

Министерство образования Российской Федерации
Хабаровский государственный технический
университет

Утверждаю в печать
Ректор университета профессор

_____ С.Н.Иванченко
« ____ » _____ 2003 г.

ПЛАТА ПЕЧАТНАЯ

Методические указания к выполнению
расчётно-графического задания

Составители: Фокина Г. В.

Шкутко Т.П.

Дмитриенко Л.В.

Рассмотрены и рекомендованы к изданию кафедрой

«Начертательная геометрия и машинная графика»

« ____ » _____ 2003 г.

Зав. кафедрой НГ и МГ, к. т. н.

Вайнер Л. Г.

Рассмотрены и рекомендованы к изданию советом

Института информационных технологий

« ____ » _____ 2003 г.

Председатель совета к. т. н.

Клепиков С.И

Издательство ХГТУ
2003

**Министерство образования Российской Федерации
Хабаровский государственный технический
университет**

ПЛАТА ПЕЧАТНАЯ

**Методические указания к выполнению
расчетно-графического задания**

Хабаровск
Издательство ХГТУ
2003

УДК 621.3.083

Плата печатная: Методические указания к выполнению расчётно-графического задания /Сост. Г. В. Фокина., Т.П. Шкутко Л. В. Дмитриенко– Хабаровск: Изд-во Хабар. гос. техн. ун-та, 2001. - 38 с.

Методические указания составлены на кафедре «Начертательная геометрия и машинная графика» в соответствии с программой 1 семестра института информационных технологий.

Указания предназначены для студентов специальностей УИТС, ВМ, ИС, ПО; кроме того, они могут быть полезны студентам – дипломникам.

Методические указания знакомят студентов с правилами выполнения чертежей печатных плат и печатных блоков, с правилами оформления текстовой документации.

Печатается в соответствии с решениями кафедры «Начертательная геометрия и машинная графика».

© Издательство Хабаровского государственного
технического университета
2003

ISBN

Содержание

Введение

1. Цель и содержание задания
 2. Виды и комплектность конструкторских документов
 3. Оформление пояснительной записки
 - 3.1. Структура пояснительной записки
 - 3.2. Правила выполнения текстовой документации
 4. Правила выполнения конструкторской документации
 - 4.1. Основные требования к чертежам
 - 4.2. Правила выполнения чертежа печатной платы
 - 4.3. Правила выполнения сборочного чертежа печатной платы
 - 4.4. Спецификация
 5. Заключение
- Литература

Введение

Широкое применение техники печатного монтажа – достижение науки сороковых, пятидесятих годов двадцатого века, когда началось бурное развитие радиоэлектроники, приборостроения, вычислительной техники и их внедрение во всех областях народного хозяйства.

В нашей стране печатный монтаж начал применяться с 1956 г. В вычислительной технике первое применение печатные платы нашли в машинах второго поколения.

При производстве электронной аппаратуры печатный монтаж даёт ряд преимуществ. Он позволяет обеспечить: механизацию операции сборки, монтажа и пайки; идентичность параметров монтажа, более высокую надёжность элементов, узлов и аппаратуры в целом; быстроедействие, технологичность и т. д. Он также позволяет решить проблему компоновки электронной аппаратуры, т. е. позволяет уменьшить её габариты и вес.

1. Цель и содержание задания

Основной целью данной работы является получение теоретических знаний в области проектирования печатных плат.

В ходе выполнения работы студент должен:

- изучить правила оформления технической документации в соответствии с системой стандартов для средств вычислительной техники;
- научиться пользоваться научно-технической и справочной литературой;
- изучить правила оформления рабочих и сборочных чертежей печатных плат.

Задание состоит из графической части и пояснительной записки.

Графическая часть содержит:

- чертёж печатной платы (формат А3);
- эскизы оригинальных деталей, входящих в изделие (форматы А4 или А3);
- Сборочный чертёж печатного блока со спецификацией (форматы А3 и А4).

Пояснительная записка должна содержать следующие разделы:

- Введение
- 1 Цель задания
- 2 Соединения деталей
 - 2.1 Соединения разъёмные
 - 2.2 Соединения неразъёмные
- Литература.

2. Виды и комплектность конструкторских документов

К конструкторским документам относятся графические и текстовые документы, которые в отдельности или в совокупности определяют состав и устройство изделия и содержат необходимые сведения для его разработки или изготовления, контроля, приёмки, эксплуатации и ремонта.

ГОСТ 2.102–68 определяет виды конструкторских документов. В таблице 1 приведён перечень видов, кодов и содержания конструкторских документов, обычно разрабатываемых в учебном процессе в курсовом и дипломном проектировании

При определении комплектности конструкторских документов на изделия различают: основной конструкторский документ, основной комплект конструкторских документов, полный комплект конструкторских документов.

Основными конструкторскими документами являются: для деталей – чертёж детали; для сборочных единиц, комплексов и комплектов – спецификация.

Основной комплект конструкторских документов изделия объединяет конструкторские документы, относящиеся ко всему изделию в целом, например: сборочный чертёж, принципиальная электрическая схема, технические условия и др. В основной комплект документов изделия не входят конструкторские документы составных частей.

