

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Ильшат Ринатович Мухаметзянов

Должность: директор

Дата подписания: 13.07.2023 14:34:25

Уникальный программный идентификатор:

aba80b84033c9ef196388e9ea0434f90a83a40954ba270e84bcb664f02d1d8d0

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Казанский национальный исследовательский

технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ»

Чистопольский филиал «Восток»

Кафедра приборостроения

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

ПО ВЫПОЛНЕНИЮ

КУРСОВОГО ПРОЕКТА

ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Б1.В.ДВ.06.01 Технология изготовления приборов

Методические указания (рекомендации) по выполнению курсового проекта предназначены для обучающихся всех форм обучения по направлениям подготовки:

Код и наименование направления подготовки / специальности	Направленность (профиль, специализация, магистерская программа)	ФГОС ВО утвержден приказом Минобрнауки России
12.03.01 Приборостроение	Приборостроение	№ 945 от 19.09.2017

В методических указаниях приведены требования к выполнению курсового проекта, даны рекомендации по структуре, содержанию, оформлению, порядку выполнения и защите курсового проекта по дисциплине «Технология изготовления приборов»

Содержание

1 Цели и задачи выполнения курсового проекта.....	3
2 Тематика курсового проекта. Задание на курсовой проект.....	3
3 Структура курсового проекта.....	4
4 Оформление курсового проекта	4
5 Расчеты в типовом курсовом проекте.....	7
6. Правила оформления чертежей печатных плат и узлов	11
Список литературы:.....	12
Приложение.....	

1 Цели и задачи выполнения курсового проекта

Курсовое проектирование – один из видов учебной деятельности обучающихся, представляющий собой творческое решение учебной или реальной профессиональной задачи.

Курсовое проектирование направлено на решение следующих задач:

- систематизация и углубление теоретических знаний по советуемой дисциплине;
- выработка навыков применения теоретических знаний в решении конкретных практических задач;
- овладение методикой самостоятельного научного исследования;
- подготовка информации и научной базы для выпускной квалификационной работы;
- формирование компетенций, связанных с профессиональной деятельностью;
- выявление возможности и степени самостоятельности работы обучающихся в решении поставленных задач, знание которых позволяет реалистичнее оценивать будущие шансы в практической работе;
- обеспечивает развитие и обучающихся навыков командной работы, межличностной коммуникации, принятия решений, лидерских качеств.

При выполнении курсового проекта по дисциплине «Технология изготовления приборов» обучающийся должен решить следующие задачи:

- изучить, освоить основные принципы, методики разработки и внедрения технологических процессов;
- изучить технологические процессы изготовления типовых деталей, узлов приборостроительного производства. Разработать на их основе технологический процесс для изготовления конкретного изделия (детали, сборочного узла);
- изучить и применить способы оценки технологичности изделия;
- получить навыки использования нормативных документов в своей деятельности (ЕСКД и ЕСТД);
- получить навыки использования современных программных средств подготовки конструкторско-технологической документации;
- ознакомиться и освоить способы, методы расчета норм выработки, нормативов на расход материалов.

2 Тематика курсового проекта. Задание на курсовой проект

Тематика курсовых проектов может быть типовой, направленной на решение учебных задач, а также может основываться на фактическом материале организаций, на материале, собранном обучающимся в ходе производственных практик, на результаты научных исследований и должна охватывать наиболее важные разделы дисциплины, соответствовать примерным темам, указанным в рабочей программе дисциплины.

Темы курсовых проектов предлагаются обучающимся на выбор. Обучающийся имеет право выбрать одну из тем, заявленных кафедрой, или предложить свою собственную тему с обоснованием выбора.

Типовая тема курсового проекта: «Разработка технологического процесса изготовления печатного узла».

Примерные темы курсовых проектов, основанных на фактическом материале организаций и на материале, собранном обучающимся в ходе производственных практик:

- «Разработка технологического процесса изготовления регулятора расхода газов в

системе вентиляции картера»;

– «Разработка технологического процесса изготовления корпуса модема терминала спутниковой связи»;

– «Разработка технологического процесса изготовления колпачка».

Примерный бланк задания на типовую тему курсового проекта приведен в приложении 1. Задание для нетиповых тем курсовых проектов разрабатывается индивидуально для каждого обучающегося на основе предоставленных им сведений об изделии.

3 Структура курсового проекта

Примерна структура курсового проекта:

1. Титульный лист.

2. Задание.

3. Аннотация.

4. Содержание.

5. Введение (актуальность, значение темы, цель и задачи работы).

6. Основная часть:

6.1. Теоретическая часть:

– описание прибора, принципа его функционирования, если разрабатывается технологический процесс на часть прибора, какую-то отдельную деталь, то отдельно описывается зачем она нужна;

– анализ и/или расчет технологичности.

6.2. Практическая часть (перечень возможных расчетов и описаний):

– расчет норм расхода материала;

– описание технологии изготовления/сборки изделия;

– описание этапов трассировки печатной платы;

– обоснование выбора оборудования, оснастки;

– расчет режимов резания;

– расчет режимов обработки;

– расчет конструктивных параметров печатной платы;

– и т.д.

7. Заключение (выводы и рекомендации относительно возможностей использования материалов работы/применения полученных результатов).

8. Список используемой литературы.

9. Приложения (чертежи, технологические процессы, справочная информация).

Структура проекта может меняться в зависимости от задания.

Бланк титульного листа приведен в приложении 2, пример задания в приложении 1, бланк аннотации в приложении 3, пример оформления содержания в приложении 4.

4 Оформление курсового проекта

Текст курсового проекта должен быть выполнен с применением печатающих и графических устройств на одной стороне листа белой бумаги формата А4.

Страницы текста нумеруются арабскими цифрами в нижнем правом углу, соблюдая сквозную нумерацию по всему документу, включая приложения. Титульный лист включают в общую нумерацию страниц. На титульном листе номер страницы «1» не ставится.

Абзацный отступ должен быть одинаковый по всему тексту и равен 12,5мм. Правый край текста должен быть выровнен по ширине.

В конце заголовка точка не ставится. Расстояние между заголовками структурных единиц основного текста и предыдущим текстом должно быть равно 10 мм. Расстояние между основаниями строк заголовков принимают таким же, как в тексте (в случае, когда заголовок состоит из нескольких предложений, не помещается на одной строке).

