# Форма № Н-9.02.1

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

імені ВОЛОДИМИРА ДАЛЯ

# Факультет \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ІТ та Е\_\_\_\_\_\_\_\_\_

 (повне найменування факультету)

# Кафедра \_\_ електронних апаратів \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

 (повна назва кафедри)

## ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до дипломного проекту (роботи)

освітньо-кваліфікаційного рівня \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_бакалавр\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

 (бакалавр, спеціаліст, магістр)

напряму підготовки 6.050902 – «Радіоелектронні апарати»

 (шифр і назва напряму підготовки)

на тему

|  |  |
| --- | --- |
|

|  |
| --- |
| **ТОПОЛОГІЧНЕ ПРОЕКТУВАННЯ ТА РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ ВИГОТОВЛЕННЯ МОДУЛЯ ПРИСТРОЇВ КОДОВОГО АВТОБЛОКУВАННЯ** |

 |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Виконав: студент групи РЕА – 14з | \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ | О.В. Савич  |
| Керівник | \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ | Ж.Г. Самойлова |
| Завідувач кафедри | \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ | В.М. Смолій |
| Рецензент | \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ | М.Г. Лорія |

Сєвєродонецьк – 2018

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Формат | Зона | Поз. | Обозначение | Наименование | Кол. | Примечания |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  | **Текстові документи** |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
| А4 |  |  | ПДБ 6.050902.21.01 ПЗ | Пояснювальна записка | 95 |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  | **Графічні документи** |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
| А4 |  |  | ПДБ 6.050902.21.02 ГЧ | Графічна частина ДП | 17 |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  | ПДБ 6.050902.21.01 ВП |
|  |  |  |  |  |
| Змін | Лист | № докум. | Підпис | Дата |
| Розроб. | Савич |  |  | **Топологічне проектування та розробка технології виготовлення модуля пристроїв кодового автоблокування.****Відомість дипломного проекту.** | Літ. | Лист | Листів |
| Перев. | Самойлова |  |  |  |  |  |  | 1 |
|  |  |  |  | СНУ ім. В. Далягр. ЕПС-14з |
| Н. контр  | Самойлова |  |  |
| Затв. | Смолій |  |  |

СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

імені ВОЛОДИМИРА ДАЛЯ

( повне найменування вищого навчального закладу )

Інститут, факультет, відділення\_комп’ютерної інженерії та електроніки

Кафедра електронних апаратів\_\_\_

Освітньо-кваліфікаційний рівень\_бакалавр\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Напрям підготовки 6.050802 – Радіоелектронні апарати

 ЗАТВЕРДЖУЮ

 Завідувач кафедри ЕА

 \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ В.М.Смолій

“\_\_\_\_” \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_2018 року

**З А В Д А Н Н Я**

**НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ СТУДЕНТУ**

**Савич Ользі Валентинівні**

 1. **Тема проекту**: **Топологічне проектування та розробка технології виготовлення модуля пристроїв кодового автоблокування.**

2**. Керівник проекту**:\_доц. Ж.Г. Самойлова

( прізвище, ім’я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджений наказом вищого навчального закладу від **13.04.2018 р № 93/48**

3. **Строк подання студентом проекту** \_11 червня 2018 р.

4. **Вихідні дані до проекту**:

Спеціальна частина проекту – розробка плати модуля.

4.1. Схема електрична принципова.

4.2.Умови експлуатації по ГОСТ 13.1.005-88 – 1-а категорія; температура навколишнього повітря від -5 до +50˚С; відносна вологість повітря при температурі +30˚С до 80 %; атмосферний тиск від 84 до 107 кПа; прискорення не більше 4g; тривалість ударного імпульсу 100 мс; число ударів не менше 1000.

4.3. Електричні, експлуатаційні та конструктивні параметри : споживана потужність не більше 50 Вт; габаритні розміри плати не більше 100х100х30 мм; маса – не більше 0,5 кг;

4.4.Тип виробництва - дрібносерійне.

4.5.Параметри надійності: наробіток на відмову не менше – 10 000 годин.

4.6.Інструкції з охорони праці.

5. **Зміст розрахунково-пояснювальної записки** (перелік питань, які потрібно розробити):

 5.1. Вступ.

5.2. Аналіз технічного завдання.

5.3. Розробка конструкції пристрою.

5.4.Розробка технології виготовлення пристрою.

5.5. Заходи з охорони праці.

6. **Перелік графічного матеріалу** (з точним зазначенням обов’язкових креслень)

6.1. Схема електрична принципова.

6.2. Креслення друкованої плати.

6.3. Складальне креслення.

6.4. Схема технологічного процесу виготовлення блоку елементів.

**7. Консультанти розділів проекту**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Розділ | Прізвище, ініціали та посада консультанта | Підпис, дата |
| завдання видав | завданняприйняв |
| Охорона праці  | ас. каф. ЕА, Купіна О.А.  |  |  |

7. Дата видачі завдання\_\_\_\_\_16.04.2018 року**\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| №з/п | Назва етапів дипломного проекту (роботи) | Строк виконання етапів проекту ( роботи ) | Примітка |
| 1 | Аналіз технічного завдання | 25.04 18 |  |
| 2. | Розробка конструкції пристроюРозробка завдань дипломного проекту | 08.05.18 |  |
| 3. | Розробка технології виготовлення пристрою | 20.05.18 |  |
| 4. | Розробка заходів з охорони праці  | 07.06.18 |  |
| 5. | Оформлення пояснювальної записки дипломного проекту та презентації  | 10.06.18 |  |

**Студент \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_** Савич О. В.

 ( підпис ) (прізвище та ініціали)

**Керівник проекту \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_** Самойлова Ж.Г.

 ( підпис ) (прізвище та ініціали)

|  |
| --- |
|  **РЕФЕРАТ** Пояснювальна записка до дипломного проекту містить:62 аркушів, 10 рисунків, 7 таблиць, 2 додатка, джерел 21Презентація проекту виконана на 17 аркушах.**Об'єкт розробки** – модуль пристроїв кодового автоблокування.**Мета розробки** - розробити конструкцію й технологію виготовлення модуля пристроїв кодового автоблокування відповідно до запропонованої схеми електричної принципової й вимогам технічного завдання.У дипломному проекті виконаний докладний аналіз технічного завдання, розроблені конструкція й технологія виготовлення модуля. Проведено конструктивно-технологічний розрахунок, розрахунки теплового режиму, розрахунок надійності й технологічності блоку. При проектуванні друкованої плати й випуску конструкторської документації широко використовувалися можливості САПР. Були розглянуті умови виготовлення й умови експлуатації розроблюваного модуля, небезпечні та шкідливі виробничі фактори, які можуть виникнути при його виготовленні. **МОДУЛЬ, ТРАСУВАННЯ, ЕРЕ, ДРУКОВАНА ПЛАТА, КОНСТРУКЦІЯ, НАДІЙНІСТЬ, ТЕПЛОВИЙ РЕЖИМ, ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС, ОХОРОНА ПРАЦІ, СИСТЕМА АВТОМАТИЗОВАНОГО ПРОЕКТУВАННЯ** |
|  |  |  |  |  |  ПДП 6.050902.21.03 ПЗ |
|  |  |  |  |  |
| Изм | Лист | № докум. | Подпись | Дата |
| Разраб. | Савич |  |  | **Топологічне проектування та розробка технології виготовлення модуля пристроїв кодового автоблокування.** **Пояснювальна записка** | Лит. | Лист | Листов |
| Провер. | Самойлова |  |  |  |  |  | 4 | 62 |
|  |  |  |  |  СНУ гр. РЕА-14з |
| Н. контр  | Самойлова |  |  |
| Утв. | Смолій  |  |  |

# ЗМІСТ

**Перелік скорочень**...………………………………………………………………..

**Вступ**...………………………………………………………………………………..

**1 Аналіз технічного завдання** ……………

1.1 Аналіз призначення виробу та схеми електричної принципової…………….

1.2 Аналіз умов експлуатації ...………......………………………………………….

1.3 Вибір та обґрунтування елементної бази……………………………………

1.4 Аналіз вимог до виробництва...…………………………………………………

1.5 Технічні пропозиції на розробку ...………………………….

**2 Розробка конструкції підсилювача**...…………………………………..

2.1 Вибір конструкції друкованої плати...…………………….....................

2.2 Конструктивно-технологічний розрахунок друкованої плати...…………

2.3 Розрахунок за постійним струмом...……………………………………

2.4 Розміщення навісних елементів на ДП………………………………………….

2.5 Трасування друкованої плати…………………………..

2.6 Оцінка теплового режиму…………………………………………………

2.7 Оцінка показників надійності…………………………………………………

**3 Розробка технології виготовлення пристрою**..…………………………………..

3.1 Вибір структурної схеми виробництва....................

3.2 Виготовлення друкованої плати...…………………….

3.3 Автоматична установка навісних елементів на друковану плату...…………

3.4 Напівавтоматичне встановлення навісних елементів з використанням світломонтажного столу………………………………………..

3.5 Пайка контактних з'єднань. Функціональний контроль та покриття лаком

3.6 Розрахунок і аналіз технологічності виробу...………………………………...

**5 Заходи з охорони праці ……………………………………………………..**….

5.1 Аналіз небезпечних і шкідливих факторів при виробництві (експлуатації) виробу...………………………………………………………………………………

 5.2 Заходи з охорони праці...………………………………………………………..

5.3 Заходи з безпеки в надзвичайних ситуаціях...…………………………………

**Загальні висновки по роботі**...…………………………………..………………..

**Перелік** **використаних джерел**...………………………………………

**Додаток А.**  **Розрахунок теплового режиму модуля**..................…

**Додаток Б. Розрахунок надійності модуля**......……………………………

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

НЕ – навісний елемент;

ТЕЗ – типовий елемент заміни ;

ІС – інтегральна схема;

ІМС – інтегральна мікросхема;

ЕРА – електрорадіоапаратура;

ЕРЕ – електрорадіоелемент;

ТЕЗ – типовий елемент заміни;

ПЕА – побутова електронна апаратура;

ЕА – електронна апаратура;

ЕОМ – елекронно обчислювальна машина;

ТУ – технічні умови;

ТЗ – технічне завдання;

ДП – друкована плата;

ДМ – друкований монтаж;

ОДП – одностороння друкована плата;

ДДП – двостороння друкована плата;

ФШ – фотошаблон;

ЧПУ – числове програмне управління;

САПР – система автоматизованого проектування;

ГАВ – гнучке автоматизоване виробництво;

**ВСТУП**

Автоблокува́ння (АБ) — автоматична система регулювання руху [поїздів](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%BE%D1%97%D0%B7%D0%B4). При АБ перегін між [станціями](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D1%82%D0%B0%D0%BD%D1%86%D1%96%D1%8F) ділиться на одну або кілька [блок-ділянок](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D0%BB%D0%BE%D0%BA-%D0%B4%D1%96%D0%BB%D1%8F%D0%BD%D0%BA%D0%B0) довжиною зазвичай від 1 до 3 [км](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BC). На початку кожної блок-ділянки встановлюється автоматично діючий прохідний [світлофор](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B2%D1%96%D1%82%D0%BB%D0%BE%D1%84%D0%BE%D1%80), що сигналізує двома, трьома або чотирма показаннями залежно від значності АБ.

### Тризначна АБ:

* Зелений вогонь — вільні дві і більше блок-ділянки
* Жовтий вогонь — вільна одна блок-ділянка
* Червоний вогонь — Стій! Забороняється проїжджати сигнал! Наступна блок-ділянка зайнята!

### Чотиризначна АБ:

* Зелений вогонь — вільні три або більше блок-ділянки
* Жовтий і зелений вогонь — вільні дві блок-ділянки
* Жовтий вогонь — вільна одна блок-ділянка
* Червоний вогонь — Стій! Забороняється проїжджати сигнал!

