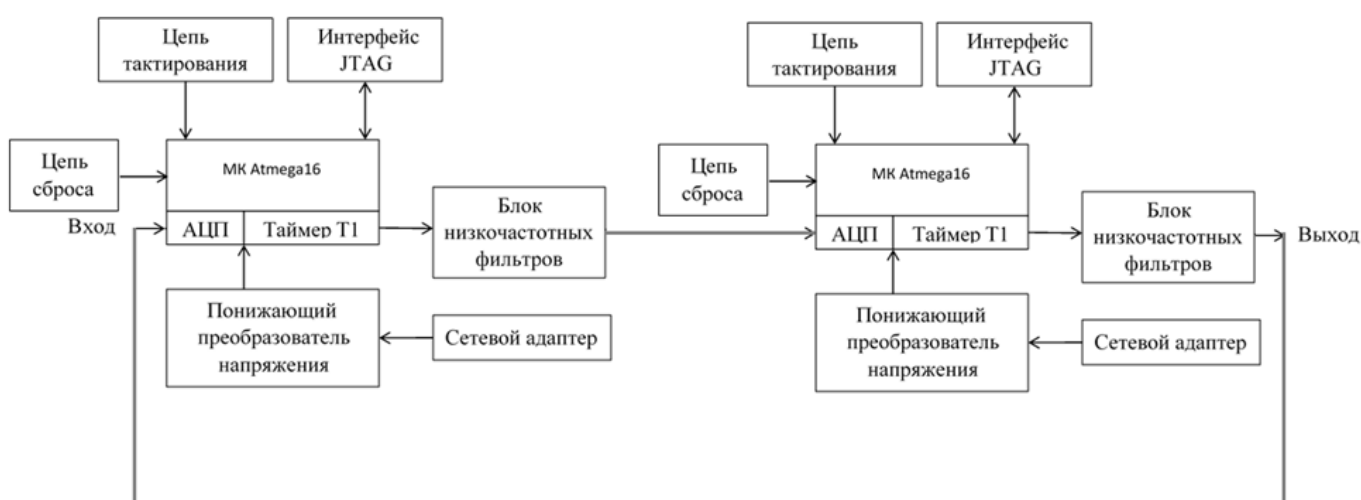


Рисунок 1 – Структурная схема изделия

Микроконтроллер – регулятор получает сигнал обратной связи с выхода устройства через АЦП. Вычисляет разность между сигналом задания и сигналом обратной связи. Выполняет вычисления управляющего сигнала на объект, в соответствии с реализованным алгоритмом работы цифрового регулятора. Результат вычисления выходного сигнала регулятора записывается в регистр сравнения таймера T1. Таймер T1 генерирует ШИМ пропорциональный выходному сигналу регулятора. Блок низкочастотных фильтров отфильтровывает высокочастотные составляющие и формирует выходной сигнал регулятора. Сигнал управления, с выхода регулятора поступает на вход АЦП объекта. Микроконтроллер - объект решает

разностные уравнение описывающие модель объекта. Результат решения уравнений модели записывается в регистр сравнения таймера T1. Таймер T1 генерирует ШИМ пропорциональный выходному сигналу модели. Блок низкочастотных фильтров отфильтровывает высокочастотные составляющие выходного сигнала и формирует выходной сигнал САУ.

Через интерфейс программирования JTAG производится запись программы в микроконтроллер - регулятор, содержащей реализуемый закон управления.

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 и разностные уравнения регулятора.

Используя компилятор языка СИ, составить программу решения разностных уравнений для микроконтроллера – объекта и микроконтроллера – регулятора.

Занести управляющую программу в микроконтроллер – объект и микроконтроллер – регулятор при помощи программатора.

Выполнить тестирование работоспособности модели объекта, подключив на выход объекта осциллограф и подав на вход объекта единичный управляющий сигнал с кнопки РС0. Соответствие сигнала на

выходе объекта управления заданию, оценивается по степени соответствия полученного переходного процесса теоретической кривой переходного процесса САУ.

Полученное изделие может использоваться в лабораторном практикуме, по дисциплине «Основы микропроцессорной техники».

Блок-схемы управляющей программы регулятора представлены в Приложении А.