Набор текста должен быть произведен в текстовом редакторе. Тип шрифта: Times New Roman Cyr. При этом:

- шрифт основного текста – обычный, размер 14пт;
- шрифт заголовков первого уровня – полужирный, размер 16 пт;
- шрифт заголовков второго и последующего уровней – полужирный, размер 14 пт;
- межсимвольный интервал – обычный. Межстрочный интервал -1,5;
- шрифт в таблицах – обычный, размер 14 пт или 12 пт (во всей пояснительной записке должен быть одинаковый).

Разделы должны иметь порядковые номера, обозначенные арабскими цифрами, в пределах всей работы, после цифры **не** ставится точка, а текст начинается с заглавной буквы.

В тексте работы должны присутствовать ссылки на источники, приведенные в списке литературы. После упоминания в квадратных скобках проставляют номер, под которым этот источник значится в списке, например: [25].

Таблицы, используемые в работе (за исключением таблиц приложения), помещаются в соответствии с логикой изложения и нумеруются арабскими цифрами в пределах каждой главы.

По центру строки без отступа абзаца пишется:

Таблица 1 – Название таблицы

Заголовки граф и строк таблицы начинаются с прописных букв, заголовки подграф – со строчных. Высота строк в таблице должна быть не менее 8 мм.

Иллюстрации могут быть расположены как по тексту, так и в приложении. Их следует нумеровать арабскими цифрами сквозной нумерацией, за исключением иллюстраций приложений. Можно использовать сквозную нумерацию рисунков по всему тексту ВКР (Рисунок 1, Рисунок 2 и т.д.). Допускается нумеровать иллюстрации в пределах раздела, например: «Рисунок 1.1». Иллюстрации должны иметь наименование, которое должно располагаться под ним. Рисунок должен располагаться ниже текста документа, где первый раз упоминается о нем. **НЕ ДОПУСКАЕТСЯ**, чтобы иллюстрация и подпись к ней располагались на разных страницах!

Пример обозначения рисунка приведен ниже.

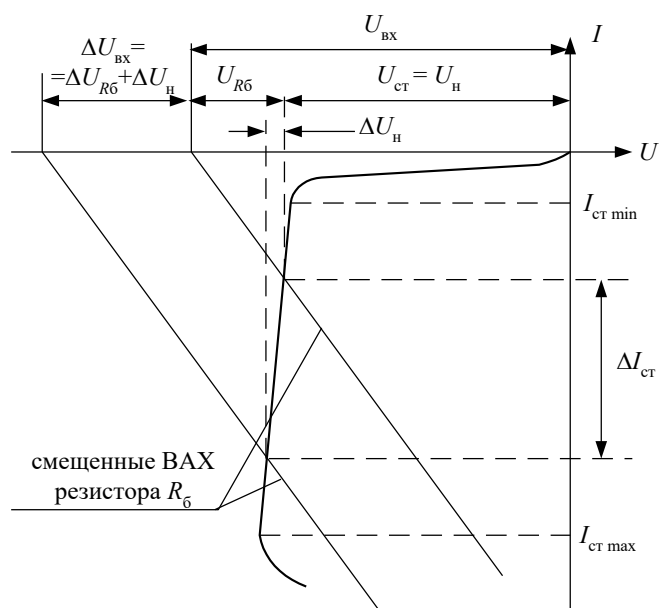


Рисунок 1.24 – Вольтамперная характеристика стабилитрона и резистора R_6

На каждую таблицу и рисунок должна быть ссылка в тексте с анализом приводимых данных.

Формулы, содержащиеся в тексте, выполняются с помощью редактора формул. Формулы располагаются на отдельных строках в начале строки с отступом и имеют нумерацию в пределах раздела. Номер формулы состоит из номеров раздела и номера формулы, заключенных в круглые скобки. Номер формулы помещается в конце строки. Под формулой приводится расшифровка символов и числовых коэффициентов, если они не были пояснены ранее в тексте. Первая строка расшифровки начинается словом «где» без двоеточия после него. Выше и ниже каждой формулы должен быть интервал не менее 6 пт.

Ссылки на разделы, подразделы, пункты, формулы, таблицы, рисунки следует указывать их порядковым номером, например: «в разделе 1», «в подразделе 1.2», «по формуле (1.2)», «по данным таблицы 1.2», «на рисунке 1.1».

Графическая часть в виде чертежей является неотъемлемой частью проекта.

Пример оформления списка литературы приведен ниже.

Список литературы

Книга одного автора

1. Витязев, В.В. Вейвлет-анализ временных рядов: Учебное пособие. – СПб.: Изд-во С.-Петербур. ун-та, 2001. – 58 с.

Книга двух и более авторов

2. Баркова, Н.А. Неразрушающий контроль технического состояния горных машин и оборудования: учебное пособие. / Н.А. Баркова, Ю.С. Дорошев. – Владивосток: Изд-во ДВГТУ, 2009. – 157 с.

Статья из журнала одного автора

3. Астафьева, Н.М. Вейвлет-анализ: основы теории и примеры применения// Успехи физических наук. – 1996. –Т. 166, №11. – С. 1145 – 1170.

Статья из журнала двух и более авторов

4. Баданин, Е.Ю., Дрозденко В.А. Диагностика и анализ вибрационного состояния ГЦН энергоблока БН-600 / Е.Ю. Баданин, В.А. Дрозденко // Известия высших учебных заведений. Ядерная энергетика. - 2009. - № 2. - С. 30-34

Электронный ресурс

5. Скворцов В. Разделение школьных предметов на образовательные и воспитательные – ошибка: челябинский эксперт [Электронный ресурс] // <http://regnum.ru>. [2011]. URL: <http://regnum.ru/news/cultura/1374311.html> (дата обращения: 03.03.2011).

5 Расчеты в типовом курсовом проекте

Расчет размеров печатной платы

Для выбора размеров печатной платы необходимо определить ее площадь. Площадь можно определить как

$$F = \frac{F_{ЭРЭ} + F_{ТО} + F_{СВ}}{K_3},$$

$F_{ЭРЭ}$ – площадь, занимаемая электрорадиоэлементами (ЭРЭ);

$F_{ТО}$ – площадь, занимаемая технологическими и/или крепежными отверстиями;

$F_{СВ}$ – площадь, которую не должны занимать ЭРЭ по конструктивным соображениям;

K_3 – коэффициент заполнения печатной платы, обычно берется в пределах 0,3–0,8.

