

РОСЖЕЛДОР
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Ростовский государственный университет путей сообщения»
(ФГБОУ ВО РГУПС)
Тихорецкий техникум железнодорожного транспорта
(ТТЖТ – филиал РГУПС)

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ
ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ
по МДК.01.02 Проектирование цифровых устройств

для специальности
09.02.01 Компьютерные системы и комплексы

Часть I

2016

Заместитель директора по учебной работе

2016 г.



Организация-разработчик: Тихорецкий техникум железнодорожного транспорта – филиал Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Ростовский государственный университет путей сообщения» (ТТЖТ – филиал РГУПС)

Исаев А.Н., преподаватель ТТЖТ- филиала РГУПС

Протокол заседания №1 от «01» сентября 2016г.

«Изучение образцов конструкторских документов»

План практической работы:

1. Рассмотреть виды конструкторских документов
2. Рассмотреть требования, предъявляемые к выполнению конструкторских графических документов
3. Рассмотреть требования, предъявляемые к выполнению текстовых конструкторских документов
4. Изучив теоретическую часть написать отчет о проведенной работе по изучению образцов конструкторских документов
5. Сделать выводы и защитить практическую работу

Теоретическая часть

Виды конструкторских документов

Государственные стандарты устанавливают виды и комплектность конструкторских документов на изделия всех отраслей промышленности.

Конструкторские документы (КД) — документы, в отдельности или в совокупности определяющие состав и устройство изделия и содержащие необходимые данные для его разработки и изготовления, контроля, приемки, эксплуатации и ремонта.

По форме представления КД разделяют на графические и текстовые.

Графические конструкторские документы — документы, в которых с помощью установленных стандартом символов и правил поясняются устройство, принцип действия, состав и связи между отдельными частями изделия. К ним относят:

чертеж детали — изображение детали и данные, необходимые для ее изготовления и контроля;

сборочный чертеж — изображение изделия и данные, необходимые для его сборки (изготовления) и контроля;

чертеж общего вида — изображение конструкции изделия, дающее представление о взаимодействии его основных частей и принципе работы;

теоретический чертеж — геометрическая форма изделия и координаты его основных частей;

габаритный чертеж — контурное (упрощенное) изображение изделия с габаритными, установочными и присоединительными размерами;

монтажный чертеж — контурное (упрощенное) изображение изделия, содержащее данные для его установки (монтажа);

схему — условные изображения или обозначения составных частей изделия и связей между ними;

спецификацию — состав сборочной единицы, комплекса или комплекта.

Текстовые конструкторские документы

Текстовые конструкторские документы — документы, содержащие описание устройства, принципа действия и эксплуатационных показателей изделия. К ним относят:

ведомость спецификаций — перечень всех спецификаций составных частей изделия с указанием их количества и входимости;

ведомость ссылочных документов — перечень ссылочных документов, на которые имеются ссылки в конструкторских документах изделия;

ведомость покупных изделий — перечень покупных изделий, примененных в составе разрабатываемого изделия;

ведомость согласования применения изделий — подтверждение согласования с соответствующими организациями применения определенных покупных изделий в разрабатываемом изделии;

ведомость держателей подлинников — перечень предприятий, на которых хранятся подлинники документов, разработанных для данного изделия;

ведомость технического предложения (эскизного, технического проекта) — перечень документов, вошедших в техническое предложение (эскизный, технический проект);

пояснительную записку — описание устройства и принципа действия разработанного изделия, а также обоснование принятых при его разработке технико-экономических решений;

технические условия — потребительские- (эксплуатационные) показатели изделия и методы контроля его качества;

программу и методику испытаний — технические данные, подлежащие проверке при испытании изделия, а также порядок и методы их контроля;

расчет — расчеты параметров и величин, например расчет размерных цепей электрических режимов и т. д.

Классификация КД по способу выполнения и характеру использования

По способу выполнения и характеру использования КД делят на:

оригиналы — документы, выполненные на любом материале и предназначенные для изготовления по ним подлинников;

подлинники — документы, оформленные подлинными подписями и выполненные на любом материале, позволяющем многократное воспроизведение с них копий;

дубликаты — документы, идентичные подлиннику и выполненные на любом материале, позволяющем снятие с них копии;

Таблица 1 - Обозначения (шифры) КД

Сборочный чертеж	СБ
Чертеж общего вида	ВО
Теоретический чертеж	ТЧ
Габаритный чертеж	ГЧ
Монтажный чертеж	МЧ
Схема электрическая структурная	Э1
Схема электрическая функциональная	Э2
Схема электрическая принципиальная	Э3
Схема электрическая соединений	Э4
Схема электрическая подключений	Э5
Схема электрическая общая	Э6
Схема электрическая расположения	Э7
Чертеж электромонтажный	МЭ
Спецификация	СП
Таблица соединений	ТБ
Таблица сигналов	ТБ
Схема распайки	Д1
Таблицы	ТБ
Расчеты	РР

копии — документы, выполненные способом, обеспечивающим их идентичность с подлинником (дубликатом), и предназначенные для непосредственного использования при разработке, изготовлении, ремонте и эксплуатации изделий.

Проектные КД – КД, выполненные на этапах технического предложения, эскизного и технического проектов.

Рабочие КД – КД, выполненные на этапе выпуска рабочей документации.

Особенности ЭВМ как отдельного, самостоятельного класса продукции привели к созданию некоторых специфических конструкторских документов: схем алгоритмов; диаграмм временных и микропрограммной логики; таблиц сигналов, идентификаторов сигналов, проверки параметров.

Особую группу документов составляет КД на программное обеспечение. Правила составления программной документации устанавливается **единой системой программной документации (ЕСПД)**.

Единая система технологической документации (ЕСТД) включает в себя группу стандартов, определяющих правила составления и обращения технологических документов.

Широкое внедрение автоматизированных методов проектирования средств вычислительной техники не изменяет комплект конструкторской документации. Однако одна часть документов исполняется в обычном, традиционном виде (на бумаге, кальке), а другая — на машинных носителях (перфоленте, магнитных ленте, дисках).

Требования к выполнению конструкторских графических документов

Стандарты ЕСКД устанавливают основные требования к выполнению конструкторских графических документов: выбору формата чертежей и масштабов изображения, правилам простановки размеров и введения обозначений, выполнения чертежей различных видов изделий и построения спецификаций.

Основными форматами приняты 11 – А4 (размеры сторон 297 X 210), 12 – А3 (297 X 420), 22 – А2 (594 X 420), 24 – А1 (594X841) и 44 – А0 (1189X841).

В графических КД определены:

масштабы уменьшения (1:2, 1:2,5; 1:4; 1:5; 1:10; 1:15; 1:20; 1:25; 1:40; 1:50;

1:75; 1:100; 1:200; 1:400; 1:500; 1:800; 1:1000);

масштабы увеличения (2:1; 2,5:1; 4:1; 5:1; 10:1; 20:1; 40:1; 50:1; 100:1).

Основные правила нанесения размеров и предельных отклонений на чертежах следующие:

- а) общее число размеров на чертеже должно быть минимальным, но достаточным для изготовления и контроля изделия;
- б) размеры, не обеспечиваемые при изготовлении изделия по данному чертежу и указанные для удобства пользования, называют *справочными* и отмечают знаком «*» с помещением записи «Размеры для справок»;
- в) линейные размеры и их допустимые отклонения указывают на чертежах в миллиметрах без обозначения единицы измерения;
- г) при обозначении размеров простые дроби не применяют, за исключением размеров в дюймах;
- д) повторение размеров одного и того же элемента изделия на разных видах не допускается;
- е) нанесение размеров в виде замкнутой цепи не допускается;
- ж) при указании радиуса перед размерным числом помещают прописную букву *R*, при указании размера диаметра – знаки Ø;
- з) предельные отклонения размеров указывают непосредственно после номинальных значений.

Стандарты устанавливают правила нанесения размеров для всех встречающихся на практике случаев, и при выполнении чертежей изделий следует пользоваться его правилами и положениями.

Требования к выполнению текстовых конструкторских документов

Государственные стандарты ЕСКД устанавливают основные требования к выполнению конструкторских текстовых документов (ТД).

Текстовые документы выполняют на установленных соответствующими стандартами формах машинописным, рукописным или типографским способом.

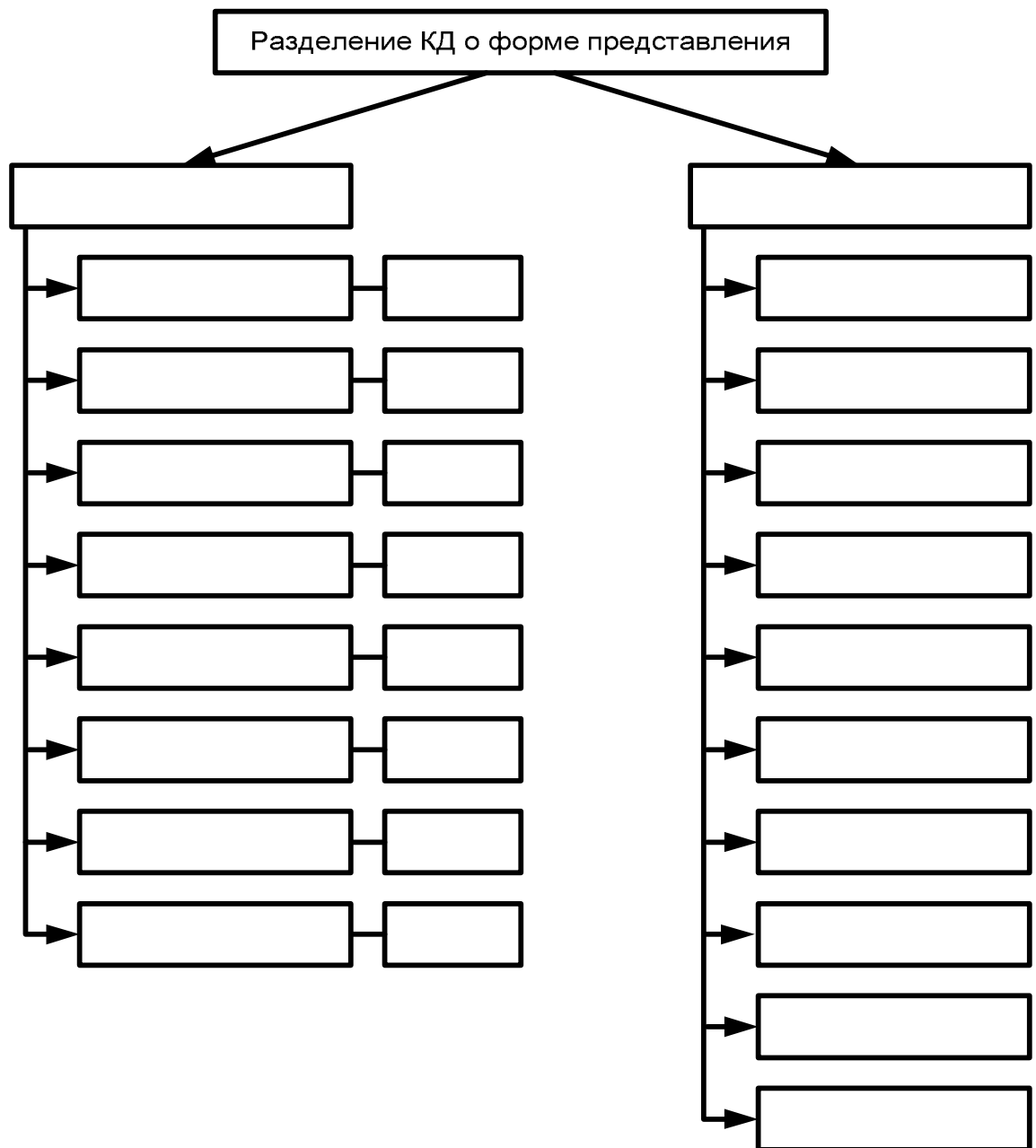
Вписывать отдельные слова, формулы, условные знаки, вносить схемы и рисунки необходимо черным цветом.