5.3 Расчет регулятора

5.3.1 Настройка на модульный технический оптимум

Желаемая передаточная функция разомкнутой системы настроенная на модульный оптимум:

$$W_{\text{ЖРМО}}(P) = \frac{1}{2T_{\mu}P(T_{\mu}P + 1)}$$

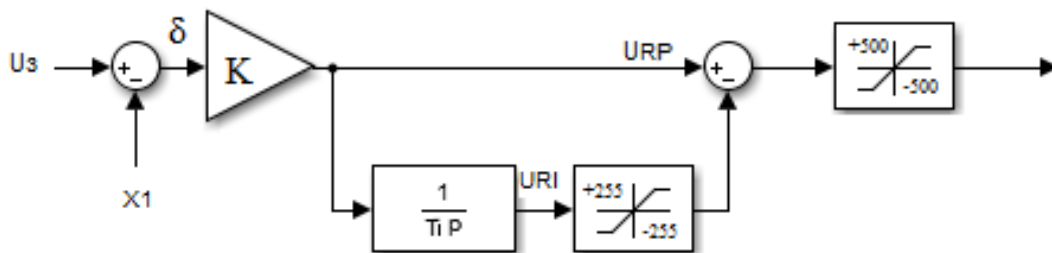
Передаточная функция регулятора, при последовательном способе коррекции системы $\mu T_{\mu} = T_2$:

$$\begin{aligned} W_P(P) &= \frac{W_{\text{ЖРМО}}(P)}{W_0(P)} = \frac{1}{2T_2P(T_2P + 1)} * \frac{(T_1P + 1) * (T_2P + 1)}{1} = \frac{1}{2T_2} * \frac{(T_1P + 1)}{P} \\ &= \frac{T_1}{2T_2} * \frac{(T_1P + 1)}{T_1P} \end{aligned}$$

При $T_1 = 0.5$, $T_2 = 0.003$

$$W_P(P) = \frac{0.5}{2 * 0.003} * \frac{(0.5P + 1)}{0.5P} = 83.3 * \left(1 + \frac{1}{0.5P}\right)$$

5.3.2 Структурная схема ПИ-регулятора с ограничением выходного сигнала



5.3.3 Уравнения ПИ- регулятора

$$\delta = U_3 - X_1;$$

$$U_{RP} = K * \delta;$$

$$U_{RI} = U_{RI} + T_K * U_{RP} / T_I;$$

$$\text{if } (U_{RI} > -255) \ \&\& \ (U_{RI} < 255) \ U_{RI} = U_{RI};$$

$$\text{if } (U_{RI} > -255) \ \&\& \ (U_{RI} > 255) \ U_{RI} = 255;$$

$$\text{if } (U_{RI} > -255) \ \&\& \ (U_{RI} < -255) \ U_{RI} = -255;$$

$$U_{REG} = U_{RP} + U_{RI};$$

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.

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.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

(обязательное)