Основні функції автоблокування:

* Визначення зайнятості блок-ділянок, станційних шляхів;
* Включення вогнів підлогових світлофорів залежно від зайнятості блок-ділянки за цим світлофором або від кількості вільних блок-ділянок за ним;
* Передача інформації в систему [АЛС](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%B2%D1%82%D0%BE%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%B8%D1%87%D0%BD%D0%B0_%D0%BB%D0%BE%D0%BA%D0%BE%D0%BC%D0%BE%D1%82%D0%B8%D0%B2%D0%BD%D0%B0_%D1%81%D0%B8%D0%B3%D0%BD%D0%B0%D0%BB%D1%96%D0%B7%D0%B0%D1%86%D1%96%D1%8F) для кодування рейкових кіл, передача інформації [поїзному диспетчеру](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%BE%D1%97%D0%B7%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D0%B4%D0%B8%D1%81%D0%BF%D0%B5%D1%82%D1%87%D0%B5%D1%80), [черговому по станції](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A7%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D0%B9_%D0%BF%D0%BE_%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%BD%D1%86%D1%96%D1%97).

Кодове автоблокування діє спільно з АЛС, утворюючи єдиний комплексний засіб сигналізації. Кодовий сигнал АЛС, відповідний показанню підлогового світлофора, формується кодовим колійним трансмітером, що знаходиться в кінці блок-ділянки, і через дросель-трансформатор передається в рейкове коло. При вільності блок-ділянки, сигнал дійде до його початку, буде прийнятий і розшифрований підлоговою апаратурою, яка видасть більш дозволяюче показання (або зелений сигнал, якщо і був прийнятий «З» сигнал) для прохідного світлофора і кодового колійного трансмітера попередньої блок-ділянки.

При знаходженні на блок-ділянці поїзда, струм буде протікати між рейками по колісним парам локомотива (вагонів) не доходячи до приймача, дешифратор по відсутності кодових посилок визначить зайнятість блок-ділянки, видасть червоний сигнал на підлоговому світлофорі і кодовим колійним трансмітером на попередній блок-ділянці буде передаватися сигнал, відповідний «КЖ» показанню локомотивного світлофора. При цьому струм, що протікає через першу колісну пару локомотива, буде прийнятий його прийомними котушками і забезпечить роботу локомотивної апаратури АЛС.

Для поділу рейкових кіл сусідніх блок-ділянок використовуються ізолюючі стики. Дросель-трансформатор призначений для пропуску зворотного тягового струму в обхід ізолюючого стику.

Схема тональної автоблокування: генератори; приймачі; трансмітери АЛС Тональне автоблокування (АБТ) для визначення зайнятості блок-ділянки використовує сигнали, що відрізняються від сигналів локомотивної сигналізації — [амплітудно-модульовані](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%BC%D0%BF%D0%BB%D1%96%D1%82%D1%83%D0%B4%D0%BD%D0%B0_%D0%BC%D0%BE%D0%B4%D1%83%D0%BB%D1%8F%D1%86%D1%96%D1%8F), з несучими частотами 420 Гц і 480 Гц, і частотами модуляції 8 Гц і 12 ; Гц. На одній колії перегону використовуються комбінації несучої частоти і частоти модуляції 420 Гц і 8 Гц, 480 Гц і 12 Гц, на іншому — 420 Гц і 12 Гц, 480 Гц і 8 Гц, що захищає рейкові кола від взаємного впливу.

Один генератор живить рейкові кола двох суміжних блок-ділянок. Частоти сусідніх генераторів чергуються. Кожен приймач виділяє як свою несучу частоту, так і свою частоту модуляції.

Завдяки витоку через баласт, ток кожного генератора поступово згасає і установка ізолюючих стиків на перегоні не потрібна. Ізолюючі стики і дросель-трансформатори встановлюють на кордонах перегону.

В безстикових рейкових колах заняття та звільнення блок-ділянки фіксується на деякій відстані від його кінця. Ця відстань називається зоною додаткового шунтування. Довжина зони додаткового шунтування може становити до 10% довжини блок-ділянки.

Регулювання руху на перегоні з тональним автоблокуванням може здійснюватися за допомогою підлогових світлофорів і АЛС або за допомогою Алсо. У випадку встановлення світлофорів, на межах блок-ділянок обладнують додаткові короткі рейкові кола (5 кГц і 5,5 кГц) із зоною додаткового шунтування не більше 15 м, а світлофори виносять за її межі, на 20 м назустріч руху поїзда від точки підключення генератора. Якщо прохідні світлофори не встановлюються, межі блок-ділянок позначають табличками.

Кодування рейкових кіл сигналами АЛС починається в момент вступу поїзда на рейкове коло, трансмітером з кінця зайнятого блок-ділянки.

Апаратура АБТ і АЛС може розташовуватися централізовано, на станціях прилеглих до перегону, або децентралізовано. Зв'язок з апаратурою, що знаходиться на перегоні і між станціями здійснюється по кабелях.

Рейкові кола станційного автоблокування живляться змінним струмом тієї частоти, яка застосовується в використовуваній на станції системі АЛС. Кодування починається при вступі на них поїзда. Перевірка звільнення рейкового кола виробляється під час великої паузи між кодами АЛС. Після звільнення РК кодування припиняється.

**1 АНАЛІЗ ТЕХНІЧНОГО ЗАВДАННЯ**

* 1. **Аналіз призначення виробу та схеми електричної принципової**

В дипломному проекті необхідно розробити модуль пристроїв кодового автоблокування, що входить до системи автоблокування.

Системи автоблокування можуть бути розділені залежно від сигналізації - на двозначну, тризначних і чотиризначну; від застосовуваних рейкових кіл - провідну з неперериваними рейковими колами, бездротову з кодовими рейковими колами й імпульснопровідну з кодовими рейковими колами.

Двозначне автоблокування застосовується на дорогах метрополітену, де інтервал між наступними один за одним поїздами дорівнює 3 хв.

Як основні вогні застосовуються: червоний вогонь, що вказує, що блок-дільниця й ділянка, що перекривається, зайняті, і потребується зупинка поїзда; зелений вогонь, що вказує, що спереду вільні блок-дільниця й ділянка, що перекривається.

Найбільше поширення на наземних дорогах України одержала тризначна система автоблокування, при якій світлофори сигналізують трьома вогнями: червоним, зеленим і жовтим.

Чотиризначна система автоблокування застосовується на приміських ділянках з інтенсивним рухом поїздів, при якій червоним вогнем потрібна зупинка; жовтим - вказується вільність однієї блок-дільниці й потрібне зменшення швидкості руху; одночасно палаючим жовтим і зеленим - вказується на вільність двох блок-дільниць і потрібне зменшення швидкості руху великовагових і швидкісних поїздів, іншим поїздам цей сигнал дозволяє проходження із установленою швидкістю. Зелений вогонь указує на вільність трьох і більше блок-дільниць.

Двоколійні ділянки залізниць при спеціалізованому русі по кожній колії обладнаються двоколійним однобічним автоблокуванням, при якій у кожної колії із правого боку по напрямку руху поїздів установлюються світлофори. Одночасно на кожній колії перегону може перебувати кілька поїздів. Відправлення їх здійснюється з розмежуванням двома блок-дільницями.

При одноколійному двобічному автоблокування встановлюються світлофори парного й непарного напрямку. Розв'язні вогні горять тільки на світлофорах обраного напрямку.

При одноколійному автоблокуванні й відсутності пакетного графіка руху поїздів пропускна здатність перегонів незначна, що є недоліком системи. При нерівномірній інтенсивності руху поїздів двоколійні ділянки дороги обладнаються двобічним автоблокування. При цій системі для кожної колії встановлюються парні й непарні світлофори, внаслідок чого кожна колія може бути використаний для руху як в одному, так і в іншому напрямку.

Залежно від характеру живлення рейкових кіл розрізняють автоблокування з рейковими колами безперервного живлення й автоблокування з імпульсним живленням. Кодові (імпульсні) рейкові кола володіють рядом переваг у порівнянні з безперервними. Вони мають:

а) кращу шунтову чутливість, за рахунок чого довжина рейкових кіл може бути збільшена до 3000 м замість 1500 м при безперервних рейкових колах;

б) дають можливість здійснити бездротове автоблокування;

в) дають можливість сполучити локомотивну сигналізацію з безперервним автостопом без додаткової апаратури.

Автоблокування може застосовуватися з нормально палаючими й нормально не палаючими світлофорами. При автоблокуванні першого типу сигнальні вогні на світлофорі горять безупинно, при автоблокуванні другого типу вони погашені й загоряються при вступі поїзда на блок-дільницю перед світлофором.

Створення систем автоблокування на вітчизняному встаткуванні почалося з 1931 року. За основу прийняли систему, розроблену з використанням американського досвіду. Основні положення, прийняті для перших ділянок автоблокування з паровою тягою, зводилися до наступного: тризначна система сигналізації при трихблочному розмежуванні; інтервал попутного проходження 8-10 хв для двоколійних і 6-8 хв для одноколійних ділянок (за винятком приміських); лінзові світлофори із двохлінзовою оптикою східчастого типу; рейкові кола постійного струму з безперервним живленням, з колійними реле опором 2 Ом; трифазна високовольтна повітряна лінія напругою 6 кВ із сталевими проводами з резервним живленням апаратури від акумуляторів, що нормально працюють у буферному режимі; розміщення сигнальних проводів на опорах тієї ж високовольтної лінії.

На початку 1990-х був розроблений комплексний локомотивний пристрій безпеки КЛУБ.

КЛУБ-У реалізує наступні основні функції:

- приймання сигналів від колійних пристроїв автоматичної локомотивної сигналізації АЛСП або багатозначної автоматичної локомотивної сигналізації АЛС-ЕН (в АЛС-ЕН па частоті 175 Гц, за допомогою модуляції на локомотив передаються 48 активних сигналів замість 3 в АЛСН;

- вимір швидкості, визначення місця розташування (координат) локомотива або МВПС і поточного часу;

- контроль тиску в основних частинах гальмової системи;

- визначення припустимої швидкості руху поїзда залежно від показань світлофора й відстані до нього, постійних і часових обмежень швидкості, категорії поїзда, його ваги й довжини;

безперервне порівняння фактичної швидкості із припустимої й автоматичне відключення тяги, гальмування поїзда при перевищенні припустимої швидкості;

- виключення несанкціонованого машиністом руху («скочування») локомотива;

- контроль пильності й пильнування машиніста;

- індикація прийнятих сигналів АЛСН або АЛС-ЕН, параметрів руху локомотива або МВПС, значень припустимої швидкості й іншому необхідної машиністові інформації, формованої КЛУБ-В або одержуваної від САУ на уніфікованому блоці індикації;

- реєстрація прийнятих сигналів АЛСН або АЛС-ЕН параметрів руху локомотива або МВПС, значень припустимої швидкості керуючих сигналів, формованих КЛУБ-В, у знімну касету реєстрації.

Спеціальною частиною дипломного проекту є розробка модуля дешифрування, що входить до системи автоблокування. Схема функціональна модуля наведена на рис. 1.



Рисунок 1 – Схема функціональна модуля дешифраторів БИ-ДА, БС-ДА, БК-ДА

Схема електрична принципова модуля наведена на рис. 2.



Рисунок 2 – Схема електрична принципова модуля дешифраторів БИ-ДА, БС-ДА, БК-ДА

Дешифратор, що складається із блоку лічильників типу БС-ДА, блоку конденсаторів типу БК-ДА й блоку виключення типу БИ-ДА, призначений для роботи в устроях кодового автоблокування змінного струму із числовим кодом. Блоки дешифратора при спільній роботі забезпечують включення сигнальних вогнів світлофора відповідно до прийнятого коду й виключають появу розв'язних показань світлофора при короткому замиканні в ізолюючому стику.

Конструкція блоків забезпечує штепсельне включення їх у релейній шафі. Всі прилади блоків БС-ДА й БК-ДА змонтовані на штепсельних платах реле ДСШ, а блоку БИ-ДА - па штепсельній платі реле НШ1. Блоки закриті футлярами із прозорого сополімеру.

Для блоків БС-ДА й БК-ДА застосовується розетка .

Діюча електрична принципова схема блоків дешифратора типів БС-ТАК, БК-ДА й БИ-ДА показана на рис. 2. Зовнішні підключення показані для пояснення роботи схеми дешифратора.

Живлення дешифратора здійснюється від джерела змінного струму напругою від 12,6 до 15,4 В, що підводить па затиски 1 і 81 блоку БС-ДА. При цьому на затисках 52 і 72 блоку БС-ДА повинне бути випрямлена напруга не менш 10 В.

Час відпускання реле ВР досягається за допомогою діода Д226Б, включеного паралельно обмотці.

