**СОДЕРЖАНИЕ**

ВВЕДЕНИЕ

1. СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ РЕНТГЕНОСКОПИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ДОСМОТРА

1.1 Состояние проблемы и описание ОУ

1.2 Анализ ТЗ на разработку

1.3 Обзор литературы

1.3.1 Рентгеновские спектры

1.3.2 Коэффициент ослабления рентгеновских лучей

1.3.3 Генераторы рентгеновского излучения

1.3.4 Оптические параметры рентгеновских трубок

1.3.5 Электрические характеристики

1.3.6 Типы рентгеновских трубок

2. АНАЛИЗ И СИНТЕЗ КОНТУРА УПРАВЛЕНИЯ НАПРЯЖЕНИЕМ РЕНТГЕНОСКОПИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ

2.1 Постановка общей задачи синтеза

2.2 Математическое описание системы управления

2.2.1 Формирование функциональной схемы СУ

2.2.2 Линеаризация математической модели СУ

2.2.3 Построение модели объекта

2.2.4 Исследование и анализ функциональных свойств системы

2.3 Динамический расчет системы

2.3.1 Синтез цифрового корректирующего устройства с получением дискретной передаточной функции регулятора

2.3.2 Синтез корректирующего устройства с помощью ЛАЧХ

2.3.3 Исследование и анализ функциональных свойств цифровой системы

2.4 Экспериментальное определение коэффициента широтно-импульсного модулятора

3. КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ

3.1 Подготовка алгоритмов управления к реализации на управляющем вычислителе

3.2 Функциональная схема вычислителя

3.2.1 Функциональная схема и характеристики интерфейса микроконтроллера

3.2.2 Аналогово-цифровой преобразователь K1113ПВ1

3.2.3 Аналоговый ключ с декодером K590KH3

3.2.4 Цифровой аналоговый преобразователь K572ПA1

3.3 Разработка программного обеспечения на языке ассемблер используемого микропроцессором

4. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС СБОРКИ ПЕЧАТНОГО УЗЛА ВЫЧИСЛИТЕЛЯ

4.1 Анализ технологичности

4.1.1 Качественная оценка технологичности

4.1.2 Количественная оценка технологичности

4.2 Разработка технологической схемы сборки

4.3 Разработка маршрутной технологии

4.4 Разработка операционной технологии

4.4.1 Выбор операции для разработки и оптимизации по производительности

4.4.2 Установление содержания переходов, вариантов выполнения операции и их нормирование

4.4 Разработка операционной технологии

4.4.3 Определение оптимального варианта выполнения операции по производительности в зависимости от числа изделий в партии

5. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

5.1 Описание изделия

5.2 Оценка рынка сбыта установки

5.3 Прогнозирование себестоимости изготовления изделия

5.3.1 Расчет себестоимости блока вычислителя

5.3.2 Расчет себестоимости и цены системы управления

5.4 Анализ конкурентоспособности изделия

5.5 Стратегия маркетинга

5.6 Баланс доходов и расходов

5.7 Заключение

6 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

6.1 Выявление и анализ вредных и опасных производственных факторов, действующих в рабочей зоне проектируемого объекта

6.2 Расчет искусственного освещения в производственных помещениях

6.3 Выявление и анализ возможных чрезвычайных ситуаций

6.4 Расчет последствий чрезвычайных ситуаций техногенного характера, причиной которых являются пожары

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

ПРИЛОЖЕНИЕ

**РЕФЕРАТ**

126 страниц текста, 37 рисунков, 12 таблиц, 4 приложения

Объектом управления является рентгеновская трубка 0.32BPM34-160.

В данной дипломной работе проведено проектирование контура управления напряжением рентгеноскопической установки.

Для исследования контура управления напряжением рентгеноскопической установки использован пакет Matlab с приложением Simulink.

В ходе работы построена функциональная схема, математическая модель объекта управления, выбран закон управления, проведен анализ и синтез системы, рассмотрены статические и динамические характеристики системы, исследовано влияние возмущений на систему после чего сделан вывод что система удовлетворяет требованиям ТЗ.

Разработана принципиальная схема управляющего вычислителя, а также технологический процесс сборки печатного узла вычислителя. Рассчитана себестоимость системы и ее рыночная цена. Определены и проанализированы вредные и опасные факторы при разработке данного проекта.

РЕНТГЕНОСКОПИЧЕСКАЯ УСТАНОВКА, КОНТУР УПРАВЛЕНИЯ, МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ, АНОДНОЕ НАПРЯЖЕНИЕ, ЛОГАРИФМИЧЕСКАЯ ЧАСТОТНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА, ЗАПАС ПО АМПЛИТУДЕ. ЗАПАС ПО ФАЗЕ, ВРЕМЯ ПЕРЕХОДНОГО ПРОЦЕССА, СТАТИЧЕСКАЯ ОШИБКА, КОРРЕКТИРУЮЩЕЕ ЗВЕНО, ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС, СЕБЕСТОИМОСТЬ.

**СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ**

ОУ – объект управления;

САУ – система автоматического управления;

ЛАЧХ – логарифмическая амплитудно-частотная характеристика;

ЦСАУ – цифровая система автоматического управления;

АЦП – аналоговый – цифровой преобразователь;

ЦАП – цифровой – аналоговый преобразователь;

ШИМ – широтно-импульсный модулятор;

СС-схема сравнения;

МП – микропроцессор;

БИ- блок инверторов;

Тр1, Тр2– трансформатор;

УН1,УН2 – умножитель напряжения;

РТ – рентгеновская трубка;

ДТ – датчик тока;

ДН – датчик напряжения.

**ВВЕДЕНИЕ**

Установка, рассматриваемая в данной работе, предназначена для досмотра багажа на пунктах таможенного контроля. Досматриваемый объект, перемещаясь в досмотровом туннеле с помощью ленточного транспортера, пересекает веерный луч рентгеновского излучения, которое формируется рентгеновской трубкой. Теневое изображение сечения объекта регистрируется линейкой фотодатчиков и циклически формирует изображение объекта, выводимое на экран.

В связи с тем, что химический состав веществ(оружие, контрабанда, наркотики, взрывоопасные вещества), которые необходимо контролировать на таможнях, разный. Не своевременное определение данных веществ может привести к очень серьезным последствиям, поэтому возникает необходимость использования рентгеноскопических интроскопов.

Для контроля необходимо излучать волны разной длины и интенсивности. Поэтому необходимо стабилизировать работу и интенсивность излучения рентгеновской трубки. Причины, вызывающие изменение рабочих параметров рентгеноскопов в процессе работы, - колебания напряжения сети и изменение анодного тока.

В данной работе будет рассматриваться анализ и синтез контура управления напряжением, исследованы статические и динамические характеристики системы. А также рассмотрена машинная модель системы управления, экспериментально исследованы динамические и статические характеристики одного из блоков системы, разработан технологичесий процесс сборки печатного узла управляющего вычислителя. Рассчитана стоимость вычислителя и определены мероприятия по охране труда разработчика.

**1. СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ РЕНТГЕНОСКОПИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ДОСМОТРА**

**1.1 Состояние проблемы и описание ОУ**

Установка, рассматриваемая в данной работе, предназначена для досмотра багажа на пунктах таможенного контроля. Для предотвращения перемещения через границу оружия, контрабанды, наркотиков, взрывоопасных веществ необходимо контролировать этот процесс . Поэтому возникает необходимость использования рентгеноскопических интроскопов.

Для контроля необходимо излучать волны разной длины и интенсивности. Поэтому необходимо стабилизировать работу и интенсивность излучения рентгеновской трубки. Причины, вызывающие изменение рабочих параметров рентгеноскопов в процессе работы, - колебания напряжения сети и изменение анодного тока. Колебания напряжения сети приводят к значительным колебаниям интенсивности излучения вследствие изменения анодного напряжения и тока. Изменения анодного напряжения и особенно анодного тока могут также вызвать превышение допустимой мощности трубки либо номинального напряжения трубки при уменьшении анодного тока (уменьшение падения напряжения).

В данном дипломном проекте разрабатывается контур управления и стабилизации напряжения рентгеноскопической установки, рассмотрены возмущающие воздействия, такие как пульсация, колебания и шумы напряжения сети.

На рис.1.1 представлена функциональная схема рентгенотелевизионной установки "Полискан".

Система управления рентгеноскопичной установкой содержит: источник питания 1, второй источник питания 2, первый широтно – импульсный модулятор (ШИМ) 3, фильтр 4, инвертор 5, делитель напряжения 6, первое сравнивающее устройство 7, первый цифровой регулятор 8, второй широтно – импульсный модулятор (ШИМ) 9, третий блок питания 10, второе сравнивающее устройство 11, второй цифровой регулятор 12, рентгеновскую трубку 13.

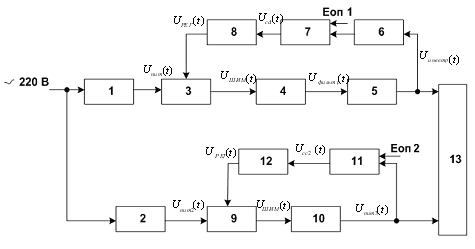


Рисунок 1.1 - Функциональная схема рентгенотелевизионной установки "Полискан"

Система работает таким образом.

На вход системы подается переменное напряжение 220 В, которое проходя через блоки вторичных источников питания 1,2, превращаются в постоянное по знаку напряжение. Далее, проходя через широтно-импульсный модулятор 3, напряжение идет на вход фільтра 4 , а потом на инвертор 5. После этого сигнал через велитель напряжения 6 поступает на вход первого сравнивающего устройства 7.

С целью управления интенсивностью и спектром излучения задается значение опорного напряжения. Первое опорное напряжение Еоп1 подается на вход первого сравнивающего устройства 7. Расхождение между опорным напряженим и действительным устраняется путем введения в этот контур цифрового регулятора 8. Таким образом реализован первый контур.

Во втором контуре управления со вторичного источника излучения 2 напряжение подается на вход широтно-импульсного модулятора 9, а потом проходя второй блок питания 10, на другое сравнивающее устройство 11. Сравнивающее устройство 11 сравнивает заданное опорное напряжение Еоп2 и действительное, которое есть на выходе вторичного блока питания 10. Цифровой регулятор 12 введенный в контур для устранения разногласия между этими напряжениями. Отрегулированный по напряжению сигнал подается на вход рентгеновской трубки 13.

Таким образом, получаем точный анализ багажа и веществ, лучшее изображение багажа на мониторе за счет управления интенсивностью и спектром излучения. Разрабатываемая система предназначена для управления генератором рентгеновского излучения, в роли которого выступает рентгеновская трубка.

**1.2 Анализ ТЗ на разработку**

Исходными данными для нашей системы является паспорт рентгеновской трубки, который изображен на рис. 1.2 и табл. 1.1. В нем приведены режимы работы ОУ, марка, номиналы, температура, динамические и статические характеристики.

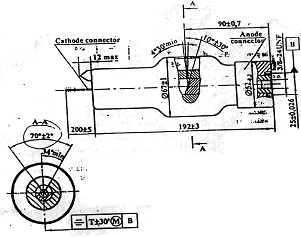


Рисунок 1.2 – Рентгеновская трубка 0.32BPM34-160

Таблица 1.1 Технические характеристики рентгеновской трубки 0.32BPM34‑160

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Параметр | Не менее | номинальное | Не более |
| Ток накала, А | – | – | 3.3 |
| 2.3 | – | – |
| Напряжение накала, В | – | – | 3.6 |
| 1.7 | – | – |
| Анодное напряжение, кВ | 70 | – | 160 |
| Анодный ток, мА | – | – | 2 |
| Номинальная мощность трубки , кВт | – | 0.32 | – |
| Размеры эффективного фокусного пятна, мм |  |  |  |
| -ширина | – | 0.6 | 0.9 |
| -длина | – | 0.4 | 0.7 |

Анализ и обработка результатов измерений проводится в автоматическом режиме. Для этого разработаны методики анализа многих элементов для различных типов веществ. Методики реализованы в виде компьютерных программ. Во время измерения компьютер управляет всеми узлами спектрометра в соответствии с заданной программой анализа. Современный уровень надежности оборудования и устройство автоматической подачи образцов позволяют выполнять анализ непрерывно круглосуточно без участия оператора. По окончании измерений компьютер выполняет расчет концентраций. Результаты анализа передаются электронными средствами связи автоматически по указанным адресам, либо накапливаются в базе данных измерений для дальнейшей обработки.

Поскольку разработкой системы в целом занимается другая организация, то в рамках данной работы будет проводиться исключительно разработка регуляторов в цепях управления анодным напряжением и током накала.

Все остальные элементы системы определяются заказчиком.

Защита обслуживающего персонала и пассажиров от рентгеновского излучения обеспечивается в интроскопах свинцовыми экранами, предотвращающими утечку и рассеивание излучения в окружающем пространстве. Дополнительными мерами защиты служит дублируемый контроль интенсивности излучения и автоматическое выключение генератора в критических ситуациях.

Поскольку главная обратная связь в рентгенотелевизионной установке отсутствует, то контроль управляемых параметров невозможен. Но частота излучения пропорциональна анодному напряжению, а интенсивность – функция анодных напряжения и тока. Поэтому производится управление этими параметрами

Разрабатываемая система управления является двухконтурной. Поэтому в нашей системе две управляющих переменных – анодное напряжение и анодный ток, соответственно 2 канала. В одном канале используется регулятор ПИ –типа, а в другом канале ПИД – типа. В канале , где управляющей переменной является анодный ток, мы выбрали регулятор ПИ – типа. Т.к. в системе возникает статическая ошибка, то в систему вводим интегральную составляющую для того , чтобы повысить точность в установившемся режиме. В канале , где управляющей переменной является анодное напряжение, мы выбрали регулятор ПИД – типа. Поскольку интегральная составляющая вносит в истему запаздывание по фазе, что приводит к уменьшению запаса устойчивости по амплитуде и фазе и увеличивается длительность переходного процесса, то вводим дифференциальную составляющую.

Выполнение требований заказчика к качеству системы будет осуществляться разработкой ПИД-регуляторов на основе построенной машинной модели с использованием различных методик построения управляющих устройств (как аналитических, так и численных).

После чего из различных регуляторов будет отобран, обеспечивающий наилучшие показатели качества.

При этом основным критерием выбора является минимизация высокочастотных составляющих в спектрах питающих генератор напряжений, как основной источник искажения выходных характеристик трубки.

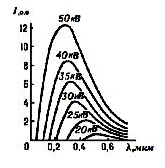
**1.3 Обзор литературы**

**1.3.1 Рентгеновские спектры**

Рентгеновские спектры, спектры испускания и поглощения рентгеновских лучей, т. е. электромагнитного излучения в области длин волн от 10-4 до 103 [1]. Для исследования спектров рентгеновского излучения, получаемого, например, в [рентгеновской трубке](http://www.cultinfo.ru/fulltext/1/001/008/096/519.htm), применяют спектрометры с кристаллом-анализатором (или дифракционной решёткой) либо бескристальную аппаратуру, состоящую из детектора (сцинтилляционного, газового пропорционального или полупроводникового счётчика) и амплитудного анализатора импульсов. Для регистрации рентгеновского спектра применяют рентгенофотоплёнку и различные детекторы ионизирующих излучений[27,28,29].

Тормозное излучение, электромагнитное излучение, испускаемое заряженной частицей при её рассеянии (торможении) в электрическом поле. Иногда в понятие тормозное излучение включают также излучение релятивистских заряженных частиц, движущихся в макроскопических магнитных полях (в ускорителях, в космическом пространстве), и называют его магнитотормозным; однако более употребительным в этом случае является термин синхротронное излучение[36].

Спектр излучения рентгеновской трубки представляет собой наложение тормозного и характеристического рентгеновского спектра. Тормозной рентгеновский спектр возникает при торможении заряженных частиц, бомбардирующих мишень . Интенсивность тормозного спектра быстро растет с уменьшением массы бомбардирующих частиц и достигает значительной величины при возбуждении электронами. Тормозной рентгеновский спектр — сплошной, так как частица может потерять при тормозном излучении любую часть своей энергии. Он непрерывно распределён по всем длинам волн , вплоть до коротковолновой границы (рис.1.3) [27,32].