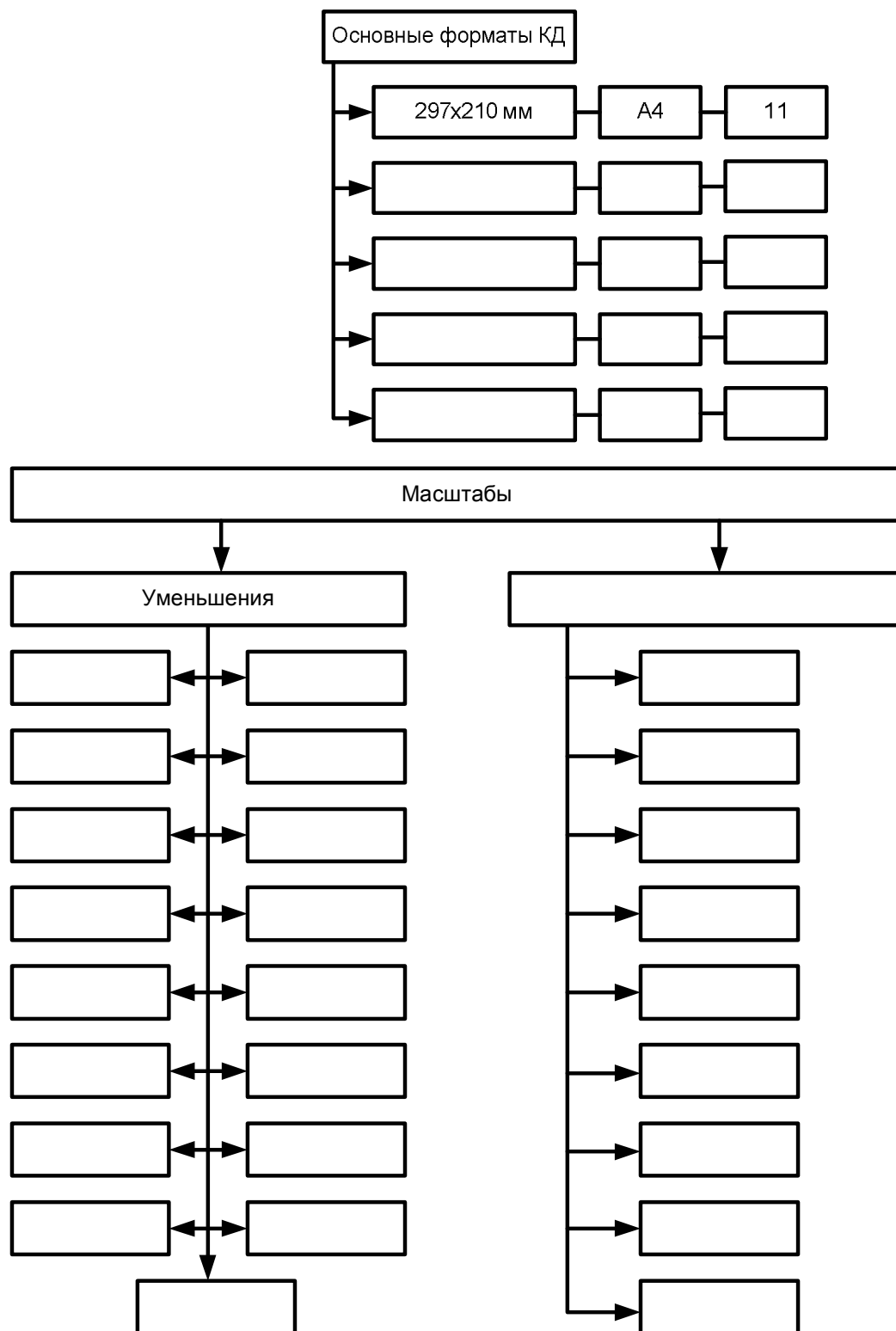
Для размещения утверждающих и согласовывающих подписей к ТД рекомендуется составлять один или несколько титульных листов.

Содержание ТД разбивают на разделы и подразделы, а при большом объеме — на части. Разделы должны иметь порядковые номера, обозначенные арабскими цифрами в пределах всего документа. Подразделы в пределах каждого раздела должны иметь составные номера, первая часть которых означает номер раздела, а вторая, отделенная от первой точкой — номер подраздела. В пределах подраздела допускается разбивать текст на пункты и подпункты. Номер пункта должен состоять из номера раздела, подраздела и пункта, разделенных точками.

В документах большого объема содержание рекомендуется располагать в начале, а список литературы и документации, использованной при составлении документа, — в конце. Если в документе была принята специфическая терминология, то в нем необходим перечень принятых терминов с пояснениями. Сокращения слов в тексте и под иллюстрациями не допускается.

Структурные схемы для отчета о практической работе приведен ниже:





Содержание отчета:

1. Название работы
2. Цель работы
3. Используемые материалы
4. Отчет о работе
5. Выводы

«Изучение ГОСТ на производство и эксплуатацию вычислительной
техники»

План практической работы:

1. Рассмотреть ГОСТЫ на производство и эксплуатацию вычислительной техники
2. Создать отчет, указав основные ГОСТЫ и краткое их описание
3. Сделать выводы и защитить практическую работу

Теоретическая часть

Гост 21552-84- Межгосударственный стандарт средства вычислительной техники «Общие технические требования, приемка, методы испытаний, маркировка, упаковка, транспортирование и хранение», дата введения 01.01.86

СОДЕРЖАНИЕ

1. Общие технические требования
2. Приемка
3. Методы испытаний
4. Маркировка, упаковка, транспортирование и хранение

Приложение 1 Общие требования к программе обеспечения надежности (ПОН) СВТ

Приложение 2 Перечень технических потребительских параметров СВТ, подлежащих сертификационным испытаниям

Настоящий стандарт распространяется на стационарные средства вычислительной техники (СВТ), применяемые в автоматизированных системах управления различного назначения всех уровней, в системах обработки данных, сетях ЭВМ, на вычислительных центрах автономно, а также встраиваемые в машины, оборудование и приборы, и предназначенные для сбора, подготовки, ввода, накопления, обработки, вывода, отображения, приема и передачи информации, и устанавливает требования к СВТ, изготовляемым для народного хозяйства и экспорта. Требования пп. 1.1, 1.2.2, 1.3.1, 1.3.2, 1.4.1, 1.4.2, 1.5.6, 1.5.7, 1.5.8, 1.5.9, 1.5.11, 1.6, 1.7, 1.8, 4.3, 4.5, 4.8, 4.9, 4.10, 4.11 настоящего стандарта являются обязательными, другие требования настоящего стандарта - рекомендуемыми.

Требования пп. 1.5.11, 1.8.1, 1.8.7, 1.8.8 являются обязательными при проведении сертификационных испытаний. Перечень технических потребительских параметров, из которых могут составляться наборы требований для конкретных СВТ, подлежащих сертификационным испытаниям, приведен в приложении 2.

В ГОСТе приведены требования:

1. Общие технические требования
 - 1.2 Требования назначения
 - 1.3 Требования стойкости к внешним воздействиям
 - 1.4 Требования к надежности
 - 1.5 Требования к конструкции
 - 1.6 Требования к символам, кодам, единицам и форматам данных
 - 1.7 Требования к электропитанию, электрической прочности и сопротивлению изоляции
 - 1.8 Требования безопасности
 - 1.9 Требования к комплектности
- 1.10 Основные параметры и технические требования, такие как:
 - возможность агрегатирования с другими СВТ;
 - система кодирования информации;
 - потребляемая мощность;
 - габаритные размеры и (или) занимаемая площадь;
 - удельная энергоемкость (при необходимости) должны быть установлены в стандартах и (или) ТУ на конкретные СВТ
- 1.11 Дополнительные требования к СВТ, в том числе конкретные требования для экспорта, должны быть установлены в стандартах и (или) ТУ на конкретные СВТ, согласованные с заказчиком в установленном порядке.
2. Требования по приемке
3. Методы испытаний
4. Маркировка, упаковка, транспортирование и хранение

Приложение 1 справочное - Общие требования к программе обеспечения надежности (ПОН) СВТ.

**Перечень технических потребительских параметров* свт, подлежащих
сертификационным испытаниям**

* Параметры устанавливаются в стандартах и других технических документах, утвержденных в установленном порядке.

1. Безопасность

1.1. Электробезопасность.

1.2. Механическая безопасность.

1.3. Пожаробезопасность.

2. Санитарно-гигиенические нормы и правила

2.1. Шумы.

2.2. Электромагнитное излучение.

2.3. Качество изображения.

2.4. Психологические воздействия.

3. Электромагнитная совместимость (ЭМС)

3.1. Индустриальные радиопомехи.

3.2. Восприимчивость к индустриальным радиопомехам (помехозащищенность, иммунитет).

4. Защита информации

5. Совместимость

5.1. Интерфейс.

Информационные данные о ГОСТе

1. РАЗРАБОТАН И ВНЕСЕН Государственным комитетом СССР по стандартам РАЗРАБОТЧИКИ А. А. Волобуев, В. В. Васютович, В. В. Бальчевский, И. З. Толкачева, К. С. Ораевский, Б. В. Соколов, Н. В. Ощепкова, Л. И. Рожкова, З. И. Озембловская, С. Н. Глузд, И. П. Вахлаков, В. М. Сомкин, В. А. Шевяков, В. Ф. Иванов

2. УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 28.06.84 № 2206

3. Стандарт соответствует СТ СЭВ 3185-81 в части технических средств Единой системы электронных вычислительных машин и системы малых электронных вычислительных машин.