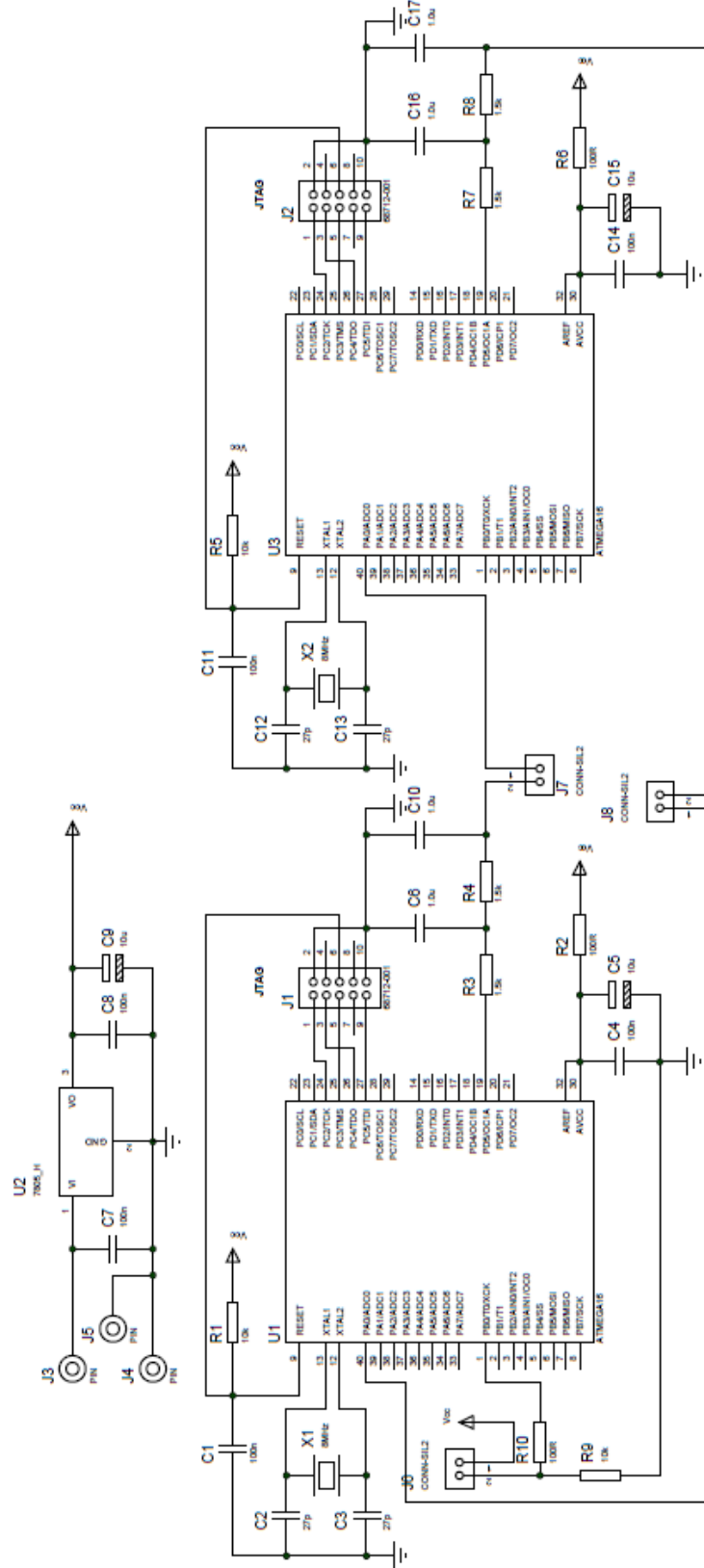


Рисунок А1 – Принципиальная схема изделия

Изм.	Лист.	№ документа	Подп.	Дата.

СКБЭТФ.2.ИП.010000ЭЗ

Лист

14

Поз. обознач.	Наименование	Кол.	Примечание
	<u>Микросхема</u>		
U1, U3	АТМЕГА16	2	
U2	7805_Н	1	
	<u>Резисторы</u>		
R 1, R5, R9	10 кОм ± 10 %	3	
R2, R6, R10	100 Ом ± 10 %	3	
R3, R4, R7,R8	1.5 кОм ± 10 %	4	
	<u>Конденсаторы</u>		
C1,C4,C7,C8,C11,C14	100 нФ	6	
C2, C3, C12, C13	27 пФ	4	
C5, C9, C15	10 мкФ	3	
C6, C10, C16, C17	1,0 мкФ	4	
	<u>Разъемы</u>		
J1, J2	FCI 68712-001	2	
J3-J5	PIN	3	
J6-J8	CONN-SIL2	3	
	<u>Кварцевые резонаторы</u>		
X 1, X2	8MHz	2	

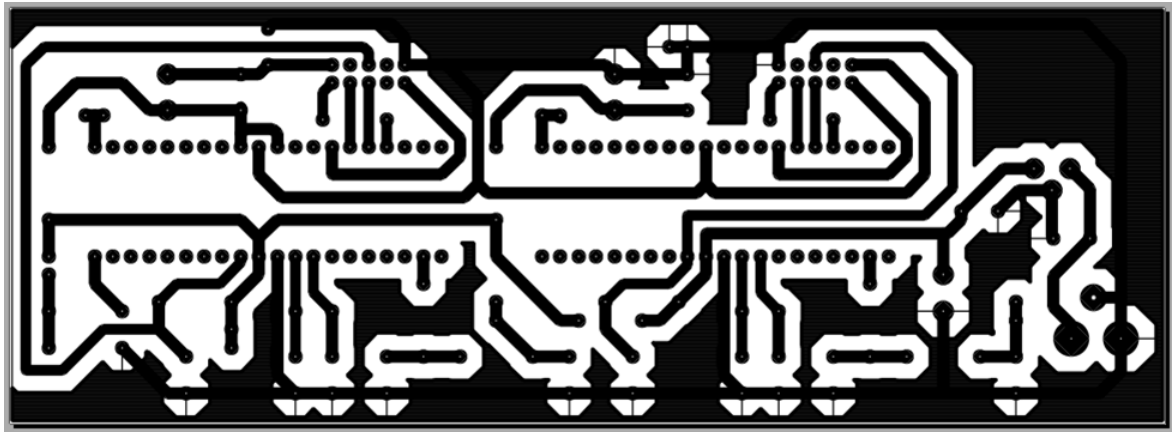


Рисунок А2 – Печатная плата (вид с низу)