[Рисунок 1.3- Распределение интенсивности](http://www.cultinfo.ru/fulltext/1/001/010/001/259232998.jpg" \t "_blank) *[I](http://www.cultinfo.ru/fulltext/1/001/010/001/259232998.jpg" \t "_blank)* [тормозного излучения](http://www.cultinfo.ru/fulltext/1/001/010/001/259232998.jpg" \t "_blank) *[W](http://www.cultinfo.ru/fulltext/1/001/010/001/259232998.jpg" \t "_blank)* [по длинам волн](http://www.cultinfo.ru/fulltext/1/001/010/001/259232998.jpg" \t "_blank) *[l](http://www.cultinfo.ru/fulltext/1/001/010/001/259232998.jpg" \t "_blank)* [при различных напряжениях](http://www.cultinfo.ru/fulltext/1/001/010/001/259232998.jpg" \t "_blank) *[V](http://www.cultinfo.ru/fulltext/1/001/010/001/259232998.jpg" \t "_blank)* [на рентгеновской трубке.](http://www.cultinfo.ru/fulltext/1/001/010/001/259232998.jpg" \t "_blank)

Согласно классической электродинамике, которая достаточно хорошо описывает основные закономерности тормозного излучения, его интенсивность пропорциональна квадрату ускорения заряженной частицы. Так как ускорение обратно пропорционально массе m частицы, то в одном и том же поле тормозное излучение легчайшей заряженной частицы — электрона будет, например, в миллионы раз мощнее излучения протона. Поэтому чаще всего наблюдается и практически используется тормозное излучение, возникающее при рассеянии электронов на электростатическом поле атомных ядер и электронов; такова, в частности, природа рентгеновских лучей в рентгеновских трубках и [гамма-излучения](http://www.cultinfo.ru/fulltext/1/001/008/008/386.htm), испускаемого быстрыми электронами при прохождении через вещество[30,31].

Спектр фотонов тормозного излучения непрерывен и обрывается при максимально возможной энергии, равной начальной энергии электрона. Интенсивность тормозного излучения пропорциональна квадрату атомного номера *Z* ядра, в поле которого тормозится электрон. При движении в веществе электрон с энергией выше некоторой критической энергии *E*0 тормозится преимущественно за счёт тормозного излучения (при меньших энергиях преобладают потери на возбуждение и ионизацию атомов) [8,9,10].

Рассеяние электрона в электрическом поле атомного ядра и атомных электронов является чисто электромагнитным процессом, и его наиболее точное описание даёт квантовая электродинамика. При не очень высоких энергиях электрона хорошее согласие теории с экспериментом достигается при учёте одного только кулоновского поля ядра. Согласно квантовой электродинамике, в поле ядра существует определённая вероятность квантового перехода электрона в состояние с меньшей энергией с излучением, как правило, одного фотона (вероятность излучения большего числа фотонов мала). Поскольку энергия фотона *E* равна разности начальной и конечной энергии электрона, спектр тормозного излучения имеет резкую границу при энергии фотона., равной начальной кинетической энергии электрона *Te*, рис. 1.4. Так как вероятность излучения в элементарном акте рассеяния пропорциональна *Z* 2, то для увеличения выхода фотонов тормозного излучения в электронных пучках используются мишени из веществ с большими *Z* (свинец, платина и т.д.). Угловое распределение тормозного излучения существенно зависит от *Te*: в нерелятивистском случае тормозное излучение подобно излучению электрического диполя, перпендикулярного к плоскости траектории электрона. При высоких энергиях тормозное излучение направлено вперёд по движению электрона и концентрируется в пределах конуса с угловым раствором порядка; это свойство используется для получения интенсивных пучков фотонов высокой энергии (-квантов) на электронных ускорителях. Тормозное излучение является частично поляризованным[9,10,27,28,36].



На свойства тормозного излучения при прохождении электронов через вещество влияют эффекты, связанные со структурой среды и многократным рассеянием электронов [1,9,36].

Тормозное рентгеновское и гамма-излучение широко применяются в технике, медицине, в исследованиях по биологии, химии и физике[3,4,].

Рентгеновские спектры поглощения получают, пропуская первичное рентгеновское излучение непрерывного спектра через тонкий поглотитель. При этом распределение интенсивности по спектру изменяется — наблюдаются скачки и флуктуации поглощения, которые и представляют собой рентгеновские спектры поглощения.



Рисунок 1.4- Теоретические спектры энергии (Eg) фотонов тормозного излучения в свинце и в алюминии; цифры на кривых — начальная кинетическая энергия электрона Te в единицах энергии покоя электрона mec2 » 0,511 МэВ (интенсивность I дана в относительных единицах).

Для каждого уровня рентгеновского спектра. поглощения имеют резкую низкочастотную (длинноволновую) [8,10,35].

### 1.3.2 Коэффициент ослабления рентгеновских лучей

Закон ослабления интенсивности рентгеновских лучей в веществе может быть получен при предположении, что доля энергии рентгеновских лучей, поглощенной при их прохождении через достаточно тонкий слой вещества, пропорциональна толщине этого слоя. Коэффициентом пропорциональности при этом является так называемый коэффициент ослабления , зависящий от атомного номера вещества *Z* и длины волны излучения [9,10,27,29,37].

Коэффициент называют линейным коэффициентом ослабления*.* Его величина зависит от атомного номера поглощающего вещества и длины волны рентгеновского излучения. Размерность линейного коэффициента ослабления [ ] = *L-*1*.* Физический смысл : линейный коэффициент ослабления характеризует относительное уменьшение интенсивности луча при прохождении слоя поглотителя единичной толщины[28,29]*.*



Массовый коэффициент ослабления характеризует уменьшение интенсивности рентгеновских лучей в единице массы вещества, а произведение *dx* представляет собой поверхностную плотность вещества. Использование величины поверхностной плотности при проведении эксперимента позволяет исключить существенную погрешность, возникающую при измерении толщины тонких поглотителей. В случае необходимости линейный коэффициент ослабления находится умножением *m* на экспериментально найденную величину плотности вещества при температуре опыта.



Толщина слоя половинного ослабления убывает с возрастанием длины волны излучения.

### 1.3.3 Генераторы рентгеновского излучения

Рентгеновская трубка, [электровакуумный прибор](http://www.cultinfo.ru/fulltext/1/001/008/125/959.htm)*,* служащий источником рентгеновского излучения. Такое излучение возникает при торможении электронов, испускаемых катодом, и их ударе об анод (антикатод); при этом энергия электронов, ускоренных сильным электрическим полем в пространстве между анодом и катодом, частично преобразуется в энергию рентгеновского излучения. Излучение рентгеновской трубки представляет собой наложение тормозного рентгеновского излучения на характеристическое излучение вещества анода. Рентгеновские трубки различают различают: по способу получения потока электронов — с термоэмиссионным (подогревным) катодом, автоэмиссионным (острийным) катодом, катодом, подвергаемым бомбардировке положительными ионами и с радиоактивным () источником электронов; по способу вакуумирования — отпаянные, разборные; по времени излучения — непрерывного действия, импульсные; по типу охлаждения анода — с водяным, масляным, воздушным, радиационным охлаждением; по размерам фокуса (области излучения на аноде) — макрофокусные, острофокусные и микрофокусные; по его форме — кольцевой, круглой, линейчатой формы; по способу фокусировки электронов на анод — с электростатической, магнитной, электромагнитной фокусировкой[1,2,28,29].



Спектральный состав излучения трубки зависит от выбора материала анода. Для большинства областей применения оптимальным является родиевый анод, хотя другие материалы, например молибден, хром или золото, могут быть предпочтительнее в определенных случаях. [23,24,38].

При проведении анализа все элементы, присутствующие в образце, одновременно излучают фотоны характеристической флуоресценции. Для изучения концентрации какого-либо элемента в образце необходимо из общего потока излучения, поступающего от пробы, выделить излучение такой длины волны, которая является характеристической для исследуемого элемента[28,29].

На рис. 1.5 изображена схема рентгеновской трубки для структурного анализа.

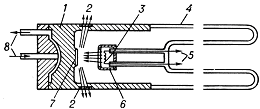


Рисунок 1.5-Схема рентгеновской трубки для структурного анализа

На рис.1.5 показано: 1- металлический анодный стакан (обычно заземляется); 2 — окна из бериллия для выхода рентгеновского излучения; 3 — термоэмиссионный катод; 4 — стеклянная колба, изолирующая анодную часть трубки от катодной; 5 — выводы катода, к которым подводится напряжение накала, а также высокое (относительно анода) напряжение; 6 — электростатическая система фокусировки электронов; 7 — анод (антикатод); 8 — патрубки для ввода и вывода проточной воды, охлаждающей анодный стакан.

### 1.3.4 Оптические параметры рентгеновских трубок

Различают действительные и эффективные фокусные пятна рентгеновских трубок[9,10,28].

Действительное фокусное пятно – сечение, в котором анод рентгеновской трубки пересекается электронным потоком.

Линейное фокусное пятно – действительное фокусное пятно резко выраженной прямоугольной формы, для которого характерно максимальное распределение интенсивности излучения вблизи центра прямоугольника.

Обычно для получения необходимой площади эффективного фокусного пятна при проектировании под небольшими углами выбирают отношение длины к ширине линейного фокусного пятна не менее двух.

Эффективное фокусное пятно – проекция действительного фокусного пятна на плоскость, перпендикулярную выбранному направлению. Обычно это направление совпадает с направлением центрального луча, т.е. луча, выходящего из центра фокусного пятна через центр выходного окна.

Качество рентгеновской трубки характеризуется ее «добротностью» – отношением допустимой кратковременной мощности к площади эффективного фокусного пятна. Уменьшением допустимого угла раствора рабочего пучка можно уменьшить угол среза анода и при неизменной площади эффективного фокусного пятна получить большую «добротность» трубки.

### 1.3.5 Электрические характеристики

В электронных рентгеновских трубках с накаливаемой нитью катода поток электронов получается путем термоэлектронной эмиссии, которая возникает при нагреве нити накала. Для того чтобы покинуть поверхность металла, электроны должны обладать энергией (работа выхода), достаточной для преодоления поверхностных сил, удерживающих электроны внутри металла. Для вольфрама эта энергия равна 4,52 эВ[28].

Теоретические статические анодные характеристики рентгеновской трубки с плоскими электродами, представляющие зависимость анодного тока, от постоянного анодного напряжения при различных неизменных значениях тока накала, показаны на рис.1.6.

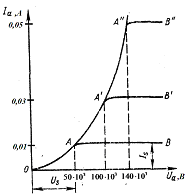


Рисунок 1.6 – Теоретические статические анодные характеристики рентгеновской трубки с плоскими электродами

На восходящем участке ОАувеличение анодного напряжения вызывает увеличение анодного тока в связи с тем, что в создании анодного тока принимают участие только те термоэлектроны, скорость которых достаточна, чтобы преодолеть тормозящее поле пространственного заряда у катода рентгеновской трубки.

Напряжение, при котором достигается насыщение, называется напряжением насыщения US, при этом ток, проходящий через рентгеновскую трубку, называется током насыщения, а его сила обозначается через IS.

Реальные анодные характеристики рентгеновских трубок значительно отличаются от теоретических и зависят от конструкции трубки.

На рис.1.7 изображены реальные анодные характеристики рентгеновских трубок различной конструкции.

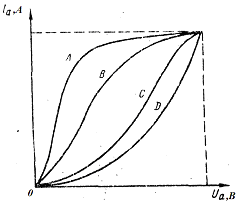


Рисунок 1.7 – Диодные характеристики рентгеновских трубок различной конструкции

На кривых *А* и *В* насыщение наступает при небольших анодных напряжениях. Такие трубки называются трубками с "большой проницаемостью". На кривой *С* насыщение наступает при больших напряжениях, на кривой *D* насыщение вообще не наступает. Рентгеновские трубки с такими характеристиками называются трубками с "малой проницаемостью".

Реальные характеристики на участке насыщения непараллельны оси абсцисс из-за роста эмиссионного тока с ростом анодного напряжения вследствие усиления поля у катода, уменьшающего работу выхода, и дополнительного нагрева катода при протекании анодного тока[25].

При другом способе построения анодных характеристик строится семейство кривых, выражающих зависимость между анодным током и током накала при определенном неизменном анодном напряжении эти характеристики называются эмиссионными.

Кроме статических анодных характеристик и эмиссионных характеристик на практике используются накальные характеристики, которые устанавливают связь между напряжением и током накала.

**1.3.6 Типы рентгеновских трубок**

Существует два типа рентгенофлуоресцентных спектрометров в которых выделение характеристического излучения происходит с помощью кристаллов-анализаторов. Такие спетрометры называются "спектрометры волновой дисперсии - (WDS)". Среди них различают спектрометры последовательного действия и квантометры.

На таких спектрометрах осуществляется последовательное выделение каждой характеристической линии рентгеновского излучения любого числа элементов с помощью движущегося кристалла-анализатора и высокоточного гониометра (прибора для измерения углов), сопряженного с устройством вращения, управляемого компьютером.

Преимущества приборов последовательного действия:

-Универсальность: определение любого числа элементов.

-Оптимальные условия измерения программируются для каждого элемента.

-Очень высокая чувствительность, низкие уровни детектирования.

С помощью квантометров осуществляются параллельные измерения.

Интенсивности характеристического излучения элементов измеряются одновременно благодаря использованию нескольких настроенных фиксированных "каналов" расположенных вокруг образца. Фактически каждый из них является отдельным спектрометром с кисталл-анализатором и детектором, настроенными на прием определенной длины волны одного элемента.

Преимущества квантометров: высочайшая скорость анализа при использовании для поточного контроля качества в индустрии; малое количество движущихся частей, прекрасная надежность в условиях промышленного предприятия.

контур напряжение рентгеноскопическая установка вычислитель

**2. АНАЛИЗ И СИНТЕЗ КОНТУРА УПРАВЛЕНИЯ НАПРЯЖЕНИЕМ РЕНТГЕНОСКОПИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ**

**2.1 Постановка общей задачи синтеза**

Системой автоматического управления называется совокупность объекта управления и управляющего устройства с помощью, которой происходит требуемое изменение управляемой величины. В нашем случае объектом управления является рентгеновская трубка, а САУ должна выполнять такие функции:

* стабилизировать работу и интенсивность излучения рентгеновской трубки;
* не реагировать на колебания напряжения сети и изменение анодного тока.

В данной дипломной работе будет разработана САУ, удовлетворяющая ТЗ, для стабилизации напряжения рентгеноскопической трубки. Таким образом, входом системы являются опорное напряжение, выходом – анодное напряжение. Без САУ рентгеноскопическая установка работать не может, так как колебания напряжения сети приводят к значительным колебаниям интенсивности излучения вследствие изменения анодного напряжения и тока.

Изменения анодного напряжения и особенно анодного тока могут также вызвать превышение допустимой мощности трубки либо номинального напряжения трубки при уменьшении анодного тока (уменьшение падения напряжения). В связи с тем, что химический состав веществ(оружие, контрабанда, наркотики, взрывоопасные вещества), которые необходимо контролировать на таможнях, разный. Поэтому возникает необходимость использования рентгеноскопических интроскопов. А чтобы данные были точными необходимо стабилизировать работу и интенсивность излучения рентгеновской трубки.

**2.2 Математическое описание системы управления**

**2.2.1 Формирование функциональной схемы СУ**

Функциональная схема, рассматриваемой системы, представлена на рис. 2.1.