Уповільнення реле В досягається за допомогою діода Д7Г, включеного паралельно обмотці. Уповільнення реле 1, 1А, В і ПТ виходить і регулюється за допомогою мідних втулок і мідних шайб, а також шляхом прогину якоря.

Ємності конденсаторів до їхньої установки в блок тину БК-ДА повинні відповідати наступним нормам: С1 - від 4500 до 6000 мкФ; З2 - від 450 до 750 мкФ; СЗ - від 3500 до 5000 мкФ. При перевірці ємності конденсаторів у блоці БК-ДА вимірювання провадиться на затисках блоку відповідно: 72-11 - С1; 72-71 - С2 і 72-13 - СЗ.

Вимір ємності проводиться методом амперметра - вольтметра.

У конструкції приладу необхідно передбачити спеціальні елементи фіксації і кріплення, необхідні задля установки у корпус. З’єднувачі, необхідні для зовнішньої комутації розроблювального підсилювача повинні розтасовуватись на задній частині.

Згідно з технічним завданням треба звернути увагу на собівартість пристрою, вона повинна бути як можна низькою, але при цьому не уступати своїм аналогам по функціоналу.

Також треба звернути особисту увагу на дизайн пристрою. Він повинен привертати увагу і підкреслювати свій функціонал. При цьому також не слід забувати про безпеку корпусу, його міцність.

З призначення підсилювача видно, що він буде функціонувати в опалювальних приміщеннях із природною вентиляцією повітря, тому можна зробити висновок про те, що даний пристрій відноситься до стаціонарної апаратури. Так як стаціонарна апаратура піддається механічним впливам при транспортуванні (у неробочому стані), вантажно-розвантажувальних роботах, монтажі, необхідно враховувати деякі вимоги при конструюванні і формуванні документації транспортування.

Враховуючи насиченість схеми електричної принципової ЕРЕ, обираємо третій клас точності плати.

В результаті аналізу електричної схеми можна виділити наступні рекомендації з конструювання друкованої плати:

- плату можна реалізувати як односторонньою, так і двосторонньою, так як насиченість схеми електричної принципової ЕРЕ невелика;

- при розміщенні елементів на ДП слід прагнути до рівномірного розподілу мас компонентів по поверхні ДП;

- відстань між сусідніми елементами повинно забезпечувати можливість технологічних процесів ручної, механізованої або автоматичної установки елементів;

- по краях плати передбачити технологічну зону шириною 5,0 мм;

- друковані провідники не повинні мати різких перегинів, допустимі кути 45 ° і 90 °.

**1.3 Аналіз умов експлуатації**

Відповідно до ТЗ модуль повинен мати виконання П, яке припускає експлуатацію модуля в районах з помірним кліматом із середньорічними екстремумами температури мінус 45 °С ÷ +50 °С.

Проектований модуль належить до 1-й групі наземної професійної радіоелектронної апаратури, яка включає стаціонарну РЕА працюючу в опалювальних, капітальних, лабораторних або інших приміщеннях подібного типу.

Умови експлуатації:

- температура навколишнього повітря від -5 до +50 °С;

- відносна вологість повітря пpи темпеpатуpа +30 °С до 90%;

- атмосферних тиск від 84 до 107 кПa;

- частота вібрацій 5 - 35 Гц;

- максимальна амплітуда 0,35 мм.

Міцність проектованого вироби при транспортуванні

- прискорення, g 2;

- тривалість ударного імпульсу, мс 5;

- число ударів, не менше 100.

Аналіз умов експлуатації дозволяє зробити наступні висновки:

- немає необхідності в розрахунку системи амортизації пристрою через невеликі механічних впливів на нього на місці експлуатації;

- не потрібна теплоізоляція, елементи примусового охолодження і герметизація модуля для захисту від впливів кліматичних факторів;

- необхідно застосувати лакофарбові покриття для захисту пристрою від корозії при дії вологи.

Застосування природного охолодження для модуля викликає необхідність сформулювати додаткові вимоги до конструкції пристрою:

- необхідно забезпечити гарне обтікання охолоджуючим повітрям всіх встановлених на ДП елементів;

- теплонавантаженому елементи рекомендується розташовувати на відстані від найближчого теплонавантажених елемента.

**1.4 Вибір та обґрунтування елементної бази**

Вибір ЕРЕ проводиться на основі вимог до апаратури, зокрема, кліматичних, механічних та інших впливів при аналізі роботи кожного ЕРЕ і кожного матеріалу всередині блоку, і умов роботи кожного блоку конструкції.



Рисунок 1.3 – Загальний вигляд резисторів типу МЛТ

Таблиця 1.1 – Технічні характеристики резисторів типу МЛТ

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Номінальна потужність, Вт | Діапазон номінальних опорів, Ом | Розміри, мм | Маса, г,не більше |
| D | L | l | d |
| 0,125 | 8,2...3 x 106 | 2,2 | 6,0 | 20 | 0,6 | 0,15 |
| 0,25 | 8,2...5,1 x 106 | 3,0 | 7,0 | 20 | 0,6 | 0,25 |
| 0,5 | 1,0...5,1 x 106 | 4,2 | 10,8 | 25 | 0,8 | 1,0 |
| 1 | 1,0...10 x 106 | 6,6 | 13,0 | 25 | 0,8 | 2,0 |
| 2 | 1,0...10 x 106 | 8,6 | 18,5 | 25 | 1,0 | 3,5 |



Рисунок 1.4 – Загальний вигляд конденсатору типу К53 -14

Таблиця 1.2 - Експлуатаційні характеристики конденсаторів К53 -14

|  |  |
| --- | --- |
| Характеристика | Значення |
| Температура навколишнього середовища, оС | От -60 до +85 |
| Відносна вологість повітря , % | До 98 |
| Атмосферний тиск, мм. рт.ст | 10-6 до 3атм. |
| Вібраційні навантаження з прискоренням в діапазоні 5 - 200 Гц | 10g |
| Багаторазові удари з прискоренням | до 150g |
| Лінійні навантаження з прискоренням , не більше | 200g |
| Тангенс кута втрат, не більш | 15% |
| Мінімальне напрацювання, год | 10000 |
| Строк зберігання, років | 15 |

Рисунок 1.5 – Загальний вигляд діода Д3B

Таблиця 1.3 - Експлуатаційні характеристики конденсаторів Д3B

|  |  |
| --- | --- |
| Характеристика | Значення |
| Температура навколишнього середовища, оС | від -60 до +125 |
| Відносна вологість повітря , % | До 98 |
| Атмосферний тиск, мм. рт.ст | 10-6 до 3атм. |
| Вібраційні навантаження з прискоренням в діапазоні 5 - 200 Гц | 10g |
| Мінімальне напрацювання, год | 15000 |
| Строк зберігання, років | 12 |



Рисунок 1.6 – Загальний вигляд діода КД510



Рисунок 1.7 – Загальний вигляд діода КЦ405Е



Рисунок 1.8 - Конструкторські параметри вилкиз’єднувача PBD

Можна зробити висновок, що вони повністю відповідають необхідним вимогам до проектованого блоку. Діапазон робочих температур навколишнього середовища, припустима відносна вологість повітря використовуваної елементної бази, дозволяє спроектувати пристрій, що працює при заданих у ТЗ умовах експлуатації з заданою надійністю.

Описані вище елементи призначені для монтажу в отвори. І хоча монтаж в отвори поступається поверхневому монтажу в продуктивності і технологічності, тим не менше ми використовуємо більш широко поширені НЕ, отже зменшується вартість виробу.

Однією з проблем є велика кількість типорозмірів використовуваних ЕРЕ, що може погіршити технологічність установки елементів на ДП автоматами. Однак для обсягів виробництва, зазначених у ТЗ, (дрібносерійне виробництво) передбачається напівавтоматична установка НЕ на ДП за допомогою світломонтажних столів. Це знімає проблему великої кількості типорозмірів, оскільки елементи встановлюються людиною.

Описані вище елементи призначені для монтажу в отвори. І хоча монтаж в отвори поступається поверхневому монтажу в продуктивності і технологічності, тим не менше ми використовуємо більш широко поширені НЕ, отже зменшується вартість виробу.

В результаті вищесказаного можна зробити висновок, що при використанні описаних НЕ в конструкції розроблюваного блоку, доцільніше одностороння установка НЕ на друковану плату. З огляду на те, що Е3 досить схема насичена лініями зв'язку, рекомендується прийняти 3 клас точності, крок координатної сітки розміщення елементів на друкованій платі приймаємо рівним 1,25 мм.

Можна зробити висновок про те, що обрана елементна база є оптимальною, всі елементи відповідють зазначеним у ТЗ вимогам.

Ще одне зауваження. Можливо, що вихідні транзистори буде необхідно встановити на радіатори (це можна з’ясувати після проведення теплового розрахунку), найкращим конструктивним варіантом встановлення буде груповий метод встановлення. Тому бажано розмістити групи транзисторів кожного каскаду поблизу один від одного на одній лінії.

**1.5 Аналіз вимог до виробництва**

Розроблюваний підсилювач з конструкторської та технологічної точок зору є пристроєм середньої складності. Враховуючи невеликий попит на подібну апаратуру, організація окремого підприємства недоцільна. У той же час, виробництво даного апарату неможливо на підприємствах зі слабким технологічним оснащенням. Проектований виріб передбачається випускати на підприємстві, серійно або дрібносерійно випускає ЕА широкої номенклатури. Передбачається, що на підприємстві освоєні такі типові технологічні процеси:

- виготовлення друкованих плат - комбінований позитивний метод;

- підготовка НЕ до монтажу - автоматична, напівавтоматична;

- установка НЕ на друковані плати - автоматична і напівавтоматична (за допомогою светомонтажних столів);

- методи пайки: групова (вільний припою), індивідуальна.

Розподіл використовуваної елементної бази за типорозмірами наведено в таблиці 1.4.

Таблиця 1.4 - Розподіл елементної бази за типорозмірами

|  |  |
| --- | --- |
| Типорозмір | Кількість |
| штук | % |
| Навісні елементи з осьовими виводами | 20 | 74 |
| Навісні елементи з аксіальними вивидами | 7 | 26 |

За результатами аналізу технологій, заснованих на передбачуваному підприємстві-виробнику проектованого блоку і складу застосовуваної елементної бази, а також враховуючи вимоги технічного завдання за обсягом виробництва, можна зробити наступні висновки щодо забезпечення високої технологічності виготовлення розроблюваного виробу:

- у складі елементної бази найбільшу частку мають навісні елементи, що монтуються в отвори з осьовими виводами, тому їх підготовка до монтажу і сам процес установки на ДП необхідно автоматизувати в першу чергу. При цьому через відносно малий обсяг випуску доцільно використовувати універсальні автомати установки елементів з осьовими і аксіальними виводами, що дозволить знизити витрати на технологічну підготовку виробництва;

- для пайки вибирається метод пайки хвилею припою, тому що в схемі пристрою присутні тільки ЕРЕ, що монтуються в отвори, а даний метод є найбільш продуктивним при серійному виробництві.

Виходячи зі вживаної елементної бази, намічаємо, що у виробі застосовуватиметься двостороння друкована плата, що виготовляється комбінованим позитивним способом. Враховуючи порівняно невелику потребу ринку у виробі, що розробляється, недоцільно організовувати окреме підприємство по виробництву макету. Оптимальним варіантом є виробництво виробу на багатономенклатурному підприємстві з достатньо високим рівнем гнучкості виробництва. Тип виробництва – багатономенклатурний, серійний.

На підприємстві, де буде виготовлятися розроблювальний пристрій, освоєні наступні типові технології:

- комбінований метод виготовлення друкованих плат (тому що цей метод забезпечує необхідну точність );

- автоматична й автоматизована установка навісних елементів;

- одержання електричних контактів груповими методами (пайка хвилею).

**1.6 Технічні пропозиції на розробку**

У результаті аналізу ТЗ можна сформулювати ряд вимог, які необхідно виконати в процесі конструювання пристрою :

 - Виконання - стаціонарне.

 - Діапазон температур навколишнього середовища від -5 до +55 оС.

 - Відносна вологість повітря при t = +25 оС від 65 до 88 % .

 - Атмосферний тиск від 650 до 800 мм. рт. ст.