Площадь, занимаемая ЭРЭ, определяется по установочным размерам ЭРЭ. Для упрощения расчетов исходные данные целесообразно занести в таблицу вида 1:

Таблица 1 – Площадь, занимаемая ЭРЭ

№	Наименование и обозначение ЭРЭ	Габаритный эскиз*	Количество	Площадь, занимаемая одним ЭРЭ	Площадь, занимаемая всеми ЭРЭ
1					
2					

* На эскизе элемента указывается габаритные размеры ЭРЭ, расстояние между выводами, длина и диаметр выводов.

Площадь, занимаемая технологическими и/или крепежными отверстиями определяется по формуле:

$$F_{ТО} = \frac{\pi \cdot d_{ТО}^2 \cdot n}{4},$$

где $d_{ТО}$ – диаметр технологических и/или крепежных отверстий; n – количество отверстий.

Посчитав площадь печатной платы, необходимо выбрать размеры платы согласно ГОСТ 10 317-79: размер каждой стороны печатной платы должен быть кратен 2,5 при длине до 100мм, 5 – при длине от 100 до 350 и 10 при длине более 350мм. Соотношение линейных размеров сторон платы не должно быть более 1:3.

После выбора размеров печатной платы определить реальный коэффициент заполнения печатной платы по формуле:

$$k_3 = \frac{F_{ЭРЭ} + F_{ТО} + F_{СВ}}{A \cdot B},$$

где A и B – выбранные размеры печатной платы.

Расчет диаметров монтажных отверстий

Диаметры монтажных отверстий должны быть несколько больше диаметров выводов ЭРЭ, причем

$$d_o = d_b + \Delta, \text{ при } d \leq 0,8 \text{ мм } \Delta = 0,2 \text{ мм,}$$

$$\text{при } d > 0,8 \text{ мм } \Delta = 0,3 \text{ мм,}$$

$$\text{при любых } d \quad \Delta = 0,4 \text{ мм, если ЭРЭ устанавливаются}$$

автоматизировано.

Рекомендуется на плате иметь количество размеров монтажных отверстий не более трех. Поэтому диаметры отверстий, близкие по значению, увеличивают в сторону большего, но так, чтобы разница между диаметром вывода и диаметром монтажного отверстия не превышала 0,4 мм.

По ГОСТ 10317-79 диаметры монтажных, переходных металлизированных и неметаллизированных отверстий должны быть выбраны из ряда: 0,4; 0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 0,9; 1,0; 1,1; 1,2; 1,3; 1,4; 1,5; 1,6; 1,7; 1,8; 2,0; 2,1; 2,2; 2,3; 2,4; 2,5; 2,6; 2,7; 2,8; 3,0.

Центры отверстий должны быть в узлах координатной сетки.

После проведения расчетов исходные данные заносятся в таблицу вида 2:

Таблица 2 – Диаметры выводов и монтажных отверстий ЭРЭ

№	Наименование и обозначение ЭРЭ	Диаметр вывода, мм	Диаметр монтажного отверстия, мм	Количество ЭРЭ	Общее количество выводов

Расчет диаметра контактных площадок

Диаметры контактных площадок определяются по формуле:

$$d_k = d_o + 2b + \Delta d + T_d + T_D,$$

где b – радиальная ширина контактной площадки, мм;

Δd – предельное отклонение диаметра монтажного отверстия, мм;

T_d – значение позиционного допуска расположения осей отверстий, мм;

T_D – значение позиционного допуска расположения центров контактных площадок, мм.

Позиционные допуски расположения элементов конструкций для первых трех классов точности печатных плат приведено в таблицах 3, 4, 5.

Таблица 3 – Предельное отклонение диаметра

Диаметр отверстия d , мм	Наличие металлизации	Предельное отклонение диаметра Δd , мм, для класса точности				
		1	2	3	4	5
До 1,0 вкл.	Без металлизации	$\pm 0,10$	$\pm 0,10$	$\pm 0,05$	$\pm 0,05$	$\pm 0,025$
	С металлизацией без оплавления	+ 0,05 – 0,15	+ 0,05 – 0,15	+ 0 – 0,10	+ 0 – 0,10	+ 0 – 0,075
	С металлизацией и с оплавлением	+ 0,05 – 0,18	+ 0,05 – 0,18	+ 0 – 0,13	+ 0 – 0,13	+ 0 – 0,13
Св. 1,0	Без металлизации	$\pm 0,15$	$\pm 0,15$	$\pm 0,10$	$\pm 0,10$	$\pm 0,10$
	С металлизацией без оплавления	+ 0,10 – 0,20	+ 0,10 – 0,20	+ 0,05 – 0,15	+ 0,05 – 0,15	+ 0,05 – 0,15
	С металлизацией и с оплавлением	+ 0,10 – 0,23	+ 0,10 – 0,23	+ 0,05 – 0,18	+ 0,05 – 0,18	+ 0,05 – 0,18

Таблица 4 – Значения позиционного допуска расположения осей отверстий

Размер печатной платы по большей стороне, мм	Значение позиционного допуска расположения осей отверстий T_d , мм*, для класса точности				
	1	2	3	4	5
До 180 вкл.	0,20	0,15	0,08	0,05	0,05
Св. 180 до 360 вкл.	0,25	0,20	0,10	0,08	0,08
Св. 360	0,30	0,25	0,15	0,10	0,10

Таблица 5 – Значения позиционного допуска расположения центров контактных площадок

Вид изделия	Размер печатной платы по большей стороне, мм	Значение позиционного допуска расположения центров контактных площадок T_D , мм для класса точности				
		1	2	3	4	5
ОПП; ДПП; ГПК; МПП (наружный слой)	До 180 вкл.	0,35	0,25	0,15	0,10	0,05
	Св. 180 до 360 вкл.	0,40	0,30	0,20	0,15	0,08
	Св. 360	0,45	0,35	0,25	0,20	0,15
МПП (внутренний слой)	До 180 вкл.	0,40	0,30	0,20	0,15	0,10
	Св. 180 до 360 вкл.	0,45	0,35	0,25	0,20	0,15
	Св. 360	0,50	0,40	0,30	0,25	0,20

Минимальное значение гарантийного пояса b приведено в табл.6

Таблица 6 – Диаметры выводов и монтажных отверстий ЭРЭ

Условное обозначение	Минимальное значение гарантийного пояса для класса точности				
	1	2	3	4	5
b , мм	0,30	0,20	0,10	0,05	0,025

После проведения расчетов исходные данные заносятся в таблицу вида 7:

Таблица 7 – Диаметры выводов и монтажных отверстий ЭРЭ

№	Наименование и обозначение ЭРЭ	Диаметр вывода, мм	Диаметр монтажного отверстия, мм	Диаметр контактной площадки, мм	Общее количество выводов

Расчет технологичности печатного узла

Под технологичностью конструкции понимается совокупность ее свойств, обеспечивающая в заданных условиях производства и эксплуатации наименьшие затраты труда, средств, материалов и времени при технологической подготовке производства, изготовлении и ремонте изделия.