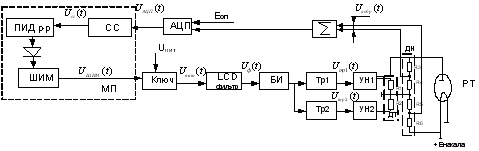


Рисунок 2.1-Функциональная схема контура управления напряжением рентгеноскопической установки

На данной схеме введены следующие обозначения:

ПИД регулятор; СС-схема сравнения;

ШИМ- широтно –импульсный модулятор;

МП – микропроцессор; АЦП – аналогово – цифровой преобразователь; БИ- блок инверторов; Тр1, Тр2– трансформатор;

УН1,УН2 – умножитель напряжения; РТ – рентгеновская трубка, ДТ – датчик тока, ДН – датчик напряжения.

**2.2.2 Линеаризация математической модели СУ**

Объектом управления для проектируемой системы является рентгеновская трубка 0.32BPM34-160 (рис. 2.2).

Линеаризованная математическая модель СУ является исходным материалом для нашей работы.

Построение модели выполнялось на основании теоретических зависимостей, рассмотренных в первом разделе и паспортных данных трубки, представленных в табл. 2.1

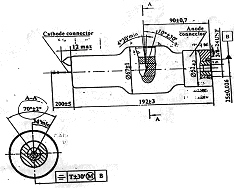


Рисунок 2.2 – Рентгеновская трубка 0.32BPM34-160

Таблица 2.1 Основные технические характеристики рентгеновской трубки 0.32BPM34-160

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Параметр | Не менее | номинальное | Не более |
| Ток накала, А | – | – | 3.3 |
| 2.3 | – | – |
| Напряжение накала, В | – | – | 3.6 |
| 1.7 | – | – |
| Анодное напряжение, кВ | 70 | – | 160 |
| Анодный ток, мА | – | – | 2 |
| Номинальная мощность трубки , кВт | – | 0.32 | – |
| Размеры эффективного фокусного пятна, мм |  |  |  |
| -ширина | – | 0.6 | 0.9 |
| -длина | – | 0.4 | 0.7 |

По чертежу трубки (рис. 2.2) определили расстояние между анодом и катодом d=60mm. Тогда зависимость плотности анодного тока на участке возрастания от анодного напряжения описывается выражением

. (2.1)



Номинальное значение площади эффективного фокусного пятна Sef=0,24мм2. Угол мишени, согласно чертежу трубки, равен 10º. Тогда площадь действительного фокусного пятна

. (2.2)



Зависимость анодного тока от напряжения описывается выражением

. (2.3)



Поскольку зависимости напряжения насыщения и тока насыщения от тока накала не известны, предположим, что при допустимых напряжениях насыщение не происходит. В таком случае изменение тока накала будет приводить к деформации анодной характеристики.

Такую деформацию можно учесть в виде коэффициента. Поскольку эмиссия увеличивается с ростом температуры, а отвод тепла от катода затруднен, то можно принять зависимость анодного тока от температуры катода пропорциональной зависимости от тепловыделения. Тогда анодный ток пропорционален квадрату тока накала, то есть квадрату катодного напряжения. По данным табл. 2.1 можно выбрать усредненный коэффициент пропорциональности, равный 0,01.

Полное выражение для анодного тока будет иметь следующий вид:

. (2.4)



**2.2.3 Построение модели объекта**

Поскольку полученная модель существенно нелинейна, то для ее линеаризации строили модель системы в первом приближении. Для этого воспользовались графиками статических характеристик для рентгеновских трубок, конструктивно сходных с исследуемой.

Накопление энергии в сердечнике высоковольтного трансформатора и в высоковольтной выпрямительной схеме вызывают инерционность канала напряжения. Нагрев катода трубки – наиболее инерционный процесс во всей системе рентгеновской установки.

Динамические характеристики объекта получим экспериментально на физически-подобной модели – электронно-лучевой трубке монитора. Постоянную времени канала напряжения – по задержке возникновения изображения (около 5с), а постоянную времени канала тока – по времени достижения полной яркости (около 9с).

Таким образом, в каждый канал модели объекта введем инерциальное звено первого порядка.

Линеаризованная модель объекта автоматического управления (рис. 2.3) включает, кроме собственно трубки, модели силовых цепей и датчиков обратной связи.



Рисунок 2.3 - Линеаризованная модель рентгеновской трубки

**2.2.4 Исследование и анализ функциональных свойств системы**

Исследуем статические и динамические свойства системы с помощью пакета MATLAB. Передаточная функция системы имеет вид:

; (2.5)



. (2.6)



Функция pzmap(sys) изображает диаграмму расположения нулей и полюсов линейной системы на плоскости корней. Полюсы изображаются маркером х, а нули – о. График представлен на рис. 2.4.

Используя команду damp(sys), вычислим собственные значения, коэффициенты демпфирования и собственные частоты. Результаты выполнения приведены в табл. 2.2

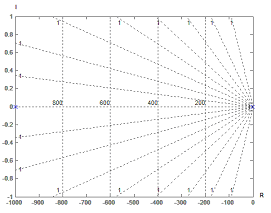


Таблица 2.2 Результат вычисления коэффициентов демпфирования

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Собственные значения | Коэффициенты демпфирования | Собственные частоты, рад/с |
| -6.25e-001  -1.00e+003 | 1.00e+000  1.00e+000 | 6.25e-001  1.00e+003 |

Используя команду step(sys), вычислим переходную функцию системы и построим ее график, с помощью команды margin(sys) - вычислим по частотным характеристикам системы запас по модулю, запас по фазе и соответствующие им частоты, а с помощью команды nyquist(sys) - поcтроим частотный годограф (диаграмму) Найквиста в координатах для определения устойчивости замкнутой системы.

Графики представлены на рис. 2.5, 2.6 и 2.7.

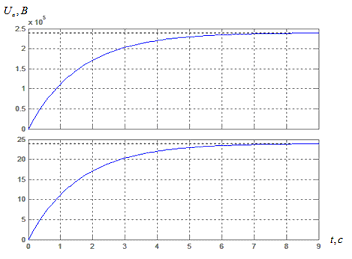


Рисунок 2.5 – Переходные функции системы по задающему и возмущающему воздействию

Из рис. 2.5 видно, что время переходного процесса по задающему воздействию равно 8,2с.

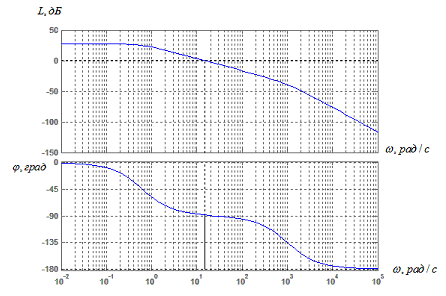


Рисунок 2.6 – Диаграмма Боде

Из рис. 2.6 видно, что запас по амплитуде – бесконечность, а запас по фазе–91,5°.

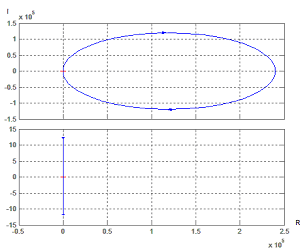


Рисунок 2.7 – Диаграмма Найквиста

Изучив полученные результаты, делаем вывод, что необходимо в систему вводить регулятор, так как нас не устраивает время переходного процесса, он не удовлетворяет требованиям ТЗ(tПП≤3с)

**2.3 Динамический расчет системы**

**2.3.1 Синтез цифрового корректирующего устройства с получением дискретной передаточной функции регулятора**

Синтез структуры системы управления обусловлен располагаемым приборным оборудованием и поставленными задачами.

Для построения контура стабилизации необходимо выбрать закон управления, который обеспечивал бы не только устойчивость контура управления, но и приемлемое качество переходных процессов и точность в установившемся режиме. Синтез структуры системы управления обусловлен располагаемым приборным оборудованием и поставленными задачами.

Используем пропорционально-интегрально-дифференциальный закон управления (ПИД - регулятор).

Для подбора коэффициентов регулятора в исходную систему строим ЛАЧХ и с его помощью подбираем коэффициенты.

**2.3.2 Синтез корректирующего устройства с помощью ЛАЧХ**

Построение располагаемой ЛАЧХ. Под располагаемой ЛАЧХ понимается характеристика исходной системы управления, построенной исходя из требуемых режимов стабилизации. Обычно под исходной системой понимается система, состоящая из управляемого объекта и управляющего устройства и не снабженная необходимыми корректирующими средствами:

(2.7)



Строим располагаемую ЛАЧХ. Для этого производим статический расчет САУ по задающему и возмущающему воздейставию.

Статический расчет САУ по задающему воздействию:

(2.8)



(2.9)



(2.10)



По возмущающему воздействию

(2.11)



(2.12)



 (2.13)

Из предложенных выбираем тот, который больше.



(2.14)



(2.15)



(2.16)



 (2.17)

(2.18)



Построение желаемой ЛАЧХ делается на основе тех требований, которые предъявляются к проектируемой системе управления, такие как перерегулирование, время переходного процесса, коэффициенты ошибок.

Определяем частоту фазы желаемой ЛАЧХ.

. (2.19)



Находим ЛАЧХ последовательного корректирующего устройства путем вычитания ЛАЧХ располагаемой системы и ЛАЧХ желаемой системы.

(2.20)



(2.21)



(2.22)



МП реализует передаточные функции регулятора и корректирующего звена. Из условия подавления помех определим .





Передаточная функция регулятора ПИД – типа имеет вид:

; (2.23)

; (2.24)

(2.25)



; (2.26)



Т.к при построении ЛАЧХ мы учитывали интегрирующее звено, поэтому при расчете мы эту составляющую не учитываем.

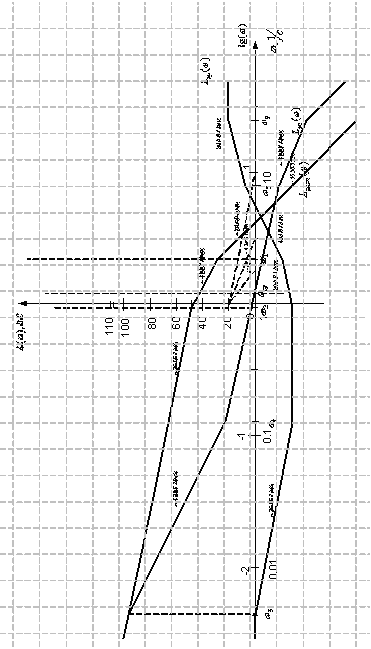




На рис. 2.8 изображено построение ЛАЧХ.

Выбор периода квантования Т является важным этапом проектирования ЦСАУ. Уменьшение Т облегчает условия устойчивости, приводит к повышению точности регулирования, загрузки ЦВУ и неэкономному расходу машинного времени.

Увеличение Т ухудшает качество регулирования ЦСАУ. Поэтому возникает проблема компромиссного решения, удовлетворяющего противоречивым требованиям.



Практика проектирования ЦСАУ позволяет сделать практический вывод: для обеспечения устойчивости ЦСАУ необходимо, чтобы частота 2/Т была, по крайней мере, на 0,5 декады правее частоты среза желаемой ЛАЧХ непрерывной части:

0,08с. (2.28)



Таким образом, данный метод определения Т исходит из обеспечения устойчивости ЦСАУ.

Передаточная функция цифрового регулятора имеет вид:

(2.29)



(2.30)



(2.31)



=; =; =. (2.32)



**2.3.3 Исследование и анализ функциональных свойств цифровой системы**

Структурная схема системы с цифровым регулятором представлена на рис. 2.9.

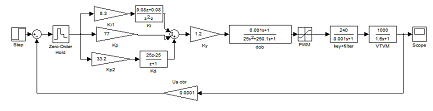


Рисунок 2.9 – Структурная схема исследуемой системы

Передаточная функция системы имеет вид:

. (2.33)

На рис. 2.10 показана переходная функция системы по задающему воздействию.

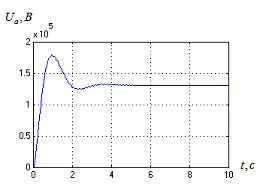


Рисунок 2.10– Переходная функция системы по задающему воздействию

Из рис. 2.10 видно, что время переходного процесса по задающему воздействию равно 2с.

На рис. 2.11 представлена диаграмма Боде.

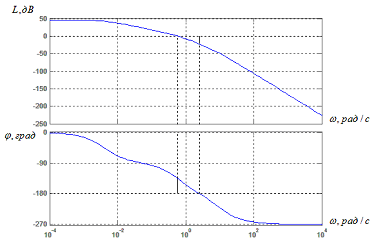


Рисунок 2.11 – Диаграмма Боде

Из рис. 2.11 видно, что запас по амплитуде – 22,7 дБ, а запас по фазе– 44,5 °. Исследуем влияние на систему возмущений.

В данной работе будет исследована реакция системы на такие возмущения: нестабильность питания(скачок) от - f1, пульсация от с частотой 100 Гц – f2 , наводки, шумы – f3.



Первым рассмотрим влияние пульсации на систему управления анодным напряжением в рентгеноскопической установке.

На рис. 2.12 показана структурная схема исследуемой системы.

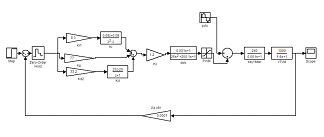


Рисунок 2.12 – Структурная схема исследуемой системы

Передаточная функция системы имеет вид:

. (2.34)

На рис. 2.13 изображена переходная функция системы по возмущающему воздействию, которое подается на 5 секунде.

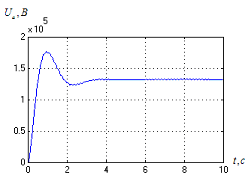


Рисунок 2.13– Переходная функция системы по возмущающему воздействию

Из рис. 2.13 видно, что время переходного процесса по возмущающему воздействию равно 8с.

Вторым рассмотрим влияние нестабильности питания на систему управления анодным напряжением в рентгеноскопической установке.

На рис. 2.14 показана структурная схема исследуемой системы.

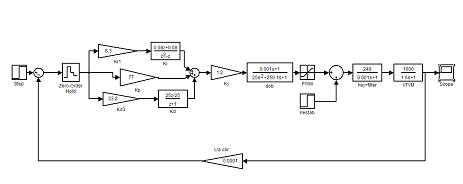


Рисунок 2.14 – Структурная схема исследуемой системы

Передаточная функция системы имеет вид :

. (2.35)

На рис. 2.15 показана переходная функция системы по возмущающему воздействию, которое подается на 5 секунде.

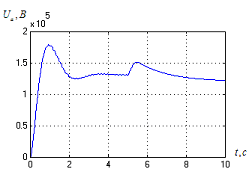


Рисунок 2.15– Переходная функция системы по возмущающему воздействию

Из рис. 2.15 видно, что время переходного процесса по задающему воздействию равно 6.5 с. Третье – влияние наводок на систему управления анодным напряжением в рентгеноскопической установке.

Передаточная функция системы имеет вид :

. (2.36)



На рис. 2.17 показана переходная функция системы по возмущающему воздействию, которое подается на 5 секунде.

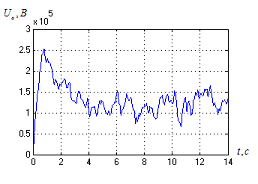


Рисунок 2.17– Переходная функция системы по возмущющему воздействию

Из рис. 2.17 видно, что время переходного процесса по возмущающему воздействию равно 4с. Теперь рассмотрим влияние всех возмущений на систему управления анодным напряжением в рентгеноскопической установке. На рис. 2.18 показана структурная схема исследуемой системы.

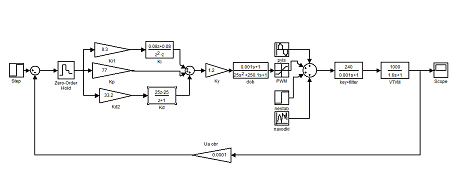


Рисунок 2.18 – Структурная схема исследуемой системы

Передаточная функция системы имеет вид :

. (2.37)



На рис. 2.19 показана переходная функция системы по возмущающему воздействию, которое подается на 5 секунде.

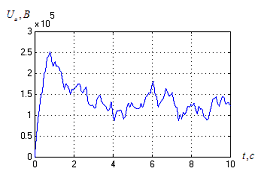


Рисунок 2.19– Переходная функция системы по задающему воздействию

Из рис. 2.19 видно, что время переходного процесса по возмущающему воздействию равно 5с. Изучив полученные результаты, делаем вывод, что полученная система удовлетворяет заданным в ТЗ данным.