 - Немає необхідності застосовувати спеціальні заходи щодо віброізоляції, захисту від впливу біологічних і іонізуючих випромінювань .

 - Наробіток на відмову проектованого виробу повинна становити не менше 10000 годин.

 - Імовірність безвідмовної роботи повинна бути на рівні 0,80 - 0,95 за 10000 годин.

 - Модуль повинен бути виконаний на одно- або двосторонній друкованій платі.

- Розміщення ЕРЕ - з одної сторони друкованої плати;

 - Друкована плата повинна бути виконана по 3-му класу точності, крок координатної сітки 1.25 мм.

 - Для забезпечення нормального теплового режиму передбачається застосування природного повітряного охолодження.

- Захисні покриття пристрою від впливу вологи виконати з використанням лаку; для металевих виробів застосувати лакофарбове покриття або хімічне оксидування.

**2 РОЗРОБКА КОНСТРУКЦІЇ ПІДСИЛЮВАЧА**

**2.1 Вибір конструкції друкованої плати**

Для визначення площі розроблювальних конструкцій друкованих плат скористаємося формулою

*S=Kз∑Si,* (2.1)

де  *Si*– настановна площа i-го навісного елемента;

 *Kз* – коефіцієнт втрат площі (*Kз*=1...4)

Площі, займані окремими елементами: *SR* = 1150 мм2;*SVD* = 180мм2;*SC* =670мм 2 ; *SVT* = 782 мм2; *SL*=60 мм2.

За формулою 2.1 одержуємо

*S*=4×(1150 +180+670+782+60) = 6840 мм².

З огляду на наявність перехідних отворів і друкованих провідників, та з урахуванням того, що плата напевно буде двосторонньою, розмір друкованої плати необхідно вибирати із запасом.

Відповідно до вищевикладеного ДП буде мати наступні розміри: 75х95 мм.

Як діелектрична основа для виготовлення ДП, широке поширення одержали шаруваті діелектрики, що складаються з наповнювача й зв'язувальної речовини (синтетичної смоли), керамічні й металеві (з поверхневим діелектричним шаром) матеріали. Товщина ДП залежить від методу виготовлення, кількості шарів і товщини матеріалу, і може бути в межах від 0,3 до 3 мм. ДП при експлуатації не будуть піддаватися високим механічним і тепловим впливам, впливам агресивних середовищ, тому відповідно до ГОСТ 10316-78, вибираємо найпоширеніший матеріал склотекстоліт СФ-2-35-1,5 з товщиною діелектрика 1,5 мм.

У процесі конструювання ДП виконуються наступні розрахунки:

- конструктивно-технологічний розрахунок друкованого монтажу;

- розрахунок за постійним струмом (статичний);

- перевірочний розрахунок теплового режиму;

- розрахунок надійності блоку.

**2.2 Конструктивно-технологічний розрахунок друкованої плати**

Метою конструктивно-технологічного розрахунку є визначення основних конструктивних параметрів друкованого монтажу з урахуванням виробничих похибок рисунка провідних елементів, фотошаблона, основи, параметрів свердління й т.п. Як ми вже визначилися, друкована плата буде двосторонньою.

Основні умовні позначки параметрів друкованого монтажу й графічне зображення ДП наведені на рисунку 2.1. Номінальні значення основних параметрів друкованого монтажу для вузького місця наведені в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 - Номінальні значення основних параметрів друкова-ного монтажу для вузького місця

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Найменування розрахункового елемента | Позначення | Значення параметрів для 3-го класу точності ДП |
| Ширина провідника, мм | *TМ* | 0,25 |
| Відстань між краями сусідніх елементів провідного рисунка | *SМ* | 0,25 |
| Відношення діаметра металізованого отвору до товщини плати | *I* | 0,33 |
| Ширина гарантійного паска, мм | *BМ* | 0,10 |

У проектованої ДП є перехідні та монтажні отвори.



Рисунок 2.1 - Друкована плата

Таблиця 2.2 Припустимі погрішності виконання конструктивних елементів для 3-го класу точності

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Похибка | Позначення | Значення, мм |
| Допуск на отвір без металізаціїПри ∅<1 ммПри ∅>1 мм |  | ± 0,05± 0,10 |
| Допуск на ширину провідникаБез покриттяЗ покриттям |  |  + 0,10- 0,08 |
| Допуск при розташуванні отворівПри розмірі ДП, ммL ≤ 180180 < L ≤ 360 |  | 0,080,10 |
| Допуск на розташування контактних площинок, мм приL ≤ 180180 < L ≤ 360 |  | 0,20,25 |
| Допуск на розташування  |  | 0,05 |

Мінімальний діаметр перехідного отвору визначають зі співвідношення:

 ,

де  – товщина друкованої плати ( ).

 .

Приймаємо діаметр перехідного отвору .

Мінімальний діаметр монтажного отвору визначають зі співвідношення



де  – максимальне значення діаметра навісного елемента;

  – нижнє граничне відхилення номінального значення діаметра отвору;

 - зазор між виводами й монтажним отвором для пайки ( = 0,1...0,4 мм).

Для досягнення максимальної технологічності будемо використовувати лише один типорозмір монтажних отворів. Максимальний діаметр виводів всіх ЕРЕ :

*dм*= 0,7+0,2+0,05 = 0,95 мм;

Приймаємо з рекомендованого ряду діаметрів монтажних отворів 0,5; 0,7; 0,9; 1,0; 1,1; 1,3; 1,5 мм :  *dм*  = 1,0 мм.

Ширина провідника сигнальних ланцюгів



де  – мінімально припустима ширина провідника;

  - нижнє граничне відхилення ширини провідника (див. табл. 2.2).

 *t* = 0,22+ 0,03 = 0,28мм;

Приймаємо .

Номінальне значення відстані між сусідніми елементами провідного малюнка в міліметрах визначається за формулою



де – мінімально припустима відстань між сусідніми елементами провідного рисунка;

  – верхнє граничне відхилення ширини провідника (табл. 2.2).

.

Приймаємо.

Розрахунок діаметра контактної площинки здійснюю за формулою



де  – верхнє граничне відхилення діаметра отвору (табл. 2.2);

  – підтравлювання діелектрика (приймається рівної 0,03мм)..

*D* = (1,0+005)+2 0,05+0,03+2 0,03+ 1,5 мм.

Приймаємо *D* =1,8 мм.

Розрахунок мінімальної відстані для прокладки n-ої кількості провідників з контактними площинами діаметрів *D1* і *D2* роблять за формулою



де –діаметрального позиційного допуску розміщення провідника щодо номінального значення ().

Мінімальна відстані між двома контактними майданчиками мікросхем для проведення одного провідника

*l* =

Отримане значення мінімальної відстані між двома контактними майданчиками менше відстані між виводами багатовиводних ЕРЕ (транзисторів з кроком виводів 2,5 мм), тому при прийнятих параметрах друкованого монтажу може бути забезпечена можливість прокладки одного провідника між двома сусідніми виводами транзистора.

Поверхневий опір ізоляції паралельних друкованих провідників обумовлюється наявністю питомого поверхневого опору діелектрика плати:

 *Rs = ρs \* lк \* lз / l,*  (2.2)

де: *lз* – зазор між провідниками ( *lз* = 0.2 мм );

  *l* - найбільша довжина спільного проходження провідників ( *l* = 100 мм ).

*Rs* = 1.72 \* 1012 \* 0.2 / 100 = 5 \* 109 ( Ом ).

Отримані результати розрахунку по постійному струму показують правильність прийнятих раніше значень конструктивно - технологічних показників, а також показують можливість нормального функціонування проектованого виробу з погляду навантажувальної здатності провідників по струму, високий опір ізоляції й високий діелектричної міцності основи ДП.

Аналізуючи наведені вище конструктивно-технологічний розрахунок, можна виділити основні параметри друкованого монтажу, значення яких можуть коригуватися у бік збільшення на підставі електричного розрахунку тих же елементів по постійному струму:

- діаметри монтажних і перехідних отворів 1,0мм;

- номінальна ширина провідника 0,3 мм;

- номінальна відстань між сусідніми елементами провідного рисунка 0,3 мм;

- діаметр контактних площинок 1,5 мм.

**2.3 Розрахунок за постійним струмом**

Найбільш важливими електричними властивостями друкованих плат є навантажувальна здатність провідників за струмом, опір провідників і діелектрична міцність основи друкованої плати.

Постійний струм в друкованому провіднику розподіляється рівномірно по його перерізу за умови, що матеріал провідника однорідний і не має локальних сторонніх включень інших речовин.

Виходячи з вимоги допустимого перегрівання друкованих провідників (800С) експериментально для них встановлена припустима щільність струму γпр (близько 20 А/мм2 для провідників, отриманих електрохімічним методом). Виходячи з цього допустимий струм в друкарських провідниках

, (2.3)

де *tп* - товщина провідника;

 *b*- ширина провідника, мм;

  - струм, А.

 

де *I* – струм який протікає в друкованому провіднику.

Отримуємо *b≥* 0,6 мм

Приймаємо *b=* 1,5мм.

Оскільки, в пристрої нема цифрових мікросхем, всі елементи аналогові, змінної складової струму не виникає, а відповідно перемикань логічних елементів, які можуть вносити цю складову, то розрахунок по змінному струму не проводимо.

**2.4 Розміщення навісних елементів на ДП**

У загальному виді задача розміщення НЕ полягає у відшуканні для кожного з них оптимальної позиції на поверхні друкованої плати. Як критерії оптимальності при рішенні даної задачі можуть використовуватися наступні критерії:

* мінімізація найбільш довгих зв'язків;
* мінімізація сумарної довжини всіх зв'язків;
* мінімізація числа перетинань ліній зв'язку;
* максимально можливе близьке розміщення елементів, що мають найбільше число зв'язків між собою;
* одержання максимальної кількості ланцюгів з якнайбільш простою конфігурацією.

Розміщення начіпних елементів на друкованій платі здійснюється відповідно до ГОСТ 23752-79. Начіпні елементи будуть розміщені з урахуванням вимог, складених при аналізі технічного завдання. При розміщенні НЕ на ДП повинна використовуватися координатна сітка з кроком 2,5 мм.

Відстань між елементами згідно ГОСТ 23752-79повинно бути: по торці не менш 1,5 мм, між корпусами не менш 1 мм.

Загальна площа друкованої плати складається з зони розташування ЕРЕ і крайових полів уздовж периметра плати, що передбачаються як технологічні зони, зони для технологічних отворів і отворів механічного кріплення відповідних частин з'єднувачів (у нашому випадку роль з'єднувачів виконують отвори, у які будуть запаюватись вхідні і вихідні провідники).

ЕРЕ були розміщені на вільних зонах ДП. Командою PLCE було проведене розміщення елементів, що залишилися, в автоматичному режимі.

У результаті аналізу цих даних були скоректовані деякі результати розміщення й отримані більш прийнятні.

**2.5 Трасування друкованої плати**

Зіставляючи схему електричну принципову і компонуючи елементи, можна чітко визначитися з місцем розташування елементів на платі. Для досягнення високої якості трасування був зроблений конструкторсько-технологічний розрахунок.

При трасуванні з'єднань необхідно виконувати основні вимоги ДСТ 10317-79, ГОСТ 2.41778.

Спочатку на поверхню друкованої плати паралельно її сторонам наноситься координатна сітка. У лівому нижньому куті плати приймаємо початок координат. Цей кут називається базою. Основний крок координатної сітки 2,5 мм. Центри отворів і контактних площинок варто розташовувати у вузлах координатної сітки. Для збільшення надійності контактних площинок при експлуатації виробу приймається кругла форма.

Трасування плати виконувалося в середовищі PCAD. Застосовувалася програма безсіткового трасування Shape Route.

Отримані креслення представлені в графічній частині дипломного проекту.

**2.6 Оцінка теплового режиму**

У проектованому пристрої вибираємо природне охолодження, тому що щільність теплового потоку від охолоджуваних поверхонь не перевищує 0,05 Вт/см2.

Тепловими розрахунками підтверджується правильність обраного способу охолодження, у противному випадку вибирається більш ефективний спосіб охолодження. Існуючі методики теплових розрахунків електронної апаратури різноманітні, але в більшості з них тепло навантажені компоненти разом з конструктивними елементами, на які вони встановлені, моделюються умовно нагрітою зоною. Методика, по якій вироблявся розрахунок, має погрішність не гірше ±10 %. Розрахунок проводився на ЕОМ по програмі "Teplo.exe ".