4. ВЗАМЕН ГОСТ 21552-76

5. ССЫЛОЧНЫЕ НОРМАТИВНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ДОКУМЕНТЫ

Обозначение НТД, на который дана ссылка	Номер пункта, подпункта	Обозначение НТД, на который дана ссылка	Номер пункта, подпункта
ГОСТ 2.601-95	1.9.4; 3.46	ГОСТ 15029-69	1.6.6
ГОСТ 9.014-78	4.5	ГОСТ 16330-85	1.6.7
ГОСТ 12.1.002-84	1.8.9; 3.43а	ГОСТ 16842-82	3.31
ГОСТ 12.1.004-91	1.8.5	ГОСТ 18242-72	2.3.1; 2.4.1
ГОСТ 12.2.049-80	1.5.7	ГОСТ 19768-93	1.6.2
ГОСТ 12.3.019-80	3.10	ГОСТ 20731-86	1.6.6
ГОСТ 15.001-88	2.1	ГОСТ 23511-79	1.5.11; 3.31
ГОСТ 19.101-77	1.9.4; 3.46	ГОСТ 24297-87	1.5.12
ГОСТ 19.501-78	3.46	ГОСТ 24812-81	3.12
ГОСТ 19.502-78	3.46	ГОСТ 24813-81	3.12
ГОСТ 19.503-79	3.46	ГОСТ 25122-82	1.5.3
ГОСТ 19.508-79	3.46	ГОСТ 25752-83	1.6.6
ГОСТ 26.010-80	1.2.3	ГОСТ 25764-83	1.6.6
ГОСТ 26.011-80	1.2.3	ГОСТ 25861-83	1.8.1; 3.10; 3.41; 4.3
ГОСТ 26.013-81	1.2.3	ГОСТ 26329-84	1.8.7; 3.42
ГОСТ 26.014-81	1.2.3	ГОСТ 26828-86	3.48; 4.2
ГОСТ 3044-84	1.2.3	ГОСТ 27243-87	3.42
ГОСТ 10860-83	1.6.5	ГОСТ 27463-87	1.6.2
ГОСТ 12969-67	4.1	ГОСТ 27464-87	1.6.2; 1.6.6
ГОСТ 12971-67	4.1	ГОСТ 27465-87	1.6.1; 3.32
ГОСТ 13109-97	1.7.1	ГОСТ 27466-87	1.6.2; 3.33
ГОСТ 14192-96	4.8	ГОСТ 27818-88	1.8.8; 3.43

6. ПЕРЕИЗДАНИЕ (октябрь 1999 г.) с Изменениями № 1, 2, 3, утвержденными в июне 1987 г., ноябре 1988 г., декабре 1990 г. (ИУС 9-87, 2-89, 4-91)

Содержание отчета:

1. Название работы
2. Цель работы
3. Используемые материалы
4. Отчет о работе
5. Выводы

Практическая работа №3

«Изучение правил оформления схемной документации»

План практической работы:

1. Рассмотреть виды и типы схем
2. Рассмотреть правила выполнения электрических схем
3. Рассмотреть пример построения функциональной схемы блока ЭВМ
4. Изучив теоретическую часть написать отчет о проведенной работе по изучению правил оформления схемной документации
5. Сделать выводы и защитить практическую работу

Теоретическая часть

Виды и типы схем

По виду элементов, входящих в состав изделия, связей между ними и назначения схемы подразделяют на виды и типы

Таблица 2 – Подразделение схем по видам и типам

Вид схемы	Обозначение	Тип схемы	Обозначение
Электрическая	Э	Структурная	1
Гидравлическая	Г	Функциональная	2
Пневматическая	П	Принципиальная	3
Кинематическая	К	Соединений (монтажная)	4
Оптическая	О	Подключений	5
Комбинированная	С	Общая	6
		Расположения	7
		Прочие	8
		Совмещенная	9

Структурные схемы определяют основной состав изделия и его функциональные части, их назначение и взаимосвязи. Структурные схемы разрабатывают на начальных стадиях проектирования изделия и используют как для построения схем других типов, так и для общего ознакомления с изделием.

Функциональные схемы поясняют процессы, происходящие в отдельных функциональных узлах и частях изделия или в изделии в целом. Функциональными схемами пользуются для построения принципиальных схем, изучения принципа работы изделия, а также при его наладке, ремонте и эксплуатации.

Принципиальные схемы определяют полный состав элементов и связей между ними и дают детальное представление о принципе работы изделия. На основе принципиальных схем разрабатывают такие конструкторские документы, как схемы соединений (монтажные), чертежи конструктивных элементов, узлов, устройств.

Схемы соединений показывают соединения составных частей изделия и определяют провода, жгуты, кабели и другие соединительные изделия, а также места их присоединения и ввода. Схемы соединения используют при разработке конструкторских графических и текстовых документов, а также при ремонте и эксплуатации изделия.

Схемы подключений показывают внешние подключения изделия (или изделий). Схемы подключений используют при монтаже изделия на месте эксплуатации, а также при его ремонте.

Общие схемы определяют составные части комплекса и соединения их между собой на месте эксплуатации.

Схемы расположения устанавливают взаимное расположение отдельных составных частей комплекса, а при необходимости и соединяющих их жгутов, проводов, кабелей и т. д. Схемами расположения пользуются при установке и эксплуатации изделия.

При проектировании схем следует придерживаться правил, изложенных в соответствующих стандартах ЕСКД. В них устанавливаются условные графические обозначения элементов схем, требования к вычерчиванию связей между элементами, правила помещения различных технических данных на условные графические обозначения и т. д. При проектировании ЭВМ используют в основном электрические схемы.

Правила выполнения электрических схем

Схема электрическая структурная

На схеме электрической структурной (Э1) показывают все функциональные части ЭВМ и основные взаимосвязи между ними.

Функциональные части можно изображать условно **графически**, как указано в ГОСТе, или в виде **прямоугольников**. В последнем случае внутри прямоугольника приводят **наименование** данной функциональной части. Линии взаимосвязей рекомендуется обозначать **стрелками**, показывающими направления хода процесса, движения информации и т. п. При большом числе функциональных частей рекомендуется взамен обозначений, наименований и типов вводить **порядковые номера**, проставляя их слева направо и сверху вниз. В этом случае расшифровку номеров производят в **таблице**, помещаемой над основной надписью.

Построение структурной схемы поясняется примером схемы электрической структурной ЭВМ (рисунок 3.1, где Пр— процессор; О/П— оперативная память; МП— местная память;

ПП— постоянная память; У—управление; К— каналы, УВД-устройство ввода—вывода).

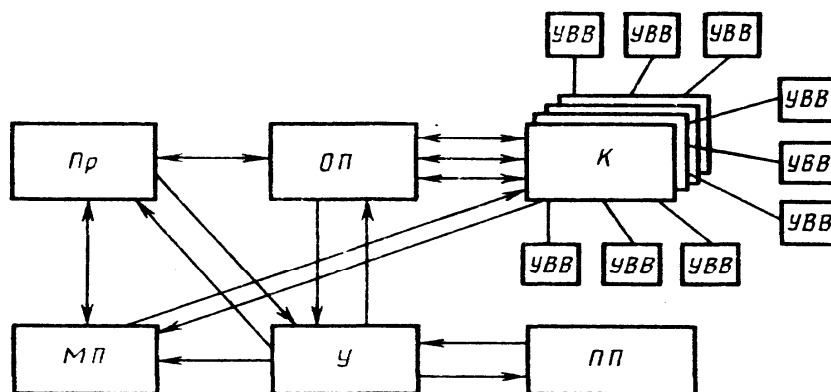


Рисунок 1 - Пример построения структурной схемы ЭВМ

Схема электрическая функциональная

На схеме электрической функциональной (Э2) показывают функциональные части машины, участвующие в процессе, иллюстрируемом схемой, и связи между этими частями.

Функциональные части изображают, как правило, в виде **условных графических обозначений**, однако **допускается** применение **прямоугольников**.

На схеме Э2 должны быть указаны:

для каждой **функциональной группы** — наименование;

для каждого **устройства**, изображенного **прямоугольником**, — наименование, обозначение или тип;

для каждого устройства, изображенного в виде **условного графического обозначения**, — обозначение или тип;

для каждого **элемента** — позиционное обозначение, присвоенное ему на принципиальной схеме, или тип. Наименования, обозначения или типы рекомендуется вписывать в прямоугольники. Допускается на схеме помещать поясняющие надписи, диаграммы или таблицы, определяющие последовательность прохождения процессов во времени, а также указывать параметры в характерных точках (форма и величина импульсов, реализуемая логическая функция и т. д.).

Построение функциональной схемы поясняется примером схемы электрической функциональной процессорного блока микро-ЭВМ, построенного на МПК БИС серии К580 (рисунок 3.2).

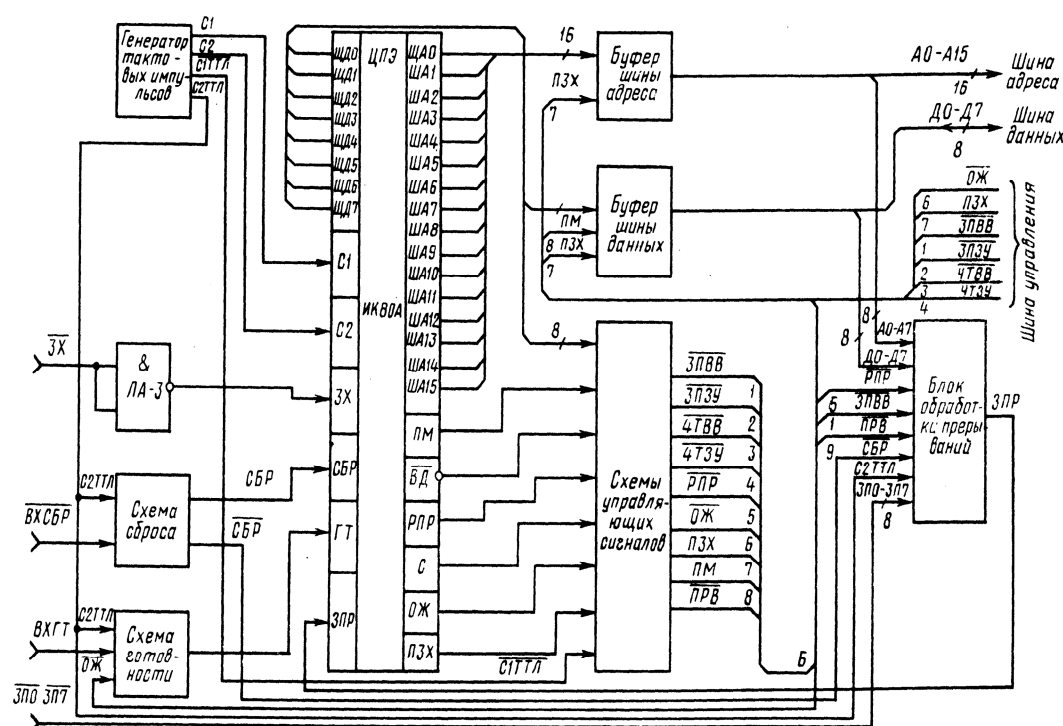


Рисунок 2 - Пример построения функциональной схемы процессорного блока микро-ЭВМ (МПК БИС серии К580)

Схема электрическая принципиальная

На схеме электрической принципиальной (ЭЗ) указывают все элементы, необходимые для построения ЭВМ (или ее отдельного узла), связи между элементами и элементы, которыми заканчиваются входные и выходные цепи.

Элементы в схеме изображают в виде условных графических обозначений. Расстояние между двумя соседними линиями условных графических обозначений должно быть не менее 0,8 мм.

Условные графические обозначения на схеме ЭЗ располагают так, чтобы изображения связей между ними были кратчайшими линиями с минимальным числом пересечений. Линии связей должны быть показаны полностью, однако при необходимости их допускается обрывать, заканчивая места обрыва стрелками с обозначением места включения. Для упрощения чертежа схемы можно несколько электрически не связанных линий связи сливать в общую утолщенную линию, но при подходе к контактам каждая линия должна быть изображена отдельно, линии связи при этом необходимо пронумеровать одинаковыми числами на обоих концах (рисунок 3.2).

Каждый элемент, входящий в схему, должен иметь буквенно-цифровое позиционное обозначение, составленное из буквенного индекса и порядкового номера. Порядковые номера элементам присваивают начиная с единицы сверху вниз в направлении слева направо, в пределах группы элементов, которым на схеме дан одинаковый буквенный индекс.

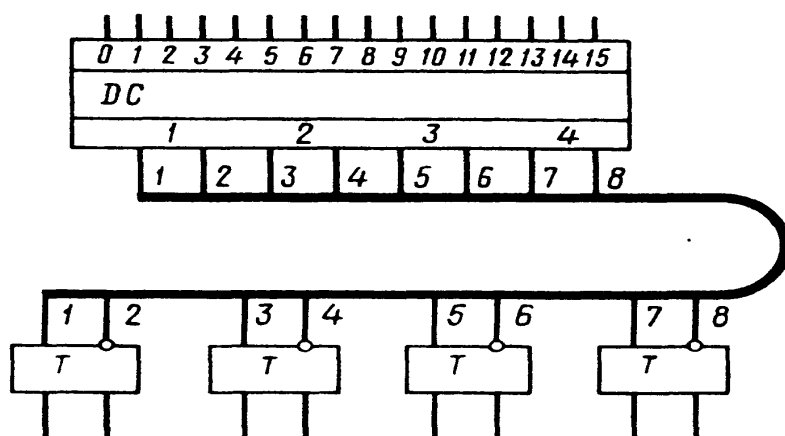


Рисунок 3 - Объединение электрически не связанных линий связи в схеме

Если элемент состоит из нескольких частей, то допускается к его позиционному обозначению добавлять цифры, присваиваемые каждой части

элемента (например, Э1-1, Э1-2, Э1-3 означают первую, вторую и третью части элемента 7).