В данной работе был проведен анализ и синтез системы стабилизации скорости вращения паровой турбины. А также синтез цифрового корректирующего устройства с получением дискретной передаточной функции регулятора, статический и динамический расчет системы.

**2.4 Экспериментальное определение коэффициента широтно-импульсного модулятора**

Существуют несколько способов ввода аналоговых сигналов в цифровую систему, альтернативных аналого-цифровому преобразованию. Одним из них является формирование широтно-модулированных импульсов по аналоговому сигналу и измерение их длительности микропроцессорным устройством.

ШИМ-модулятор состоит из генератора треугольных импульсов, выполненного на операционном усилителе LM324N, и компаратора.

Мультивибратор – генератор с самовозбуждением – генератор пилообразных (треугольных) импульсов. Он формирует два вида импульсов – прямоугольные и треугольные (пилообразные).

Компаратор выполняет сравнение двух сигналов. Он предназначен для логического сравнения двух различных величин. В данном случае компаратор сравнивает сигнал с измерительного элемента – терморезистора, включенного в резисторный делитель и сигнал, полученный с мультивибратора

Широтно-импульсный модулятор – преобразователь медленно меняющегося входного сигнала в последовательность импульсов, характеризующихся постоянством амплитуды и периода при изменении длительности импульса.

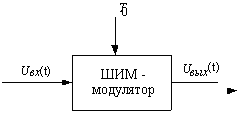


Рисунок 2.20 – ШИМ-модулятор

Для того, чтобы определить необходимо построить статическую характеристику.



– связь длительности импульса и напряжения.



– определение коэффициента широтно-импульсной модуляции.



На рис.2.21 представлена статическая характеристика ШИМ – модулятора.

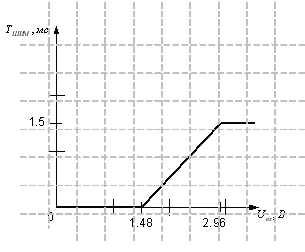


Рисунок 2.21 - Статическая характеристика ШИМ – модулятора

От 0 до 1.48 В у ШИМ – модулятора нечувствительная зона, с 1.48 В и до 2.96 В – линейный участок, а от 2.96 В – зона насыщения.



В нашей системе на ШИМ – модулятор подается напряжение и на выходе у него напряжение, поэтому посчитаем исходя из функциональной схемы, изображенной на рис. 2.22.



Рисунок 2.22 – ШИМ-модулятор



В данном разделе был произведен динамический расчет системы. Т.к характеристики системы не удовлетворяли ТЗ, то в систему был введен цифровой регулятор и рассчитаны его составляющие. Также рассмотрено влияние возмущений на систему, таких как пульсация, наводки и нестабильность напряжения в сети. Экспериментально был определен коэффициент широтно-импульсного модулятора, путем построения статической характеристики.

**3/ Конструкторская часть**

**3.1 Подготовка алгоритмов управления к реализации на управляющем вычислителе**

Данные на вычислитель поступают с двух источников. Первый, , это задающее воздействие. Второй, , это анодное напряжение. В данной системе контроллер будет реализовывать ПИД- закон управления.



(3.1)



(3.2)



(3.3)



(3.4)



(3.5)



(3.6)



(3.7)



(3.8)



Все величины представляют собой напряжение в диапазоне от 0. . .+5В. Коды данных величин поступают на микроконтроллер. Затем в ЦАП, потом на усилитель мощности. Мы получили алгоритм управления вычислителем с точки зрения управленца, теперь надо осуществить его программно. Мы можем посчитать сколько ячеек памяти нам нужно, т.е. объем. Переменные составляющие , такие как , , записываем в оперативную память, а коэффициенты(,,, ,) в постоянную память.



**3.2 Функциональная схема вычислителя**

Вычислитель предназначен для преобразования и обработки информации, задающего и анодного напряжения в обратной связи. На входе вычислителя аналоговый сигнал в диапазоне 0 … + 5V, и на выходе получен аналоговый сигнал в диапазоне 0 … + 10V. Функциональная схема вычислителя представлена на рис. 3.1. 4 – ех разрядный аналоговый переключатель с декодером, который переключает выход с 1 из 2 аналоговых входов применяется для реализации управляющего преобразования аналоговой информации в АЦП. Номер данного входа определяется двоичным числом поданным на управляющий вход. Информация относительно действий в двоичном коде непосредственно идет от микроконтроллера. Десяти разрядный ЦАП преобразует 8 –разрядный дискретный код в аналоговый, с этой целью на двух младших битах ЦАП мы представляем землю. Это подразумевает, что в вычислитель должены входить: микроконтроллер, ЦАП, АЦП, мультиплексор и согласующий усилитель.

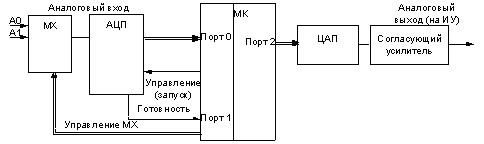


Рисунок 3.1 - Функциональная схема вычислителя

**3.2.1 Функциональная схема и характеристики интерфейса микроконтроллера**

В структуру микроконтроллера семейства MK51 входит: длина слова процессора 8 битов; генератор импульса часов; цепь управления и; таймеры - счетчики; цепь входа - выхода (параллельный и последовательные интерфейсы); блок обработки прерываний и т.д.

Через четыре запрограммированных параллельных порта вывода входа / выхода и один последовательный порт микроконтроллера соединяется с внешними устройствами. Цепь включения микроконтроллера К1816ВЕ51 представлена на рис. 3.2.

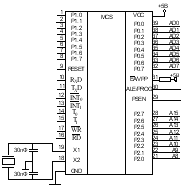


Рисунок 3.2 –Обозначение микроконтроллера K1816ВЕ51

**3.2.2 Аналогово-цифровой преобразователь K1113ПВ1**

Аналогово-цифровые преобразователи применяются в измерительных и измерительно – вычислительных комплексах, связывающих аналоговые источники, измеряющие сигналы, с цифровыми устройствами обработки и представления результатов измерения.

С целью сокращение количества вспомогательных элементов разработалась устройство, функционально законченное, совместимое с микропроцессорами, работающими с TTL-уровнями. АЦП имеет внутренний источник основного напряжения, генератор часов и компаратор напряжения. Металлокерамический корпус типа 238.18-1 с вертикальным расположением выводов.

Данный АЦП относится к классу АЦП последовательного типа, это функционально законченное и объединенное с микропроцессором устройство на уровне TTL-сигналов.

Цель выводов АЦП: АI - аналоговый вход (U = 0 … 10,24 B или-5,12 … 5,12 B); V = 0/1 - выбор, быть - / униполярным способом преобразования; В/С – сброс/старт преобразования; подача "прерывания" - минимум на 2 мкс; N0. N9 – выход 10 –разрядного кода; #DR - сигнал готовности данных ("конец преобразования"). Возможное входное напряжение: 0 … 10, 24 B или-5, 12 … 5, 12 B. Переключение режимов работы делается на входе V: в В=1 диапазон входного напряжения 0-10, 24 B, в V=0 операции конвертера в ,биполярном режиме (Uвх =-5, 12 … 5, 12 В). В этом случае диапазон конвертированного Uвх =-5, 12 … 5, 12 В, V=0.

В этом АЦП процесс конвертирования выполнен в “0” на входе (блок - преобразование). Для загрузки текущего целевого кода конвертера необходимо представить единицу (минимум на 2 мкс) на входе . После того, как подается “0” на вход начинает новый цикл преобразования. После завершения преобразования на входе (Готов) есть сигнал "0". В течение загрузки и преобразования на этой выходной единице поддержанные и информационные выходы АЦП находятся в условии высокого импеданса. После завершения преобразования, одновременно с сигналом готовности информации выхода, установлен код, соответствующий результату преобразования. Цепь включения ЦАП K1113ПВ1 представлена на рис. 3.3.

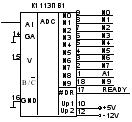


Рисунок 3.3 – Обозначение АЦП K1113ПВ1

Интегральная схема имеет устройства выхода с тремя устойчивыми условиями, которые упрощают ее интерфейс на ствол данных микропроцессора. Маленький АЦП может служить одному микропроцессору и напротив. Время преобразования Тtr составляет 30 мкс. Ввиду загрузки / начало и прием данных общий цикл преобразования составляет максимально 50 мкс, следовательно на АЦП такого типа возможно реализовать опрос сигналов с частотой до 20 kГц. Основное преимущество такого АЦП - непосредственно интерфейс с управляющим микропроцессорным блоком

**3.2.3** **Аналоговый ключ с декодером K590KH3**

Интегральная схема представляет восемь каналов (4×2) аналоговый переключатель с декодером. Корпус типа 402.16-18. Вес не больше, чем 1,2 гр.

Цель выводов:

S0 - логический выход 20; V - вход санкции; - напряжение мощности; Al0\_Al3 - аналоговые входы; Out – аналоговые выходы; GND - земля; S1 – логический выход 21. Условное графическое обозначение IC K590KH3 представлено на рис. 3.4.

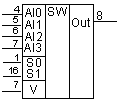


Рисунок 3.4 - Условное графическое обозначение K590KH3

Аналоговый переключатель с декодером позволяет делать опрос адреса каналов уровня сигнала на входах S0-S1 для управления передачей аналоговой информации в АЦП. Для операций в системах микропроцессора IC есть вход санкции операции - вывод V.

**3.2.4 Цифровой - аналоговый преобразователь K572ПA1**

Для операций ЦАП необходимо поместить шинный формирователь K533AП6. Цепь включения ЦАП представлена на рис. 3.5. интегральная схнма представляет 10-ти разрядный умножающий цифровой - аналоговый преобразователь. Он предназначен для преобразования прямого параллельного двоичного кода с 10 разрядами цифровых входов на аналоговые выходы, которые является пропорциональными значениями кода и основного напряжения .Корпус типа 201.16-8, вес не больше, чем 2

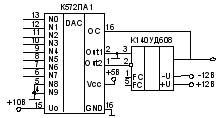


Рисунок 3.5 - Цепь включения DAC K572ПA1

Цель выводов: Out2 - аналоговый вход; Out1 - аналоговый выход; земля; N9 - цифровой вход 1 (старшая категория); N8\_N1 - цифровые входы 2 … 9; N0 - цифровой вход 10 (младшая категория); Vcc - напряжение мощности; U0 - основное напряжение; ОС - выход резистора обратной связи.

На входе мультиплексора аналоговый сигнал в диапазоне 0 …+ 5B. Управление мультиплексора выполняется подачей сигнала от порта P1 микроконтроллера. Как от порта P1 микроконтроллера управление (начало) через сигнал Старт и сигнал готовности АЦП к операции ГОТОВО делает шаги на порт P1. После этого информация с АЦП идет на порт P0 микроконтроллера, обработанная в нем и через порт P2 усиленная, , и там выход выводится на ЦАП, далее на исполнительное устройство. Кварцевый резонатор устанавливает частоту таймера операции микроконтроллера. В приложении представлена схема цепи вычислителя.

Принципиальная схема управляющего вычислителя, спецификация и сборочный чертеж представлены в приложении А.

**3.2 Разработка программного обеспечения на языке ассемблер используемого микропроцессором**

Вычислитель на основе микроконтроллера выполняет следующие операции: - прием и обработка информации задающего воздействия, анодного напряжения; - реализация закона управления; - реализация сигнала ШИМ. На рис. 3.6 представлен упрощенный алгоритм операций вычислителя. Управление мультиплексора выполнен через V – разрешение работы мультиплексора и S0, S1 - адреса входов, которые коммутируются с выходом. Сигнал готовности АЦП к операции ГОТОВО на порт P1 микроконтроллера делается от управления микроконтроллера (старт) через сигнал СТАРТ. После этого информация с АЦП переводится на порт P0 микроконтроллера, обрабатывается и через порт P2 выводится на ЦАП.

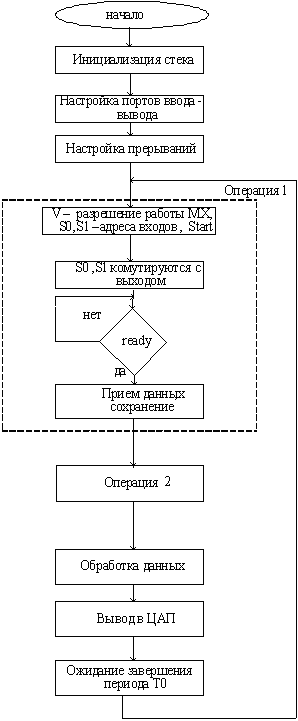


Рисунок 3.6 – Блок - схема операций вычислителя

Расчет параметров настройки таймеров:

Таймер Т0 работает в режиме 16-ти разрядного таймера, следовательно

*Nmax=65535;*. (3.9)



Формула для определения стартового числа:

. (3.10)



Для вычисления стартового числа разобьем Tdiscr*=*80 мс на два по 40 мс.

Tdiscr=40 мс, следовательно. (3.11)



Определим время Т0.

(3.12)



Если < Tdiscr , то программа реализуема.



**4. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС СБОРКИ ПЕЧАТНОГО УЗЛА ВЫЧИСЛИТЕЛЯ**

**4.1 Анализ технологичности**

Под технологичностью изделия понимают совокупность свойств конструкции изделия, проявляемых в возможности оптимальных затрат труда, средств, материалов и времени при технологической подготовке производства, изготовлении, эксплуатации и ремонте при обеспечении необходимого качества изделия. Стандарты ЕСТПП предусматривают обязательную отработку конструкции на технологичность на всех стадиях ее создания с помощью показателей технологичности.

Показатель технологичности – качественная или количественная сравнительная оценка того или иного свойства или совокупности свойств объекта, которая используется для принятия управленческого решения по изменению или стабилизации этого свойства или их совокупности.

Исходными данными для анализа технологичности являются: чертеж конструкции изделия (сборочный чертеж), соответствующая ему спецификация, технологические документы.

### 4.1.1 Качественная оценка технологичности

Качественная оценка технологичности раскрывает конструктивно-технологические особенности изделия к изготовлению по основным видам работ. Она выражается понятиями: "хорошо – плохо", "соответствует – не соответствует", "технологично – не технологично", "допустимо – недопустимо".

- Компоновочные решения: Данная печатная плата имеет прямоугольную форму , является однослойной и односторонней, так как ЭРЭ расположены с одной стороны – технологично, так как упрощает сборку, пайку и позволяет автоматизировать работы.

На плате отсутствуют окна и отверстия большого размера – технологично, упрощает сборку (не будет усложнений при пайке) и позволяет автоматизировать работы;

Элементы расположены со средней плотностью (монтаж на поверхность) – технологично, так как не вызывает трудностей при закреплении элементов на плату; Форма печатной платы из размеров со стандартного ряда – технологично; компоненты платы расположены параллельно либо перпендикулярно сторонам печатной платы, что является технологичным и доступным для автоматизации:

- взаимозаменяемость: полная, так как все элементы стандартные, соответствуют гостам , легко заменяются аналогами;

- контролепригодность: хорошая: существует возможность проведения контроля как поэлементно до сборки, так и в процессе сборки. Легко осуществляется контроль собранного изделия в целом – технологично.

Вид подготовки: выводы всех ЭРЭ лудятся, формуются и обрезаются.

Вид установки: 1) на свои выводы в отверстие с подгибкой выводов; 2) приклеиванием. Установку элементов возможно производить на плату большей частью автоматически (на свои выводы, а микросхемы - на клей);

Вид монтажа: наведение надежных электрических связей осуществляется с помощью пайки;

- инструментальная доступность: хорошая, так как ЭРЭ на печатной плате не закрывают друг друга (свободный доступ к элементам) и плотность их размещения средняя;

- регулируемость: Данная плата не содержит элементов настройки, значит регулировка не требуется и это технологично;

- способы защиты от внешних воздействий: покрытие лаком от воздействия влаги - технологично.