Вихідними даними до розрахунку є:

- тип використовуваного корпуса;

- розміри модулю;

- температура навколишнього середовища;

- потужність, що розсіюється в блоці;

- дані про елементи, критичні до перегріву тощо.

У розробляємому виробі найбільш тепловиділяючим елементом діоди КД510 та Д3B, які мають номінальну споживану потужність 1,5 Вт (без радіатора) або 60 Вт з радіатором, гранична робоча температура становить +135 °С.

Результати розрахунку приведені в додатку А. За результатами (температура транзисторів КД510 та Д3B рівна 93,71 оС, що не перевищує їх максимально припустиму температуру 135  оС), можна зробити висновок про можливості застосування в проектованому модулі природного охолодження, тому що отримані результати цілком задовольняють технічному завданню.

**2.7 Оцінка показників надійності**

Для розроблювального модуля варто зробити оцінку структурної надійності. Структурна надійність ЕА - його результуюча надійність при відомій структурній схемі і відомих значеннях надійності всіх елементів, що складають структурну схему. При цьому під елементами розуміються як інтегральні мікросхеми, резистори, конденсатори тощо, що виконують визначену функцію і включені в загальну електричну схему. Приймається послідовна структурна схема, відповідно до якої відмовлення пристрою виникає при відмова хоча б одного елемента.

Розрахунок імовірності безвідмовної роботи модуля здійснюється по формулі:

 , (2.4)

де - сумарна інтенсивність потоку відмов елементів, що входять в пристрій;

 *t* - час відмови, на яке обчислюється ймовірність безвідмовної роботи.

Сумарна інтенсивність потоку відмов визначається по формулі:

, (2.5)

де - інтенсивність потоку відмов елементів *і*-го типу, що входять в пристрій;

  *ni* - кількість елементів *і*-го типу ;

  *m* - загальна кількість типів елементів, що входять у пристрій;

  *K1* - коефіцієнти впливу механічних впливів;

 *К2* - коефіцієнт впливу вологості.

Середній час наробітку на відмову визначається по формулі:

 T=1/ ,

Розрахунок здійснюється на персональному комп'ютері за допомогою спеціальної програми "Nad32". Вихідними даними до розрахунку є дані про типи використовуваних елементів і їхня кількість. Результати розрахунку приведені в додатку Б.

За результатами аналізу результатів розрахунку можна зробити висновок про те, що отримані дані в частині надійності цілком задовольняють вимогам ТЗ на розробку.

**3 РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ ВИГОТОВЛЕННЯ ПРИСТРОЮ**

**3.1 Вибір структурної схеми виробництва**

Керуючись технічними й технологічними вимогами, вибираємо комбінований позитивний метод виготовлення друкованих плат. Тип плати, що розроблена двосторонній, клас точності - 3.

При визначенні структурної схеми технологічного процесу збирання блоку й виборі встаткування важливе значення мають обсяг випуску й розподіл використовуваної елементної бази по типорозмірах. Відповідно до виконаного в підрозділі аналізу вимог до виробництва встановлено, що велика питома вага в складі елементної бази навісних елементів з осьовими (76%) і аксіальними (24%) виводами, що робить доцільним використання автоматичного устаткування при підготовці й монтажі цих ЕРЕ.

Значному підвищенню надійності блоку й імовірності його справного стану після збирання сприяє використання компонентів, що пройшли вхідний контроль параметрів. При цьому для максимального зниження тривалості й трудомісткості цієї операції вхідному контролю піддаються найбільш критичні до відмови елементи - транзистори. У цьому випадку виконання вхідного контролю параметрів здійснюється на відповідному тестовому устаткуванні по спеціальних програмах.

Технологічний процес виготовлення блоку умовно ділиться на основні й підготовчі операції. До підготовчих операцій відносяться операції підготовки виводів НЕ до монтажу, вхідний контроль параметрів і т.п., виконання яких забезпечує нормальний перебіг складального процесу. Підготовчі операції можуть вироблятися одночасно, що дозволяє підвищити їхню продуктивність і, як наслідок, зменшити загальний час складання. Але це у свою чергу вимагає більшої кількості автоматів. До основних операцій відносяться установка НЕ на ДП і групова пайка.

Структурна схема виготовлення блоку представлена на рис.3.1.

**ДП**

**Автоматичне встановлення ЕРЕ на ДП**

**Формовка виводів**

**Обрізання виводів**

**Лудіння** **виводів**

**ЕРЕ с осьовими виводами**

**Формовка виводів**

**Обрізання виводів**

**Лудіння** **виводів**

**ЕРЕ с аксіальними та ЕРЕ**

**Функціональний контроль та діагностика блоку**

**Ремонт**

**Напівавтоматичне встановлення ЕРЕ на ДП** **СМС**

**Покриття лаком**

**Відмивання блоку**

**(брак)**

**Штампування**

**Лиття**

**Механічне збирання корпусу**

**Загальне збирання пристрою**

**Пакування**

**Функціональний контроль та діагностика пристрою**

**Виготовлення інших вузлів пристрою**

**Ремонт**

**(брак)**

**Паяння хвилею припою**

припоя

**Паяння**

припоя

Рисунок 3.1 - Структурна схема виготовлення блоку

Відповідно до технічного аналізу виріб варто робити, орієнтуючись на серійне виробництво. Це накладає певні обмеження на вибір способу виготовлення, а також на застосовуване технологічне встаткування і комплектуючі матеріали.

В подальших пунктах цього розділу буде більш детально розглянуті етапи даного технологічного процесу.

**3.2 Виготовлення друкованої плати**

Найбільше доцільно застосувати комбінований адитивный метод виготовлення друкованої плати, оскільки при цьому методі виходять якісні провідники й контактні площинки. До того ж комбінований позитивний метод є переважним на більшості підприємств.

Найбільш трудомістка операція для розроблюваного блоку - це установка навісних елементів на друковану плату. Перед установкою виводи НЕ обов'язково повинні бути підготовлені для зниження браку при пайці. Як і установка НЕ підготовка виводів повинна здійснюватися на автоматичному встаткуванні.

Керуючись тим, що для виробництва пристрою досить продуктивності 2000 шт/годину для установки НЕ на плату, для установки НЕ з осьовими виводами вибираємо автомат RH (NM-8201) (Panasonic, Японія), а для НЕ з аксіальними виводами AI-500 (Amistar, США). Дані автомати виконують одночасно підготовку виводів і установку НЕ. Це виключає необхідність використання окремих автоматів для підготовки виводів НЕ.

Установка ЕРЕ з аксіальними виводами здійснюється напівавтоматично із застосуванням світломонтажних столів (СМС), що викликано малою кількістю встановлюваних елементів, відсутністю необхідності в дуже високій продуктивності й універсальністю способу установки в порівнянні з автоматичним. Світломонтажний стіл (510/512/550) має продуктивність до 1600 елементів у годину, тому цілком підходить для установки оригінальних ЕРЕ й мікросхем. Дані столи застосовуються в багатономенклатурному виробництві складних багатономенклатурних вузлів з великою кількістю типономиналів ЕРЕ, що монтуються в отвори. Бункери з попередньо відформованими компонентами, що перебувають усередині стільниці, відповідно до робочої програми подаються до отвору. Монтажник відповідно програмі, уведеної в контролер стола, встановлює компоненти на плату у відповідність із місцем, що вказується світловим променем. Підготовка робочої програми здійснюється методом навчання або трансляції даних із САПР.

Електричне з'єднання НЕ із провідниками й контактними площинками ДП здійснюється методом групової пайки хвилею припою на установці початкового рівня ETS250. Переваги пайки хвилею припою очевидні: висока продуктивність і обмежений час взаємодії припою із платою (зниження термоудара й перегріву елементів).

Установка пайки хвилею припою ETS 250 розроблена для дрібносерійного й серійного виробництва. Низька вартість і невеликі витрати на експлуатацію роблять установку привабливою для початку автоматизації виробництва. До складу установки входить пінний флюсователь, модуль попереднього підігріву й ламінування хвилі. Установка пайки оснащена конвеєром палетного типу. Мікропроцесорна система керування дозволяє контролювати основні параметри роботи установки. Максимальна ширина друкованої плати 250 мм.

Для свердлення отворів друкованих плат при серійному й багатоосерійному виробництві призначений свердлильний чотирьохшпиндельний верстат ОФ-101АФ2 із числовим програмним керуванням.

**3.3 Автоматична установка навісних елементів на друковану плату**

Один з основних процесів, від якого найбільше залежить продуктивність виготовлення блоку - це установка навісних елементів з аксіальними й осьовими виводами. Велика кількість елементів вимагає відповідно й великого часу на підготовку й установку. Тому потрібно приділити особливу увагу цьому питанню.

Установка навісних елементів здійснюється в такий спосіб. По команді системи керування з відповідної тари з НЕ виділяється потрібний номінал і по напрямній під власною вагою направляється в зону захвата, де захоплюється робочою головкою й переноситься в зону установки; після сполучення виводів з отвором НЕ встановлюється й підгинається пристроєм підгибання виводів. Далі цикл повторюється.

**3.4 Напівавтоматичне встановлення навісних елементів з використанням світломонтажного столу**

За останні 15 - 20 років зародився і одержав розвиток новий напрямок в технології монтажу - програмована ручне збирання на світломонтажних столах ЕРЕ на ДП, які випускає більше 30 фірм США, Західної Європи та інші.

Світломонтажний стіл - досить складний пристрій, в якому можуть застосовуватися різні принципи подачі ЕРЕ та зазначення місця його розміщення на ДП. Тим не менш, можна виділити основні вузли, які є в будь-якій моделі світломонтажного столу.

Поява програмованого складання на СМС дозволило одержати ряд помітних переваг:

- при складанні ТЕЗ не потрібно звертатися до креслення;

- виключаються помилки розміщення елементів на ДП;

- роботу може виконувати монтажник низької кваліфікації;

- значно підвищується продуктивність процесу складання.

Однієї з основних функцій СМС є вказівка посадкових місць НЕ на ДП. Зробити це можна різними способами.

Одним зі способів вказівки посадкових місць є проектування зображення зі слайдів або кіноплівки. Світло від діапроектора подається на дзеркало, що відхиляє, і потім на ДП. Як носій використовують кіноплівку або латунну фольгу товщиною 0,1 мм.

Цей спосіб вказівки має багато недоліків. Велика трудомісткість підготовки програм, що займає багато часу. Так, при використанні кіноплівки необхідно підготувати на папері вручну трафарет для кожного слайда й перенести його на кіноплівку, а потім вставити в рамку по базових отворах і закріпити.

**3.5 Пайка контактних з'єднань. Функціональний контроль та покриття лаком**

Одержання контактних з'єднань виводів елементів із друкованим монтажем здійснюється переважно пайкою. Технологічний процес пайки складається з наступних операцій:

- нанесення й сушіння флюсу;

- попереднє нагрівання плати й компонентів;

- пайка;

- обрізка виводів і очищення.

Групові методи пайки:

- занурення в розплавлений припой;

- пайка оплавленням попередньо нанесеного припою (пасти).

Пайка зануренням.

- в нерухомий припій;

- в рухливий припій.

Пайка зануренням в нерухомий припій.

Недоліки:

- плати піддаються термоудару;

- в перший момент занурення плати в припій висновки стикаються з шаром оксиду в припої, що зменшує якість.

Форма хвилі (висота хвилі, ширина смуги пайки, швидкість пайки). Форма хвилі повинна забезпечувати сприятливі умови для гарного змочування паяються поверхонь на вході хвилі. Вибір форми хвилі визначається наступними факторами:

- довгою виступаючих висновків;

- щільністю контакту;

- сприятливими умовами для змочування і видалення надлишку припою.

Для конвеєрного способу важливим параметром є так само кут нахилу конвеєра. Повинні бути забезпечені сприятливі умови для стікання надлишку припою на виходе з хвилі. Для досягнення цього в процесі просування поверхонь, що паяються в область пайки забезпечуються умови для розтікання, смачиваемости і капілярного ефекту. Температура припою відрізняється від температури друкованої плати іноді на кілька градусів. Іноді може використовуватися дві хвилі з різними температурами.