Таблица 1

Виды конструкторских документов

Вид документа	Код	Содержание документа
Чертёж детали	—	Содержит сведения, необходимые для изготовления и контроля детали
Сборочный чертёж	СБ	Содержит все данные, необходимые для сборки сборочной единицы и её контроля
Чертёж общего вида	ВО	Определяет конструкцию и взаимодействие основных частей изображаемого изделия
Теоретический чертёж	ТЧ	Определяет геометрическую форму (обводы) изделия и координаты расположения основных частей
Габаритный чертёж	ГЧ	Определяет контуры изделия и содержит габаритные, установочные и присоединительные размеры
Электро монтажный чертёж	МЭ	Содержит сведения, необходимые для выполнения электрического монтажа изделия
Монтажный чертёж	МЧ	Должен содержать контуры монтируемого изделия и размеры, необходимые для их монтажа
Схема	По ГОСТ 2.701-84	Составные части изделия и связи между ними показывают в виде условных изображений или обозначений
Спецификация	—	Определяет состав сборочной единицы
Пояснительная записка	ПЗ	Освещает вопросы, перечень которых обычно определяется заданием

Полный комплект конструкторских документов изделия состоит из основного комплекта конструкторских документов на данное изделие и основных комплектов на его составные части.

Номенклатура конструкторских документов на изделие определяется в зависимости от стадий его разработки. В данном задании необходимо разработать чертежи деталей, сборочный чертёж, спецификацию и пояснительную записку.

3. Оформление пояснительной записки

3.1. Структура пояснительной записки

Пояснительная записка - это документ, содержащий описание устройства и принципа действия разрабатываемого изделия, а также обоснование принятых при его разработке технических и технико-экономических решений.

Для данного задания в ПЗ рекомендуется следующая структура:

- введение;
- цель задания;
- соединения деталей (разъёмные и неразъёмные с необходимыми расчётами);
- литература.

3.2. Правила оформления текстовой документации

3.2.1. Общие положения

Текстовые документы подразделяются на документы, содержащие, в основном, сплошной текст (технические условия, паспорта, расчёты, пояснительные записки и т. п.), и документы, содержащие текст, разбитый на графы (спецификации, ведомости, таблицы и т. п.).

Подлинники текстовых документов выполняются одним из следующих способов:

- машинописным. При этом следует выполнять требования ГОСТ 13.1.002-80. Шрифт пишущей машинки должен быть высотой не менее 2,5 мм, лента чёрного цвета;
- рукописным – чертёжным шрифтом по ГОСТ 2.304-81 с высотой букв и цифр не менее 2,5 мм. Цифры и буквы необходимо писать чётко чёрной тушью;
- с применением печатающих и графических устройств вывода ЭВМ (ГОСТ 2.004-88);
- на магнитных носителях данных (ГОСТ 28388-88).

Расстояние от рамки формы до границ текста в начале и в конце строк – не менее 3 мм.

Расстояние от верхней или нижней строки текста до верхней или нижней рамки должно быть не менее 10 мм.

Абзацы в тексте начинают отступом, равным пяти ударам пишущей машинки (15 – 17 мм).

3.2.2. Требования к текстовым документам, содержащим, в основном, сплошной текст

3.2.2.1. Построение документа

Текст документа при необходимости разделяют на разделы и подразделы.

Разделы должны иметь порядковые номера в пределах всего документа, обозначенные арабскими цифрами без точки и записанные с абзацевого отступа.

Подразделы должны иметь нумерацию в пределах каждого раздела. Номер подраздела состоит из номеров раздела и подраздела, разделённых точкой. В конце номера подраздела точки не ставятся. Разделы, как и подразделы. Могут состоять из одного или нескольких пунктов.

Если документ не имеет подразделов, то нумерация пунктов в нём должна быть в пределах каждого раздела, и номер пункта должен состоять из номера раздела и пункта, разделённых точкой. В конце номера пункта точка не ставится, например: 1.1, 1.2 и т. д.

Если документ имеет подразделы, то нумерация пунктов должна быть в пределах подраздела и номер пункта должен состоять из

номеров раздела, подраздела и пункта, разделённых точками, например: 2.2.2, 2.1.2, 2.1.3 и т. д.

Пункты при необходимости могут быть разбиты на подпункты, которые должны иметь нумерацию в пределах каждого пункта, например которые должны иметь нумерацию в пределах каждого пункта, например: 3.2.1.1, 3.2.1.2 и т. д.

Каждый пункт и подпункт записывают с абзацевого отступа.

Разделы и подразделы должны иметь заголовки.

Заголовки следует печатать с прописной буквы без точки в конце, не подчёркивая. Переносы слов в заголовках не допускаются. Если заголовок состоит из двух предложений, их разделяют точкой.

Расстояние между заголовком и текстом при выполнении документа машинописным способом должно быть равно 3 – 4 интервала, при выполнении рукописным способом – 15 мм.

Расстояние между заголовком раздела и подраздела – 2 интервала, при выполнении рукописным способом – 8 мм.

Каждый раздел текстового документа рекомендуется начинать с нового листа.

В документе на первом листе помещают содержание, включающее номера и наименования разделов и подразделов с указанием номеров листов.

Содержание включают в общее количество листов данного документа.

Слово «Содержание» записывают в виде заголовка (симметрично тексту) с прописной буквы. Наименования, включённые в содержание, записывают строчными буквами, начиная с прописной буквы.

В конце текстового документа приводят список литературы, которая была использована при его составлении.

Выполнение списка и ссылки на него в тексте – по ГОСТ 7.32-91. Список литературы включают в содержание документа.

Нумерация страниц документа должна быть сквозная.

3.2.2.2. Изложение текста документа

Полное наименование изделия на титульном листе, в основной надписи и при первом упоминании в тексте документа должно быть одинаковым с наименованием его в основном конструкторском документе.

Текст документа должен быть кратким, чётким и не допускать различных толкований.