Данные о всех элементах, включенных в схему, должны быть записаны в перечень (связь перечня с условными графическими обозначениями элементов осуществляется через позиционные обозначения). В отдельных случаях допускается сведения об элементах располагать на схеме около условных графических обозначений.

Содержание отчета:

1. Название работы
2. Цель работы
3. Используемые материалы
4. Отчет о работе
5. Выводы

«Изучение конструкции образцов системного блока и периферийных устройств персональных ЭВМ»

План практической работы:

1. Рассмотреть образцы конструкций системных блоков
2. Рассмотреть образцы конструкций принтеров и сканеров
3. Рассмотреть образцы конструкций клавиатур и мышей
4. Рассмотреть образцы конструкций приводов cd/dvd-дисков
5. Рассмотреть образцы конструкций камер
6. Рассмотреть образцы конструкций флешек
7. Рассмотреть образцы конструкций мониторов
8. Рассмотреть образцы конструкций модемов
9. Изучив теоретическую часть написать отчет о проведенной работе по изучению конструкций образцов системных блоков и периферийных устройств
10. Сделать выводы и защитить практическую работу

Теоретическая часть

1. Системный блок это основная часть ПЭВМ , включающая:
 - электронные устройства, управляющие работой ПЭВМ (в том числе - центральный процессор, сопроцессор, оперативную память, контроллеры (" адаптеры, шину);
 - блок питания, преобразующий переменное напряжение сети в постоянное требуемой низкой величины и подающий его на электронные схемы и другие узлы ПЭВМ;
 - устройства внешней памяти, предназначенные для записи и чтения программ и данных и состоящих из накопителя на жестком магнитном диске (НЖМД) и одного-двух накопителей на гибких магнитных дисках (НГМД).

Конструкция системного блока ПЭВМ состоит из корпуса, нескольких электронных плат (в первую очередь - системной или материнской платы), унифицированных разъемов (слотов), гибких многожильных соединительных кабелей, выключателя электропитания и небольшого числа переключателей (кнопок) управления режимами работы ПЭВМ.

2 Принтеры и сканеры

Принтеры

Принтер - это особое техническое устройство, выполняющее функции печати информации с цифровых носителей на твердые носители, чаще всего – бумагу.

Принтер принадлежит к группе терминальных устройств компьютера.

Монохромные принтеры от цветных отличаются определенным набором градаций, как правило, 2-5. Это может быть и черно-белая градация, одноцветная (например, красная или зеленая) – белая или белая – многоцветная. Несмотря на то, что монохромные принтеры ограничены своими техническими характеристиками, их вытеснение цветными принтерами вряд ли произойдет, так как они занимают конкретную нишу и в некоторых видах печати намного экономичнее.

Помимо классификации по цветам печати, принтеры, согласно их техническим показателям, еще разделяют на ряд определенных категорий: струйные, лазерные, матричные и сублимационные.

Лазерные принтеры

Принцип технологии таких принтеров основан на следующих факторах:

При помощи коротрона заряда или валом заряда, по поверхности фотобарабана равномерно накладывается статистический заряд. Затем светодиодный лазер снимает с фотобарабана заряд, в результате чего, на поверхности барабана появляется скрытый рисунок. После этого начинается процесс нанесения тонера на фотобарабан. Тонер прилегает к разряженному участку поверхности фотобарабана, на которой сохранен скрытый рисунок.

Фотобарабан катится по бумаге, и тонер тоже при помощи коротрона переноса или при помощи вала переноса также переносится на бумагу.

Струйные принтеры

Деятельность струйных принтеров основана на том, что в процессе их работы готовый рисунок на носителе складывается из точек. Но место головок и иголок в струйных принтерах располагается матрица, которая производит печать при помощи жидких красителей.

Сублимационные принтеры

Процесс термосублимации происходит в результате быстрого нагрева красителя во время прохождения жидкой фазы. В итоге, твердый краситель

производит выход пара, при этом, учитывается, что чем меньше объем пара, тем имеет место быть большая фотоширота цветовой передачи.

Одной самых серьезных проблем сублимационных принтеров, является чрезмерная чувствительность используемых чернил к ультрафиолетовым лучам. Краски могут очень быстро выцвести, если во время не закрыть рисунок при помощи специального слоя, который блокирует ультрафиолет.

Матричные принтеры

Самые старые виды принтеров, их механизм был создан еще в 1964 году. Матричные принтеры – это самые первые устройства, с помощью которых стало возможно обеспечение графического вывода твердой копии.

Кроме всех вышеперечисленных принтеров существуют еще и другие виды, к которым относятся барабанные, ромашковые или лепестковые, шаровые, гусеничные, телетайпные и термические принтеры. Любой из всех вышеперечисленных принтеров нуждается в грамотной эксплуатации, а в случае возникновения сбоев, следует обратиться в службу ремонт ноутбуков и орг. техники.

Сканеры

Сканер — устройство, предназначенное для создания цифровой копии какого-либо объекта (чаще всего текста или изображения).

Сканеры различают в зависимости от самого объекта и выбранного способа сканирования на:

1. Планшетные. При таком сканировании документ кладется на планшетное стекло сканируемой поверхностью вниз. Подвижная лампа расположена под стеклом. Отраженный от объекта свет, попадает на матрицу сквозь систему зеркал, и далее через специальные устройства передается в ноутбук или компьютер. Изображение сканируется не целостно. Отдельная полоса объекта сканируется за один шаг двигателя, а общее изображение формируется посредством программного обеспечения.

2. Ручные. В сканерах этого типа нет двигателя, сканирование осуществляется вручную.

3. Листопротяжные. В таких сканерах документ вставляется в специальную щель и протягивается внутри сканирующего устройства мимо лампы. Модели,

автоматизирующие подачу бумаги, имеют достаточно высокую скорость сканирования.

4. Планетарные сканеры. Используются для наиболее бережного и щадящего сканирования книг или документов. К этому типу относятся книжные сканеры. Имеются сканеры с V-образной колыбелью, предназначенные для сканирования не полностью раскрытых книг. Такой механизм позволяет отсканировать изображение из книги без искажений.

5. Барабанные сканеры. Имеют большое разрешение и применяются, как правило, в полиграфии.

3. Клавиатуры и мыши

Клавиатура – это специальное устройство, выполняющее функции ввода данных от пользователей в компьютеры или ноутбуки. Стандартная общепринятая клавиатура, именуемая клавиатурой PC/AT или просто AT, содержит 101-102 клавиши. При этом клавиши на клавиатуре AT расположены строго согласно единой принятой схеме, которая спроектирована из расчета на английский алфавит.

Все многообразие клавиш на клавиатуре квалифицируется по своему назначению на шесть групп: алфавитно-цифровая, функциональная, управление курсором, специализированная, цифровая панель и модификаторы. Функциональная группа представлена 12-тью клавишами, которые находятся в самом верхнем ряду на клавиатуре. Под ними располагается группа алфавитно-цифровых клавиш. Правее этой группы встроены клавиши, предназначенные для управления курсором, а самый правый край клавиатуры занимает цифровая панель.

Мыши

Мышь – это специальный манипулятор, относящийся к указательным устройствам ввода и отвечающий за интерфейс пользователей с компьютерами.

Мышь перемещается в зоне рабочей плоскости, как правило, это участок стола, и ход своего перемещения передает компьютеру. В это же время компьютерная программа воспринимает полученную информацию и в ответ на нее производит действия, отображающиеся на экране и соответствующие характеру совершенного перемещения. Так в традиционном универсальном

интерфейсе при помощи данного манипулятора пользователь осуществляет управление курсором. Кроме детектора перемещения мышь еще снабжена одной или несколькими кнопками (как правило, до трех для обычных мышек) и дополнительными деталями управления, к которым относится колесо прокрутки, джойстик, клавиша и т.д.

Кнопки выступают одними из основных элементов управления мыши и служат для совершения ряда манипуляций. К ним относится и выбор объекта при нажатии на кнопку, и его активное перемещение также при нажатой кнопке и т.д. Количество кнопок у мыши долгое время колебалось между двумя и тремя. И поначалу большим спросом пользовались двухкнопочные мыши, которые были проще в эксплуатации, и программное обеспечение едва их загружало. Однако позже появилась прокрутка экрана, дающая новые возможности, и на двухкнопочных мышках появилась средняя кнопка, трансформировавшаяся впоследствии в колесо прокрутки. В это же время у трехкнопочных мышей произошло объединение средней кнопки с колесом. Однокнопочные же мыши по распространению уступают место перечисленным разновидностям.

Учитывая все специфические особенности мышей, их, как правило, классифицируют на 4 основные наиболее распространенные группы: оптические, механические, трекбол-мышь и лазерные.

4. Конструкция приводов cd/dvd-дисков

Типовой привод состоит из платы электроники, шпиндельного двигателя, системы оптической считывающей головки и системы загрузки диска.

На плате электроники размещены все управляющие схемы привода, интерфейс с контроллером компьютера, разъемы интерфейса и выхода звукового сигнала. Большинство приводов использует одну плату электроники, однако в некоторых моделях отдельные схемы выносятся на вспомогательные небольшие платы.

6. Веб-камеры

Веб-камера – это устройство, представляющее собой цифровую фото- или видеокамеру, которая в режиме реального времени способна к фиксации изображения и дальнейшей его передаче через Интернет.

Веб-камеры передают изображение через Интернет, закачивая их на веб-сервер как непрерывно, так и по запросу, а также через определенные промежутки времени. Существует огромное количество разновидностей веб-камер. Некоторые из них позволяют проводить видеоконференции и работают на основе подключения к компьютеру или ноутбуку, в котором запускается особый вид программ типа Instant Messenger. Ряд моделей веб-камер создан специально для охранных и иных специфических целей и снабжается дополнительными функциями и устройствами. Это могут быть и детекторы движения, возможность подключения внешних датчиков и т.д.

7. Флэш-память

Флэш-память - относится к твердотельным полупроводниковым энергонезависимым видам памяти. Информацию, хранящуюся на флэш-памяти можно считывать сколько угодно раз, а вот производить запись данных на такую память можно определенное количество раз (производители постоянно борются за повышение числа циклов).

8. Мониторы

Монитор (дисплей) — основное устройство вывода графической информации. Изображение на экране монитора образуется из светящихся разными цветами маленьких точек, которые называются пикселями.

По принципу действия выделяют следующие **виды мониторов**: с электронно-лучевой трубкой (Catode Ray Tube — **CRT**) и жидкокристаллические — (Liquid Crystal Display — **LCD**):

9. Модемы

Конструктивно большинство модемов исполняются в виде внешних либо внутренних устройств. Часто один и тот же модем предлагается на рынке в виде таких двух решений.

. Внешние модемы

Внешние модемы выпускаются в отдельном корпусе и имеют встроенный либо вынесенный блок питания. Внешние модемы являются более мобильными, чем внутренние, так как для подключения их к другому компьютеру достаточно просто переключить один разъем. При подключении внутреннего модема придется разбирать компьютер. Кроме того, внешний

модем позволяет легко определить его состояние по световым индикаторам, находящихся на лицевой панели.