### 

### 4.1.2 Количественная оценка технологичности

Исходными данными для анализа технологичности являются:

Нмс =6– общее количество микросхем и микросборок в изделии.

Нэрэ =13– общее количество ЭРЭ.

Нам=149 – количество монтажных соединений, которые могут осуществляться механизированным или автоматизированным способом.

Нм =149– общее количество монтажных соединений.

Нмпэрэ=7– количество ЭРЭ, подготовка которых к монтажу может осуществляться автоматизированным или механизированным способом.

Нмкн=5– количество операций контроля и настройки, которые можно осуществить механизированным способом.

Нкн =6– общее количество операций контроля и настройки.

Нт эрэ =13– общее количество типоразмеров ЭРЭ в изделии.

Нт ор эрэ =0– количество типоразмеров оригинальных ЭРЭ в изделии.

Вычисления частных показателей технологичности:

-коэффициент использования микросхем и микросборок:

; (4.1)



-коэффициент автоматизации и механизации монтажа изделия:

; (4.2)



-коэффициент автоматизации и механизации подготовки ЭРЭ к монтажу:

; (4.3)



-коэффициент автоматизации и механизации операций контроля и настройки электрических параметров:

; (4.4)



-коэффициент повторяемости ЭРЭ:

; (4.5)



-коэффициент использования ЭРЭ:

; (4.6)



Определение значения комплексного показателя технологичности:

*К =kiφi/φi,* (4.7)



где *ki* – значение показателя по таблице базовых показателей технологичности электронных блоков; φi – значимость показателя; i– порядковый номер показателя; *s* – общее число показателей.

Весовая значимость показателей: φ1= φ2=1, φ3=0.75, φ4=0.5, φ5=0.31, φ6=0.187. Комплексный показатель:

. (4.8)



По комплексному показателю можно сделать выводы, что конструкторская документация является технологичной для стадии технологической подготовки производства «разработка рабочей документации для серийного производства», т.к. комплексный показатель попадает в пределы 0.5 – 0.8 для электронных блоков.

**4.2 Разработка технологической схемы сборки**

Разработка технологического маршрута сборки начинается с расчленения изделия или его части на сборочные элементы путем построения схем сборочного состава, и технологических схем сборки. Расчленение изделия на элементы проводится независимо от программы его выпуска и характера технологического процесса сборки. При разработке технологической схемы сборки формируется структура операций сборки, устанавливается их оптимальная последовательность, вносятся указания по особенностям выполнения операций. Схемы сборки составляют как для отдельных сборочных единиц, так и для общей сборки изделия.

Технологическая схема сборки раскрывает структуру изделия, его расчленённость на составные части. Она позволяет определить последовательность сборки и возможность организации сборочного процесса. Также с её помощью можно выделить минимальные по объёму самостоятельно выполняемые работы (переходы). За базовую деталь выбираем плату (поз.1).Маркируем эмалью: ставим фабричный номер и номер изделия, а затем сушим. Устанавливаем микросхему поз.2 согласно пункту 1,10, клеим ее и паяем, промываем, сушим, и делаем контроль. Далее устанавливаются конденсаторы поз.13, кварц поз.8, резисторы поз.12, стабилитрон поз.14 с одновременной подгибкой выводов (п.2). После этого устанавливаем микросхемы 3-7 с подгибкой диагональных выводов. Затем делаем контроль (п.4). Установленные элементы паяются. Затем идет промывка, сушка и контроль (п.4). После этого производится контроль электрических связей (п.4), пайка, промывка, сушка и снова контроль. Далее производится лакирование. После установки основных элементов, устанавливаем разъемы поз. 9-11(п.9). После этого производится пайка волной, промывка, сушка, контроль, лакирование, контроль. И в завершении клеймить.

**4.3 Разработка маршрутной технологии**

Для проектирования операций необходимо знать маршрутную технологию общей и угловой сборки, схему базирования и закрепления изделия, намеченные ранее операции. Проанализировав типовой технологический процесс сборки типовых конструкций электронных узлов и блоков, установим следующие операции единичного технологического процесса сборки блока ПВС: комплектовочная, подготовительная, промывка, маркировка, сушка, лужение выводов, формовка, подготовительная обрезка выводов, сборка, пайка, лакирование, клеймить, контроль.

**4.4 Разработка операционной технологии**

При проектировании операции уточняют ее содержание, устанавливают последовательность и возможность совмещения переходов во времени, окончательно выбирают оборудование, приспособления и инструменты (или дают задание на их конструирование), назначают режимы работы сборочного оборудования, корректируют нормы времени, устанавливают настроечные размеры и составляют схемы наладок.

**4.4.1 Выбор операции для разработки и оптимизации по производительности**

Разработку операционной технологии рассмотрим на примере одной операции. Возьмём сборочную операцию 70 – установка ЭРЭ на печатной плате в количестве 11 штук. Установку радиоэлементов можно производить различными способами: вручную, на автоматических линиях или с помощью различных автоматов и полуавтоматах.

**4.4.2 Установление содержания переходов, вариантов выполнения операции и их нормирование**

При ручной установке навесных ЭРЭ на печатную плату с креплением и подгибкой выводов выполняются следующие переходы:

Таблица 4.2 Переходы при ручной установке навесных ЭРЭ на печатную плату с креплением и подгибкой выводов

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № перехода | Содержание переходов | ТОП справочное | Количество ЭРЭ | ТОП расчетное |
| 1 | Извлечь плату из тары | 0,2 | 1 | 0,2 |
| 2 | Установить плату на подставку | 1,99 | 1 | 1,99 |
| 3 | Извлечь ЭРЭ из тары | 0,03 | 1 | 0,03 |
| 4 | Установить ЭРЭ на плату, вставив выводы в соответствующие отверстия платы | 0,07  0,09 | 1 | 0,07  0,09 |
| 5 | Подогнуть выводы с обратной стороны платы |
| 6 | Обрезать излишки выводов |
| 7 | Повторить переходы 3-6 для остальных ЭРЭ согласно чертежу | 0.19 | 10 | 1,9 |
| 8 | Снять плату с установленными ЭРЭ с подставки | 1,8 | 1 | 1,8 |
| 9 | Уложить плату с установленными ЭРЭ в тару | 0,5 | 1 | 0,5 |
| Общее | | | | 6,58 |

При установке навесных ЭРЭ на печатную плату при помощи установки программируемой сборки «Силуэт» АЦУ.461.00.00.0000 выполняются следующие переходы:

Таблица 4.3 Переходы установке навесных ЭРЭ на печатную плату при помощи установки программируемой сборки «Силуэт» АЦУ.461.00.00.0000.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № перехода | Содержание переходов | ТОП справочное | Количество ЭРЭ | ТОП расчетное |
| 1 | Включение тумблера «Сеть» | 0,05 | 1 | 0,05 |
| 2 | Извлечь плату из тары | 0,2 | 1 | 0,2 |
| 3 | Установить плату на монтажный стол | 0,05 | 1 | 0,05 |
| 4 | Произвести загрузку элементов во внутренние кассы транспортера, предварительно извлекши ЭРЭ из тары. | 0,05 | 11 | 0,55 |
| 5 | Произвести запись программы размещения элементов на печатной плате | 0,05 | 1 | 0,05 |
| 6 | Извлечь элемент из кассы | 0,03 | 1 | 0,03 |
| 7 | Произвести установку элементов на печатную плату согласно записанной программы с учетом пятна светового указателя | 0,04 | 1 | 0,04 |
| 8 | Повторить переходы 6-7 для остальных ЭРЭ согласно чертежу | 0,07 | 10 | 0,7 |
| 9 | Закрепить элементы на печатной плате технологическим прижимом | 0,03 | 1 | 0,03 |
| 10 | Снять плату с технологическим прижимом с монтажного стола | 0,02 | 1 | 0,02 |
| 11 | Подогнуть выводы элементов с обратной стороны печатной платы в соответствии с ОСТ 92-9389-80 | 0,06 | 11 | 0,66 |
| 12 | Снять технологический прижим | 0,02 | 1 | 0,02 |
| 13 | Уложить плату с элементами в тару | 0,5 | 1 | 0,5 |
| Общее | | | | 2,9 |

Разработка маршрутной технологии и операционной технологии представлена в приложении В.

**4.4 Разработка операционной технологии**

**4.4.3 Определение оптимального варианта выполнения операции по производительности в зависимости от числа изделий в партии**

##### Выполним нормирование данной операции:

, (4.9)



где – количество изделий в партии



, (4.10)



где *К=1; К1=7,6%Топ; К2=3%Топ* (4.11)

для установки на устройстве программируемом «Силуэт»:

(мин); (4.12)



;(мин) (4.13)



; (4.14)



для ручной установки:

(мин); (4.15)



(мин); (4.16)



. (4.17)



По полученным в п.4.4.2 характеристикам построим графики. Графики трудоёмкости операций в ручном режиме и на установке «Силуэт» показаны на рис. 4.1.

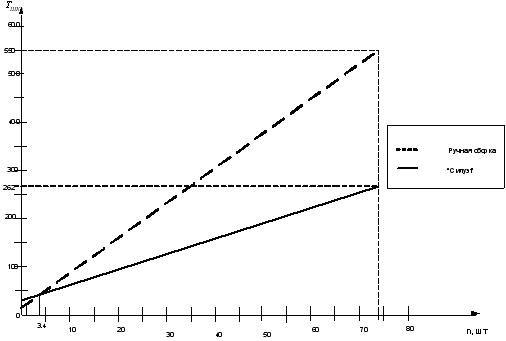


Рисунок 4.1 - Трудоёмкости операций в ручном режиме и на установке «Силуэт»

Характерной точкой на представленых графиках является критический объем партии nкр=3.4 шт, при котором оба варианта выполнения операции подготовки ЭРЭ к сборки равноценны.Учитывая, что наше n=74, из полученных графиков видно, что для данного ТП целесообразнее использовать установку программируемую «Силуэт», так как 262.165< 550,893, то есть трудоемкость операций на установке «Силуэт» меньше, чем в ручном режиме.

# 5. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

## 5.1 Описание изделия

К выпуску предлагается система управления напряжением рентгеноскопической установки.

Разрабатываемое устройство предназначено для использования в составе досмотровых комплексов.

Также возможно использование данной системы в таможенных службах, таких как аэропорты и автовокзалы, в службах безопасности и лабораториях.

Система досмотра багажа состоит из следующих функциональных блоков:

- вычислительный блок;

- аналогово – цифровой преобразователь;

- блок инверторов;

- трансформатор;

- умножитель напряжения;

- рентгеновская трубка.

Основные функции системы – обеспечение точности изображения, заданных значений частоты и интенсивности рентгеновского излучения, которые зависят от параметров питания рентгеновской трубки (анодное напряжение). Устройство имеет следующие технические характеристики:

– напряжение питания – 240 В;

– схема включения рентгеновской трубки – со средней точкой;

– управляемые параметры: анодное напряжение, анодный ток;

– интерфейс управления – аналоговый 0…30 В.

Устройство отвечает современным требованиям, предъявленным к приборам подобного класса, по надежности конструкции, производительности, габаритным размерам, массе.

**5.2 Оценка рынка сбыта установки**

В данном пункте будут выявлены и оценены сегменты рынка сбыта проектируемого изделия. Сегмент – это группа потребителей, одинаково реагирующих на товар.

Разрабатываемая система поставляется таможенным службам и отдельным организациям, требующим высокого уровня безопасности как конечное изделие. Поскольку данные системы производятся по заказу, то сегментирование рынка целесообразно проводить по конечным заказчикам. Кроме того, потребителями являются также лаборатории, занимающиеся рентгеноструктурными исследованиями.

Определим полную потребность в товаре данного вида:

, (5.1)



где L – количество сегментов рынка;

– годовая емкость i-го сегмента, шт.



Полная потребность сегмента в товаре определяется следующим образом:

,(5.2)



где – количество потребителей в i-м сегменте;



– коэффициент охвата, т.е. доля покупателей, которые могут приобрести товар в i-м сегменте;



– комплектность покупки, т.е. среднее количество изделий, необходимое одному покупателю в i-м сегменте.



При укрупненных расчетах годовой емкости можно учесть средний срок повторения покупки подобных товаров

, (5.3)



где – средний срок повторения покупки в i-м сегменте;



– коэффициент резерва.



Распространение изделия предполагается на территории Украины. Результаты сегментирования рынка отображены в табл. 5.1

Таблица 5.1 Результаты сегментирования рынка сбыта

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Организация |  |  |  | , шт | ,  лет |  | ,  шт/год |
| Таможенные организации | 150 | 0,4 | 6 | 360 | 5 | 0,1 | 79,2 |
| Службы безопасности | 400 | 0,3 | 1 | 120 | 3 | 0 | 40 |
| Лаборатории | 70 | 0,6 | 2 | 84 | 2 | 0,05 | 44,1 |
| Итого | 620 |  |  | 564 |  |  | 163 |

Таким образом, годовая емкость украинского рынка для предлагаемого изделия составляет 163 шт./год. В результате поиска изделий-конкурентов были определены основные производители систем управления рентгеновскими установками, предлагающими свою продукцию на территории Украины. В таблице 5.2 приведены сводные данные о емкости рынка Украины, занимаемого изделиями-конкурентами.

Таблица 5.2 Сводные данные о емкости рынка

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Часть рынка | Емкость рынка | |
| % | шт./год |
| Годовая емкость | 100 | 163 |
| Smiths Heimann GmbH | 15 | 24 |
| Rapiscan Systems | 35 | 57 |
| ЗАО "Тестрон" | 10 | 16 |
| Итого конкурентов | 60 | 97 |
| Свободная емкость | 40 | 66 |

Свободная емкость для предлагаемого изделия составляет примерно 40% общей емкости рынка. Объем реализации составляет 66 шт./год.

## 5.3 Прогнозирование себестоимости изготовления изделия

Для определения себестоимости системы управления рентгеноскопической установкой мы подробнее рассмотрим один из блоков данной системы. Стоимость блока вычислителя составляет 7% от стоимости всей системы.

**5.3.1 Расчет себестоимости блока вычислителя**

Для определения себестоимости блока применим метод структурных коэффициентов.

При этом методе детальный расчёт производится не по всем статьям калькуляции, а только по одной из них. Полная величина себестоимости определяется по удельному весу этой статьи в общей себестоимости. Удельные веса (структурные коэффициенты) принимаются по подобным конструкциям, освоенным в производстве.

Себестоимость нового прибора определяется по формуле:

, (5.4)



где Сп – затраты на покупные изделия в разрабатываемой аппаратуре;

Уп – удельный вес затрат на покупные изделия в себестоимости аналогичных изделий.

Расчет количества и стоимости покупных изделий, входящих в проектируемый БВ приведен в табл. 5.3.

Таблица 5.3 Себестоимость покупных изделий

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование покупных изделий | Тип, техническое обозначение | Количество изделий в приборе | Цена за единицу изделия, грн | Сумма,грн |
| Корпус вычислителя |  | 1 | 2 | 2 |
| Микросхемы |  |  |  |  |
| К1113ПВ1 | DA3 | 1 | 7 | 7 |
| К572ППА1 | DA2 | 1 | 8,15 | 8,15 |
| К140УД608 | DA4 | 1 | 3 | 3 |
| К590КНЗ | DA1 | 1 | 9,38 | 9,38 |
| К1533 | DD2,DD3 | 2 | 1,85 | 3,7 |
| K1816BE51 | DD1 | 1 | 7,03 | 7,03 |
| Разъем | DRB -9MA | 1 | 1 | 1 |
| Конденсаторы |  |  |  |  |
| К 10-7B-10пФ±20%-В | С1-С3 | 3 | 0,15 | 0,45 |
| К 50-6-10-100мкФ±20%-В | С4-С6 | 3 | 0,30 | 0,90 |
| Резисторы | R1-R4 | 4 | 0,15 | 0,60 |
| Диод | VD1 | 1 | 0,60 | 0,60 |
| Кварцевый резонатор | ZQ1 | 1 | 1,02 | 1,02 |
| Плата |  | 1 | 2 | 2 |
| Итого |  |  |  | 46,83 |
| Транспорно-изготовительные-расходы(4%) |  |  |  | 1,87 |
| Всего |  |  |  | 48,7 |

Используя данные таблицы 5.3, рассчитаем себестоимость вычислителя. При этом удельный вес затрат Уп принимаем равный 50%.