При изложении обязательных требований в тексте должны применяться слова «должен», «следует», «необходимо», «требуется, чтобы», «разрешается только», «не допускается», «запрещается», «не следует».

Допускается использовать повествовательную форму изложения документа.

В подлинниках должны применяться научно-технические термины, обозначения и определения, установленные соответствующими стандартами.

В тексте документа не допускается:

- применять обороты разговорной речи, профессионализмы;
- применять для одного и того же понятия различные научно-технические термины, близкие по смыслу, а также иностранные слова и термины при наличии равнозначных слов и терминов в русском языке;
- применять произвольные словообразования;
- применять сокращения слов, кроме установленных правилами русской орфографии;
- сокращать обозначения единиц физических величин, если они употребляются без цифр.

В тексте документа, за исключением формул, таблиц и рисунков, не допускается:

- применять знак «Ø» без обозначения величины диаметра (следует писать слово «диаметр»);
- применять математический знак минус (–) перед отрицательными значениями величин (следует писать слово «минус»);
- применять без числовых значений математические знаки, например: > (больше), < (меньше), = (равно), ≥ (больше

или равно), \leq (меньше или равно), \neq (не равно), а также знак № (номер), % (процент);

- применять индексы стандартов, технических условий и других документов без регистрационного номера.

3.2.2.3. Написание формул

В формулах в качестве символов следует применять обозначения, установленные соответствующими государственными стандартами. Пояснение символов и числовых коэффициентов, входящих в формулу, если они не пояснены ранее в тексте, должны быть приведены непосредственно под формулой. Пояснение каждого символа следует давать с новой строки в той последовательности, в которой символы приведены в формуле. Первая строка пояснения должна начинаться со слова «где» без двоеточия после него.

Пример: Длину винта l , мм, вычисляем по формуле:

$$l = b_1 + b_2 + H + S + k, \quad (1)$$

где b_1 - толщина платы, мм;

b_2 - толщина радиатора, мм;

H - высота гайки, мм;

S - толщина шайбы, мм;

k - запас резьбы, мм

Формулы должны нумероваться сквозной нумерацией арабскими цифрами, которые записываются на уровне формулы справа в круглых скобках.

Ссылки в тексте на порядковые номера формул дают в скобках, например: «...в формуле (1)».

3.2.2.4. Оформление иллюстраций и приложений

Иллюстрации могут быть расположены как по тексту документа, так и в конце его. Иллюстрации должны быть выполнены в соответствии с требованиями стандартов ЕСКД и СПДС. Иллюстрации следует нумеровать арабскими цифрами сквозной нумерацией, например, «Рисунок 1».

Допускается нумеровать иллюстрации в пределах раздела. В этом случае номер иллюстрации состоит из номера раздела и порядкового номера иллюстрации, разделённых точкой, например: «Рисунок 2.1».

Иллюстрации при необходимости могут иметь наименование. Слово «Рисунок» и наименование помещают после пояснительных данных и располагают следующим образом: Рисунок 1 – Винт

Материал, дополняющий текст документа, допускается помещать в приложениях. Приложениями могут быть, например, графический материал, таблицы большого формата, расчёты и т. д.

Приложение оформляют как продолжение данного документа на последующих его листах или выпускают в виде самостоятельного документа.

В тексте документа на все приложения должны быть ссылки. Каждое приложение следует начинать с новой страницы с указанием наверху посередине страницы слова «Приложение» и его обозначения, а под ним в скобках для обязательного приложения пишут слово «обязательное», а для информационного – «рекомендуемое» или «справочное».

Приложение должно иметь заголовок, который записывают симметрично относительно текста с прописной буквы отдельной строкой.

Приложение обозначают заглавными буквами русского алфавита, начиная с А, за исключением букв Ё, З, Й, О, Ч, Ъ, Ы, Ь.

Приложение, как правило, выполняют на листах формата А4.

3.2.2.5. Построение таблиц.

Таблицы применяют для лучшей наглядности. Название таблицы при его наличии, должно отражать её содержание. Его следует помещать над таблицей.

Цифровой материал, как правило, оформляют в соответствии с рисунком 1.

Таблицы следует нумеровать арабскими цифрами сквозной нумерацией. Допускается нумеровать таблицы в пределах раздела (аналогично рисунку).

Заголовки граф и строк таблицы следует писать с прописной буквы, а подзаголовки граф – со строчной буквы, если они составляют одно предложение с заголовком, или с прописной буквы, если они имеют самостоятельное значение. В конце заголовков и подзаголовков таблиц точки не ставят.