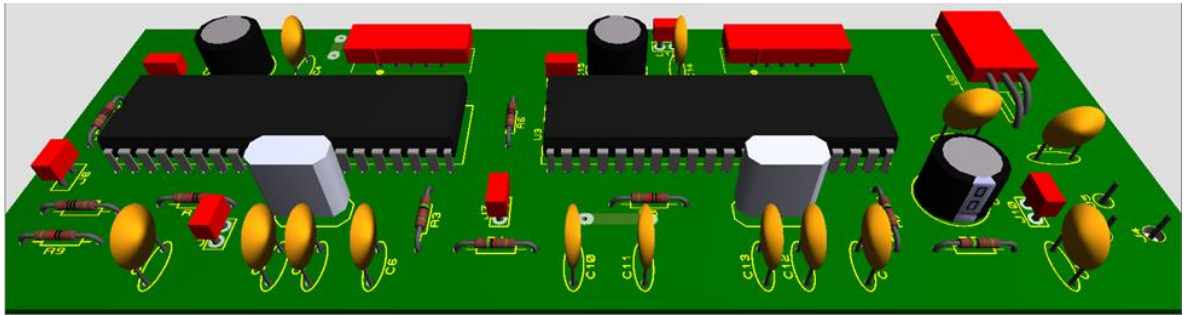


Рисунок А3 – Трехмерная модель печатной платы

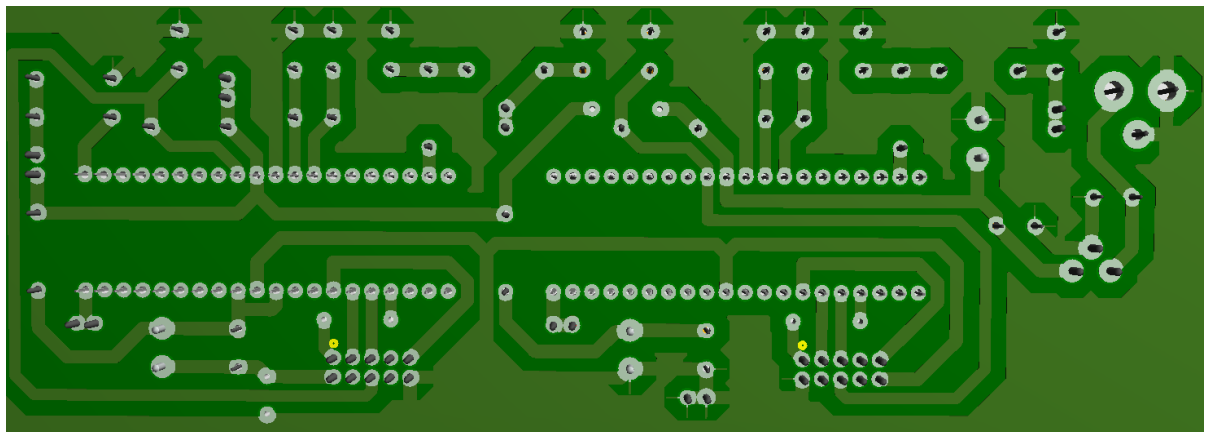


Рисунок А4 – 2D модель платы (вид снизу)