Оценку комплексных показателей технологичности конструкции осуществляют для:

- 1) опытного образца (опытной партии);
- 2) установочной серии;
- 3) серийного производства.

Рассматривают узлы и блоки, являющиеся сборочными единицами, а в отдельных случаях производят оценку технологичности изделия в целом. В зависимости от конструктивно-технологических особенностей сборочные единицы разбивают на группы:

- 1) электронные блоки (логические, аналоговые и индикаторные, блоки оперативной памяти, генераторы сигналов, приёмно-усилительные блоки и т.д.);
- 2) радиотехнические блоки (вторичные и стабилизированные источники питания, выпрямители и т.д.);
- 3) электромеханические и механические блоки (механизмы привода, отсчётные устройства, кодовые преобразователи, редукторы, волноводные блоки и т.д.);
- 4) коммутационно-распределительные блоки (коммутаторы, коробки распределительные, переключатели и т.д.).

Наиболее важными показателями технологичности конструкции изделий являются трудоёмкость изготовления и технологическая себестоимость. Для каждой группы изделий определён состав из семи базовых показателей. Их выбирают с учётом наибольшего влияния на технологичность конструкции блоков. Состав базовых показателей, их ранжированная последовательность зависит от вида группы. Коэффициент весовой значимости показателя определяется по формулам

$$\varphi_i = \frac{i}{2^{i-1}}, \text{ где } i - \text{ порядковый номер показателя в ранжированной последовательности.}$$

Таблица 8 – Базовые показатели для электронных блоков

Формула для определения базового показателя	Коэффициент весовой значимости	
1. Коэффициент использования микросхем и микросборок в блоке		
$K_{и.мс.} = N_{мс} / N_{эрэ}$	$\varphi_1 = 1.000$	$N_{мс}$ – общее количество микросхем и микросборок в блоке (изделии), шт; $N_{эрэ}$ – общее количество ЭРЭ (микросхемы, микросборки, транзисторы, диоды, резисторы, конденсаторы), шт.
2. Коэффициент автоматизации и механизации монтажа изделий		
$K_{а.м.} = N_{а. м.} / N_{м.}$	$\varphi_2 = 1.000$	$N_{а.м}$ – количество монтажных соединений, которые осуществляться механизированным и автоматизированным способом, $N_{м}$ – общее количество монтажных соединений, шт;

3. Коэффициент автоматизации и механизации подготовки ЭРЭ к монтажу		
$K_{м.п.ЭРЭ} = H_{м.п.ЭРЭ}/H_{ЭРЭ}$	$\varphi_3 = 0,750$	$H_{м.п.ЭРЭ}$ - количество ЭРЭ, подготовка которых к монтажу может осуществляться механизированным и автоматизированным способом, шт. $H_{ЭРЭ}$ – общее количество ЭРЭ, шт.
4. Коэффициент автоматизации и механизации операций контроля и настройки электрических параметров		
$K_{м.к.н.} = H_{м.к.н.}/H_{к.н.}$	$\varphi_4 = 0,500$	$H_{м.к.н.}$ - количество операций контроля и настройки, которые можно осуществлять механизированным и автоматизированным способом, шт (в число таких операций включаются операции не требующие средств механизации); $H_{к.н.}$ - общее количество операций контроля и настройки, шт.
5. Коэффициент повторяемости ЭРЭ		
$K_{п.ЭРЭ} = 1 - H_{т.ЭРЭ}/H_{ЭРЭ}$	$\varphi_5 = 0,310$	$H_{т.ЭРЭ}$ - общее количество типоразмеров ЭРЭ в блоке (изделий), шт. Под типоразмером ЭРЭ понимается габаритный размер без учета номинальных значений.
6. Коэффициент применяемости ЭРЭ		
$K_{пр.ЭРЭ} = 1 - H_{т.ор.ЭРЭ}/H_{ЭРЭ}$	$\varphi_6 = 0,187$	$H_{т.ор.ЭРЭ}$ - количество типоразмеров оригинальных ЭРЭ в изделии (блоке), шт.
7. Коэффициент прогрессивности формообразования деталей		
$K_{ф} = D_{пр}/D$	$\varphi_7 = 0,110$	$D_{пр}$ - количество деталей, полученных прогрессивными методами формообразования (штамповкой, прессованием, литьем под давлением и т.п.), шт; D - общее количество деталей (без нормализованного крепежа) в блоке (изделии), шт.

Комплексный показатель технологичности изделия определяется на основе базовых показателей:

$$K = \frac{\sum_{i=1}^7 K_i \cdot \varphi_i}{\sum_{i=1}^7 \varphi_i},$$

где K_i - расчетный базовый показатель соответствующего класса блоков (согласно ГОСТ 14.202-73); φ_i - коэффициент весовой значимости показателя; i - порядковый номер показателя в ранжированной последовательности.

Уровень технологичности разрабатываемого изделия оценивается относительно нормативного комплексного показателя K_n , согласно ГОСТ 14.201-73 это отношение должно удовлетворять условию $K/K_n \geq 1$, где K_n выбирают из таблицы 9.

Таблица 9 – Нормативные значения

Тип блоков	Опытный образец (партия)	Установочная серия	Серийное производство
Электронные	0,4 - 0,7	0,45 - 0,75	0,5 - 0,8
Радиотехнические	0,4 - 0,6	0,75 - 0,8	0,8 - 0,85
Электроремонтные и механические	0,3 - 0,5	0,4 - 0,55	0,45 - 0,6

6. Правила оформления чертежей печатных плат и узлов

Требования к оформлению электрической принципиальной схемы, чертежа печатной платы, печатного узла

Принципиальная схема является наиболее полной электрической схемой изделия, на которой отображают все электрические элементы, все связи между ними, а также элементы их подключения (разъемы, зажимы), которыми заканчиваются входные и выходные цепи.