Таблица _____ – _____
 номер название таблицы

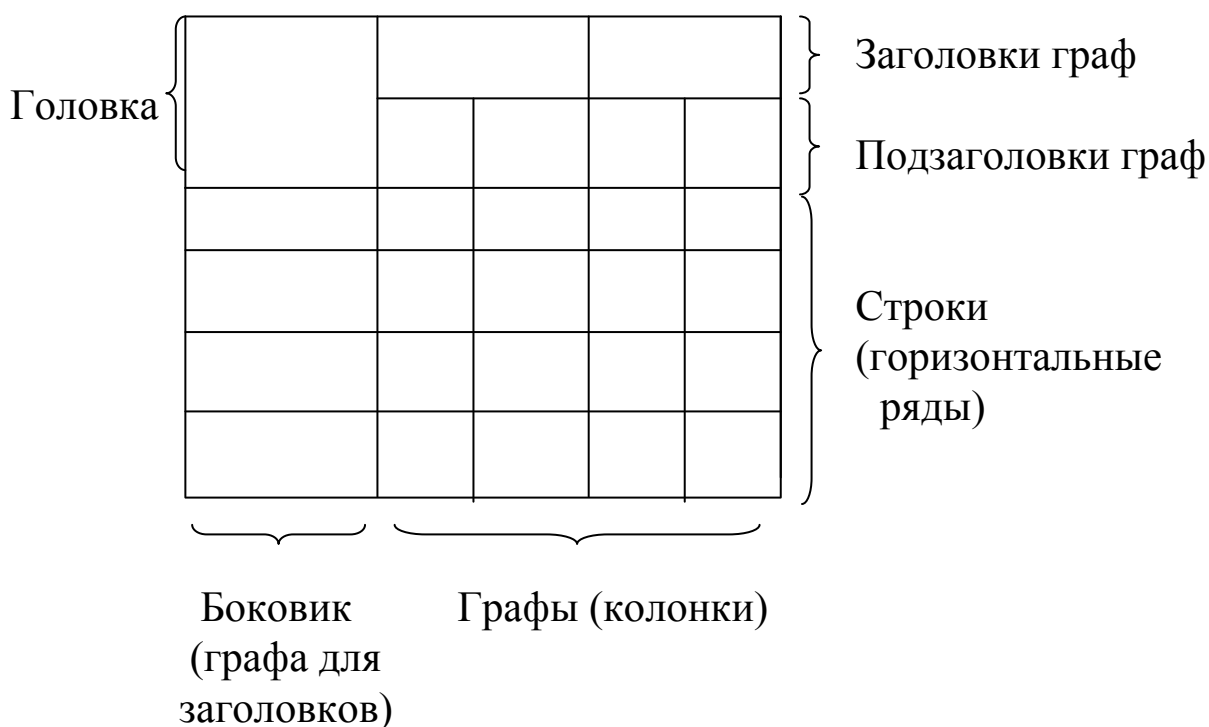


Рис. 1

Заголовки граф, как правило, записывают параллельно строкам таблицы.

Головка таблицы должна быть отделена линией от остальной части таблицы.

Высота строк таблицы должна быть не менее 8 мм.

Слово «Таблица» указывают один раз слева над первой частью таблицы, над другими частями пишут «Продолжение таблицы» с указанием её номера.

Цифры в графах таблицы должны проставляться так, чтобы ряды чисел во всей графе были расположены один под другим.

3.2.3. Требования к текстovým документам, содержащим текст, разбитый на графы

Текстовые документы, содержащие текст, разбитый на графы, при необходимости, разделяют на разделы и подразделы, которые не нумеруются.

Наименования разделов и подразделов записывают в виде заголовков строчными буквами (кроме первой прописной) и подчёркивают.

Расположение заголовков установлено соответствующими стандартами ЕСКД и СПДС.

Ниже каждого заголовка должна быть оставлена одна свободная строка, выше – не менее одной свободной строки.

3.2.4. Требования к оформлению титульного листа

Титульный лист является первым листом документа, выполняется на листах формата А4 по ГОСТ 2.301-68 по форме, приведённой на рисунке 2:

поле 1 – наименование ведомства, в систему которого входит организация, разработавшая данный документ;

поле 2 – в левой части – код по классификатору продукции (для технических условий, эксплуатационных и ремонтных документов), в правой части – специальные отметки;

поле 3 – в левой части – гриф согласования, в правой части – гриф утверждения, выполняемые по ГОСТ 6.38-90, при необходимости;

поле 4 – наименование изделия (заглавными буквами) и документа, на который составляется титульный лист;

поле 5 – заполняется для листа утверждений;

поле 6 – обозначение документа (заглавными буквами);

поле 7 – заполняется для листа утверждений;

поле 8 – подписи разработчиков документа, выполняемые согласно ГОСТ 6.38-90. Если документ подлежит согласованию с несколькими должностными лицами, то кроме подписей, указанных в поле 3, остальные подписи располагают в левой части поля 8;