. (5,5)



Приведем структуру полной себестоимости в табл. 5.4.

Таблица 5.4 Структура полной себестоимости изделия

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Статьи затрат | Доля себестоимости,% | Доля себестоимости, грн |
| Основные материалы | 8 | 7,79 |
| Покупные изделия | 50 | 48,7 |
| Заработная плата производственных рабочих | 10 | 9,74 |
| Расходы на эксплуатацию оборудования | 20 | 19,48 |
| Общезаводские расходы | 10 | 9,74 |
| Внепроизводственные расходы | 2 | 1,9 |
| Итого полная себестоимость: | 100 | 97,4 |

Приближенная стоимость всей системы управления определяется, если известна себестоимость одного из блоков, а также доля, которую данный элемент занимает в общей цене изделия – аналога.

**5.3.2 Расчет себестоимости и цены системы управления**

Блок вычислителя составляет 7 % от стоимости всей системы. Поэтому себестоимость системы определяем по формуле :

где , (5,6) . (5,7)



Цена изготовления изделия с учетом прибыли составляет:

, (5,8)



где α – процент прибыли, который равен 25%.

. (5,9)



Цена изготовления с учетом налога на добавочную стоимость (НДС):

, (5,10)



где Н – процент налога на добавочную стоимость, который составляет 20%.

. (5,11)



В результате проведенных вычислений была получена цена, реализации системы, которая составила 2086 грн.

## 5.4 Анализ конкурентоспособности изделия

Проведем анализ конкурентоспособности нового разрабатываемого изделия с помощью обобщенного показателя качества, который учитывает всю систему основных единичных показателей, и характерен для рассматриваемого устройства.

В пункте 5.2. были выявлены основные конкуренты на украинском рынке, такие как Smiths Heimann, Rapiscan Systems, ЗАО "Тестрон". Главным отличием их изделий от разрабатываемой системы является то, что их системы аналоговые, а не цифровые. Так же отличие в технических характеристиках, которые будут приведены ниже.

Сравнение характеристик предлагаемого устройства будет производиться с наиболее близкими моделями каждого производителя.

Показателями качества предлагаемого изделия являются:

– точность изображения;

– рабочий диапазон частот излучения;

– стабильность поддержания частоты излучения;

– стабильность поддержания интенсивности излучения;

– наработка на отказ;

– потребляемая мощность;

– цена устройства.

При сравнении вариантов используется следующий порядок расчета.

1. Выделяются эталонные значения отдельных показателей качества и формируется гипотетический вариант.



Гипотетический вариант – искусственно созданный вариант, у которого каждый показатель имеет лучшее возможное значение.

2. Каждому показателю качества присваиваем коэффициент весомости, в сумме которые равны 1.

3. Рассчитывается относительное значение единичных показателей путем сравнения с с учетом того, что для гипотетического варианта относительные показатели равны единице , для других 1.



Точность изображения, рабочий диапазон частот излучения, стабильность поддержания частоты излучения, стабильность поддержания интенсивности излучения, наработка на отказ оценивались по десятибалльной системе.

Для максимизируемых показателей качества (показатели 1-5 табл.5.5)

, (5.12)



а для минимизируемых (показатели 6,7) ,



где – абсолютные значения i-го показателя для рассматриваемого j-го варианта;



– абсолютные значения i-го показателя для гипотетического варианта.



Определяются обобщенные показатели качества для всех рассматриваемых вариантов



(5.13)

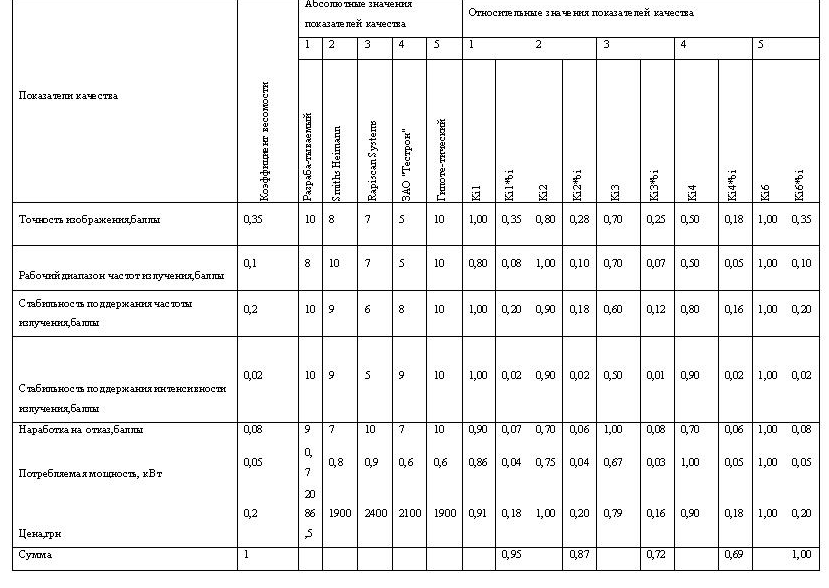


где – коэффициент весомости i-го показателя.



Расчёты обобщенных показателей качества представлены в табл. 5.5.

Таблица 5.5 Расчёт обобщенных показателей качества



Исходя из результатов сравнительного анализа, наибольшее значение показателя качества имеет разрабатываемое изделие. Ближайшим конкурентом является продукция Smiths Heimann GmbH. Уровень качества предлагаемого изделия в сравнении с этим конкурентом составляет:

. (5.14)



Сравнение изделий, присутствующих на украинском рынке, показало, что разрабатываемое изделие обеспечивает наибольшую точность изображения, стабильность частоты излучения, стабильность интенсивности излучения – основные требования для автоматических детекторов и лабораторных систем. По второстепенным техническим показателям (рабочий диапазон, потребляемая мощность, наработка на отказ) новое устройство обладает средними показателями. Цена изделия – также на среднем уровне.

Таким образом, уровень качества проектируемого изделия превосходит единицу. По полученному уровню качества можно сделать вывод, что положение на рынке разрабатываемого изделия будет устойчивым. При удачной маркетинговой политике возможно расширение рынка сбыта за счет вытеснения уступающих по качеству изделий на емкость большую, чем определена в пункте 5.2.

## 5.5 Стратегия маркетинга

В этом пункте будут освещены вопросы: организация сбыта изделия, реклама, сервисное обслуживание.

Сбыт разрабатываемого изделия будет осуществляться прямыми поставками в виде мелкооптовой торговли по предварительному заказу. Сроки поставок и способы доставки изделий оговариваются изготовителем с каждым конкретным потребителем. Изготовитель предоставляет гарантию на комплектность изделий, доставку партии в оговоренный срок, а также обеспечивает установку и гарантийное обслуживание в течение срока, заданного в технической документации. При разработке устройства предусматриваются затраты на его рекламу. Изделие будет рекламироваться в журналах технического направления (физика, электроника, автоматика, метрология, системы безопасности), а также на специализированных сайтах с подобной тематикой. Первоочередное внимание предоставляется участию в специализированных выставках. Сервисное обслуживание включает: доставка, установку устройства на рабочем месте, обучение работе с устройством, гарантийный ремонт. Кроме того, возможно платное обслуживание изделий, по истечении гарантийного срока. При заключении договоров о поставке изделий предусматривается возможность разработки модификаций базового устройства, сопряжения его с оборудованием заказчика, а также модернизации оборудования заказчика на базе разрабатываемого устройства.

## 5.6 Баланс доходов и расходов

Система будет изготавливаться на приборостроительном заводе.

Исходя из оценки рынка сбыта изделия и анализа его конкурентоспособности, в табл. 5.6 представлен план доходов и расходов. Годовой объем реализации продукции в первый год составляет 65 изделий. Второй и третий годы учитывают вытеснение конкурентов благодаря постепенному ознакомлению потенциальных покупателей с предлагаемой продукцией, приобретению постоянных клиентов, что ведет к расширению сегмента рынка. Себестоимость и цена реализации изделия без НДС рассчитаны в пункте 5.3. Прибыль рассчитывается как разность между выручкой от реализации (в ценах продажи без налога на добавленную стоимость) и стоимостью изготовления.

Таблица 5.6 Баланс доходов и расходов на предлагаемое изделие

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Показатели | | | Годы производства и реализации товара | | |
| № | Наименования | Единицы измерения | Первый | Второй | Третий |
| 1 | Объем реализации | шт/год | 65 | 70 | 75 |
| 2 | Цена продажи изделия (без НДС) | грн/шт | 1738,75 | 1738,75 | 1738,75 |
| 3 | Выручка от реализации | грн/год | 113018,75 | 121712,5 | 130406,25 |
| 4 | Себестоимость системы | грн/шт | 1391 | 1391 | 1391 |
| 5 | Себестоимость реализованных изделий | грн/год | 90415 | 97370 | 104325 |
| 6 | Прибыль от реализации изделий | грн/год | 22603,75 | 24342,5 | 26081,25 |

## 5.7 Заключение

Основными потребителями предлагаемой системы управления рентгеновским излучателем являются производители средств досмотра багажа, и лаборатории, занимающиеся рентгеноструктурными исследованиями. Произведено сегментирование рынка, определен свободный сектор рынка, который составляет 40% общей емкости рынка или 66 шт./год. Определена годовая программа выпуска 65 шт. При условии вытеснения конкурентов предполагается увеличение программы выпуска до 75 шт./год.

Методом структурных коэффициентов определена себестоимость системы управления - 1391 грн. Цена реализации с учетом предполагаемой прибыли и НДС составляет грн.



Произведен анализ конкурентоспособности нового разрабатываемого изделия с помощью обобщенного показателя качества. Определен ближайший конкурент – Smiths Heimann GmbH. Уровень качества разрабатываемой системы в сравнении с изделием конкурентом составляет 1,087. Сырье, материалы и комплектующие изделия, используемые для выпуска устройства, не являются остро дефицитными, их предлагается покупать у реализаторов на территории Украины. Прогнозируемая прибыль после первого года реализации изделия составляет 22604 грн., после второго – 24342 грн., после третьего – 26081 грн.

**6. безопасность жизнедеятельности**

## 6.1 Выявление и анализ вредных и опасных производственных факторов, действующих в рабочей зоне проектируемого объекта

Разработка модели системы управления, исследование ее характеристик, разработка принципиальной схемы, печатной платы и даже написание технической документации неразрывно связаны с использование компьютера. В процессе работы оператор подвергается влиянию разнообразных вредных и опасных факторов, связанных с работой в аудитории с компьютерами. Поэтому при проектировании системы управления напряжением рентгено-телевизионной установкой необходимо учитывать вопросы безопасности труда.

В данном разделе будет рассматриваться рабочее место оператора.

Данная работа относится к легким физическим работам, но характеризуется напряженным умственным трудом, то руководствуясь ГОСТ 12.1.005-88, ее относят к категории Ia (легкой), так как работа оператора производится сидя, не требует систематического физического напряжения или поднятия и переноса тяжестей (расход энергии при выполнении работы до 139 Вт).

Вредный производственный фактор – производственный фактор, воздействие которого на работающего в определенных условиях приводит к заболеванию или снижению работоспособности.

Опасный производственный фактор – производственный фактор, воздействие которого на работающего в определенных условиях приводит к травме или другому внезапному ухудшению здоровья.

Согласно ГОСТ 12.0.003-74 вредные и опасные производственные факторы подразделяются по природе действия на физические, химические, биологические и психофизиологические. К физическим факторам, действующим в рабочей зоне оператора относятся:

-высокое электрическое напряжение (сеть питания ПК, других периферийных устройств и источника питания блока двигателей-маховиков),

-повышенный уровень статического электричества (высокое напряжение электронной лучевой трубки (ЭЛТ),

- диэлектрические поверхности), электромагнитные излучения (ЭЛТ монитора),

-повышенный уровень ионизации воздуха (рентгеновское излучение монитора и статическое электричество),

-рентгеновское излучение (ЭЛТ монитора),

- повышенный уровень шума и вибрации (устройства охлаждения ПК, блок двигателей-маховиков),

-повышенная пульсация светового излучения (лампы дневного света, экран монитора),

- недостаточная освещенность рабочей зоны (система естественного и искусственного освещения),

- неблагоприятные метеоусловия (состояние систем отопления, вентиляции), прямая и отраженная блескость (внешние источники света, воздействующие на экран),

-пожароопасность помещения (наличие сгораемых материалов и источников зажигания).

Из них вредными являются факторы: электромагнитные излучения, повышенный уровень ионизации воздуха, рентгеновское излучение, повышенный уровень шума и вибрации, повышенная пульсация светового излучения, недостаточная освещенность рабочей зоны, неблагоприятные метеоусловия, прямая и отраженная блескость,

Опасные факторы :высокое электрическое напряжение, повышенный уровень статического электричества, пожароопасность помещения

Психофизиологические факторы, действующие в рабочей зоне проектируемой системы: перенапряжение зрения, монотонность труда, умственные и эмоциональные перегрузки.

Все психофизиологические факторы являются вредными. Но нужно помнить, что при длительном влиянии вредные факторы могут стать опасными. В качестве вредного производственного фактора выберем недостаточную освещенность рабочей зоны, и проведем расчет искусственного освещения в следующих пунктах работы.

Методы устранения вредных и опасных факторов при работе в аудитории с компьютером: для нормализации влажности воздуха в помещения с ПЭВМ следует применять увлажнители воздуха, заправленные ежедневно дистиллированной или прокипяченной водой; для снижения величины возникающих зарядов статического электричества покрытие полов следует выполнять из однослойного поливинилхлоридного антистатического линолеума; для защиты от электростатических полей в помещениях с компьютером применяются нейтрализаторы и увлажнители; следовать правилам техники безопасности; для борьбы с загрязнением воздуха устанавливают общеобменные и местные вентиляционные системы; выполнение работающими правил личной гигиены; защита от шума достигается разработкой шумобезопасной техники, применением средств и методов коллективной защиты; для уменьшения вибрации, передаваемой на рабочем месте, применяются специальные амортизирующие сиденья, площадки с пассивной пружиной изоляции; при недостаточном освещении проектируется искусственное освещение; при предотвращении пожара необходимо обучение работающих пожарной безопасности, проведение инструктажа, бесед, лекций, соблюдение противопожарных правил и норм при устройстве отопления, оборудования и правильное содержание зданий и территорий.

## 

## 6.2 Расчет искусственного освещения в производственных помещениях

В темное время суток освещение в нашей аудитории – искусственное. Искусственное освещение может быть двух систем: общее и комбинированное. В нашем случае оно общее равномерное, так как светильники расположены в верхней зоне помещения равномерно, по функциональному значению – рабочее.

Для расчета общего искусственного освещения светильниками любого типа наибольшее распространение имеет метод коэффициента использования светового потока. Световой поток ламп в светильнике определяется следующим образом:

(6.1)



где световой поток ламп в светильнике, лм; нормируемая освещенность, лк; коэффициент запаса; освещаемая площадь, ; коэффициент неравномерности освещения; число светильников; коэффициент использования светового потока.



Источник света вместе с осветительной арматурой называется светильником, или осветительным прибором. Светильники классифицируются по распределению светового потока, степени защиты от пыли, воды и взрыва, способу установки и электроизоляции.

На рис. 6.1 представлена схема расположения светильников в нашей аудитории с подписанными числовыми значениями.