На схеме должно быть:

1. Электрическая принципиальная схема, занимающая основное пространство, начиная слева направо сверху вниз. На схеме указывается:

1.1. Номера контактов физических корпусов всех условно графических обозначений элементов.

1.2. Позиционные обозначения всех элементов. Всем элементам схемы ЭЗ необходимо присвоить буквенно-цифровые позиционные обозначения. Буквы позиционного обозначения соответствуют функции, выполняемой данной группой. Цифровой индекс в позиционном обозначении соответствует порядковому номеру элемента, номера присваиваются в соответствии с расположением элементов группы сверху вниз в направлении слева направо. Позиционные обозначения проставляют на схеме рядом с УГО с правой стороны или над ним.

1.3. Входные и выходные разъемы (им также присвоить позиционные обозначения X1, X2 и т.д.);

1.4. Все УГО соединяются линиями связи или линиями групповой связи (утолщенными).

2. Таблица с характеристиками питания ИМС

3. Перечень элементов. Данные обо всех элементах и устройствах записывают в ПЭ, который помещают на первом листе схемы или в виде самостоятельного документа. В ПЭ записывают группами в алфавитном порядке их буквенных позиционных обозначений, располагая по возрастанию порядковых номеров в пределах каждой группы. Между отдельными группами элементов оставляют не менее 1 свободной строки.

Однотипные элементы с одинаковыми параметрами и последовательными порядковыми номерами допускается записывать в перечень одной строкой.

Перечень элементов оформляется по ГОСТ 2.701 –2008.

Требования к оформлению чертежа печатной платы

Чертежи односторонних ПП выполняются групповым или базовым способом: по ГОСТ 2.113-75 и ГОСТ 2.417-91. В групповых и базовых конструкторских документах содержатся данные о двух и более ПП, обладающих общими конструктивными признаками при некоторых различиях между собой.

Чертеж ПП может размещаться на листах, число которых может составлять от 1 до 6.

На листе 1 должны присутствовать основные проекции платы без топологического рисунка с габаритными размерами и общетехнические требования. Допускается располагать на листе 1 таблицу контактных площадок и отверстий, а для малогабаритных плат – проекции ПП с топологическим рисунком стороны А или стороны Б, или сторон А и Б.

На листах 2 и 3 располагают топологический рисунок с контактными площадками стороны А и стороны Б соответственно.

На листах 4 и 5 располагают совмещенные слои защиты и маркировки сторон А и Б.

На листе 6 размещается таблица контактных площадок, отверстий и элементов проводящего рисунка. Если таблицы контактных площадок и отверстий размещены на 1- или 2-м листах комплекта КД, то лист 6 может отсутствовать.

При выполнении дипломного проекта студент должен стремиться разместить чертеж печатной платы на одном листе, совмещая при этом изображение платы с проставленными габаритными размерами и топологический рисунок стороны А или стороны Б (или А и Б). В этом случае для изображения односторонней ПП достаточно двух ее проекций, а для изображения двухсторонней ПП – трех проекций (вид на сторону А, вид с торца и вид на сторону Б).

Как и на любом чертеже детали на чертеже ПП должны быть проставлены все размеры, содержатся требования по взаимному расположению поверхностей, шероховатости поверхностей; должен быть указан материал.

У ПП почти все размеры являются выполняемыми (исполнительными), т.е. обеспечиваются в процессе ее изготовления. Исключение составляет толщина платы. Этот размер определяется толщиной заготовки - листового диэлектрика, поэтому проставляется справочно (без допуска). Размеры на чертеже ПП могут быть указаны одним из следующих способов:

- обычным способом, т.е. в соответствии с требованиями ГОСТ 2.307-68;
- нанесением координатной сетки в прямоугольной системе координат;
- нанесением координатной сетки в полярной системе координат;
- комбинированным способом при помощи размерных и выносных линий и координатной сетки в прямоугольной и полярной системе координат;
- в виде таблицы координат элементов проводящего рисунка.

Ввиду специфических особенностей ПП, как детали (пластина с большим количеством отверстий и контактных площадок), первый способ почти не применяется. Причина состоит в том, что выносные и размерные линии, используемые при этом способе для указания положений центров отверстий, контактных площадок и их диаметров или ширины при большом количестве отверстий затеняют чертеж и делают его трудночитаемым.

Большее распространение получил комбинированный способ, когда положение центров отверстий и печатных проводников задается координатной сеткой, параметры отверстий контактных площадок – с помощью таблиц, а размеры, определяющие контур ПП – обычным способом.

Идея использования координатной сетки состоит в том, чтобы центры всех отверстий и контактных площадок располагать только на пересечении линий сетки.

Тогда для обозначения местоположения отверстия достаточно указать лишь два номера пересекающихся линий сетки. Очевидно, что шаг сетки должен быть увязан с размерами, определяющими расположение выводов размещаемых на плате ЭРИ. Допускается комбинированный способ указания координат центров отверстий и их размеров: при помощи размерных и выносных линий и координатной сетки в прямоугольной системе координат.

Шаг координатной сетки гарантирует совместимость ПП, ИЭТ, ЭРЭ, изделий квантовой электроники, электротехнических изделий, т.е. всех ЭРИ, которые монтируют в узлах координатной сетки на ПП.

Шаг координатной сетки выбирают в соответствии с шагом большинства ЭРИ, устанавливаемых на ПП.

Предпочтительными являются следующие шаги координатной сетки:

- $n \cdot 0,05$ мм при $n=5, 10, 15, 20, 25$;
- $n \cdot 0,5$ мм при $n=1, 2, 5, 6, 10$.

Допустимые шаги координатной сетки – дюймовые шаги, которые применяют в конструкции ПП, использующих ЭРИ с шагом, кратным 2,54 мм (2,54 мм; 1,27 мм; 0,635 мм). Координатную сетку наносят или на всё поле чертежа, или часть поверхности ПП, или рисками по периметру контура ПП, или на некотором расстоянии от него тонкими линиями. Чтобы линии сетки не затеняли чертеж, допускается наносить их через одну или через три. При таком разрежении линий сетки еще можно на глаз без большого напряжения определить номера линий сетки, соответствующие центрам отверстий.