Внутренние модемы.

Внутренний модем представляет собой типичную карту расширения для установки в слот материнской платы компьютера. При этом чаще всего используется слот шины ISA. Такие модемы не имеют собственного блока питания и получают постоянные питающие напряжения от устройства, в которое они установлены.

Содержание отчета:

1. Название работы
2. Цель работы
3. Используемые материалы
4. Отчет о работе
5. Выводы

План практической работы:

1. Рассмотреть виды печатных плат
2. Изучив теоретическую часть написать отчет о проведенной работе по изучению образцов конструкторских документов
3. Сделать выводы и защитить практическую работу

Теоретическая часть

ОПП

Односторонние печатные платы (ОПП) – это пластины у которых элементы располагаются с одной стороны. Возможна металлизация отверстий, но при этом стоимость односторонней печатной платы будет сравнима со стоимостью двусторонней. В односторонних печатных платах применяются проволочные перемычки для соединения отдельных цепей. Односторонние печатные платы характеризуются высокой точностью выполняемого рисунка.

Чаще всего односторонние печатные платы применяются в недорогой бытовой технике. К недостаткам этого класса относится малая надежность и слабость крепления элементов, которые нередко отслаиваются от диэлектрической основы печатной платы. Металлизированные отверстия придают конструкции большую прочность.

До сих пор односторонние печатные платы занимают почти треть всего объема производства этих конструкций, что говорит об их превосходной конкурентоспособности.

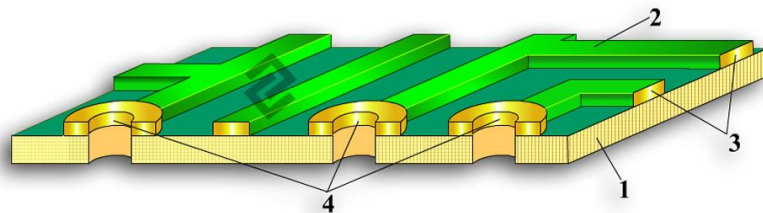


Рисунок 4 – Конструкция односторонней печатной платы: 1. Диэлектрик;
2. Защитный слой (маска); 3. Токопроводящая дорожка;
4. Контактное отверстие;

Таблица 3 - Материалы, которые применяем в изготовлении печатных плат

Диэлектрик	Токопроводящая дорожка и непосредственно контакты	Маска
FR-2 – гетенакс CEM-1 CEM-3 FR-4 Rogers Полиамид	Основа идёт медь. Покрываются: Flash Gold HASL (горячее лужение) Immersion Gold Gold Fingers (золочение разъемов) Ni-Au иммерсионное Ni-Au гальваническое OSP (покрытие медных контактных площадок флюсом) Carbon (покрытие графитом) ROHS (Покрываются без свинцовое)	УФ-Отверждаемая паяльная маска Термоотверждаемая паяльная маска Цвета масок: - Синий - Красный - Зелёный - Чёрный - Белый - Жёлтый

ДПП

Двусторонние печатные платы (ДПП) – это пластины, на которых рисунок находится с обеих сторон диэлектрической пластины. Различают двусторонние печатные платы с металлизированными и неметаллизированными отверстиями.

Неметаллизированные отверстия по своим свойствам приближены к односторонним печатным платам. Их преимущество – наличие двух слоев, позволяет плотнее компоновать элементы и увеличивает трассировочную способность печатной платы. Недостаток двусторонних плат – сложность обеспечения электрических переходов между сторонами платы. Для достижения этой цели используются проволочные перемычки, заклепки и пайка выводов элементов с обеих сторон. Чаще всего двусторонние печатные платы без металлизации сквозных отверстий применяют в макетах и в любительских электронных устройствах.

Металлизированные отверстия в печатных платах совершенно меняют дело. У таких печатных плат увеличивается прочность крепления электронных компонентов, при этом возможность высокой плотности монтажа вместе с хорошей трассировочной способностью сохраняются. Именно двусторонние печатные платы с металлизированными отверстиями пользуются наибольшей популярностью в изготовлении радиоэлектронных устройств.

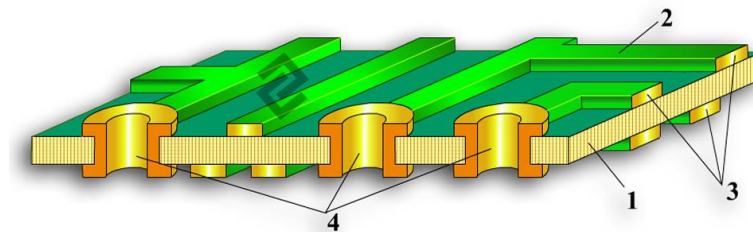


Рисунок 5 – Конструкция двухсторонней печатной платы: 1. Диэлектрик;
2. Защитный слой (маска); 3. Токопроводящая дорожка;
4. Контактное отверстие;

Таблица 4 - Материалы, которые применяем в изготовлении печатных плат

Диэлектрик	Токопроводящая дорожка и непосредственно контакты	Маска
FR-4 Rogers Полиамид	Основа идёт медь. Покрытия: • Flash Gold • HASL (горячее лужение) • Immersion Gold • Gold Fingers (золочение разъемов) • Ni-Au иммерсионное • Ni-Au гальваническое • OSP (покрытие медных контактных площадок флюсом) • Carbon (покрытие графитом) • ROHS (Покрытие без свинцовое)	Фотопроявляемая паяльная маска Цвета масок: - Синий - Красный - Зелёный - Чёрный - Белый - Жёлтый

МПП

Многослойные печатные платы (МПП) используются для проектирования сложных устройств, требующих высокую плотность монтажа компонентов. Количество слоев полностью зависит от сложности задачи, стоящей перед разработчиком печатной платы. При этом компоненты монтируются с двух сторон печатной платы, а внутренние слои служат для соединения компонентов друг с другом. Соединения проводников формируются через межслойные переходные отверстия.

Многослойные печатные платы могут содержать до 32 слоев, что обеспечивает высокую удельную плотность печатных проводников и контактных площадок. К другим преимуществам печатных плат этого типа относится уменьшение длины проводников, что значительно повышает быстродействие (например, скорость обработки данных в ЭВМ). Так же

многослойные печатные платы позволяют экранировать цепи переменного тока.

У многослойных печатных плат есть и свои недостатки: они сложны в разработке и изготовлении, для работы с ними требуется высокая квалификация и наличие специального оборудования. Многослойные печатные платы обходятся дороже двухсторонних и у них значительно ниже ремонтпригодность. Но, не смотря на это, они предоставляют широкий диапазон возможностей и демонстрируют высокую надежность в эксплуатации.

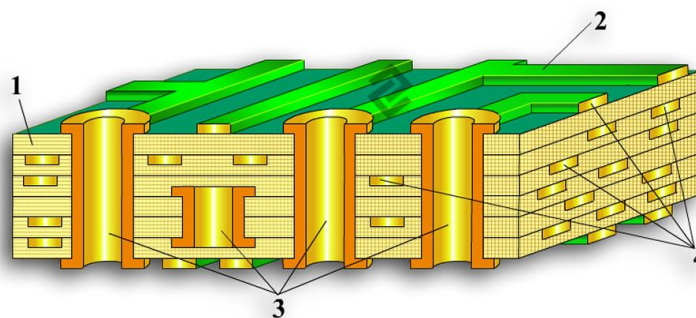


Рисунок 6 – Конструкция многослойной платы: 1. Диэлектрик;
2. Защитный слой (маска); 3. Контактное отверстие;
4. Токопроводящая дорожка;

Таблица 5 - Материалы, которые применяем в изготовлении печатных плат

Диэлектрик	Токопроводящая дорожка и непосредственно контакты	Маска
FR-4 Rogers	Основа идёт медь. Покрытия: Flash Gold HASL (горячее лужение) Immersion Gold Gold Fingers (золочение разъемов) Ni-Au иммерсионное Ni-Au гальваническое Carbon (покрытие графитом) ROHS (Покрытие без свинцовое)	Фотопроявляемая паяльная маска Цвета масок: - Синий - Красный - Зелёный - Чёрный - Белый - Жёлтый

ГПП

Гибкие печатные платы (ГПП) – это односторонние, двухсторонние или многослойные печатные платы, изготовленные на гибком основании небольшой толщины. Они служат в качестве соединений между различными

частями электронных устройств или аппаратов. Так же гибкие печатные платы выступают в качестве замены кабельного соединения. Иногда гибкие печатные платы служат основой для катушек индуктивности, антенн и во многих других устройств.

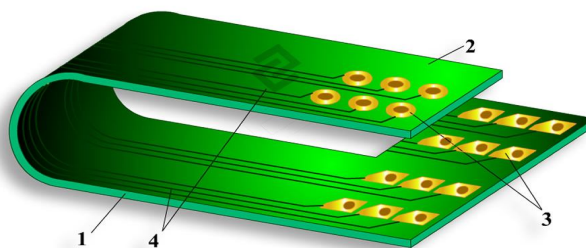


Рисунок 7 – Конструкция гибкой печатной платы: 1. Диэлектрик (Полиамид); 2. Защитный слой (маска); 3. Контактное отверстие; 4. Токопроводящая дорожка;

Таблица 6 - Материалы, которые применяем в изготовлении печатных плат

Диэлектрик	Токопроводящая дорожка и непосредственно контакты	Маска
Полиамид Ловсан	Основа идёт медь. Покрытия: Flash Gold HASL (горячее лужение) Immersion Gold Gold Fingers (золочение разъемов) Ni-Au иммерсионное Ni-Au гальваническое Carbon (покрытие графитом) ROHS (Покрытие без свинцовое)	Спец маска: Photomage SPI-606G Цвет масок: - Зелёный - Жёлтый

ГЖПП

Гибко-жесткие печатные платы (ГЖПП) – это печатные платы схожие с гибкими печатными платами, но с механическим усилением в определенных местах. Чаще всего жесткий слой прикрепляется к гибкой печатной плате с тыльной стороны по отношению к контактными площадкам. Такие платы позволяют добиться более высокой надежности электрического соединения между гибкой и жесткой платой. Жесткий слой изготавливают из полиимида или стеклотекстолита.

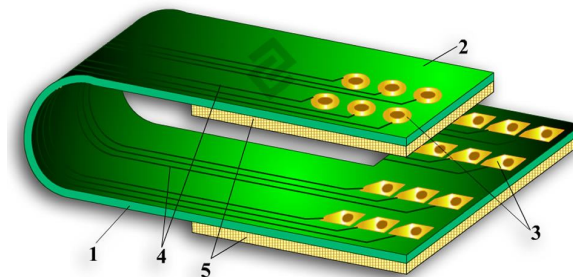


Рисунок 8 – Конструкция гибкожестких печатных плат: 1. Диэлектрик (Полиамид); 2. Защитный слой (маска); 3. Контактное отверстие; 4. Токопроводящая дорожка; 5. Жёсткая подкладка;

Таблица 7 - Материалы, которые применяем в изготовлении печатных плат

Диэлектрик	Токопроводящая дорожка и непосредственно контакты	Маска
Полиамид Ловсан	Основа идёт медь. Покрытия: Flash Gold HASL (горячее лужение) Immersion Gold Gold Fingers (золочение разъемов) Ni-Au иммерсионное Ni-Au гальваническое Carbon (покрытие графитом) ROHS (Покрытие без свинцовое)	Спец маска: Photomage SPI-606G Цвет масок: Зелёный Жёлтый

В качестве жёсткой подкладки, используются тот же полиамид, только с большей толщиной или FR-4

ВЧ и СВЧ

ВЧ и СВЧ печатные платы – это то же самое, что и односторонние, двухсторонние и многослойные печатные платы, которые изготавливаются на фторопластовом основании с коэффициентом диэлектрической проницаемости меньше 3 и с наименьшим тангенсом диэлектрических потерь.