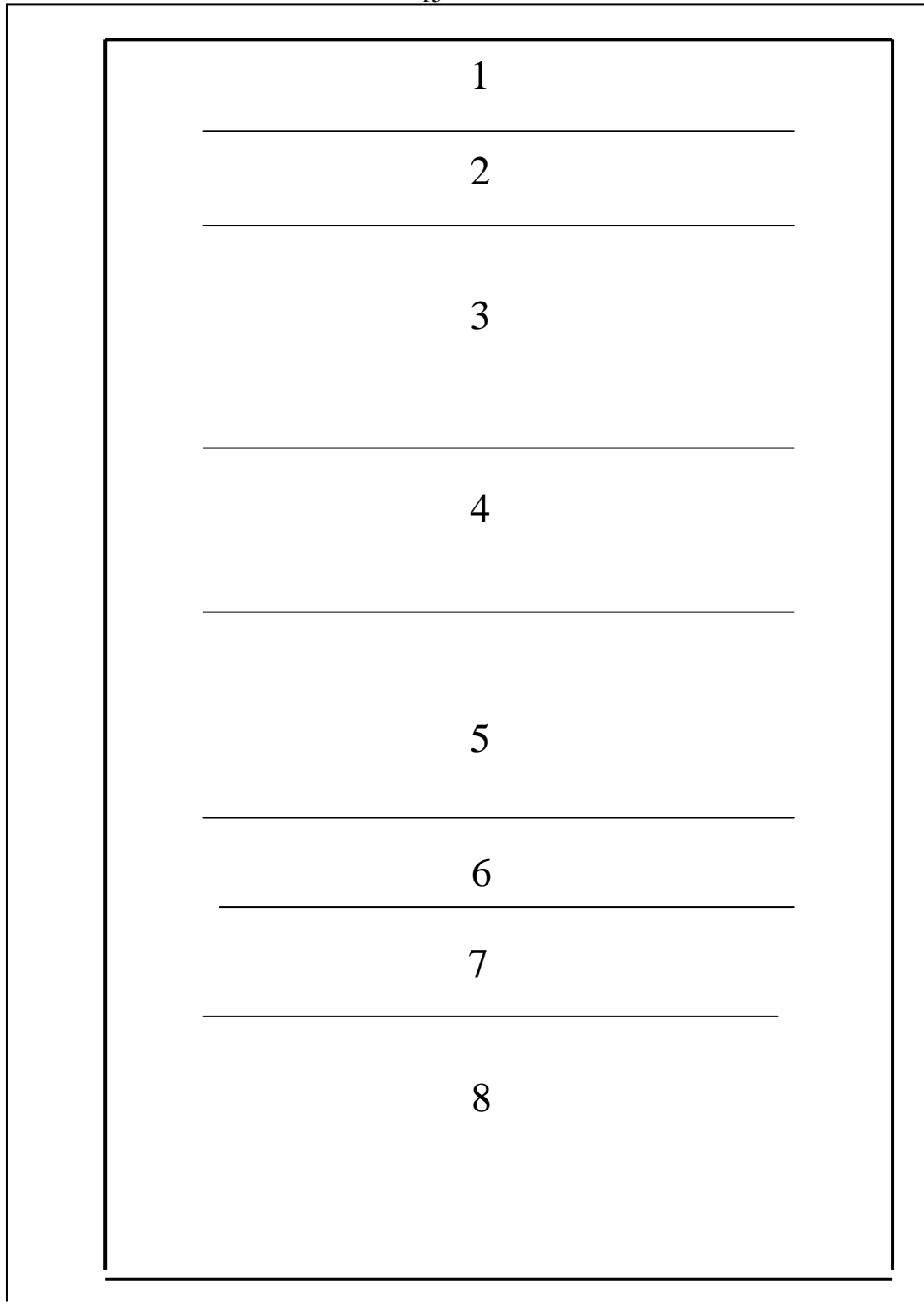


Рис. 2. Схема расположения полей титульного листа

4. Правила выполнения графической документации

4.1. Основные требования к чертежам

Основные требования к чертежам определяются ГОСТ 2.109-73. Кроме того, при выполнении чертежей следует руководствоваться положениями ГОСТ 2.301-68...ГОСТ 2.319-81.

Чертежи выполняются на листах стандартных форматов согласно ГОСТ 2.301-68. Основные надписи на чертежах выполняют по ГОСТ 2.104-68 стандартным шрифтом по ГОСТ 2.304-81.

Наименование изделия в основной надписи чертежа записывают кратко в именительном падеже в единственном числе. Если наименование состоит из нескольких слов, то оно должно начинаться с имени существительного.

На чертеже применяют условные обозначения, установленные соответствующими государственными стандартами.

4.2. Правила выполнения чертежей печатных плат

4.2.1. Основные понятия и определения

Печатный проводник – участок токопроводящего покрытия, нанесённого на изоляционное основание, выполняющий функции обычного монтажного провода.

Печатный монтаж – система печатных проводников, обеспечивающих электрическое соединение элементов схемы.

Печатная плата – изоляционное основание с нанесённым на нём печатным монтажом.

Навесные элементы – объёмные электро- и радиоэлементы, установленные и закреплённые на печатной плате способом пайки.

Контактная площадка – металлизированный участок вокруг монтажного отверстия.

Монтажное отверстие – отверстие в печатной плате, предназначенное для закрепления выводов навесных элементов и электрического соединения их с печатными проводниками.

Координатная сетка – сетка, наносимая на изображение печатной платы и служащая для определения положения монтажных отверстий, печатных проводников и других элементов платы.

Шаг координатной сетки – расстояние между соседними линиями координатной сетки. Шаг координатной сетки должен быть кратным 0,625 мм (0,625; 1,25; 1,875; 2,5 и т. д.)

Узел координатной сетки – точка пересечения линий координатной сетки.

Печатный блок – печатная плата с печатной схемой, навесными элементами и другими деталями.

4.2.2. Конструкторская документация на печатные платы и блоки

Конструкторская документация на печатные платы и блоки оформляется в соответствии с требованиями ГОСТ 2.109-73, ГОСТ 2.417-68 и действующими нормативно-техническими документами. Чертёж печатной платы односторонней или двусторонней классифицируется как чертёж детали. Чертёж печатной платы должен содержать все сведения, необходимые для её изготовления и контроля:

- изображение печатной платы со стороны печатного монтажа;
- размеры, предельные отклонения поверхностей печатной платы и всех её элементов (отверстий, проводников), а также размеры расстояний между ними;
- необходимые технические требования;
- сведения о материале.

Размеры каждой стороны печатной платы должны быть кратными 2,5 при длине до 100 мм, 5 при длине 350 мм, 20 при длине более 350 мм. Максимальный размер любой из сторон печатной платы не должен превышать 470 мм. Соотношение линейных размеров сторон печатной платы должно быть не более 3 : 1 и выбирается из ряда 1 : 1; 1 : 2; 2 : 3; 2 : 5. Толщину плат определяют исходя из требований, предъявляемых к конструкции печатного блока с учётом метода изготовления.

Рекомендуются платы толщиной 0,8; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5; 3,0 мм. Чертежи печатных плат выполняют в натуральную величину или в масштабах 2 : 1; 4 : 1; 5 : 1; 10 : 1.