					СКБЭТФ.2.ИП.010000Э0	Лист
Изм.	Лист.	№ документа	Подп.	Дата.		16

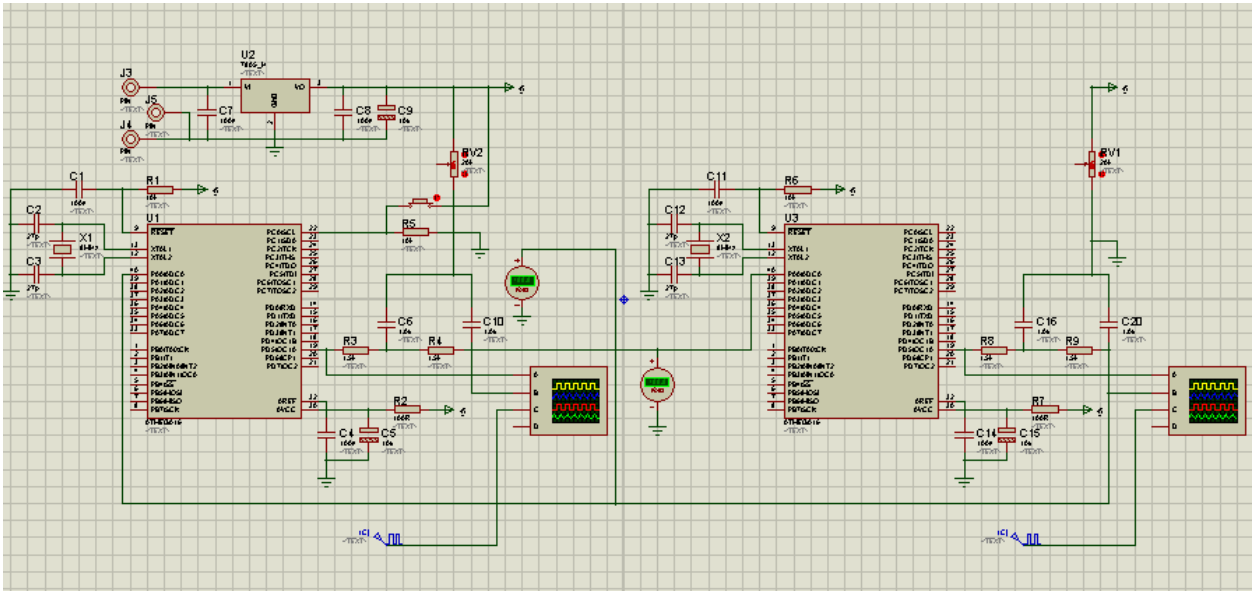


Рисунок А5 – Модель изделия в Isis Proteus

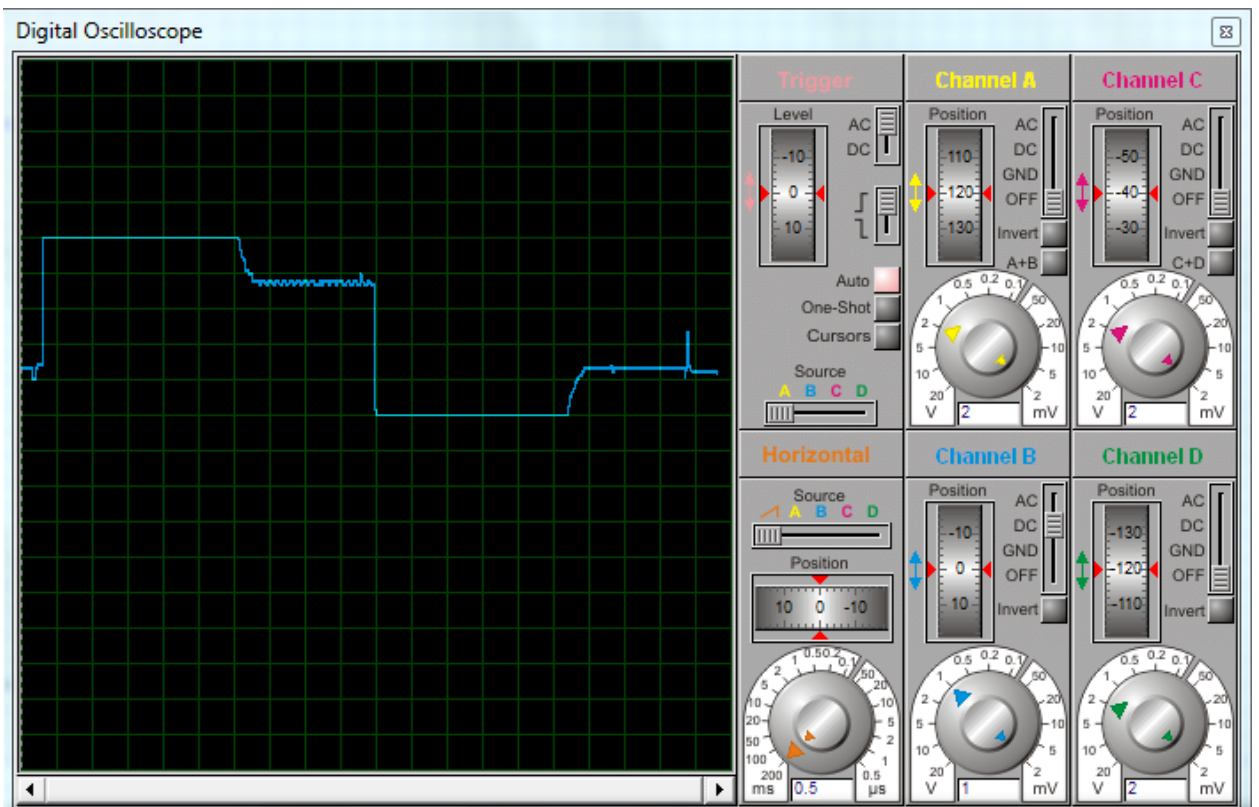


Рисунок А6 – Сигнал с выхода регулятора при изменении задающего сигнала с -200д.е. до 200д.е. (первая половина графика) и с 200д.е. до -200д.е. (вторая половина графика)