ВЧ и СВЧ печатные платы на фторопластовом основании отличаются прекрасной термомеханической стабильностью. Таким требованиям отвечают печатные платы, изготовленные из материалов Rogers, Taconic, Arlon.

Так же ВЧ и СВЧ платы изготавливают на углеводородном керамическом основании, которое придает высокую устойчивость к температурным воздействиям. То есть плата сохраняет свои механические и электрические

параметры при самых различных температурных условиях. Другим несомненным достоинством керамических оснований является их жесткость. Основным местом использования печатных плат на керамической основе можно назвать антенны для спутников и другую аппаратуру, обеспечивающую связь.

Таблица 8 - Материалы, которые применяем в изготовлении печатных плат

Диэлектрик	Токопроводящая дорожка и непосредственно контакты	Маска
Rogers	Основа идёт медь. Покрытия: Flash Gold HASL (горячее лужение) Immersion Gold Gold Fingers (золочение разъемов) Ni-Au иммерсионное Ni-Au гальваническое OSP (покрытие медных контактных площадок флюсом) Carbon (покрытие графитом) ROHS (Покрытие без свинцовое)	Фотопроявляемая паяльная маска Цвета масок: Синий Красный Зелёный Чёрный Белый Жёлтый

По виду материала основы ПП разделяют на

- 1) изготовленные на основе органического диэлектрика (текстолит, гетинакс, стеклотекстолит);
- 2) изготовленные на основе керамических материалов;
- 3) изготовленные на основе металлов.

По виду соединений между слоями ПП различают на следующие:

- 1) с металлизированными отверстиями;
- 2) с пистонами;
- 3) изготовленные послойным наращиванием;
- 4) с открытыми контактными площадками.

По способу изготовления ПП разделяют на платы, изготовленные

- 1) химическим травлением;
- 2) электрохимическим осаждением;
- 3) комбинированным способом (1 и 2-й способы).

По способу нанесения проводников ПП делят на платы

- 1) полученные обработкой фольгированных диэлектриков;
- 2) полученные нанесением тонких токопроводящих слоев.

Последний способ более точен и производительнее и отработан на технологии гибридных схем.

Широкое распространение получают МПП на **керамической основе**. По сравнению с органическими диэлектриками керамика позволяет улучшить теплоотвод, повысить плотность компоновки микросхем (особенно с использованием микрокорпусов).

Недостатки:

- 1) большая масса;
- 2) небольшие наибольшие линейные размеры (ограничены технологией - 150 x 150 мм).

Металлические ПП изготавливаются на основе стальных, алюминиевых и инваровых листов.

Пластины окисляются и покрываются слоем керамики, эмали, лака или другого диэлектрика. Поверх наносятся печатные проводники, пленочные резисторы, конденсаторы, индуктивности, а затем монтируются микросхемы (как правило, бескорпусные).

Преимущества:

- 1) сравнительно невысокая стоимость;
- 2) неограниченные размеры;
- 3) высокая теплопроводность;
- 4) лучшая помехозащищенность;
- 5) высокая прочность и теплостойкость.

Недостатки:

- 1) высокая удельная емкость проводников;
- 2) большая масса.

Содержание отчета:

1. Название работы
2. Цель работы
3. Используемые материалы
4. Отчет о работе
5. Выводы

Практическая работа №6

«Изучение образцов соединительных кабелей и проводов»

План практической работы:

1. Рассмотреть образцы соединительных кабелей и проводов используемых в ЭВМ.
2. Изучив теоретическую часть написать отчет о проведенной работе по изучению образцов
3. Сделать выводы и защитить практическую работу

Теоретическая часть

Шлейфы

Шлейфом в компьютерной технике называют плоский, лентовидный кабель. Шлейфы обычно используют для подключения жестких дисков, оптических дисководов к материнской плате компьютера.



Рисунок 9 - Шлейф для подключения IDE устройства

Существует два основных вида интерфейсов:

1. PATA ,(Parallel ATA).
2. SATA (Serial ATA)
3. eSATA (External SATA)

Преимущества SATA:

- Длина шлейфа - 1 метр.
- SATA имеет 7-контактный разъём, в то время как PATA - 40-контактный разъёма.
- SATA имеет меньшую площадь.
- SATA подходит к многократному подключению.

Разъемы SATA:

1. Для подключения шины данных используют 7-контактный.
2. Для подключения питания используют 15-контактный.

Каналы передачи SATA:

1. Контроллер затем устройство.
2. Устройство затем контроллер.

eSATA - шлейф для подключения внешних устройств, в отличие от SATA - поддерживает режим "горячей замены".

Особенности eSATA:

- Разъемы - более прочные, рассчитаны для большого числа подключений, имеется экранирование разъема. Не совместимы с SATA.

- Требуется для подключения два провода:

1. шину данных
2. кабель питания.

- Длина кабеля до 2 м.

- Средняя скорость передачи данных больше, чем у USB 2.0

- SATA и eSATA используют разные уровни сигнала.



Рисунок 10 – Более удобный «круглый» шлейф для подключения IDE устройства

Кабель подключения системного блока к монитору



Рисунок 11 – кабель подключения системного блока к монитору

Описание

Кабель длиной 1.8 м для подключения монитора к системному блоку; используется 3 коаксиальных кабеля для передачи видеосигнала и 4 проводника 28 AWG; контакты разъемов имеют антикоррозийное покрытие

Разъемы кабеля или переходника

VGA "папа", VGA "папа"

Длина кабеля

1.8 метра

Прочее

Двойная экранировка кабеля (медная оплетка и алюминиевая фольга) снижает до минимума внешние наводки и препятствует возникновению помех и искажений

Кабель интерфейсный SATA



Рисунок 12 - Кабель интерфейсный SATA

Общие характеристики

Тип кабель

Класс внутренний

Интерфейс SATA

Версия интерфейса II

Входной разъем SATA male

Выходной разъем SATA male угловой

Кабель к блоку питания



Рисунок 13 - Кабель к блоку питания с дополнительными разъемами СС-PSU-1 внутренний

ATX



20-контактный разъем

24-контактный разъем

Основной разъем питания

№ контакта Цепь Цвет провода

1 +3,3 В оранжевый

2 +3,3 В оранжевый

3 COM черный

4 +5 В красный

5 COM черный

6 +5 В красный

7 COM черный

8 PWR_OK серый

9 +5 В лиловый

10 +12 В желтый

11 +3,3 В

(датчик +3,3 В) оранжевый (коричневый)

13 -12 В голубой

13 COM черный

14 PS_ON# зеленый

15 COM черный

16 COM черный

17 COM черный

18 -5 В белый

19 +5 В красный

20 +5 В красный

Дополнительный соединитель для блоков с большими выходными токами

№ контакта Цепь Цвет провода

1 COM черный

2 COM черный

3 COM черный

4 +3.3 В оранжевый

5 +3.3 В оранжевый

6 +5 В красный

Разъем питания +12 вольт (АТХ для питания систем с Р4)

К стандартному 20-контактному разъему добавились еще 4 разъема

Четырехконтактный разъем питания для флоппи-дисковода



Рисунок 14 - 4-х контактный разъем питания для флоппи-дисковода

№ контакта Цепь Цвет провода

1 COM черный

2 COM черный

3 +12 В желтый

4 +12 В желтый

4-х контактный разъем питания Molex

Самый популярный разъем из блока питания называется Molex-разъемом по названию фирмы-производителя. Сам разъем молочного цвета с четырьмя проводами: желтым, красным и двумя черными. Эти коннекторы обычно обозначаются шифром 0015244048, но также возможен код 8981-04P, использующийся в ATX12V Power Design Guide ("Руководство для разработок в области питания стандарта ATX12V"). Таким типом разъёма питания обычно снабжаются кулеры, CD/DVD-приводы, IDE (U-ATA) жёсткие диски и некоторые SATA-жёсткие диски.

№ контакта Цепь Цвет провода

1 +12 В желтый

2 -12 В (Земля для 1 контакта) черный

3 -5 В (Земля для контакта4) черный

4 +5 В красный

Кабель подключения принтера к системному блоку



Рисунок 15 - Кабель подключения принтера к системному блоку

Кабель питания для системного блока и периферийных устройств



Рисунок 16 - Кабель питания для системного блока и периферийных устройств

В отчете заполнить таблицу:

№ п/п	Название кабеля	Используемые интерфейсы	Вид разъема	ТТХ

Содержание отчета:

1. Название работы
2. Цель работы
3. Используемые материалы
4. Отчет о работе
5. Выводы

«Изучение требований ГОСТ к конструкциям печатных плат»

План практической работы:

1. Изучить требования ГОСТ к конструкциям ПП
2. Изучив теоретическую часть написать отчет о проведенной работе по изучению требований ГОСТ
3. Сделать выводы и защитить практическую работу

Теоретическая часть

Содержание

- 1 Область применения
 - 2 Нормативные ссылки
 - 3 Термины, определения и сокращения
 - 4 Требования к техническому уровню производства печатных плат
 - 5 Требования к технологическому процессу изготовления печатных плат
 - 6 Требование к материалам
 - 7 Требования к соблюдению технологического микроклимата
 - 8 Требования в области охраны окружающей среды
 - 9 Соблюдение требований безопасности
 - Приложение А (справочное) Перечень подвидов оборудования
 - Приложение Б (обязательное) Предельно допустимая концентрация вредных веществ в воздухе рабочей зоны (ГН 2.2.5.1313-03 [5])
- Библиография

1 Область применения

Настоящий стандарт распространяется на односторонние, двусторонние и многослойные печатные платы на жестком, гибком и гибко-жестком основании и на гибкие печатные кабели (далее - печатные платы).

Стандарт устанавливает основные технические требования к производству печатных плат, обеспечивающему их изготовление со стабильными характеристиками в соответствии с конструкторской документацией, техническими условиями и требованиями ГОСТ Р ИСО 9001-2008.

2 Требования к техническому уровню производства печатных плат

Технический уровень производства печатных плат на предприятии должен обеспечивать их изготовление с техническими характеристиками, соответствующими конструкторской документации.

Категория конкретного производства определяется значением коэффициента технического уровня предприятия (КТУ). Значения КТУ для каждой категории производства приведены в таблице.

Таблица 1 – Значение КТУ для категорий производства

Категория производства	Значение КТУ, баллы
1	Св. 37
2	Св. 12 до 36 включ.
3	До 12 включ.

Таблица 2 – Оценочные признаки

Обозначение группы показателей	Наименование группы показателей	Оценочные признаки группы показателей
I	Технологическая	Технологические возможности Класс точности изготавливаемых печатных плат
II	Производственная	Производственные мощности по выпуску ОПП, ДПП, МПП
III	Техническое состояние оборудования	Срок службы Степень износа
IV	Маска под пайку	Применение защитной маски Отсутствие защитной маски
V	Технический уровень кадров	Процент прошедших переподготовку за год

Коэффициент технического уровня предприятия КТУ определяют как сумму баллов по ряду показателей и вычисляют по формуле

$$КТУ = B_I + B_{II} + B_{III} + B_{IV} + B_V \quad (1)$$

где B_I , B_{II} , B_{III} , B_{IV} , B_V - оценка показателя группы, баллы.