4.2.3. Порядок выполнения чертежа печатной платы

Разработку чертежа печатной платы начинают с нанесения координатной сетки. За основной шаг координатной сетки по ГОСТ 10317-79 принимается 2,5 мм. Для малогабаритной аппаратуры допускается применять дополнительные шаги 1,25 и 0,5 мм.

Центры всех отверстий на печатной плате должны располагаться в узлах координатной сетки. Если из-за конструктивных особенностей навесного элемента этого сделать нельзя, то центры отверстий располагают согласно указаниям чертежа на этот элемент. При этом должны соблюдаться следующие требования: центр одного из отверстий, принятого за основное, должен быть расположен в узле координатной сетки; центры остальных отверстий нужно по возможности располагать на вертикальных или горизонтальных линиях координатной сетки.

Диаметры монтажных отверстий выбирают из ряда (0,2); 0,4; (0,5); 0,6; (0,7); 0,8; (0,9); 1,0; (1,2); 1,3; 1,5; 1,8; 2,0; 2,2; (2,4); (2,6); (2,8); (3,0). Диаметры, не взятые в скобки, являются предпочтительными. Не рекомендуется на одной печатной плате иметь более трёх различных диаметров отверстий. Диаметры металлизированных отверстий выбирают в зависимости от диаметров выводов навесных элементов и толщины платы. Диаметры неметаллизированных отверстий выбирают в зависимости от диаметров выводов навесных элементов, устанавливаемых в эти отверстия. При выполнении задания диаметры отверстий следует выбирать по табл. 2.

При применении других диаметров металлизированных отверстий по ГОСТ 10317-79 разница между диаметром металлизированного отверстия и диаметром вывода должна быть не более 0,4 мм для выводов диаметром от 0,4 до 0,8 мм и 0,6 мм для выводов диаметром свыше 0,8 мм.

Таблица 2

Номинальный диаметр монтажного неметаллизированного отверстия, мм	Номинальный диаметр монтажного металлизированного отверстия, мм	Максимальный диаметр вывода навесного элемента, мм
0,5	0,4	–
0,7	0,6	до 0,4
0,9	0,8	от 0,4 до 0,6 включительно
1,1	1,0	от 0,6 до 0,8
1,6	1,5	от 0,8 до 1,3
2,1	2,0	от 1,3 до 1,7

Для упрощения графики платы отверстия показывают окружностями одинакового диаметра с условным обозначением по табл. 3 (по ОСТ 27-72-694-834).

Таблица 3

Диаметр отверстия, мм	0,6	0,8	1,0	1,3	1,5	1,8	2,0	5,0
Условное обозначение								

При выполнении отверстий таким способом на поле чертежа помещают таблицу отверстий (рис. 3).

Размеры граф и форма таблицы произвольные.

Обозначение	Диаметр, мм	Диаметр зенковки, мм	Наличие металлизации	Количество
	0,6 ₊₁	1,1 _{+0,2} x 100°	есть	28
	0,8 ₊₁	1,1 _{+0,2} x 100°	есть	35
	1,5 _{+1,12}	2,0 _{+0,2} x 100°	есть	18

Рис. 3. Таблица отверстий

Все монтажные отверстия должны иметь контактные площадки. Форма контактной площадки может быть произвольной, круглой, прямоугольной или близкой к ним. Центр контактной площадки симметричной формы должен совпадать с центром монтажного отверстия, для контактных площадок прямоугольной и овальной форм центр монтажного отверстия может быть смещён (см. рис. 4).

Рис. 4. Изображение контактных площадок

Круглые контактные площадки изображают одной окружностью, диаметр которой должен соответствовать минимальному размеру контактной площадки. Размер диаметра контактных площадок следует указывать в технических требованиях чертежа.

Печатные проводники следует выполнять одинаковой ширины на всём протяжении. В узких местах сужают проводники до минимально допустимых значений на возможно меньшей длине. Взаимное расположение проводников не регламентируется. При необходимости прокладки проводников 0,3 – 0,4 мм на всём протяжении рекомендуется через 25 – 30 мм предусматривать расширение проводника типа контактной площадки.

Проводники шириной менее 2,5 мм изображают одной линией, являющейся осью симметрии проводника. Проводники шириной более 2,5 мм изображают двумя линиями и штрихуют под углом 45° или зачерняют. Проводники шириной более 5 мм следует выполнять как экран (см. рис. 5).

Рис. 5. Изображение проводников шириной более 5 мм

В целях упрощения чертежа допускается выполнять проводники любой ширины одной линией, при этом в технических требованиях чертежа указывают ширину проводника.

4.2.4. Нанесение размеров

Для нанесения размеров групповых контактных площадок рекомендуется вынести изображение контактной группы в увеличенном масштабе с необходимыми размерами на свободное поле чертежа (см. рис. 6).

Рис. 6. Изображение контактной группы

Расстояние между краем проводника, контактной площадкой, неметаллизированным отверстием и краем платы должно быть не менее толщины платы. Печатные проводники следует изображать в виде отрезков линий, совпадающих с линиями координатной сетки, или под углом кратным 15° . Допускается выполнение проводников произвольной конфигурации и скругление перегибов проводников (рис.7).

Рис.7. Чертёж печатной платы с проводниками произвольной форм

Габаритные размеры печатной платы, диаметры и координаты отверстий контактных площадок и их относительное расположение показывают на чертеже одним из следующих способов:

- в соответствии с требованиями ГОСТ 2.307-68 с помощью размерных и выносных линий;
- нанесением координатной сетки;
- комбинированным способом при помощи размерных и выносных линий и координатной сетки;
- с помощью таблицы координат.