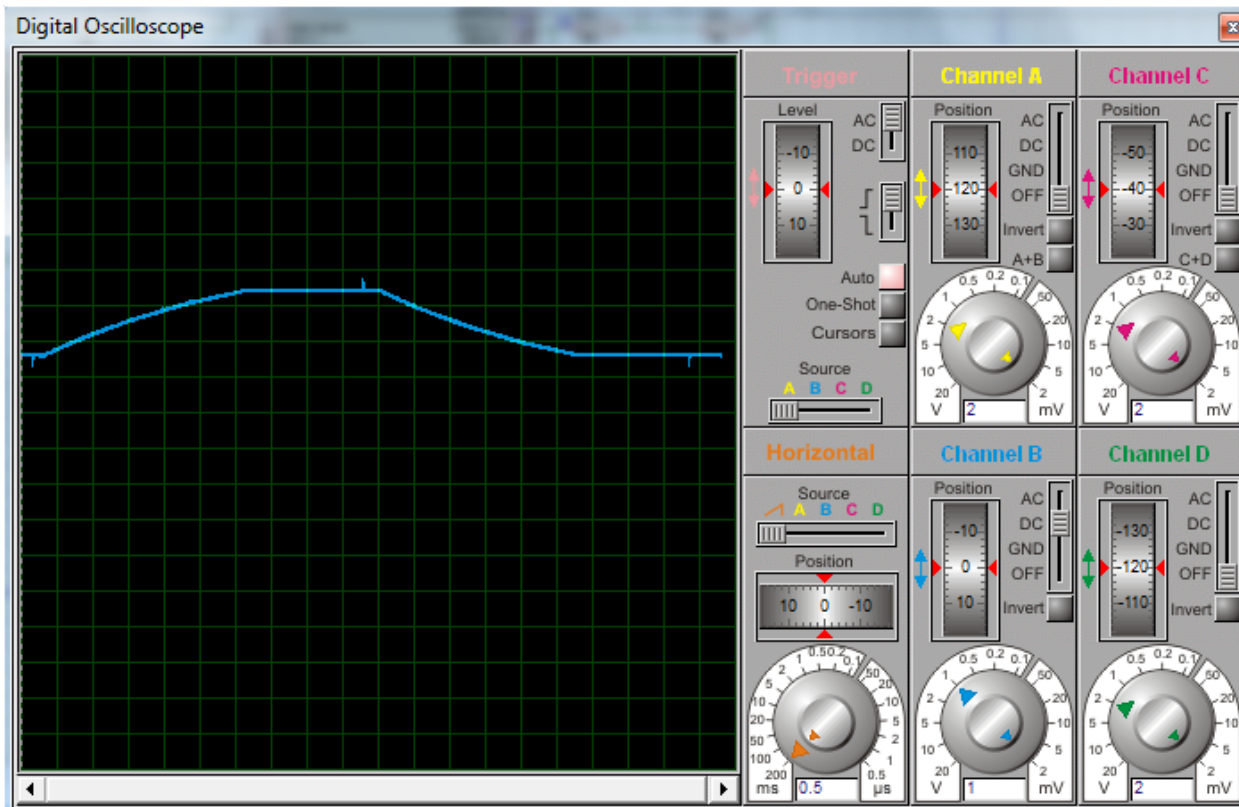


Рисунок А7 – Выходной сигнал САУ при изменении задающего сигнала с -200д.е. до 200д.е. (первая половина графика) и с 200д.е. до -200д.е. (вторая половина графика)

Пояснения к рисункам А6, А7

Первые 2.7 секунды система работает в большом, регулятор находится в ограничении (рисунок А6). В течение этого времени выходной сигнал объекта изменяется по экспоненте (рисунок А7). Через 3 секунды после начала процесса (рисунок А6) обратная связь замыкается. Еще через 0.25 секунды система входит в режим стабилизации. Через 5 секунд от начала процесса, после размыкания кнопки РС0 происходит изменение задающего сигнала с +200 д.е. на -200д.е. Происходит реверс САУ.