Оценку показателя III группы B_{III} в баллах осуществляют с помощью коэффициента технического состояния оборудования $K_{тс}$ и вычисляют по формуле

$$B_{III} = K_{тс} = \sum_{i=1}^p K_{тсi} \quad (2)$$

где i - номер группы технологического оборудования по виду;

$K_{тсi}$ - коэффициент технического состояния i -и группы оборудования по виду, баллы.

4.6 Коэффициент технического состояния оборудования $K_{тс}$ рассчитывают для каждого из девяти видов оборудования, представленных в таблице 3

Таблица 3 – Виды оборудования

Номер группы оборудования	Наименование вида оборудования
1	Механическое
2	Струйной обработки
3	Химико-гальванической металлизации
4	Фотохимическое
5	Сеткографической печати
6	Термического воздействия
7	Прессовое
8	Контрольно-измерительное
9	Другое

При наличии в оборудовании какого-либо вида нескольких подвидов $K_{тс}$ по данному виду рассчитывают как среднее арифметическое значение суммы $K_{тс}$ подвидов оборудования

$$K_{тс} = (1/m) \sum_{j=1}^m K_{тсij} = (1/m) \left(\sum_{j=1}^m (5/T_{ij})(1 - \xi_{ij}/T_{ij}) \right) \quad (3)$$

где $K_{тсij}$ - коэффициент технического состояния j -го подвида i -го вида оборудования, баллы;

m - число подвидов оборудования в i -й группе оборудования по виду; m принимают равным числу подвидов согласно приложению А;

j - число подвидов оборудования в каждом из i видов; m принимают равным числу подвидов согласно приложению А;

5 - постоянный коэффициент, позволяющий оценить техническое состояние оборудования на «отлично» при сроке службы оборудования не более одного года и степени износа, равной 0;

T_{ij} - срок службы j -го подвида оборудования i -го вида, годы;

ξ_{ij} - степень износа j -го подвида оборудования i -го вида, десятичные доли.

3 Требования к технологическому процессу изготовления печатных плат

Технологический процесс изготовления печатных плат, применяемый на предприятии, должен обеспечивать производство продукции, соответствующей конструкторской документации и удовлетворяющей требованиям ГОСТ 23752-79.

В процессе производства печатных плат на каждой операции изготовления должны быть обеспечены критерии качества выполнения.

4 Требование к материалам

Базовые материалы, используемые при изготовлении печатных плат, должны быть выбраны согласно указаниям конструкторской документации на печатную плату и удовлетворять требованиям ГОСТ 26246.1-89 - ГОСТ 26246.14-91 и технических условий на конкретный материал.

Технологические материалы и реактивы, применяемые при изготовлении печатных плат, должны соответствовать стандартам или техническим условиям на них.

Все применяемые для изготовления печатных плат материалы и реактивы должны иметь паспорта (сертификаты) и быть использованы в течение срока их годности.

Для приготовления и корректировки растворов палладиевого активатора, химического меднения, электролитов для осаждения олова, меди, сплава олово-свинец, благородных металлов должны быть применены вещества категории «ч.» или «х.ч.».

Для приготовления растворов для подготовки поверхности, проявления и снятия фоторезиста, декапирования, подтравливания, травления и осветления допускается использовать материалы категории «технический».

Фотошаблоны, предназначенные для изготовления печатных плат, должны соответствовать ГОСТ 27716-88, ГОСТ Р 50562-93.

5 Требования к соблюдению технологического микроклимата

В производственных помещениях для изготовления печатных плат в зависимости от класса точности изготавливаемых плат следует обеспечить параметры технологического климата.

Воздух рабочей зоны должен соответствовать ГОСТ 12.1.005-88.

Сжатый воздух, предназначенный для работы сверлильных станков, должен быть очищен от масляных и других загрязнений и должен соответствовать группе 1 по ГОСТ 17433-80.

Предприятие должно разработать, внедрить, документировать, поддерживать и последовательно улучшать систему экологического

менеджмента в соответствии с требованиями ГОСТ Р ИСО 14001-2007.

Вода, применяемая для промывки печатных плат в процессе их изготовления, должна соответствовать категории 2 по ГОСТ 9.314-90.

Для приготовления и корректировки растворов химической и гальванической металлизации, а также для промывки готовых печатных плат перед контролем электрических параметров следует применять дистиллированную или деионизованную воду.

6 Требования в области охраны окружающей среды

Предприятия-изготовители печатных плат обязаны соблюдать утвержденные правила и требования в области охраны окружающей среды и обеспечивать соответствие нормативам качества окружающей среды путем применения технических средств и технологий обезвреживания и безопасного размещения отходов производства, обезвреживания выбросов и сбросов загрязняющих веществ.

Основной обязанностью предприятий является внедрение в производство малоотходных и безотходных технологических процессов.

Для обеспечения охраны атмосферного воздуха должны быть проведены:

- инвентаризация выбросов вредных веществ в атмосферный воздух от цеха печатных плат;
- разработка в соответствии с ГОСТ 17.2.3.02-78 норм предельно допустимых выбросов.

При превышении нормативов предельно допустимых выбросов следует осуществлять мероприятия по улавливанию, утилизации и обезвреживанию выбросов вредных веществ в атмосферный воздух, сокращению и исключению таких выбросов.

Воздух, выбрасываемый в атмосферу системами местной и общеобменной вентиляции цеха печатных плат, содержащий вредные (или неприятно пахнущие) вещества, следует подвергать в процессе проведения технологических операций очистке. Одновременно необходимо предусмотреть возможность рассеивания в атмосфере остаточных количеств вредных веществ до уровней, определенных гигиеническими нормативами по атмосферному воздуху. Для защиты атмосферного воздуха от попадания вредных веществ

необходимо установить в производственных помещениях цеха печатных плат специальную вытяжную вентиляцию, снабженную системами очистки (фильтры, циклоны для улавливания аэрозолей, газов, пыли и др.), периодически очищаемыми в соответствии с утвержденным графиком.

Для обеспечения защиты поверхностных вод от загрязнения должны быть соблюдены следующие условия:

- система канализации, условия отведения и очистки сточных вод должны соответствовать требованиям санитарных правил и гигиенических нормативов;
- должен быть исключен сброс в водные объекты неочищенных и необезвреженных вод, а также вод, содержащих вещества, для которых не установлены предельно допустимые концентрации.

При осуществлении сброса сточных вод непосредственно в водные объекты предприятие обязано разработать и утвердить в установленном порядке нормативы по предельно допустимым сбросам сточных вод (ПДСВ).

Спуск производственных сточных вод в городскую канализационную сеть следует осуществлять в установленном порядке в соответствии с региональными Правилами приема производственных сточных вод в городские канализации [1].

Сточные воды производства печатных плат должны быть разделены на потоки в соответствии с технологией работы очистных сооружений (кислотно-щелочные, циансодержащие, хромсодержащие и др.).

Отработанные растворы кислого и щелочного травления, химического меднения должны быть подвергнуты утилизации или регенерации.

Залповые сбросы отработанных растворов, содержащих ионы тяжелых металлов, запрещаются.

При реконструкции и техническом перевооружении цеха печатных плат следует предусмотреть максимальное использование каскадных и струйных промывок.

При решении схем водоснабжения и канализации следует максимально использовать воду внутри предприятия. Для этого должны быть предусмотрены устройства оборотных систем использования отработанной воды, а также повторного использования очищенных сточных вод.

7 Соблюдение требований безопасности

Производство печатных плат должно отвечать требованиям ГОСТ 12.3.002-75, соответствующих строительных норм и правил, санитарных норм проектирования промышленных предприятий, гигиенических норм и правил.

Производство печатных плат должно обеспечивать:

- автоматизацию процессов, являющихся источниками опасных и вредных производственных факторов;
- механизацию и автоматизацию ручного труда;
- замену токсичных и горючих веществ менее токсичными, нетоксичными и негорючими веществами.

Оборудование, применяемое при производстве печатных плат, должно соответствовать требованиям ГОСТ 12.2.003-91.

Помещения для производства печатных плат должны отвечать требованиям соответствующих строительных норм и правил.

При производстве печатных плат уровни опасных и вредных факторов в производственных помещениях и на рабочих местах не должны превышать установленных санитарными нормами проектирования промышленных предприятий.

Устройства для приготовления растворов, гальванические линии, химическое оборудование, при эксплуатации которых могут выделяться вещества с опасными и вредными свойствами, должны иметь местные отсосы, встроенные в технологическое оборудование, или быть максимально приближены к нему.

Объединение в общую вытяжную установку местных отсосов, удаляющих пыль, легкоконденсирующиеся пары, а также вещества, при смешивании которых могут быть образованы химические соединения с опасными и вредными свойствами, не допускается.

Общеобменная приточно-вытяжная вентиляция и местная вытяжная вентиляция должны обеспечивать в рабочей зоне концентрацию вредных веществ и аэрозолей ниже предельно допустимой. Предельно допустимая концентрация в рабочей зоне ряда вредных веществ, применяемых в производстве печатных плат, приведена в приложении Б.

В производстве должен быть представлен полный перечень используемого сырья, основных и вспомогательных материалов, в котором должны содержаться следующие сведения:

- описание сырья и материалов с указанием их наименований, номеров государственной регистрации, маркировки, возможных поставщиков;
- требования к качеству сырья и материалов, включая дополнительные требования, разработанные с учетом специфики производства;
- условия и сроки хранения, меры безопасного обращения с сырьем и материалами.

Доставку агрессивных жидкостей следует осуществлять в специальной стеклянной или пластиковой таре, снабженной оплеткой. Транспортировать в цех эти жидкости следует на специальных тележках.

Места хранения химических веществ должны быть оборудованы стеллажами и шкафами и снабжены инвентарем, приспособлениями, средствами индивидуальной защиты, необходимыми для безопасного обращения с химическими веществами.

Химические вещества должны поступать в исправной таре или упаковке с полным комплектом сопроводительной документации, оформленной в установленном порядке.

При приготовлении растворов из смеси кислот следует вводить кислоты в порядке возрастания их плотности. Разбавляя кислоты, необходимо вливать их только в холодную воду тонкой струей и одновременно перемешивать.

Растворение щелочи и цианистых солей при массовом и крупносерийном производстве необходимо проводить в механизированных установках.

Работающие должны пользоваться применяемой при производстве печатных плат спецодеждой и средствами индивидуальной защиты, соответствующими ГОСТ 12.4.011-89 и выдаваемыми согласно нормам, утвержденным в установленном порядке.

Рабочие и инженерно-технический персонал должны проходить медицинский осмотр как при поступлении на работу, так и периодически.

Периодичность профессиональных осмотров должна быть установлена в соответствии с порядком, определенным Министерством здравоохранения и

социального развития Российской Федерации.

Все рабочие, служащие и инженерно-технический персонал должны проходить инструктаж по безопасности труда:

- вводный - при поступлении на работу;
- первичный - на рабочем месте;
- повторный - не реже одного раза в три месяца;
- внеплановый - при изменении технологического процесса, смене оборудования, нарушениях требований безопасности и несчастных случаях.

Значения уровней вибрации технологического оборудования и рабочих мест не должны превышать значений, установленных ГОСТ 12.1.012-2004.

Уровень шума на рабочих местах не должен превышать установленного ГОСТ 12.1.003-83.

Освещенность помещений и рабочих мест должна соответствовать нормам СНиП 23-05-95 [2].