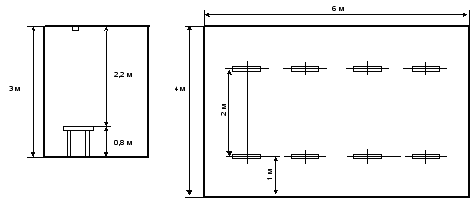


Рисунок 6.1 – Схема расположения светильников

Расположение светильников общего освещения в аудитории определяется высотой помещения, расстоянием от светильников до перекрытий («свес»), высотой , на которой светильники расположены над полом, расчетной высотой , на которой находится расчетная поверхность над полом, расчетной высотой , расстоянием между соседними светильниками или рядами люминесцентных светильников, расстоянием от крайних светильников до стены.



Для определения коэффициента использования найдем индекс помещения следующим образом:

(6.2)



где и – длина и ширина помещения, м.



таким образом, индекс помещения равен: .



Таблица 6.1 – Значения показателей и их характеристика

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Показатель | Численное  значение | Характеристика показателя |
|  | 500 лк | Зависит от типа помещения – учебная аудитория. |
|  | 1,1 | Определяет неравномерность освещения. |
|  | 8 | Зависит от количества светильников. |
|  | 28 | Учитывает тип светильника и коэффициент при использовании индекса помещения. |
|  | 70% | Учитывает свойства отраженности потолка. |
|  | 50% | Учитывает свойства отраженности стен. |
|  | 10% | Зависит от отражаемой способности рабочей поверхности. |
|  | 1,7 | Коэффициент запаса |

Воспользуемся формулой 6.1 и получим расчетное значение светового потока ламп:

. (6.3)



В качестве источников света используются люминесцентные лампы мощностью 15 В, как наиболее эффективные и приемлемые с точки зрения спектрального состава, цветовая температура излучения которых находится в диапазоне 3500-4200 К. Для освещения помещения применяются светильники серии ЛС004 с металлической экранирующей решеткой и непрозрачными боковинами. Номинальный световой поток данной лампы составляет 500 лм, что значительно превышает (в пять раз) расчетное значение светового потока. Поэтому можно сделать вывод, что искусственное освещение данной аудитории будет достаточным не только в светлое время суток, но и в темное.

## 

## 6.3 Выявление и анализ возможных чрезвычайных ситуаций

Гражданская оборона Украины — составная часть системы общегосударственных оборонных мероприятий, проводимых в мирное и военное время в целях защиты населения и народного хозяйства от оружия массового поражения и других современных средств нападения противника, а также для спасательных и неотложных аварийно-восстановительных работ в очагах поражения и зонах катастрофического затопления.

Чрезвычайная ситуация (ЧС) – это нарушение нормальных условий жизни и деятельности людей на объекте или территории, возникшей вследствие аварии, катастрофы, стихийного бедствия или другого небезопасного события, которые привели (могут привести) к гибели людей, их травмированию и (или) значительных материальных потерь.

Авария – это небезопасное действие техногенного происхождения, которое создает на объекте, территории или акватории угрозу жизни и здоровья людей и приводит к разрушению (или другому повреждению) зданий, сооружений, технологического оборудования и транспортных средств, нарушению производственного или транспортного процесса или наносит вред окружающей среде. Основной задачей данного пункта является выявление и анализ возможных чрезвычайных ситуаций, которые могут произойти на территории рабочей зоны оператора или рядом, но затронуть процесс работы над дипломом. Возможные чрезвычайные ситуации, их причины возникновения и код:

1) пожар: -в аудитории по причине возгарания проводки, загорания компьютера, халатного отношения работников – 10201; -курение в неположенном месте – 10205.

2) небезопасные метеорологичные явления: -сильный ветер, включая смерчи -20201; -крупный град - 20203; очень сильный дождь, ливень - 20204; -очень сильный снегопад - 20205; -очень сильный мороз – 20210.

Чрезвычайные ситуации, которые могут возникнуть на территории Украины, делятся по причине их возникновения на ЧС техногенного, природного, социально-политического и военного характера. Согласно территории распространения, величины социальных потерь и материальных убытков и объемов материально-технических ресурсов, которые необходимы для ликвидации их последствий, ЧС делятся на ЧС общегосударственного, регионального, местного и объектного уровня.

## 

## 6.4 Расчет последствий чрезвычайных ситуаций техногенного характера, причиной которых являются пожары

В качестве примера ЧС выберем чрезвычайную ситуацию техногенного характера, причиной возникновения которой является пожар. В нашем случае, в аудитории нет запасов топлива, поэтому мы будем делать прогноз относительно последствий первичного пожара, который может возникнуть в аудитории в результате халатного отношения персонала.

Необходимо определить радиусы внешних границ зоны возможных сплошных пожаров и зоны возможных отдельных пожаров с использованием соотношений:



(6.4)



(6.5)



где Q – масса «запасов горючего вещества», кг; – плотность потока мощности светового излучения первичного пожара на внешней границе зоны возможных сплошных пожаров; – плотность потока мощности светового излучения первичного пожара на внешней границе зоны возможных отдельных пожаров; - теплота сгорания дерева, Твиг – время сгорания «запасов горючего вещеста».



Твиг определяем с помощью формулы:

, (6.6)



где - «загруженность» горючего вещества в месте его сбережения, то есть масса горючего вещества, которая приходится на 1м2 площади места ее сохранения, кг/м2 (, где Q- масса, S – площадь, расположения горючего вещества), - скорость (весовая) выгорания горючего вещества, кг/м2, .



По формуле 6.8 определим время сгорания «запасов горючего вещества»:

(6.7)



По формуле 6.6 определим радиус внешней границы зоны возможных сплошных пожаров:

. (6.8)



По формуле 6.7 определим радиус внешней границы зоны возможных отдельных пожаров:

. (6.9)



При прогнозировании возможной степени поражения людей под влиянием светового излучения первичного пожара рекомендуется считать, что все люди, которые окажутся в границах зоны сплошных пожаров, могут получить ожоги открытых участков кожи первой, второй, третьей и четвертой степени, поражение органов зрения (в виде временной потери зрения) и даже погибнуть.

Суммарная величина потерь основных фондов составляет:

Втрати ОФ=0,7=0,7\*7МПЗ=4,9МПЗ=4,9∙0,465=2,28тыс.грн,



где МПЗ – минимальная плата заработная.

Возможная величина общих (Мзаг ) и санитарных (Мсан) потерь персонала предприятия составляет:

Мзаг=5, Мсан=0,95\*5=5чел.

Возможная величина убытков (Зб) впоследствии исследования ЧСТХ определим как:

Зб=ВтратиОФ+18Мсан+288(Мзаг-Мсан)= 2,28+90=92,28МПЗ=92,28∙0,465=42.9тыс.грн.

Карта ожидания пожарной обстановки, которая может возникнуть в аудитории 430 радиокорпуса Национального аэрокосмического университета им. Н.Е Жуковского «ХАИ» представлена в приложении Г

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

В данном дипломном проекте разрабатывается контур управления и стабилизации напряжения рентгеноскопической установки, рассмотрены возмущающие воздействия, такие как пульсация, колебания и шумы напряжения сети. Исследованы статические и динамические характеристики системы, а также рассмотрена машинная модель системы управления, экспериментально исследованы динамические и статические характеристики одного из блоков системы, такого как ШИМ. Произведен синтез корректирующего устройства для получением дискретной передаточной функции регулятора. Данные полученные при исследовании удовлетворяют требованиям ТЗ(время переходного процесса не более 3 сек; перерегулирование не менее 5%; запас устойчивости по амплитуде более 9 dB; запас устойчивости по фазе не менее 300; установившаяся ошибка управления системы не более 0,5%, скоростная ошибка равна 0.5%.).

Разработана принципиальная схема вычислителя, который реализует закон управления, а также упрощенный алгоритм операций вычислителя.

По технологической части разработан технологический процесс сборки печатного узла управляющего вычислителя. При этом проведен качественный и количественный анализ технологичности. Разработали тех. схему сборки с учетом рекомендаций по последовательности сборки. Разработана маршрутная технология процесса сборки на основе ТТП. Выбраны оборудования, приспособления, инструменты и вспомогательные материалы.

Проведен анализ оценки рынка сбыта установки,прогнозирование себестоимости изготовления изделия, анализ конкурентоспособности изделия, расчет обобщенных показателей качества,. определили уровень качества предлагаемого изделия в сравнении с Smiths Heimann GmbH.

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Источники электропитания радиоэлектронной аппаратуры: Справочник /Г.С. Найвельт, К.Б. Мазель, Ч.И. Хусаинов и др.; Под ред. Г.С. Найвельта. – М.: Радио и связь,1985. – 576с.

2. Замятин В.Я. и др., Мощные полупроводниковые приборы. Тиристоры: Справочник /В.Я. Замятин, Б.В. Кондратьев, В.М. Петухов. – м.: Радио и связь, 1988. – 576с.

3. Гутников В.С. Интегральная электроника в измерительных устройствах – 2-е изд., перераб. доп. – Л.: Энергоатомиздат Ленинград. отделение, 1988. – 304с.

4. Оценка экономической эффективности и уровня качества приборов: Учеб. Пособие / О.М. Пархоменко, Л.Н. Голованова, З.В. Говорова, А.Г. Осиевский, В.Н. Голованов – Харьков: ХАИ, 1990.

5. Управление научно–исследовательскими и опытно–конструкторскими разработками в приборостроении: Учеб. пособие / О.М. Пархоменко, В.А. Пильщиков, З.В. Говорова, А.Г. Осиевский, Н.И. Баранов, В.Н. Иванова – Харьков: ХАИ, 1996. – 141с.

6. Терещук Р.М., Терещук К.М., Седов С.А. Приемно-усилительные устройства: Справочник радиолюбителя – Киев: Наукова думка, 1988. – 800

7. Изъюрова Г.И. Расчет электронных схем – М.: Высшая школа, 1978. – 53с.

8. Семенов Б.Ю. Силовая электроника – М.: СОЛОН-Пресс, 2005. – 416с.

9. Справочная книга радиолюбителя-конструктора / А.А. Бокуняев, Н.М. Борисов, Р.Г. Варламов и др. / Под ред. Н.И. Чистякова – М.: Радио и связь, 1990. – 624с.

10. Ротхаммель К. Антенны: Пер. с нем. – 3 е изд., доп. – М.: Энергия, 1979. – 320с.

11. А.с. 842708 СССР, МКИ G 05 B 11/16. Астатическая система регулирования / Н.С. Варкаса, С.А. Ковальчук А.С. Кочетов (СССР). – №2617068/18–24; Заявлено 12.05.78; Опубл. 30.06.81, Бюл.№ 24.

12. А.с. 1833834 СССР, МКИ G 05 B 11/36. Система программного управления / В.Р. Тучинский, В.М. Кожаев (СССР). – №4918696/24; Заявлено 30.01.91; Опубл. 15.08.93, Бюл.№ 30.

13. А.с. 1022116 СССР, МКИ G 05 B 19/19; G 05 B 19/40. Астатическая система регулирования / В.И. Свердлов, А.В. Данилов (СССР). – №3400773/18–24; Заявлено 02.03.82; Опубл. 07.06.83, Бюл.№ 21.

14. А.с. 1124255 СССР, МКИ G 05 B 19/19. Позиционный электропривод / А.Б. Гудзенко, В.А. Войтенко, Л.В. Ганнель, Б.В. Гулыманов (СССР). – №3616119/24–24; Заявлено 07.07.83; Опубл. 15.11.84, Бюл.№ 42.

15. А.с. 1659737 СССР, МКИ G 05 D 3/20; B 23 Q 15/00. Устройство дискретного позиционирования / В.М. Ваганов (СССР). – №4280378/24–24; Заявлено 07.07.87; Опубл. 23.04.89, Бюл.№ 15.

16. А.с. 1698884 СССР, МКИ G 06 F 3/06. Устройство для ввода цифровой информации / В.К. Джулай, В.М. Роман (СССР). – №4799110/24; Заявлено 05.03.90; Опубл. 15.12.91, Бюл.№ 46.

17. А.с. 1603365 СССР, МКИ G 06 F 3/147. Устройство для отображения информации / Е.Я. Гайс, С.И. Ярына (СССР). – №4626226/24–24; Заявлено 26.12.88; Опубл. 30.10.90, Бюл.№ 40.

18. Пат. 18355 C1 України: МПК 5 G 06 F 3/02. Пристрій для вводу інформації / В.П. Хельвас, Л.Н. Єремеєва; НДІ „Квант”. – №95320898; Заявлено 31.01.91; Опубл. 25.12.97, Бюл.№ 6.

19. Техническое описание на микроконтроллеры фирмы ATMEL / http://www.cec-mc.ru

20. Суздальцев А.И., Андреев В.О., Тиняков С.Е. Управление технологическими комплексами и процессами с транспортным запаздыванием // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. 2002. №5. с.39–41.

21. Гальченко В.Д., Полунов Ю.Л., Фуфаев Ю.Н., Оценка точности способов весового дискретного дозирования сыпучих материалов // Измерительная техника. 1987. №2. с.21–22.

22. Малюков И.Ю., Свердлов Т.А. Автоматизированная система управления технологическим процессом дозирования // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. 2004. №4. с.9–11.

23. А.с. 1631307 СССР, МКИ G01G 13/24. Способ порционного весового дозирования / А.Е.Чернышев, Р.Н.Галушкевич, Г.Г.Тищенко, В.Н.Горобенко, Л.Е.Цареградский (СССР). – №2126211/10; Заявлено 21.04.75; Опубл. 28.02.91, Бюл.№8.

24. А.с. 1629759 СССР, МКИ G01G 13/24. Способ весового дозирования и устройство для его осуществления / Е.Ф.Литвиненко, А.П.Щеголев, В.И.Баулин, С.П.Войнов, А.С.Плискановский, В.В.Сорокин, Н.Д.Степаненко, Ю.А.Романов, П.И.Югов (СССР). – №4274183/10, 4274182/10; Бюл.№7.

25. А.с. 71655 України, МКІ 7 G01G 13/00. Пристрій для вагового дозування дрібносипучих матеріалів / В.В.Биковець, О.Г.Гончаренко, В.О.Водоніс, В.В.Пайвін (Україна). – №2002075522; Опубл. 15.12.2004, Бюл.№12.

26. МПК G01N 23/02. Рентгеноскопічна установка/

27. Рентгенотехника: Справочник. В 2-х кн. Кн.1 / В.В. Клюев, Ф.Р. Соснин, В. Аертс и др.; Под общ. ред. В.В.Клюева. – 2-е изд. , перераб. И доп. – М.: Машиностроение, 1992.-480 с.

28. Рентгенотехника: Справочник. В 2-х кн. Кн.2 / А.А. Алтухов, К.В. Анисович, Х. Бергер и др.; Под общ. ред. В.В.Клюева. – 2-е изд. , перераб. И доп. – М.: Машиностроение, 1992.-368 с.

29. Нормы радиационной безопасности НРБ 0 76. М.: Атомиздат, 1978. – 56с.

30. Технические средства антитеррора. Информационные материалы. М.: НЕЛК. 2006. – 56с.

31. «Контур». Цифровой рентгеновский сканер для досмотра людей с целью выявления запрешенных предметов, в том числе и орудий террора. М.: НЕЛК. 2006.

32. Клюев В.В, Соснин Ф.Р., Ковалев А.В. и др. Неразрушающий контроль и диагностика: Справочник / Под.ред. В.В. Клюева. 2-е изд., испр. и доп. М.: Машиностроение. 2005. – 656 с.

33. Андриянов А.И., Малаханов А.А. Исследование нелинейных динамических режимов преобразователя напряжения с пропорциональным и интегродифференцирующим законами регулирования // Мехатроника, автоматизация, управление. 2007.№6, с.17-23. (Брянский ГТУ).

34. Андриянов А.И., Михальченко Г.Я. Сравнительная характеристика различных видов широтно – импульсной модуляции по топологии областей существования периодических режимов // Электричество. 2004. №12. с.46-54.