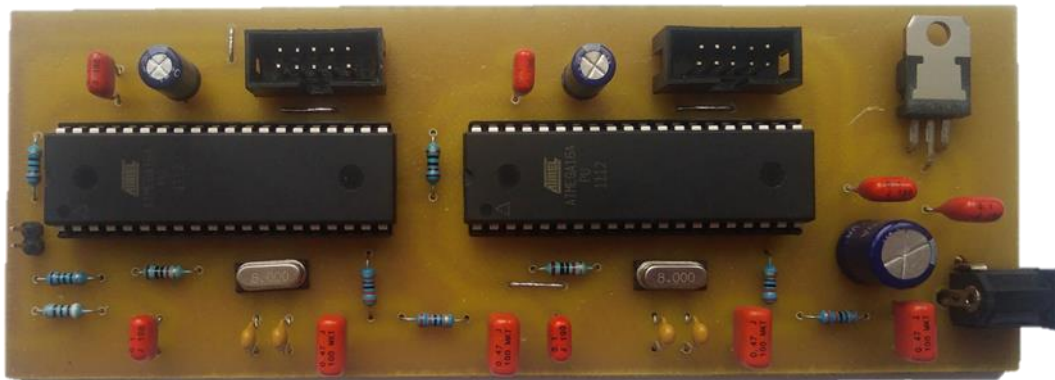


Рисунок А8 – Внешний вид изделия (вид со стороны монтажа)

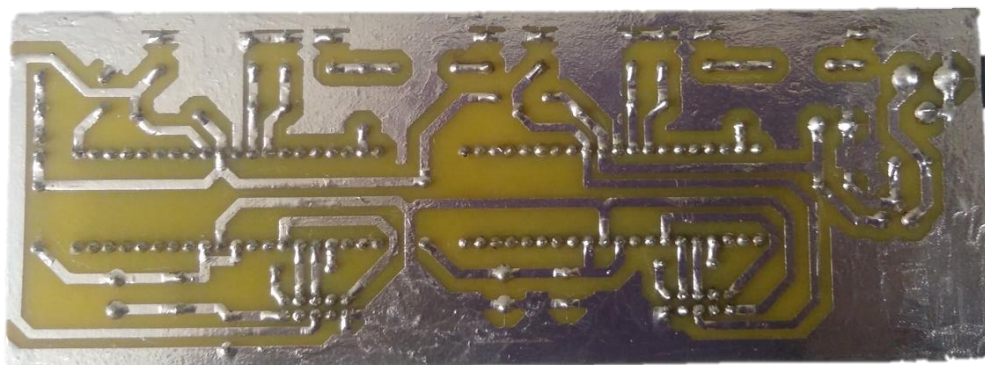


Рисунок А9 – Внешний вид изделия (вид со стороны проводников)

					СКБЭТФ.2.ИП.010000ИЛ	Лист
Изм.	Лист.	№ документа	Подп.	Дата.		19

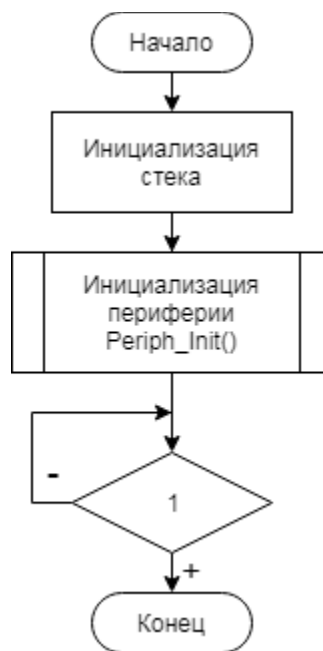


Рисунок А10 – Блок-схема основной программы объекта

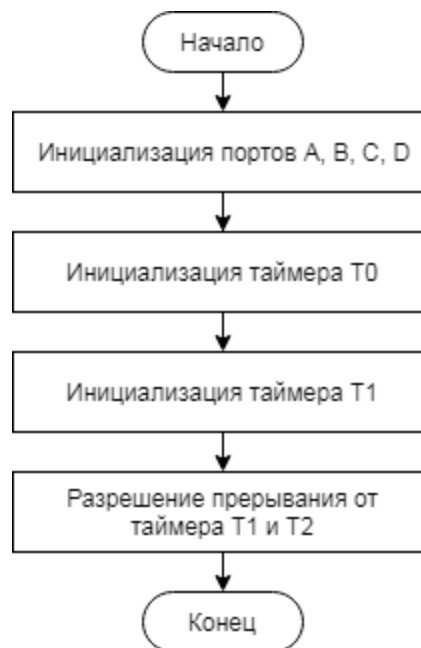


Рисунок А11 – Блок-схема подпрограммы инициализации периферии
Periph_Init()