Хвиля припою в основному використовується для пайки навісних елементів, що встановлюються в отвори. Але в деяких зручних конструктивних варіантах, де використовуються компоненти поверхневого монтажу, що встановлюються з боку, тобто, що відрізняються високою щільністю, плату до КПМ потрібно приклеювати.

Швидкість окислення в ванні припою в 16 разів вище, ніж в стані спокою, причому олово окислюється швидше, ніж свинець. Таким чином, концентрація олова в сплаві падає (дефект).

Методи усунення:

- завантажувати припій з надлишком олова (70%);

- аналіз і корекція складу.

Розчинення міді і золота призводить до того ж ефекту (підвищення мінімальної температури). Необхідно застосовувати паяльні маски і ретельні лудіння золотих висновків.

Метод пайки хвилею припою виявився ефективним при реалізації деяких змішаних варіантів зборки і монтажу друкованих вузлів апаратури.

Пайка подвійною хвилею припою застосовується в основному для одного типу друкованих вузлів: із традиційними компонентами на верхній стороні і простими компонентами які монтуються на поверхню (чіпами і транзисторами) на звороті. Деякі компоненти (навіть пасивні) можуть бути ушкоджені при зануренні в припой під час пайки. Тому важливо враховувати їхню термостійкість.

Добре рознесені, що не загороджують один одного, компоненти сприяють улученню припою на кожну необхідну ділянку плати, але при цьому знижується щільність монтажу.

При високій щільності монтажу, що дозволяє реалізувати технологія поверхневого монтажу, за допомогою пайки подвійною хвилею припою практично неможливо пропаяти компоненти що монтуються на поверхню з чотирибічним розведенням виводів (наприклад, мікросхеми в корпусі PLCC). Щоб зменшити ефект затінення, прямокутні чіпи варто розміщати перпендикулярно або під кутом 45° до напрямку руху хвилі.

Під час пайки хвилею припою елементів що монтуються на поверхню застосовуються в основному наступні типи припоїв: 63Sn/37Pb, 62b/2Ag, 50Sn/50Pb.

При повному переході до використання електронних компонентів поверхневого монтажу метод подвійної хвилі припою стає малоефективним, особливо у випадку монтажу КПМ J-образними і кульковими виводами корпусів.

Для підвищення продуктивності і якості пайки використовуємо метод групової пайки. При цьому методі флюс і припій рівномірно покривають нижню поверхню плати і проникають в отвори.

Установка елементів, віднесених до оригінальних елементів виконується через їхню малу кількість вручну на світло монтажних столах досвідченими робітниками.

Режимами пайки є температура, что для найбільш розповсюдження приспіваю ПОС-61М складає 280 ± 10 º С, і час пайки 8-20 с. Знижено температура приводити до недостатньої плинності приспіваю, поганому змочуваності и т. д. Завищена температура викликає обвуглювання флюсу, вигорання компонентів припою, ерозію матеріалу паяльного жала.

Як устаткування для функціонального контролю використовується тестер функціонального и внутрішньосхемного контролю MTS180. Тестер призначення для внутрішньосхемного и функціонального контролю з максимальними кількістю каналів 2048. Система може мати будь-яку комбінацію аналогових гібридних каналів и може бути оснащена модулями функціонального контролю:

- 8 канальний 100 МГЦ блок виміру частоти и Тимчасових інтервалів Із програмувальнім вхіднім порогом спрацьовування від-25В до +25 В;

- цифровий мультиметр;

- програмувальній функціональний генератор на 3 або 30 МГЦ;

- аналізатор форми сигналу;

- програмувальне чотирьохканальне джерело живлення.

Для демонтажу и ремонту використовується паяльно-ремонтна станція VAC6500. Це чотирьохканальна станція з вакуумним маніпулятором, паяльником 20Вт, термопінцетом, термофеном и зміннім модулем, що включає вакуумний термовідсмоктувач и паяльник 80 Вт - всього 6 інструментів із загально блок керування и компресорів. Аналогове регулювання температури: керамічні нагрівачі.

Після цього відбувається функціональний контроль всього пристрою, що містіть у собі контроль на відповідність технічним вимогами, діагностику відмовлень, Настроювання и регулювання, відновлення браку. Для даного виробництва функціональний контроль буде вироблятися з допомогою автоматичних систем контролю - це спеціалізовані ЕОМ із прилаштувався комутації й адаптерами, що мають високий рівень універсальності.

На плати, що пройшли контроль, розпиленням наноситися захисний силіконовий лак DСА 200-Н "DURALUBE", що охороняє пристрій від впливів волога й агресивних середовищ, а так само є термопластичних, що дозволяє робити ремонт, не порушуючи малюнка провідників. Від покриття захищають рознімання. Лак наноситися в один шар товщина до 50 мкм. Його робоча температура - до 200 º С. Головна особливість лаку - його здатність затягувати механічні пошкодженню.

**3.6 Розрахунок та аналіз технологічності виробу**

Технологічність конструкції складальних одиниць визначають трудомісткістю операцій складання, можливістю ефективного використання високопродуктивного автоматизованого встаткування для складання.

Оцінка технологічності конструкції полягає в розрахунку комплексного показника технологічності даного виробу й порівнянні його з нормованим показником, установленим для даного виду виробу. Нормований показник технологічності для дрібносерійного виробництва перебуває в межах від 0,45 до 0,75. Комплексний показник визначається на основі відносних приватних показників і коефіцієнтів їхнього впливу на технологічність виробу, які наведені в таблиці 3.5.

Таблиця 3.5 - Показники технологічності й коефіцієнти значимості

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Порядковий номеру ранжрваній послідовності | Показниктехнологічності  | Коефіцієнтзначимості  |
| 1 |  | 1 |
| 2 |  | 1 |
| 3 |  | 0,75 |
| 4 |  | 0,5 |
| 5 |  | 0,313 |

Коефіцієнт автоматизації й механізації підготовки елементів до монтажу:

 =,

де - число ЕРЕ й ІС, підготовка яких до монтажу здійснюється механізованими або автоматизованими способами ( у нашому випадку для всіх елементи, окрім 4-ох транзисторів, підготовка до монтажу може здійснюватися механізованими або автоматизованими способами;

 - загальне число ЕРЕ;

 - загальне число мікросхем і мікрозбірок

=

Коефіцієнт настановних розмірів:

 

де - число типів настановних розмірів;

 - число всіх настановних розмірів.

 

Коефіцієнт застосовності ЕРЕ:

,

де - число типорозмірів оригінальних ЕРЕ;

 - число всіх типорозмірів ЕРЕ.

 

Коефіцієнт повторюваності ЕРЕ:

 –;

 –

Коефіцієнт використання мікросхем і мікрозбірок

 ,



Комплексний показник розраховуємо за формулою:





Порівнюючи комплексний показник технологічності виробу з нормованим (*Кн*=0,7) показником технологічності для дрібносерійного виробництва можна зробити висновок про те, що розроблюваний виріб є достатньо технологічним.

**4 ЗАХОДИ З ОХОРОНИ ПРАЦІ**

**4.1 Аналіз небезпечних і шкідливих факторів при виробництві (експлуатації) виробу**

У цій частині дипломного проекту розглянемо умови виготовлення й умови експлуатації розроблювального підсилювача з урахуванням організації охорони праці й безпеки в надзвичайних ситуаціях та екології. Пристрій експлуатується при нормальних кліматичних умовах, при роботі не виділяє шкідливих речовин. Розглянемо небезпечні та шкідливі виробничі фактори, які можуть виникнути при виготовленні підсилювача.

Відповідно до ГОСТ 12.0.002.-80 "ССБТ. Терміни і визначення" до небезпечних виробничих факторів відносяться фактори, вплив яких на робітника у визначених умовах приводить до травми, а до шкідливих - фактори, що приводять до захворювання і зниження працездатності. Категорії ваги виконуваних робіт при виготовленні й експлуатації виробу установлюються відповідно до ГОСТ 12.1.005-88. Умови виготовлення й експлуатації блоку відносяться до 1-ої категорії – фізична робота легкої ваги.

Відповідно до ГОСТ 12.0.003-74 небезпечні та шкідливі виробничі фактори підрозділяються по природі дії на наступні групи: фізичні, хімічні, біологічні, психофізіологічні.

Кожна з перелічених груп поділяється на підгрупи.

До фізичних небезпечних і шкідливих виробничих факторів належать рухомі машини і механізми; рухомі частини виробничого обладнання; пересувні вироби, заготівлі, матеріали; гострі кромки, задирки і шорсткість на поверхнях заготовок, інструментів і обладнання; підвищене значення напруги в електричному ланцюзі, замикання якго може пройти через тіло людини; підвищена запиленість і загазованість повітря робочої зони; підвищена температура поверхонь устаткування, матеріалів; невідповідність норм мікроклімату в робочій зоні, неприпустимі рівні шуму, вібрації, ультразвуку, електромагнітних та іонізуючих випромінювань, електричний струм, недоліки освітлення та ін.

До хімічних небезпечних і шкідливих виробничих факторів відносять шкідливі для організму людини речовини: токсичні, подразнюючі, канцерогенні (викликають розвиток пухлин), сенсибілізуючі (що викликають алергічні захворювання), мутагенні. Вони проникають в організм людини через органи дихання, шлунково-кишковий тракт, шкірні покрови і слизові оболонки. До хімічних шкідливих речовин входять пари бензолу, толуолу, окис вуглецю, сірчистий газ, окис азоту, хлор, а також аерозолі свинцю, сполуки хрому, та інші. Крім того, до них відносять агресивні рідини, які можуть викликати гострі та хронічні захворювання шкіри.

Біологічні небезпечні та шкідливі виробничі фактори включають патогенні мікроорганізми (бактерії, віруси, спірохети, грибки); макроорганізми (рослини і тварини).

До психофізіологічних небезпечних і шкідливих виробничих факторів за характером дії відносять фізичні перевантаження (статичні, динамічні, гіподинамія) і нервово-психічні перевантаження (розумове перенапруження, монотонність праці та емоційні перевантаження).

Найбільш небезпечними виробничими факторами є шкідливі речовини. Відповідно до ГОСТ 12.1.007-76 "ССБТ. Шкідливі речовини, класифікація і загальні вимоги безпеки " по ступеню впливу на організм шкідливі речовини підрозділяються на чотири класи небезпеки:

* надзвичайно небезпечні;
* високонебезпечні;
* помірно небезпечні;
* малонебезпечні.

При такій організації виробництва, яка зазначена в попередніх розділах, виникають наступні потенційні і шкідливі виробничі фактори:

* через те, що підприємство насичене устаткуванням, що споживає електричний струм, то існує небезпека поразки людини електричним струмом;
	+ забрудненням повітряного середовища, робочих поверхонь, одягу і шкіри рук працюючих свинцем, це може призвести до свинцевого отруєня організму і викликати хвороби крові, нервової системи та судин;
* при роботі на свердлильному верстаті може виникнути небезпека поранення робітника стружкою або уламками, що відлітають, оброблюваною деталлю при її слабкому закріпленні, при дотику до обертового свердла, патрону або шпінделю верстата;
* при ручній обробці деталей і складанні в основному можуть виникати механічні травми (забиті місця, порізи, уколи і т.п.);
* на стадії механічної обробки існує небезпека тривалого впливу на людину шуму і вібрації;
* виготовлення друкованих плат зв'язано з використанням шкідливих речовин. При постійній роботі з ними можуть виникати хімічні опіки, хронічні поразки шкіри, отруєння і т.д.;
* під час роботи на пресах (штампувальні операції) може відбутися пошкодження рук у випадку потрапляння їх у робочу зону;
	+ - під час пайки індивідуальним електропаяльником мають місце наступні шкідливі і небезпечні фактори:
1. запиленість і загазованість повітря робочої зони;
2. попадання розплавленого припою на шкіряні покрови;
3. наявність елементів, що нагріваються, дотик до яких викликає опіки;
4. ураження електричним струмом;
5. електромагнітне випромінювання.
* при виконанні робіт з нанесення захисного покриття і пояснювальних написів, існує небезпека гострого отруєння, джерелом якого є розчинники і дрібні частки при розпиленні емалей.

Відповідно до ГОСТ 12.0.002-75 безпека виробничих процесів забезпечується вибором оптимального технологічного процесу.