Линии сетки нумеруются. За начало отсчета в прямоугольной системе координат принимают:

- левый или правый нижний угол ПП;
- левую или правую нижнюю точку, образованную линиями построения;
- центр крайнего левого или правого нижнего отверстия.

Шаг координатной сетки в полярной системе координат задают по углу и диаметру. Круглые контактные площадки с отверстиями, в том числе имеющие зенковку, и контактные площадки произвольной формы, размеры которых не указаны, изображают на чертеже одной окружностью. Размеры и форму контактных площадок указывают в технических требованиях чертежа. Отверстия, близкие по диаметру, изображают окружностью одного диаметра с обязательным указанием условного знака в соответствии с рис. 1







Условное обозначение	Диаметр отверстия	Форма КП	Диаметр КП D , мм	Наличие металлизации в отверстиях	Количество отверстий
	0,7	Круглая	1,3	Есть	3
	0,9	Квадратная	1,5	Есть	19
	0,9	Круглая	1,5	Есть	251
	1,0	Круглая	1,6	Есть	14
	1,6	Круглая	2,3	Есть	16
	2,5Н12	–		Нет	7

Рисунок 1 – Форма таблицы отверстий и контактных площадок на чертеже ПП

В приведенной на рис. 1. таблице указывают диаметр отверстия, его условный знак, форму и размеры контактных площадок, наличие металлизации в отверстиях, количество отверстий. Допуски на диаметры отверстий могут быть указаны здесь же, либо в технических требованиях на чертеж.

Проводники на чертеже можно обозначить одной линией, являющейся осью симметрии проводника, или двумя линиями (широкие проводники). Если на плате используются несколько типов печатных проводников различной ширины, то их условные обозначения и ширину указывают в таблице (см. рис. 2.).

Условное обозначение	Ширина проводника, мм
	0,3
	0,6
	2,0

Рисунок 2 – Форма таблицы печатных проводников

Если число разновидностей печатных проводников по ширине невелико (одна - две), то ширина проводников может быть указана в технических требованиях на чертеже или непосредственно на чертеже проекции обычным способом. При изображении проводников двумя линиями, совпадающими с линиями координатной сетки, числовое значение ширины на чертеже ПП не указывают.

Отдельные элементы рисунка ПП (проводники, экраны, изоляционные участки) допускается выделять на чертеже штриховкой, зачернением. Ту информацию, которую на чертеже невозможно отобразить графически или условно, помещают в технических требованиях. Последние размещают над основной надписью (штампом) на первом листе.

Ниже приводятся наиболее часто используемые варианты пунктов технических требований.

1. Печатную плату изготовитьметодом.
2. Печатная плата должна соответствовать ГОСТ 23752-79.
3. Шаг координатной сетки ...мм.
4. Линии сетки нанесены через три.
5. Проводники выполнять шириной ... (с допуском) мм.
6. Расстояние между проводниками не менее ...мм.
7. Допускается в узких местах занижение размера контактных площадок до ...мм; или допускается в узких местах занижение ширины печатных проводников до ...мм.
8. *Размеры для справок.
9. Покрытие - олово-синец, оплавленное по ГОСТ 9.306-85.
10. Масса покрытия ...кг (пункт помещается только в случае покрытия драгоценными металлами).
11. Маркировку ПП располагают на свободных местах платы. Если маркировка выполняется в одном технологическом цикле с печатным проводящим рисунком, то допускается применять любой шрифт. При этом в ТТ чертежа способ маркировки не указывают. Маркировку располагают на чертеже с одной или двух сторон. Ее принято делить на основную и дополнительную.

Основную маркировку наносят в обязательном порядке. В нее входит:

- обозначение ПП и ее шифр (выполняют шрифтом не менее 2,5 мм; все остальные маркированные символы, приведенные ниже – шрифтом не менее 2 мм);
- дата изготовления (год, месяц);
- обозначение слоя МПП.

Чертеж печатной платы выполняется по ГОСТ 2.417–91.

Требования к оформлению сборочного чертежа печатного узла

Печатный узел – сборочная единица.

Сборочный чертеж печатного узла (ячейки) выполняется в масштабе 1:1, 2:1, 2.5:1 или 4:1. Размеры каждой стороны печатной платы должны быть кратными 2, 5 при длине до 100 мм, 5 при длине до 350 мм, 20 при длине более 350 мм. Диаметры монтажных и переходник металлизированных и неметаллизированных отверстий выбирают из ряда (0, 2); 0, 4; (0, 5); 0, 6; (0, 7); 0, 8; (0, 9); 1, (1, 2); 1, 3; 1, 5; 1, 8; 2, 0; 2, 2; (2, 4); (2, 6); (2, 8); (3, 0).

Вместе с тем, печатный узел, как сборочная единица обладает рядом особенностей, отличающих его от других изделий машиностроения и приборостроения. В частности, узел представляет собой, как правило, печатную плату (по форме - пластину), на которой установлено большое количество элементов, основная часть из которых - стандартные ЭРИ. По этой причине детальная прорисовка на проекциях всех элементов и фрагментов узла не только не способствует быстрому уяснению вопросов, важных для технологов, но и, наоборот, затеняет чертеж и усложняют его чтение. Основную информацию содержит проекция узла, где печатная плата изображена в плане. Виды сбоку менее информативны. Поэтому на виде сбоку печатного узла допускается ЭРИ не прорисовывать, а обозначить лишь зону размещения ЭРИ с выделением, при необходимости, компонентов, определяющих максимальную высоту печатного узла.

ЭРЭ изображаются упрощенно по ГОСТу. Печатные проводники и переходные отверстия не изображаются. Сборочный чертеж должен давать полное представление о размещении, способах установки и крепления всех без исключения компонентов. При выборе способа установки компонентов должны приниматься во внимание объект установки и условия эксплуатации узла. Конструктор может воспользоваться вариантами установки, предусмотренными действующими ГОСТами, ОСТАми и ТУ, либо предложить другой способ. В первом случае варианты установки указываются в технических требованиях на сборочном чертеже. Во втором случае помещаются местные разрезы или виды по стрелке, дающие полное представление о способе установки и крепления данного компонента.