Пример выполнения чертежа двусторонней печатной платы приведён на рис. 8.

Рис. 8. Чертёж двусторонней печатной платы

Размеры всех элементов наносятся при помощи размерных и выносных линий. При таком способе выполнения чертежа координатную сетку не наносят. За начало отсчёта в данном примере на рис.8 принят центр левого нижнего отверстия платы. Отверстия различного диаметра обозначены в соответствии с данными табл. 3.

При задании размеров нанесением координатной сетки линии сетки должны нумероваться. Шаг нумерации определяют конструктивно с учётом насыщенности и масштаба изображения. Координатную сетку в зависимости от способа выполнения документации наносят на всё поле платы (рис. 6) или рисками по периметру платы (рис. 9). Допускается наносить на все линии координатной сетки, при этом на поле чертежа помещают запись типа «Линии координатной сетки нанесены через одну» (рис. 10).

Рис. 9. Вариант нанесения координатной сетки

За ноль в прямоугольной системе координат на главном виде платы принимают центр крайнего левого нижнего отверстия, левый нижний угол платы или левую нижнюю точку, образованную построением.

Пример выполнения чертежа печатной платы с комбинированным способом простановки размеров приведён на рис. 10.

Рис. 10 Чертёж печатной платы с комбинированным способом нанесения размеров

Пример выполнения чертежа печатной платы с указанием размеров в таблице координат приведён на рис. 7. Размеры диаметров отверстий указаны на чертеже, относительное расположение отверстий – в таблице координат, все отверстия обозначены арабскими цифрами согласно ГОСТ 2.307-68.

На чертеже печатной платы указывают габаритные размеры платы, ширину проводников, имеющих строго определённую или переменную ширину, диаметры и координаты крепёжных, технологических и других отверстий, не связанных с печатным монтажом.

4.2.5. Технические требования

На поле чертежа указывают метод изготовления платы, технические условия (если не все данные содержатся на чертеже), шаг координатной сетки, ширину проводников и расстояний между ними, расстояния между контактными площадками, между контактной площадкой и проводником, допуски на выполнение проводников, контактных площадок, отверстий и расстояний между ними, особенности конструкции, технологии и другие параметры печатных плат.

Технические требования располагают над основной надписью, формулируют и излагают в следующей последовательности:

1. Плату изготовить..... методом.
2. Плата должна соответствовать (ГОСТ, ОСТ).
3. Шаг координатной сетки мм.
4. Конфигурацию проводников выдерживать по координатной сетке с отклонением от чертежа ...мм.
5. Допускается скругление углов контактных площадок и проводников.
6. Места, обведённые штрих-пунктирной линией, проводниками не занимать.
7. Требования к параметрам элементов платы – в соответствии с конструктивными данными.
8. Ширина проводников в свободных местах ...мм, в узких ... мм.

9. Расстояние между двумя проводниками, между двумя контактными площадками или проводником и контактной площадкой в свободных местах ... мм, в узких ... мм.
10. Форма контактных площадок произвольная, $b_{\min} = \dots$ мм.
11. Отклонения расстояний между центрами отверстий, кроме оговорённых особо, в узких местах $\pm \dots$ мм, в свободных местах $\pm \dots$ мм.
12. Предельные отклонения между центрами контактных площадок в группе $\pm \dots$ мм.
13. Маркировать эмалью ...ГОСТ ... шрифт ... по ГОСТ

Пример записи технических требований приведён на рис.7, 8, 10.

4.3. Правила выполнения сборочного чертежа платы печатной

4.3.1. Сборочный чертёж и спецификация изделия относятся к рабочей конструкторской документации. Эта документация разрабатывается после выполнения чертежей общего вида и чертежей деталей.

4.3.2. Сборочный чертёж является документом, на котором приводятся сведения, необходимые для изготовления (сборки) и контроля сборочной единицы.

В общем случае сборочный чертёж должен содержать (ГОСТ 2.109-73):

- изображение сборочной единицы, дающее представление о расположении и взаимной связи составных частей, соединяемых по данному чертежу, и обеспечивающее возможность сборки и контроля сборочной единицы;
- размеры, предельные отклонения и другие параметры, которые должны быть выполнены или проконтролированы по данному сборочному чертежу;
- указания о характере сопряжения и методах его осуществления;

- номера позиций составных частей, входящих в изделие, в точном соответствии со спецификацией на данное изделие;
- габаритные размеры изделия;
- установочные, присоединительные и другие необходимые справочные размеры;
- при необходимости технические характеристики.

Изображения на сборочных чертежах следует выполнять с упрощениями по ГОСТ 2.109-73 и других стандартов ЕСКД.

Номера позиций наносят на полках линий-выносок, проводимых от изображений составных частей. Номера позиций располагают параллельно основной надписи вне контура изображения и группируют в колонку или строку на одной линии. Размер шрифта цифр должен быть на один-два номера больше, чем размер шрифта, принятого для размерных чисел.

При конструировании сборочных единиц широко используется соединение деталей при помощи стандартных крепёжных изделий с резьбой (болтов, винтов, гаек и др.). Изображать эти соединения следует упрощённо (рис.11).

Рис. 11

Среди соединений деталей в электротехнических сборочных единицах большое место занимают неразъёмные соединения: сварные, паяные, клеевые и др.

В соединениях, получаемых пайкой и склеиванием (ГОСТ 2.313-82), место соединения элементов следует изображать сплошной линией толщиной $2S$ (рис.12).