**4.2 Заходи з охорони праці**

На основі описаних вище небезпечних і шкідливих виробничих факторів проектованого об'єкта, що впливають на персонал, розроблено ряд заходів щодо забезпечення охорони праці й безпеки в надзвичайних ситуаціях.

Оскільки підсилювач на стадії виготовлення безпосередньо контактує з напругою у 65В, користувач може піддавтися ураженню електричним струмом від блоків живлення при несправному стані пристроїв або при підвищеній вологості. Також на стадії виготовлення пристрою обслуговуючий персонал має безпосередній контакт з металевими частинами технологічного устаткування, що при аварійних ситуаціях може привести до появи напруги на корпусі устаткування і поразки робітників електричним струмом.

Відповідно до ГОСТ 12.1.030-81, для захисту людей від ураження електричним струмом при дотику до металевих неструмоведучих частин, що можуть виявитися під напругою в результаті ушкодження ізоляції, передбачаються наступні заходи:

* захисне заземлення;
* занулення;
* захисне відключення;
* огороджувальні пристрої;
* попереджувальна сигналізація;
* запобіжні пристосування та інше.

Відповідно до ГОСТ 12.2.003-74 проектом прийнято, щоб небезпечні ділянки устаткування мали захисне заземлення.

Захисне заземлення - це навмисне електричне з'єднання із заземляючими пристроями металевих струмонепровідних частин електроустановки, які можуть опинитися під напругою внаслідок переходу на них напруги зі струмопровідних частин з метою забезпечення електробезпеки.

Заземляючим контуром називається сукупність заземлювача (металевого провідника або групи провідників, сполучених між собою металево і що знаходяться у безпосередньому з'єднанні з грунтом) і заземлюючих провідників, що сполучають частини електроустановок, що заземлюються, із заземлювачєм.

Розрахунок захисного заземлення технологічного електроустаткування ділянки складання розроблюваного пристрою.

Опір заземлювача знайдемо за формулою:

, (4.1)

де *ρ -* питомий опір грунту (узяти з довідкової літератури);

 *l* – довжина заземлювача (для труб 2-3 м, для стрижнів до 10 м), м;

 *d*– діаметр заземлювача (для стрижнів 0,01 - 0,03 м, для труб 0,03 - 0,05 m);

 *t* – відстань від середини забитого в грунт заземлювача до рівня землі (необхідно враховувати, що відстань від верхнього кінця заземлювача до поверхні землі має бути не менше 0,5 м).

Оскільки усе обладнання знаходиться у приміщенні відповідно у якості опору грунту обираємо бетон (40-1000 Ом\*м).

.

Опір смуги, що сполучає заземлювачі:

  (4.2)

де *L* – довжина смуги, що сполучає заземлювачі (при контурному заземленні вона приблизно дорівнює периметру виробничого цеху), м;

 *b* – ширина смуги 0,03 - при прокладенні усередині будівлі і 0,05 – при прокладенні поза будівлею), м;

 *t* – глибина заземлення від рівня землі(не менше 0,5 м.), м.

.

Необхідна кількість заземлювачів:

 (4.3)

де 4 – припустимий загальний опір;

 2 – коефіцієнт сезонності;

 *ηЗ* – коефіцієнт екранування заземлювача ( *ηз*= 0,2 ÷ 0,9).



Для перевірки чи вірно проведений розрахунок перевіримо нерівність:

 (4.4)

де *RЗ* – опір заземлювача (стрижня, труби, і т.п.), Ом;

 *RП* – опір смуги, що сполучає заземлювачі, Ом;

 *n* – кількість заземлювачів;

 *ηЗ* і *ηП -* коефіцієнти екранування заземлювачата смуги, що сполучає заземлювачі ( *ηз* = 0,2 ÷ 0,9; *ηП* = 0,1 ÷ 0,7);

 *RЗ*– загальний опір заземлюючого пристрою.



Отримане значення опору заземлюючого пристрою *RЗП*= Ом менше гранично припустимого значення *RЗПдоп*= 4Ом. Отже, розрахована система заземлення задовольняє відповідним вимогам ПОЕ (правила облаштування електроустановок).

Для запобігання травматизму при роботі на токарних, фрезерних, свердлильних та інших металорізальних верстатах необхідно, щоб всі шківи, ремені, шестерні і вали мали жорсткі огородження, верстати були оснащені екранами, які захищають робітників від стружки і уламків, випадково поламаного інструменту або від бризок змазуюче-охолоджуючої рідини.

Для зниження виробничого шуму редуктори поміщають у звукоізолюючі кожухи, зубчасті колеса поміщають у масляні ванни, застосовують акустичні екрани, що відокремлюють одне робоче місце від іншого, забезпечують засобами індивідуального захисту – навушники, беруші.

При виготовленні друкованих плат у запобіганні травм і профзахворювань робота зі шкідливими речовинами здійснюється з використанням фільтруючих засобів індивідуального захисту органів дихання, до яких відносяться універсальні респіратори і протигази. Для захисту рук як засоби індивідуального захисту застосовуються рукавиці і рукавички з різних матеріалів, а також захисні мазі, пасти і т.д. Для захисту очей застосовуються окуляри.

У виробничому приміщенні на організм і його працездатність впливають мікрокліматичні фактори. Мікроклімат виробничих приміщень визначається сполученням температури, вологості і швидкості руху повітря, а також температури навколишнього середовища.

Для підтримки в зимовий час нормальної температури в виробничих приміщеннях, відповідно до санітарних норм і правил СНіП необхідно передбачити центральне опалення.

Раціональне освітлення виробничих ділянок є одним з найважливіших факторів попередження травматизму і професійних захворювань. Правильно організоване освітлення створює сприятливі умови праці, підвищує працездатність і продуктивність праці. Необхідна освітленість досягається системою суміщеного освітлення.

Освітлення на робочому місці має бути таким, щоб працюючий міг без напруги зору виконувати свою роботу. Стомлюваність органів зору залежить від ряду причин: недостатність освітленості, надмірна освітленість, неправильний напрямок світла.

Недостатність освітлення приводить до напруги зору, передчасної втоми і послаблює увагу. Надмірно яскраве освітлення викликає засліплення, роздратування і різь в очах. Неправильний напрямок світла на робоче місце може створювати різкі тіні, відблиски і дезорієнтувати працюючого.

У виробничих приміщеннях передбачаються три види освітлення: природне, штучне і поєднане.

Вентиляція є найбільш ефективним засобом для зниження концентрації шкідливих речовин (газів, парів, пилу), а також зниження тепла і вологи, що виділяються при виконанні технологічного процесу і від устаткування.

Основне призначення вентиляції - здійснення повітряобміну, що забезпечує видалення з робочого приміщення забрудненого повітря і подачу чистого повітря.

У виробничому приміщенні, повітряобмін реалізується за допомогою природної і штучної (механічної) вентиляції і кондиціонера. Цей метод забезпечує нагнітання потрібної кількості свіжого повітря, що визначається в СНіП.

Штучна вентиляція може бути приточною, витяжною, приточно-витяжної, а за місцем дії - загальнообмінною і місцевою. Оскільки наш цех не має вікон, тобто нема природного провітрювання, тому треба приділити увагу штучній вентиляції.

Вентиляційні системи і їх продуктивність обирають і проектують на основі розрахунку необхідного повітряобміну.

Стіни виробничих і побутових приміщень виконуються відповідно вимогам шумозахисту, теплозахисту, мають обробку з керамічної плитки або олійної фарби, що виключає можливість поглинання й осадження отруйних речовин.

Основними мірами захисту від ЕМВ проектом передбачається екранування джерел випромінювання, екранування робочих місць. Екранування використовується для зниження інтенсивності ЕМВ на робочому місці або огородження небезпечних зон випромінювання.

Роздача питної води здійснюється за допомогою рукомийників, встановлених у середньому з розрахунку один рукомийник на 75-100 робітників. Температура питної води при роздачі, відповідно до санітарних норм, не вище 20 і не нижче 8°С. Для спуску фекально-господарських і виробничих вод обладнуються каналізаційні пристрої відповідно до діючих нормативних документів СН 245-71, СНіП ІІ-30-76.

При роботі з отруйними і токсичними речовинами обов'язкове застосування засобів індивідуального захисту. Для захисту від дії кислот і лугів застосовують захисні фартухи, робочі халати і костюми, виготовлені з гуми, прогумованої тканини, брезенту й інших хімічно стійких матеріалів. Для захисту ніг рекомендується використовувати гумові кислотно-лугостійкі чоботи з внутрішньою текстильною прокладкою і рифленою підошвою з каблуками, а також напівчоботи .

Для одночасного захисту обличчя та очей від кислот і лугів використовуються наголовні захисні щитки (типу ЩН і НБХ). Очі захищають напівзакритими або герметичними окулярами (типу ЗПС-80 , ЗПГ-80 , ЗПЗ-80).

Для захисту органів дихання від шкідливих газових парів (окрім токсичних) у концентраціях, що не перевищують ПДК більш ніж у 15 разів, рекомендується протигазовий респіратор РУ-60М.

Для захисту рук від механічних ушкоджень і впливу слабких розчинів кислот і лугів застосовують рукавиці з вовняних, бавовняних тканин з підсилювальними і захисними накладками або без них .

**4.3 Заходи з безпеки в надзвичайних ситуаціях**

При експлуатації проектованого пристрою виникає ряд факторів, що створюють небезпеку виникнення пожежі. Пожежа може виникнути при внесенні джерела запалювання в вогнезаймисте середовище. Займистими компонентами у виробі є: ізоляція струмоведучих частин, плати, наявність пальних речовин у радіодеталях, а також у приміщеннях, де знаходиться прилад. Пальними компонентами є також будівельні конструкції, перегородки, двері, підлога.

Потенційними джерелами запалювання є:

* іскри і дуги коротких замикань;
* іскри при розмиканні і замиканні ланцюгів;
* перегріви при тривалому навантаженні;
* нагрівання від діелектричних втрат;
* розряди статичної електрики.

Пожежна безпека при експлуатації приладу відповідно до ГОСТ 12.1.004-85 "Пожежна безпека" забезпечується:

* системою запобігання пожежі;
* системою протипожежного захисту;
* організаційно-технічними заходами.

Через те, що неможливо виключити із застосування пальні і пожежовибухонебезпечні матеріали, проектується зменшування імовірності утворення або внесення джерел запалювання в пальне середовище в робочому приміщенні, що досягається застосуванням наступних способів:

* виключення можливості появи іскрового розряду в пальному середовищі з енергією, рівною і вище мінімальної енергії запалювання;
* застосування інструмента, що не іскрить, при роботі з легкозаймистими рідинами;
* застосування машин, механізмів, устаткування, пристроїв, при експлуатації яких не утворяться джерела запалювання;
* виконанням діючих будівельних норм, правил і стандартів.

Протипожежний захист досягається застосуванням автоматичних систем пожежної сигналізації і застосуванням первинних засобів пожежегасіння.

# ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ПО РОБОТІ

В процесі виконання дипломного проекту було визначено конструкцію та технологію виготовлення підсилювача згідно вимогам технічного завдання.

У конструкторській частині вибрані форма і матеріал друкованої плати. Проведений перевірочний розрахунок елементів друкованого монтажу по постійному струму, який показав, що розрахунки проведені правильно. Використовуючи програми «Nad32» і «Тепло», був виконаний розрахунок надійності функціонування блоку, а також тепловий розрахунок. Отримані результати повністю задовольняють технічному завданню і умовам експлуатації.

 Розрахунок надійності показав, що вірогідність безвідмовної роботи після 10 тис. годин склала 97 % – що задовільняє технічному завданню.

При виконанні технологічної частини проекту була вибрана послідовність типових технологічних операцій вживаних на предприємстві-виробника з урахуванням обсягу виробництва. Для підвищення продуктивності і зменшення монтажних помилок при складанні блоку підсилювача на ДП узятий світомонтажний стіл. Розрахований комплексний показник технологічності блоку більше 0,9 по якому можна зробити висновок про високу технологічність пристрою, що розробляється.

Трасування, отримання креслень і конструкторської документації виконане на ЕОМ за допомогою системи автоматизованого проектування PCAD, AutoCAD.