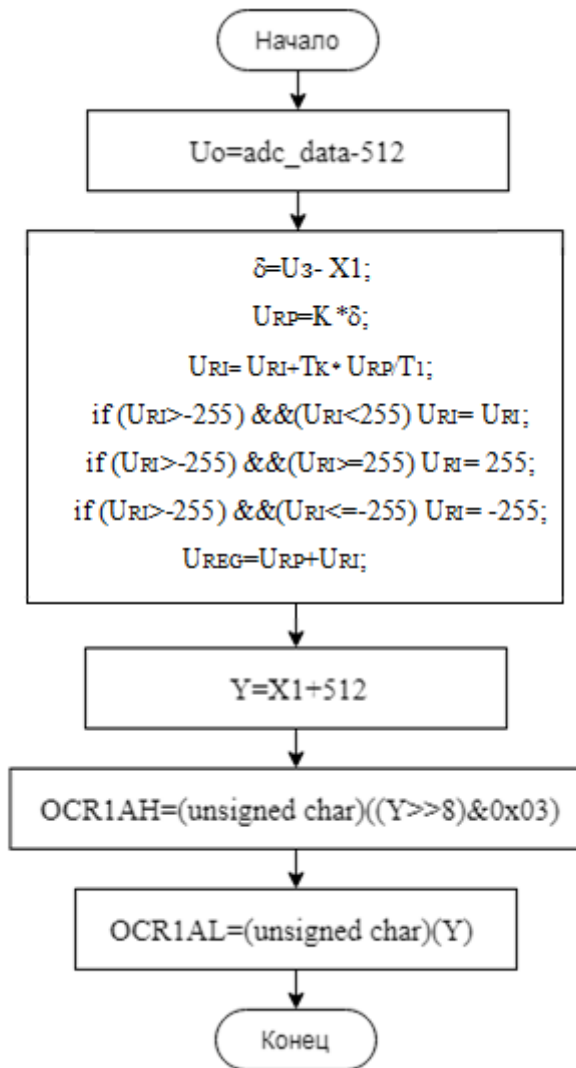


Рисунок А12 – Блок-схема прерывания таймера Т2 по совпадению (расчет регулятора)

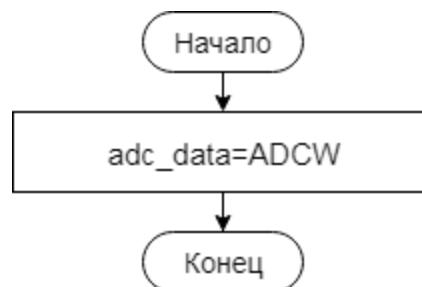


Рисунок А13 – Блок-схема прерывания от АЦП по завершении преобразования

Листинг программы регулятора:

```
/******  
  
#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 Err=0,Uz=0,Urp=0,wi=2,wk=200,Kr=20,Ureg;  
int D1;  
int Uri=0;  
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/wi;  
    while (1)  
    {  
        if(PINC.0==1) Uz=200;  
        else Uz=-200;  
    }  
}  
  
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;  
  
    // 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
```

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

```

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;
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;

```

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

```

// 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;

// 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)
{
// PI-controller;

```

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

```

Err=Uz-(adc_data-512);
Urp=Kr*Err;
if(Urp>=510) Urp=500;
if(Urp<=-510) Urp=-500;
Uri+=Urp/D1;
if(Uri>=254) Uri=254;
if(Uri<=-254) Uri=-254;
Ureg=Urp;//+Uri;
Y=Ureg+512;
OCR1AH=(unsigned char)((Y>>8)&0x03);
OCR1AL=(unsigned char)(Y);
}

```

					СКБЭТФ.2.ИП.010000ИЛ	Лист
Изм.	Лист.	№ документа	Подп.	Дата.		25

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 ПЭ

_____ С.П. Черный

« ____ » _____ 2020 г.

АКТ

**о приемке в эксплуатацию аппаратно-программного комплекса
«Прототип макета для разработки и исследования цифровых регуляторов
замкнутой САУ»**

г. Комсомольск-на-Амуре

« ____ » _____ 2019 г.

Комиссия в составе представителей:

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

исполнитель Д.В. Шангутова– 7АУб-1.

составила акт о нижеследующем:

«Исполнитель» передает аппаратно-программный комплекс «Прототип макета для разработки и исследования цифровых регуляторов замкнутой 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 «Прототип макета для разработки и исследования цифровых регуляторов замкнутой 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

Ответственный исполнитель

_____ / В.А. Егоров /

_____ / Д.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 микро-контроллерной 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>