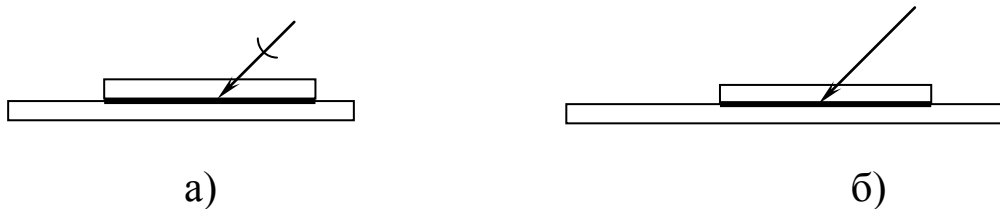


Рис. 12. Условные знаки для изображения паяного (а) и клееного (б) соединений

Для обозначения паяного и клееного соединений следует применять условный знак (рис. 12), который наносят на линии-выноске сплошной основной линией. Обозначение припоя или клея по соответствующему стандарту приводят в технических требованиях (рис. 13).

4.3.3. Сборочный чертёж печатной платы должен давать полное представление о расположении и выполнении всех печатных и навесных элементов и деталей. Конструкции навесных элементов вычерчивают в виде упрощённых изображений, им присваивают буквенно-цифровое позиционное обозначение. На сборочном чертеже указывают номера позиций, габаритные и присоединительные размеры, сведения о способах присоединения навесных элементов к печатной плате.

В технических требованиях сборочного чертежа должны быть ссылки на стандарты, устанавливающие правила подготовки и закрепления навесных элементов, сведения о припое и др.

Рис. 13 Сборочный чертёж печатной платы

4.4. Спецификация

Основным конструкторским документом для сборочной единицы является спецификация, которая представляет собой перечень составных частей и конструкторских документов для изделия.

Форму и порядок заполнения спецификации устанавливает ГОСТ 2.108-68. Спецификацию составляют на листах формата А4 по форме, приведённой на рис. 14.

Рис. 14. Форма спецификации

В общем случае спецификация состоит из разделов, которые располагают в следующей последовательности: документация, комплексы, сборочные единицы, детали, стандартные изделия, материалы, комплекты.

В зависимости от состава изделия некоторые разделы в спецификации могут отсутствовать.

Конструкторские документы на изделие в раздел «Документация» записывают в последовательности, в которой они перечислены в ГОСТ 2.102-68.

В разделах «Комплект», «Сборочные единицы», «Детали» запись указанных изделий производят в порядке возрастания цифр, входящих в квалификационную характеристику изделия.

Изделия, применённые по государственным, республиканским и отраслевым стандартам, относятся к «Стандартным изделиям».

В пределах каждой категории стандартов изделия объединяют в группы по функциональному признаку в алфавитном порядке, в пределах каждого наименования – по возрастанию обозначения стандарта, внутри одного стандарта – по возрастанию основных параметров.

Раздел «Прочие изделия» содержит изделия, применённые по техническим условиям. Запись изделий производится по однородным группам. Дальнейший порядок записи аналогичен порядку записи стандартных изделий.

В раздел «Материалы» вносят материалы, непосредственно входящие в изделие.

Порядок заполнения граф:

- в графе «Формат» указывают форматы документов;
- в графе «Зона» указывают обозначение зоны чертежа, в которой находится номер позиции составной части;
- в графе «Поз» указывают порядковые номера составных частей;
- в графе «Обозначение» указывают обозначение конструкторских документов и изделий;
- в графе «Наименование» указывают наименование изделия.

После каждого раздела спецификации следует оставить несколько свободных строк для дополнительных записей.

При записи в спецификацию составных частей, являющихся элементами принципиальной электрической схемы, в графе «Примечание» указывают буквенно-цифровые позиционные обозначения этих элементов (рис. 15 и 16).

Рис. 15. Спецификация сборочного чертежа печатной платы

Рис. 16. Продолжение спецификации сборочного чертежа
печатной платы

5. Заключение

Разработка конструкторской документации печатных плат может осуществляться ручным, полуавтоматическим или автоматизированным методами.

Ручной метод предусматривает разбивку навесных элементов на функциональные группы, размещение групп элементов на площади платы, трассировку печатных проводников и обеспечивает и обеспечивает оптимальное распределение проводящего рисунка.

При ручном методе конструирования разрабатывается чертёж платы, содержащий изображение платы с проводящим рисунком и отверстиями, а также, при необходимости, дополнительное отдельное изображение части платы, требующей графического пояснения или нанесения размеров; координатную сетку, выполненную в соответствии с требованиями ГОСТ 2.417-78; размеры всех элементов проводящего рисунка и их предельные отклонения; технические требования. Чертёж должен выполняться в масштабе не менее 2 : 1, максимальный формат А1.

Список литературы

1. Александров А.А., Кузьмина Е.Г. Электрические чертежи и схемы.-М.: Энергоавтомиздат, 1990. - 288с.
2. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя.- 7-е изд., перераб. и доп.- М.:Машиностроение, 2001. - 864с.
3. Государственные стандарты СССР. Единая система конструкторской документации. Основные положения. М.: Изд-во стандартов, 1988. – 232с.
4. Государственные стандарты СССР. Единая система конструкторской документации. Общие правила выполнения чертежей. М.: Изд-во стандартов, 1988. – 275с.
5. Инженерная и компьютерная графика: Учебник для вузов/ Э.Т. Романычева, А.К. Иванова, А.С. Куликов и др.; Под ред. Э.Т. Романычевой.-М.: Высшая школа, 1996. – 367с.