Загалом, в процесі проектування була розроблена друкована плата підсилювача, проведені всі необхідні розрахунки, на основі яких можна зробити висновок про доцільність запуску виробу у виробництво.

# ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

 1. Горобец А. И. и др. Справочник по конструированию радиоэлектронной аппаратуры (печатные узлы). – К.: Технiка, 1985. – 312 с.

2. Практическое пособие по конструированию РЭА / В.Т.Белинский, А.Б.Грозин ;под ред. К.Б.Круковского-Синевича, Ю.Л.Мазора.-К.:Вища шк., 1992.-494с.

3. Справочник конструирования РЭА: Общие принципы конструирования / Под ред. Р. Г. Варламов. – М.: Сов. радио, 1980. – 480 с.

4. Шерстнев В. В. Конструирование и микроминиатюризация ЭВА: Учебник для вузов. – М.: Радио и связь, 1984. – 272 с.

5. Преснухин Л. Н., Шахнов В. А. Конструирование электронных вычислительных машин и систем: Учебник для втузов. – М.: Высшая школа, 1986. – 572 с.

6. Техноглогия и автоматизация производства радиоэлектронной аппаратуры: Учебник для вузов / И.П.Бушминский, Ш.М.Чабдарова.-М.:Радио и связь,1989.-624с.

7. Технология ЭВА, оборудования и автоматизация: учебное пособие для студентов вузов специальности "Конструирование и производство ЭВА" / Алексеев В. Г., Гриднев В. Н., Нестеров Ю. И. и др. – М.: Высшая школа, 1984. – 392 с.

8. Автоматизация и механизация сборки и монтажа узлов на печатных платах / Под ред. Журавского В. Г. – М.: Радио и связь, 1988. – 280 с.

9. Роткоп Л. Л., Спокойный Ю. Н. Обеспечение тепловых режимов при конструировании радиоэлектронной аппаратуры. – М.: Сов. радио, 1976. – 232 с.

10. Скрипников Ю.Ф. Радиаторы для полупроводниковых приборов.М.-Энергия,1973.-48с.

11. Голенкевич Т. А. Прикладная теория надежности. – М.: Высшая школа, 1985. – 168 с.

12. Яншин А. А. Теоретические основы конструирования, технологии и надежности ЭВА. – М.: Радио и связь, 1983. – 312 с

13. Иыуду К.А. Надежность, контроль и диагностика вычислительных систем и машин: Учебное пособие для вузов. -М.: Высш.шк.,1989.-216с.

14. Конструирование радиоэлектронной и электронной вычислительной аппаратуры с учетом электромагнитной совместимости / А.Д.Князев, Л.Н.Кечиев. –М.:Радио и связь,1989. –224с.

18. Охорона праці в електроустановках: Підручник для вузів / Під ред. Б.А. Князевського. - М.: Енергоатомиздат, 1983. - 336 с.

19. Ткачук К.Н., Сабарно Р.В. Охорона праці і навколишнього середовища в радіоелектронній промисловості. - К.: Вища школа, 1988.

20. Пожежовибухонебезпека речовин і матеріалів і засобу їхнього гасіння. Довідник / Під ред. Баратова А.Н., у 2-х томах. - М.: Хімія, 1990.

21. Добровольский А.А., Переслицких Х.Х. Пожежна техніка. Довідник. - К.:Техніка, 1981.

# ДОДАТОК А

# РОЗРАХУНОК ТЕПЛОВОГО РЕЖИМУ ПІДСИЛЮВАЧА

Таблиця А.1 - Вихідні дані

|  |  |
| --- | --- |
| Параметр | Значення |
| Горизонтальний розмір блоку, мм | 75 |
| Вертикальний розмір блоку, мм | 95 |
| Температура навколишнього середовища, оС | 50 |
| Атмосферний тиск зовні, Па | 10\*104 |
| Атмосферний тиск усередині блоку, Па | 10\*104 |
| Потужність розсіюється в блоці, Вт | 25 |
| Коефіцієнт заповнення | 0,3 |
| Кількість елементів, шт. | 1 |
| Потужність, що розсіюється одним елементом, Вт | 1,5 |
| Площа розсіювання одного елемента, мм2 | 320 |
| Вид корпуса | Перфорований |

Таблиця А.2 - Результати розрахунку

|  |  |
| --- | --- |
| Параметр | Значення |
| Температура нагрітої зони, оС | 53,8 |
| Температура повітря, оС | 69,43 |
| Температура поверхні елементів, оС | 93,71 |

# ДОДАТОК Б

# РОЗРАХУНОК НАДІЙНОСТІ МОДУЛЯ

Таблиця Б.1 - Перелік елементів

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Найменування елемента** | **Вид монтажу** | **Число контактів** | **Кіл-ть елементів, N** |
|
| МЛТ -0.125 | 1 | 2 | 8 |
| К53-14-50B | 1 | 2 | 5 |
| ДСШ | 1 | 8 | 2 |
| НШ | 1 | 8 | 1 |
| PBD-10 | 1 | 10 | 1 |
| PBD-16 | 1 | 16 | 1 |
| PBD-8 | 1 | 8 | 1 |
| КД510 | 1 | 2 | 3 |
| Д3B | 1 | 2 | 4 |
| КЦ405Е | 1 | 2 | 1 |

-

Число провідників друкованих= 82

 - Число провідників фізичних= 0

 - Число накруток= 0

 - Параметр потоку відмов= 5,876934 E-6

 - Наробіток на відмову = 23495,72 год

Таблиця Б.2 - Розрахунок показників надійності

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Час наробітку на відмову, год | Імовірність безвідмовної роботи, P(t) | Імовірність відмови,Q(t) |
|
| 1000 | 0,99734634 | 0,00265366 |
| 2000 | 0,99469973 | 0,00530027 |
| 3000 | 0,99206013 | 0,00793987 |
| 4000 | 0,98942754 | 0,01057246 |
| 5000 | 0,98680194 | 0,01319806 |
| 6000 | 0,98418331 | 0,01581669 |
| 7000 | 0,98157162 | 0,01842838 |
| 8000 | 0,97896687 | 0,02103313 |
| 9000 | 0,97636902 | 0,02363098 |
| 10000 | 0,97377807 | 0,02622193 |



Рис. Б.1. - Імовірність безвідмовної роботи



Рис. Б.2. - Імовірність відмови

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Поз. поз-начення | Найменування | Кіл. | Примітка |
|  | **Конденсатори** |  |  |
|  |  |  |  |
| С1…С3 |  К53-14-50B-100пФ ОЖ0.460.172ТУ | 4 |  |
| С4 |  К53-14-50B-1000пФ ОЖ0.460.172ТУ | 1 |  |
|  |  |  |  |
|  | **Реле** бК0.348.806-01ТУ |  |  |
|  |  |  |  |
| К1, К2 |  ДСШ | 2 |  |
| К3 |  НШ | 1 |  |
|  |  |  |  |
|  | **Резистори** ОЖ0.467.104ТУ |  |  |
|  |  |  |  |
| R1, R2 |  МЛТ-0,125-680Ом | 2 |  |
| R3 |  МЛТ- 0,125-1кОм | 1 |  |
| R4 |  МЛТ-0,125-680Ом | 1 |  |
| R5 |  МЛТ-0,125-1кОм | 1 |  |
| R5, R7 |  МЛТ-4,7кОм | 2 |  |
| RТ |  МЛТ-0,125-10кОм | 1 |  |
|  |  |  |  |
|  | **Діоди** бК0.348.806-01ТУ |  |  |
|  |  |  |  |
|  VD1...VD3 |  КД510 | 3 |  |
| VD4...VD7 |  Д3B | 4 |  |
| VD8...VD11 |  КЦ405Е | 4 |  |
|  |  |  |  |
|  | **З’єднувачі** бК0.348.806-01ТУ |  |  |
|  |  |  |  |
| Х1 |  PBD-10 | 1 |  |
| Х2 |  PBD-16 | 1 |  |
| Х3 |  PBD-8 | 1 |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |  | ДПБ 902.21.01 ПЕ3 |
|  |  |  |  |  |
| Змі | Лист | № докум. | Підп. | Дата |
| Розроб. | Савич |  |  | **Модуль пристроїв кодового автоблокування.****Перелік елементів** | Літ. | Лист | Листів |
| Перев. | Самойлова |  |  | О |  |  |  | 1 |
| Прийн |  |  |  | СНУгр. РЕА-14з |
| Н.контр | Самойлова |  |  |
| Затв. | Смолій |  |  |
| Формат | Зона | Поз. | Обозначение | Наименование | Кол | Примечание |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  | Документація |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
| А1 |  |  | ДПБ 902.21.03 СК | Складальне креслення |  |  |
| А1 |  |  | ДПБ 902.21.01 Е3 | Схема електрична |  |  |
|  |  |  |  | принципова |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  | Деталі |  |  |
| А1 |  | 1 | ДПБ 902.21.02 | Плата друкована | 1 |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  | Інші вироби |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  | Конденсатори |  |  |
|  |  | 2 |  | К53-14-50B-100пФ | 4 | С1…С3 |
|  |  |  |  | ОЖ0.460.172ТУ |  |  |
|  |  | 3 |  | К53-14-50B-1000пФ | 1 | С4 |
|  |  |  |  | ОЖ0.460.172ТУ |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  | Реле |  |  |
|  |  | 4 |  | ДСШ | 2 | К1, К2  |
|  |  | 5 |  | НШ | 1 | К3  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  | Резистори ОЖ0.467.104ТУ |  |  |
|  |  | 6 |  |  МЛТ-0,125-680Ом | 2 | R1, R2 |
|  |  | 7 |  |  МЛТ- 0,125-1кОм | 1 | R3 |
|  |  | 8 |  |  МЛТ-0,125-680Ом | 1 | R4 |
|  |  | 9 |  |  МЛТ-0,125-1кОм | 1 | R5 |
|  |
|  |  |  |  |  |  ДПБ 902.21.03 |
|  |  |  |  |  |
| Змі | Лист | № докум. | Підп. | Датаа |
| Розроб. | Савич |  |  | **Модуль пристроїв кодового автоблокування**  | Літ. | Лист | Листівв |
| Перев. | Самойлова |  |  | О |  |  | 1 | 2 |
| Прийн |  |  |  | СНУгр. РЕА-14з |
| Н.контр | Самойлова |  |  |
| Затв. | Смолій |  |  |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Формат | Зона | Поз. | Обозначение | Наименование | Кол. | Примечание |
|  |  | 10 |  |  МЛТ-0,125-4,7кОм | 2 | R5, R7 |
|  |  | 11 |  |  МЛТ-0,125-10кОм | 1 | RТ |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  | Діоди бК0.348.806-01ТУ |  |  |
|  |  | 12 |  |  КД510 | 3 |  VD1...VD3 |
|  |  | 13 |  |  Д3B | 4 | VD4...VD7 |
|  |  | 14 |  |  КЦ405Е | 1 | VD8...VD11 |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  | **З’єднувачі** бК0.348.806-01ТУ |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  | 15 |  |  PBD-10 | 1 | Х1 |
|  |  | 16 |  |  PBD-16 | 1 | Х2 |
|  |  | 17 |  |  PBD-8 | 1 | Х3 |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  | Матеріали |  |  |
|  |  |  |  | Припой Прв.Кр2 ПОС-61 |  |  |
|  |  |  |  | ГОСТ 21931-86 |  |  |
|  |  |  |  | Флюс ФКС ГОСТ 19035-82 |  |  |
|  |  |  |  | Силіконовий лак «DCA200H» |  |  |
|  |  |  |  | Фарба МКЕБ біла |  |  |
|  |  |  |  | ОСТ4 ГО.054.205 |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  | Матеріали |  |  |
|  |  |  |  | Припой Прв.Кр2 ПОС-61 | 0,05 | кг |
|  |  |  |  | ГОСТ 21931-86 |  |  |
|  |  |  |  | Флюс ФКС ГОСТ 19035-82 | 0,01 | кг |
|  |  |  |  | Силіконовий лак «DCA200H» | 0,03 | кг |
|  |  |  |  | Фарба МКЕБ біла | 0,01 | кг |
|  |  |  |  | ОСТ4 ГО.054.205 |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |
|  |  |  |  |  | ДПБ 902.21.03 | Лист |
|  |  |  |  |  | 2 |
| Изм | Лист | № докум. | Подпись | Дата |