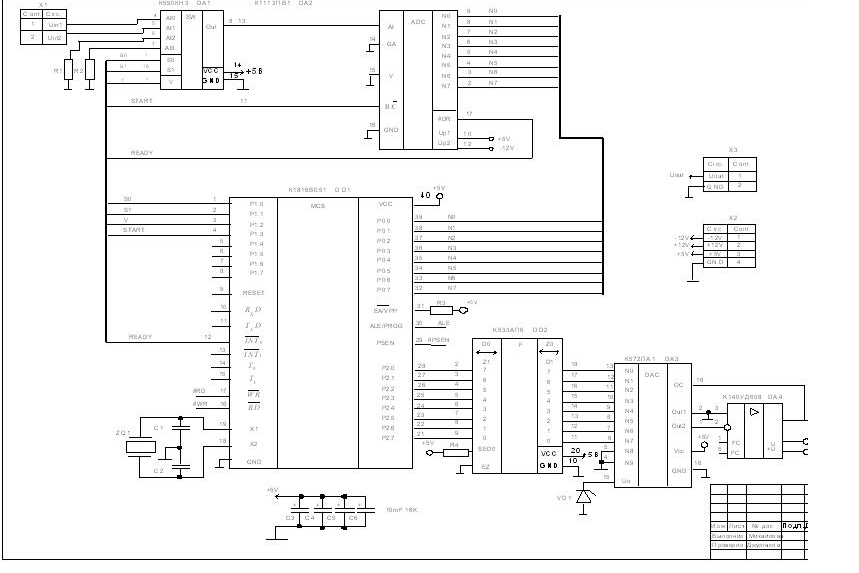
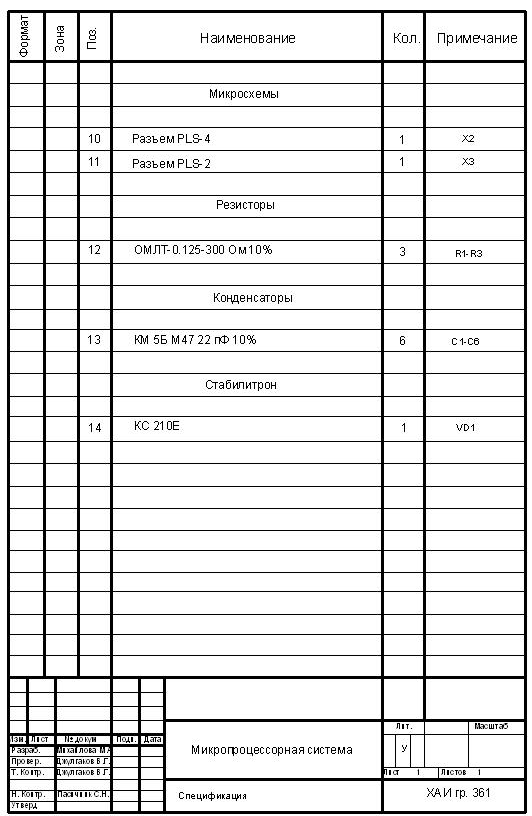
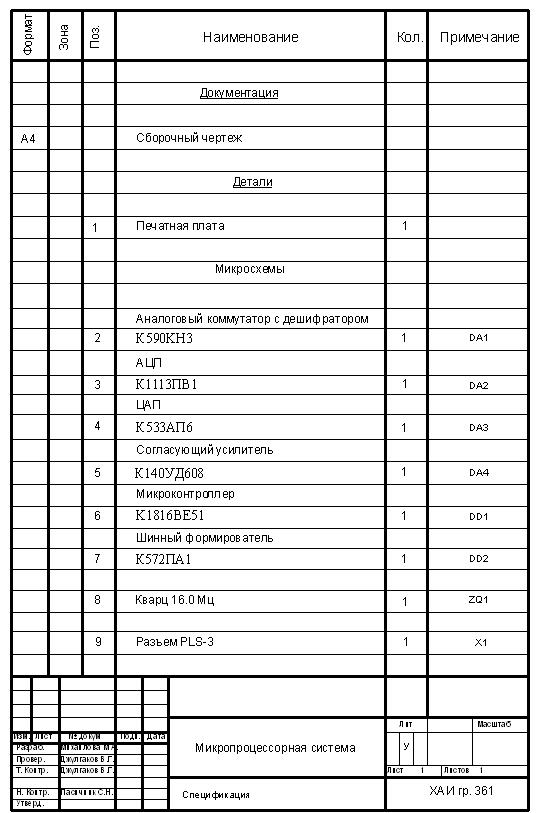
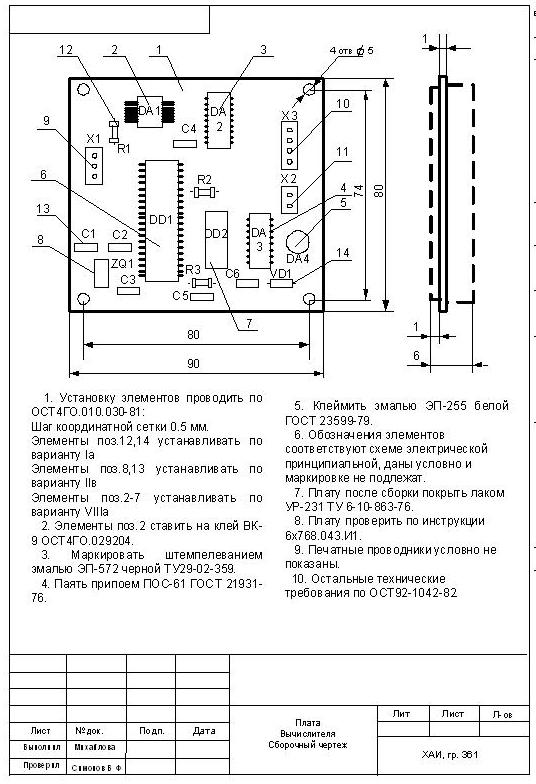
35. www.xumuk.ru/encyklopedia/2/3878.html

36. www.chemport.ru/xrays.shtml

37. www.ums.physics.usu.ru/x-rays/Labs 5-7.html

38. www.xrf.ru/theory.html

**ПРИЛОЖЕНИЕ А**



**ПРИЛОЖЕНИЕ Б**

Таблица 4.1 – Маршрутная технология единичного ТП

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Номер опера-ции | Наименование и состав перации | Оборудование | Приспособление | Инструмент | Вспомо-гатель  ные материа-  лы | Режим |
| 005 | Комплектовочная  Извлечь из упаковки комплект ЭРЭ, детали, плату. Проверить сроки годности, номиналы. | Верстак 1-8-5  ОСТ 4ГО.060.006. | Антистатический браслет 7890-4850  Тара типа ЭП ОСТ4.ГО417.200 | Ножницы прямые  100 мм  ГОСТ 12087-76  Лупа ЛП1-2.5  ГОСТ 7594-75 |  |  |
| 010 | Подготовительная  Изучить инженерные спецификации, чтобы проверить комплект на соответствие к чертежу; проверить отсутствие повреждений ЭРЭ, платы, деталей. | Верстак 1-8-5  ОСТ 4ГО.060.006. | тара III  ОСТ 4.ГО.417.200 | Лупа ЛП1-2.5  ГОСТ 7594-75 |  |  |
| 015 | Промывка  Отмывка  платы от ацетоно-канифолього лака | Вибро-установка Т858095 ГГ3.836.  007 | Тара  типа ЭП ОСТ 4.ГО.  417.200 | Пинцеты ППМ 80 ОСТ  4.ГО.060.013. | Промывочная смесь спирта этилового технического и нефраса С2-80/170 |  |
| 020 | Сушка  Сушка платы после промывки | Сушильный шкаф  СШК-1 ГГМ.335.  002 | Приспособление 6358-2745 | Ключ КТНШ  7 РД 107.  290600.034-89; пинцет ПГТМ 120 ОСТ 4.ГО.  060.013; |  | Р=0,08-0,1мПа,  t=60оС T=30 мин. |
| 025 | Маркировка.  Нанесения фабричного номера и номера изделия . | Оборудование 2-1-1 ОСТ 4Г 0.060.234. | тара III  ОСТ 4.ГО.417.200 | Щетка ОСТ 4.ГО.409.381-83  штамп. | Эмаль АС-127 |  |
| 030 | Сушка  Сушка платы после маркировки | Сушильный шкаф  СШК-1 ГГМ.335.  002 | Приспособление 6358-2745 | Ключ КТНШ  7 РД 107.  290600.034-89; пинцет ПГТМ 120 ОСТ 4.ГО.  060.013;. |  | Р=0,08-0,1мПа,  t=60оС T=30 мин. |
| 035 | Подготовительная  Формовать и обрезать выводы резисторов поз.12, стабилитронов поз. 14, это будет осуществлено механизированным путем. | Оборудование 2-1-1  ОСТ 4Г 0.060.234  автоматическое устройство  подготовки ЭРЭ  АРСМЗ 790.00003. | тара IV ОСТ 4Г 0.417.200, приспособление обрезки и формировки выводов ЭРЭ ГГ1420-4025 | Лупа ЛП1-2,5 ГОСТ  25706-83, Пинцеты  ППМ 80 ОСТ  4.ГО.060.013. |  |  |
| 040 | Подготовительная  Обрезать выводы конденсаторов поз.13,.кварца поз. 8, это будет осуществлено механизированным путем. | Оборудование 2-1-1  ОСТ 4Г 0.060.234  Устройство для обрезки выводов ЭРЭ. | тара IV ОСТ 4Г 0.417.200 | Лупа ЛП1-2,5 ГОСТ  25706-83, Пинцеты  ППМ 80 ОСТ  4.ГО.060.013. |  |  |
| 045 | Лужение.  Лудить выводы резисторов поз. 12,стабилитроны поз.14, конденсаторы поз. 13, кварца поз.8,разъемы поз.9-11 автоматическим путем, методом погружения выводов ЭРЭ в ванну с припоем | Установка лужения выводов ЭРЭ групповым способом УГЛ 300.ГГМ.330.  002 | Тара IV ОСТ 4.ГО.417.200  Тара кассетная ОСТ 4.ГО.417.200 Кассета АРСМ6.212  .012. |  | Припой ПОС-61  Флюс ФКТ | Т=200 ºС  t<3 сек |
| 050 | Сборка  Установить на клей элементы поз. 2 | Установка 1-8-3 ОСТ 4 Г0.060.006. | Антистатический браслет,тара III ОСТ 4.ГО.  417.200, Тара IV ОСТ 4.ГО.417.200 | Пинцет ПГГМ 120 ОСТ4 ГО.060.013. |  |  |
| 055 | Пайка  Пайка ЭРЭ установленных на клею поз. 2 | Установка 2-1-1 ОСТ 4Г 0.60.234-82,автоматическое устройство для пайки микросхем | Тара III ОСТ 4.ГО.417.200; ванна для флюсования ГГ0 867-40214 | Щетка ТУ 86-64-73 | Припой ПОС 61, ГОСТ 21930-76; флюс ФКТ  ТУ13-4000177-51-85 | t=240-260 оС T=1-3с |
| 060 | Промывка  Промывка ПП в виброустановке. | Виброустановка  Т-858095 ГГМ2.339.002 | Кронштейн 6378-2714 | Пинцет  ППМ 120  ОСТ 4.ГО.060.013 | Промывочная смесь пирта этилового технического и нефраса С2-80/170 | Т=40 ºС  t=20 мин. |
| 065 | Сушка  Сушка платы после промывки | Сушильный шкаф  СШК-1 ГГМ.335.  002 | Приспособление 6358-2745 | Ключ КТНШ  7 РД 107.290600.  034-89; пинцет ПГТМ 120  ОСТ 4.ГО.060.013; |  | Р=0,08-0,1мПа,  t=60оС T=30 мин. |
| 070 | Сборка  Установить на плате предварительно подготовленные ЭРЭ (поз.8,12-14) с одновременной подгибкой выводов. | Установка 1-8-3 ОСТ 4 Г0.060.006. | Антистатический браслет,тара III ОСТ 4.ГО.  417.200, Тара IV ОСТ 4.ГО.417.200 | Пинцет ППМ 120 ОСТ  4.ГО.0601 |  |  |
| 075 | Сборка  Установка на плате разъемов | Установка 1-8-3 ОСТ 4 Г0.060.006., автоматическое устройство для установки разъемов | Антистатический браслет,тара III ОСТ 4.ГО.  417.200, Тара IV ОСТ 4.ГО.417.200 | Пинцет ППМ 120 ОСТ  4.ГО.0601 |  |  |
| 080 | Сборка  Установка на плате микросхем поз.3-7 | Установка 1-8-3 ОСТ 4 Г0.060.006. | Антистатический браслет,тара III ОСТ 4.ГО.  417.200, Тара IV ОСТ 4.ГО.417.200 | Пинцет ППМ 120 ОСТ  4.ГО.0601 |  |  |
| 085 | Контроль  Контроль установки ЭРЭ на плате | Установка 1-8-5 ОСТ 4 Г0.060.006. | тара III ОСТ 4.ГО.  417.200, Антистатический браслет | Лупа ЛП1-2,5 ГОСТ  25706-83 |  |  |
| 090 | Пайка  Групповая пайка ПП поз. 3-14 волной припоя | Установка 2-1-1 ОСТ 4Г 0.60.234-82,автоматическое устройство для пайки микросхем | Тара III ОСТ 4.ГО.417.200; ванна для флюсования ГГ0 867-40214 | Щетка ТУ 86-64-73 | Припой ПОС 61, ГОСТ 21930-76; флюс ФКТ  ТУ13-4000177-51-85 | t=240-260 оС T=1-3с |
| 095 | Промывка  Промывка ПП в виброустановке. | Виброустановка  Т-858095 ГГМ2.339.002 | Кронштейн 6378-2714 | Пинцет  ППМ 120  ОСТ 4.ГО.060.013 | Промывочная смесь пирта этилового технического и нефраса С2-80/170 | Т=40 ºС  t=20 мин. |
| 100 | Сушка  Сушка платы после промывки | Сушильный шкаф  СШК-1 ГГМ.335.  002 | Приспособление 6358-2745 | Ключ КТНШ  7 РД 107.290600.  034-89; пинцет ПГТМ 120  ОСТ 4.ГО.060.013; |  | Р=0,08-0,1мПа,  t=60оС T=30 мин. |
| 110 | Контроль  Проверка ПП после пайки на наличие дефектов пайки, | Установка 1-8-5 ОСТ 4 Г0.060.006., | тара III ОСТ 4.ГО.  417.200, Антистатический браслет | Лупа ЛП1-2,5 ГОСТ  25706-83 |  |  |
| 115 | Контроль  проверка ПП по электрическим параметрам согласно ТУ в нормальных условиях. | установка для контроля электрических параметров. | тара III ОСТ 4.ГО.  417.200, Антистатический браслет | Лупа ЛП1-2,5 ГОСТ  25706-83 |  |  |
| 120 | Лакирование  Нанесение защитного слоя лака на плату с установленными на ней ЭРЭ | Вытяжной шкаф 6358-2730 | Тара  типа ЭП ОСТ 4.ГО.  417.200; кювета для лакиро-вания 6378-2840; | Зажим техноло-гический 6378-2840; | Лак УР-231.048 ОСТ 90055-85 | t=60 оС T=3,5ч |
| 125 | Сушка  Сушка платы после лакирования | Сушильный шкаф  СШК-1 ГГМ.335.  002 | Приспособление 6358-2745 | Ключ КТНШ  7 РД 107.290600.  034-89; пинцет ПГТМ 120  ОСТ 4.ГО.060.013; |  | Р=0,08-0,1мПа,  t=60оС T=30 мин. |
| 130 | Контроль  Проверка на соответствие чертежу, тип и номинал ЭРЭ, контроль электрических параметров.  Клеймить | Установка 1-8-5 ОСТ 4 Г0.060.006., установка для контроля электрических параметров.  Установка 2-1-1  ОСТ 4Г 0.060.234 | тара III ОСТ 4.ГО.  417.200, Антистатический браслет. | Лупа ЛП1-2,5 ГОСТ  25706-83  штамп | Эмаль ЭП-572 | t=60 оС T=3,5ч |