Всем элементам печатного узла должны быть присвоены позиционные обозначения. Однако, поскольку элементам схемотехники на схеме электрической принципиальной ранее уже были присвоены обозначения, допускается на сборочных чертежах указывать только эти обозначения. Соответствие этих обозначений присвоенным номерам позиций элементов определяется по спецификации, в которой в колонке «Поз» проставляются по нарастающей номера позиций элементов, а в колонке «Примечание» - обозначение этих же элементов на схеме электрической принципиальной.

У элементов, не относящихся к числу элементов схемотехники (печатная плата, установочные и крепежные детали, отдельные объемные проводники и пр.) номера позиций указываются в соответствии с общими требованиями на сборочный чертеж.

На свободном поле листа, как правило, над штампом помещаются технические требования на сборочный чертеж. В требованиях содержится та информация, которую конструктор желает довести до технолога и которую передать с помощью изображений проекций, разрезов, видов, условных обозначений нельзя. Это текст, разбитый на пункты. Ниже приводятся примеры записи пунктов технических требований на сборочный чертеж.

- 1.Электромонтаж выполнять согласно АБВГ. XXXXXX.021ЭЗ.
- 2.*Размеры для справок.
- 3.Установку элементов производить в соответствии с ОСТ4. ГО.010.30-81:
 - элементы поз. 8,9,11..16,21 - по варианту Па, высота установки 3+1мм;
 - элементы поз. 18, 23 – по варианту Va;
 - элементы поз. 38...46 – по варианту VIIa;

- остальные – по чертежу.
- 4. Паять припоем ПОС - 61 ГОСТ 21931-76.
- 5. Элементы поз. 18, 23 ставить на клей ВК-9 ОСТ4 ГО.029.204.
- 6. Высота выступающих концов выводов не более 1 мм.
- 7. Резьбовые соединения контрить эмалью ЭП-51 красной ОСТ 3-6326-87.
- 8. Плату покрыть лаком УР-231 ТУ 6-10-863-84. Деталь поз. 2, резисторы R1-R6, лепестки 1-12 от покрытия предохранить.
- 9. Печатные проводники условно не показаны.
- 10. Заводской номер маркировать краской ЧМ, черный, ТУ 029-02-859-78. Шрифт 2,5 по НО.010.007.
- 11. Клеймо ОТК.
- 12. Остальные технические требования по ОСТ 4. ГО.070.015.

Спецификация на сборочный чертеж ПУ

Спецификация представляет собой таблицу, содержащую перечень всех составных частей, входящих в данное изделие, и конструкторских документов, относящихся к этому изделию и к его неспецифицируемым составным частям (деталям, не имеющим составных частей).

Спецификацию выполняют на отдельных листах формата А4 (210x297 мм).

Если спецификация содержит всего лишь один лист, то в графе штампа «Листов» пишут 1, а в графе «Лист» ничего не указывают. Спецификация на сборочный чертеж печатного узла состоит из разделов, которые располагаются в следующей последовательности:

- «Документация»;
- «Сборочные единицы»;
- «Детали»;
- «Стандартные изделия»;
- «Прочие изделия»;
- «Материалы»;
- «Комплекты».

Наименование каждого раздела указывают в виде заголовка в графе «Наименование» и подчеркивают тонкой линией. Ниже каждого заголовка должна быть оставлена одна свободная строка, выше – не менее одной.

В разделе «Документация» перечисляется вся документация, относящаяся к проектируемому печатному узлу. В разделе «Сборочные единицы» перечисляются составные части печатного узла, относящиеся к категории «Сборочные единицы». К ним относятся, например, трансформаторы, дроссели, контурные катушки и другие изделия, на которые разработаны сборочные чертежи. Обозначение сборочного чертежа заносится в графу «Обозначение». Несмотря на то, что разработка таких сборочных чертежей заданием на дипломное проектирование не предусматривается, студент должен присвоить им обозначение и вписать их в соответствующую графу. Если в составе ПУ таковых нет, раздел опускается.

В разделе «Детали» перечисляются составные части ПУ, относящиеся к категории «Детали». На них в процессе проектирования разрабатываются чертежи. Обозначения этих чертежей заносятся в графу «Обозначение». К категории «Детали» относятся печатная плата, кронштейны, хомуты и другие детали, специально разработанные для применения в составе ПУ.

В разделе «Стандартные изделия» перечисляются все составные части ПУ, на которые имеются ГОСТы. Это винты, гайки, шайбы, шпильки, штифты и пр. Для изготовления этих деталей не требуются чертежи. Они изготавливаются непосредственно по ГОСТам. Поэтому графа «Обозначение» в данном разделе не

заполняется. Изделия заносятся в раздел по алфавиту, по возрастанию диаметра резьбы, по возрастанию номера ГОСТа и т.д. Сначала пишут обозначение, а затем номер ГОСТа. Например: Винт В.1,6-6g Ч8.48.016 ГОСТ 17475-72. В этом же разделе можно помещать перечень ЭРИ и ПМК, если на них имеются ГОСТы. Однако предпочтительнее перечисление ЭРИ и ПМК провести в разделе «Прочие изделия».

В этом случае в разделе «Прочие изделия» в графе «Наименование» для отечественных ЭРИ и ПМК указываются наименование, тип и ТУ, а для импортных - наименование, тип и фирма-производитель. Если по каким-либо причинам ни ТУ, ни фирма-производитель указаны быть не могут, то необходимо указать фирму, где данное ЭРИ можно приобрести. При заполнении раздела «Прочие изделия» следует руководствоваться следующими правилами:

- изделия записываются в порядке, определяемым их названием (названия выстраиваются в алфавитном порядке), в названии группы сначала записывают имя существительное, а затем имя прилагательное и т.д.;

- перед названием каждой группы оставляют, по меньшей мере, одну свободную строку;

- графы «Формат» и «Обозначение» не заполняют;

- внутри каждой группы ЭРИ или ПМК записывают либо в алфавитном порядке, либо по возрастанию номинала или номера ГОСТа или ТУ;

- номер ГОСТа или ТУ на резисторы, транзисторы и другие ЭРИ, которые при разном номинале имеют одинаковое наименование и одинаковые ТУ или ГОСТ, можно записать вначале, т.е. до начала перечисления элементов сразу после названия группы и далее его уже не повторять, например

Резисторы

С2-33Н-0,125 ОЖО.467.093ТУ

С2-33Н-0,125-36Ом±10%

и т.д.;

- желательно резервировать строки и номера позиций;

- в графе «Кол» указывают количество элементов с одинаковым номиналом или названием (например, для микросхем); эти ЭРИ или ПМК имеют один номер позиции, который указывают в графе «Поз»;

- в графе «Примечание» указывают обозначение ЭРИ, присвоенное им на схеме электрической принципиальной (ровно столько, сколько перечислено в одной строке), например, VD1-VD6 или VD7 или VD8, VD9;

- в разделе «Материалы» не указывают припой, клей, лак и прочие материалы, количество которых невозможно определить заранее конструктору и оно устанавливается технологами; указания о применении этих материалов дают в ТТ на чертеже

Список литературы

1. Технология деталей радиоэлектронной аппаратуры: учеб. пособие для вузов. /Под ред. С.Е. Ушаковой. – М.: Радио и связь, 1996.
2. Валетов, В.А. Технология приборостроения. Учебное пособие / В.А. Валетов, Ю. П. Кузьмин, А.А. Орлова, С.Д. Третьяков. СПб: Университет ИТМО, 2008 – 336 с. [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/40745#book_name.
3. Билибин, К.И. Проектирование технологических процессов в производстве электронной аппаратуры: Учеб. Пособие / К. И. Билибин, В. А. Соловьев. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2007. – 76 с. [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/61998#book_name
4. Мылов Г.В. Печатные платы: выбор базовых материалов. М.: Горячая линия-Телеком, 2016. – 172 с. [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/90138#book_name
5. ГОСТ 14.201-83. Единая система технологической подготовки производства. Обеспечение технологичности конструкции изделия изделий. Общие требования.
6. ГОСТ 2.417-91. Единая система конструктивной документации. Правила выполнения чертежей печатных плат. М.: Изд-во стандартов, 1978.
- ГОСТ 10317-79. Платы печатные. Основные размеры.
7. ГОСТ 14.201-73. Единая система технологической подготовки производства. Обеспечение технологичности конструкции изделия изделий. Общие требования
8. ГОСТ 2.701 –2008. Единая система конструкторской документации. Схемы. Виды и типы. Общие требования к выполнению.
9. ГОСТ 2.113-75 Единая система конструкторской документации. Групповые и базовые конструкторские документы.

Институт: Чистопольский филиал «Восток» КНИТУ-КАИ

Кафедра: приборостроение

Направление подготовки: 12.03.01 Приборостроение

ЗАДАНИЕ

на курсовой проект

обучающегося группы 21401 Иванова А.А.

по дисциплине «Технология изготовления приборов»

1. Тема: «Разработка технологического процесса изготовления печатного узла микромощного стереопередатчика».

2. Перечень подлежащих разработке вопросов:

- анализ принципа функционирования устройства;
- расчет технологичности печатного узла;
- расчет конструктивных параметров печатной платы (размеров печатной платы; диаметров и количества монтажных отверстий; диаметров контактных площадок; минимального расстояния между центрами двух соседних отверстий для прокладки нужного количества проводников);
- трассировка печатной платы;
- разработка технологии производства печатной платы;
- разработка технологического процесса сборки печатного узла.

3. Перечень графического материала:

- электрическая принципиальная схема с перечнем элементов;
- чертеж печатной платы;
- сборочный чертеж печатного узла со спецификацией;
- технологический процесс сборки печатного узла с эскизами.

4. Исходные данные: электрическая принципиальная схема и описание устройства приведены в журнале «Радио» № 3–2007г.

Дата выдачи задания «__» _____ 2017г.

Руководитель курсового проекта:

к.т.н., ст. преподаватель кафедры приборостроения В.В. Туктарова _____

Задание принял к исполнению обучающийся группы 21401 А.А. Иванов _____

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования «Казанский национальный исследовательский
технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ»
(КНИТУ-КАИ)

Чистопольский филиал «Восток»
кафедра приборостроения

12.03.01 Приборостроение

КУРСОВОЙ ПРОЕКТ

по дисциплине: Технология изготовления приборов

на тему: «Разработка технологического процесса изготовления печатного узла. Загрузчик
кода частоты в ДМВ-модуляторе на базе микросхемы ТА 1243CF»

Обучающийся _____ 21401 _____
(номер группы) (подпись, дата) (Ф.И.О.)

Руководитель ст. преп., к.т.н. _____ Туктарова В.В.
(должность) (Ф.И.О.)

Курсовой проект зачтен с оценкой _____

(подпись, дата)

Чистополь 2017

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ»
(КНИТУ-КАИ)

Чистопольский филиал «Восток»
кафедра приборостроения

12.03.01 Приборостроение

АННОТАЦИЯ

курсового проекта

обучающегося группы 21401 Иванова Ивана Ивановича

Институт: Чистопольский филиал «Восток» КНИТУ-КАИ

Кафедра приборостроения

Направление подготовки 12.03.01 Приборостроение

Наименование темы: «Разработка технологического процесса изготовления печатного узла. Загрузчик кода частоты в ДМВ-модуляторе на базе микросхемы ТА 1243CF»

Руководитель ст. преподаватель кафедры приборостроения, к.т.н. В.В. Туктарова

ХАРАКТЕРИСТИКА КУРСОВОГО ПРОЕКТА

1. Цель исследования _____

2. Полное число литературных источников, использованных в работе

Отечественных			Иностраных		
Последние 5 лет	От 5 до 10 лет	Более 10 лет	Последние 5 лет	От 5 до 10 лет	Более 10 лет

3. Использование информационных ресурсов Internet _____
(да, нет, число ссылок в списке литературы)

4. Использование современных пакетов компьютерных программ и технологий

(указать какие именно и в каком разделе)

5. Краткое содержание проекта: _____

Обучающийся группы 21401 _____ /И.И. Иванов / «_____» _____ 2017г.

Содержание

Введение.....

1 Описание устройства «Загрузчик кода частоты»

2 Расчет конструктивных параметров печатной платы.....

3 Расчет технологичности печатного узла.....

4 Разработка трассировки печатной платы.....

5 Разработка технологического процесса сборки печатного узла

Заключение.....

Список литературы.....

Приложение 1. Схема электрическая принципиальная

Приложение 2. Чертеж печатной платы

Приложение 3. Сборочный чертеж печатного узла

Приложение 4. Технологический процесс сборки печатного узла с эскизами

Приложение 5. Data Sheets элементов