Содержание отчета:

1. Название работы
2. Цель работы
3. Используемые материалы
4. Отчет о работе
5. Выводы

Практическая работа №8

«Изучение правил компоновки ЭРК на поверхности печатной платы. Расчет их габаритных и установочных размеров»

План практической работы:

1. Изучить правила компоновки ЭРК на поверхности ПП
2. Изучить правила расчета их габаритных размеров
3. Изучить правила расчета их установочных размеров
4. Скомпоновать ЭРК на поверхности ПП (по заданию преподавателя)
5. Рассчитать габаритные и установочные размеры ЭРК (по заданию преподавателя)
6. Написать отчет о проведенной работе
7. Сделать выводы и защитить практическую работу

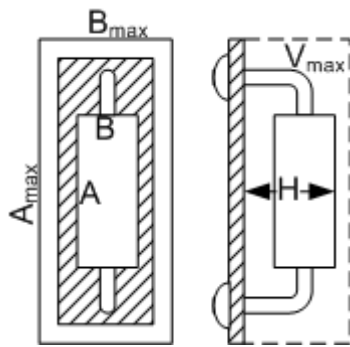
Теоретическая часть

Компоновка – это размещение в пространстве или на плоскости радиоэлементов, имеющих электрическое соединение в строгом соответствии с электрической принципиальной схемой.

Требования к компоновке:

1. Минимальное паразитное взаимодействие элементами схемы и отдельными частями схемы.
2. Паразитная ёмкость и паразитная индуктивность должны быть минимальны.
3. Удобство сборки, регулировки и настройки
4. Технологичность (возможность автоматической сборки)

На стадии проектирования печатной платы выполняют аналитическую компоновку. При аналитической компоновке определяют размеры печатной платы и основные конструктивные показатели. Для того, чтобы определить габаритные размеры печатной платы рассчитывают установочную площадь всех размещённых на печатной плате элементов.



$$S_{уст} = K_3 \cdot S_{эpz} (\text{мм}^2)$$

$$S_{эpz} = A \cdot B$$

$$S_{уст} = A_{\max} \cdot B_{\max}$$

$$V_{уст} = K_3 \cdot V_{эpz}$$

$$V_{уст} = S_{уст} \cdot H$$

$$V_{эpz} = A \cdot B \cdot H = S_{эpz} \cdot H$$

Получив задание от преподавателя сконструировать ЭРК на поверхности ПП и рассчитать их габаритные и установочные размеры (использовать справочник по размерам ЭРК и МС)

Содержание отчета:

1. Название работы
2. Цель работы
3. Используемые материалы
4. Отчет о работе
5. Выводы

«Определение площади и размеров печатной платы»

План практической работы:

1. Изучить правила определения площади и размеров ПП
2. Написать отчет о проведенной работе
3. Сделать выводы и защитить практическую работу

Теоретическая часть

Определение габаритных размеров ПП

Если в указана конструкционная система, в которой должно быть выполнено устройство, или заданы габариты ПП, то необходимо выбрать форму и размеры ПП, принятые в этой системе или указанные в задании. Размеры ПП ячеек (печатных узлов), устанавливаемых в аппаратуру с применением унифицированных базовых несущих конструкций (УНБК) приведены в ОСТ 4ГО.410.223 (170×75; 170×110; 170×150; 170×200) и в международных стандартах. Если габаритные размеры ПП не заданы, необходимо:

- выбрать (рассчитать) типоразмер ПП;
- скомпоновать конструкторско-технологические зоны для размещения на ПП ЭРИ и ПМК, элементов контроля функционирования, элементов электрического соединения (например, соединителя), элементов крепления, элементов фиксации ячейки в модулях более высокого конструктивного уровня;
- выбрать толщину ПП;
- определить число слоев и толщину МПП.

На ранних стадиях проектирования и при разработке моноконструкции ПУ площадь ПП ΣS можно определить по формуле:

$$S_{\Sigma} = K_{S\Sigma} \sum_{i=1}^n S_{yi} + S_B,$$

S_{Σ} - установочная площадь i -го ЭРИ, ПМК;

$K_{S\Sigma}$ - коэффициент дезинтеграции;

n - количество ЭРИ, ПМК;

S_B - площадь вспомогательных зон, предназначенных для размещения соединителей, направляющих, элементов фиксации, индикации и т.д.

Установочную площадь компонента находят как площадь прямоугольника, размеры которого определяются внешними предельными очертаниями установочной проекции компонента на поверхность ПП, включая отформованные выводы.

Коэффициент K_{Σ} учитывает тот факт, что на плате должны разместиться не только основные компоненты, но также печатные проводники и вспомогательные зоны для установки других элементов, указанных выше. Кроме того, должны быть обеспечены необходимые зазоры между корпусами соседних ЭРИ и ПМК для обеспечения теплоотвода, доступности к элементам роботов и манипуляторов. Величина коэффициента K_{Σ} берется в пределах 1-3 в зависимости от назначения, условий эксплуатации и метода сборки проектируемого ПУ.

Расстояние между корпусами двух соседних ЭРИ на ПП должно быть не менее 1 мм, а расстояние по торцу - не менее 1,5 мм. При проектировании ПП необходимо стремиться к тому, чтобы в пределах платы все линии связи были электрически короткими. Наибольшую длину на плате будет иметь проводник, связывающий контакты в двух противоположных углах платы. Считая, что любые участки такого проводника параллельны сторонам платы, максимальную длину проводника можно определить как сумму двух разных сторон ПП

$$L_{\max} = a + b$$

где a и b - длины сторон ПП.

Полученное значение $L_{\max}$ сравнивают с длиной волны λ самой высокочастотной составляющей спектра сигналов, передаваемых в пределах платы. Если $\lambda \leq L_{\max}$, то все линии связи на плате считаются электрически короткими. Для цифровых устройств можно воспользоваться другим правилом, не требующими определения частотного спектра сигналов. Определяется время распространения сигнала по самой длинной в пределах платы линии связи $t_{\text{Л max}}$ и сравнивается с длительностью фронта импульсов

передаваемых сигналов T_{Φ} . Линии считаются электрически короткими, если $t_{Л \max} < 0,1 T_{\Phi}$. Величина T_{Φ} берется из справочных данных на цифровые микросхемы выбранной серии (время переключения).

Зная площадь ПП, максимально допустимую длину проводника, задаваясь соотношением сторон ПП, выбирают ее линейные размеры, руководствуясь ГОСТ 10317-79.

Таблица 9.1 - Линейные размеры ПП

Ширина, мм	Длина, мм	Ширина, мм	Длина, мм	Ширина, мм	Длина, мм	Ширина, мм	Длина, мм
20	30	60	90	100	120	140	150
	40		100		130		200
30	40		140	110	150	150	150
			160		170		170
40	60	75	75	120	120		180
45	75		90		140		200
	80		170		150	160	170
50	60	80	130		160		200
	80		140		170	170	180
	100	90	90		180		200
	150		120		288		280
60	60		150	130	200	200	360
	80		170				

Соотношение линейных размеров сторон ПП должно быть 1:1; 2:1. Предельные отклонения на сопрягаемые размеры контура ПП должны быть не выше 12 квалитета, на несопрягаемые – не выше 14 квалитет по ГОСТ 25347-82.

Содержание отчета:

1. Название работы
2. Цель работы
3. Используемые материалы
4. Отчет о работе
5. Выводы

Лабораторная работа №1

«Изучение систем автоматизированного проектирования ПП»

План лабораторной работы:

1. Изучить теоретический материал
2. Рассмотреть образцы программ для автоматизированного проектирования ПП
3. Написать отчет о проведенной работе
4. Сделать выводы и защитить практическую работу

Теоретическая часть

Система автоматизированного проектирования (САПР) ПП представляет собой сложный комплекс технических средств, операторов и обеспечения: методического, математического, лингвистического, информационного и организационного. САПР ПП применяются для автоматизации проектирования и подготовки производства ПП, начиная с прорисовки электрической принципиальной схемы, размещения ЭРИ, ПМК и других этапов, трассировки соединений и заканчивая выводом на печать конструкторской и технологической документации на ПП и разработкой управляющих файлов для сверлильно-фрезерных станков, фотоплоттеров, фотокоординатографов. Таким образом, САПР ПП представляют собой сквозные системы конструкторского и технологического проектирования.

Любая система проектирования печатных плат представляет собой сложный комплекс программ, обеспечивающий сквозной цикл, начиная с прорисовки принципиальной схемы и заканчивая генерацией управляющих файлов для оборудования изготовления фотошаблонов, сверления отверстий, сборки и электроконтроля. Однако условия современного рынка накладывают дополнительные требования на эти системы.

Наилучших результатов добилась компания Mentor Graphics (www.mentor.com/pcb). Имея собственную систему проектирования ПП Mentor BoardStation, компания поглотила двух своих конкурентов, компании Verybest и Innoveda, и сейчас продолжает развивать линии продуктов Expedition PCB и

PADS PowerPCB. Ключом к успеху компании явилась ориентация на современные интегрированные среды проектирования для Windows.

Пакет Expedition PCB представляет сейчас наиболее мощное решение в области проектирования плат. Основу системы составляет среда AutoActive, позволяющая реализовать такие функции, как предтопологический анализ целостности сигналов, интерактивная и автоматическая трассировка с учётом требований высокочастотных плат и специальных технологических ограничений, накладываемых использованием современной элементной базы (BGA). Единая среда позволяет с помощью модуля ICX моделировать наводки в проводниках непосредственно при прокладке трассы или шины и контролировать превышение ими заданного уровня (рисунок 1). У данного продукта можно отметить только один недостаток - его высокую стоимость, что является немаловажным препятствием для проникновения на российский рынок.



Рисунок 1.1 - Анализ наводок в соседних проводниках при прокладке трассы в пакете Expedition PCB

Другой продукт компании Mentor, система PADS PowerPCB (www.pads.com) предлагает более дешёвое решение. Эта система может похвастаться лучшим автотрассировщиком BlaseRouter, поддерживающим все необходимые при трассировке высокочастотных плат функции (рисунок 2). Пакет имеет модули предтопологического (HyperLinks LineSim) и посттопологического (HyperLinks BoardSim) анализа, тесно взаимодействующих с системой контроля ограничений. Сейчас эти модули значительно улучшены за счёт внедрения в них оригинальных алгоритмов моделирования, ранее применявшихся в продукте ХТК компании Innoveda.

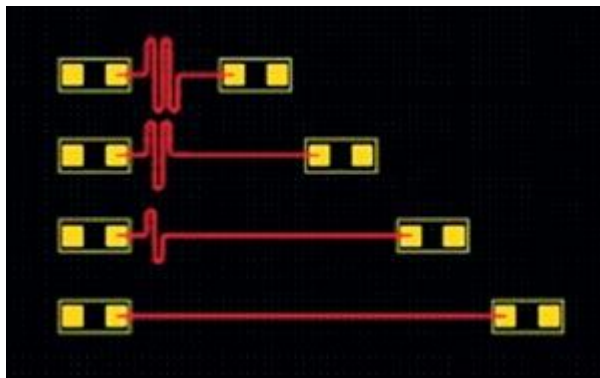


Рисунок 1.2 - Автоматическое изменение формы проводника с контролируемой длиной при перемещении конденсатора в пакете PADS PowerPCB

Далее по мощности предлагаемых решений идёт компания Cadence. Для верхнего уровня проектирования предлагается пакет PCB Design Studio (www.pcb.cadence.com). В качестве редактора печатных плат здесь используется программа Allegro, позволяющая разрабатывать многослойные и высокоскоростные платы с высокой плотностью размещения компонентов. В качестве штатного модуля авторы размещения и автотрассировки здесь используется программа SPECCTRA (www.specctra.com), управляемая обширным набором правил проектирования и технологических ограничений. Анализ электромагнитной совместимости топологии платы выполняется с помощью специального модуля SPECCTRAQuest SI Expert, для предварительного анализа проекта и подготовки наборов правил проектирования используется модуль SigXplorer.

Другой продукт компании Cadence, пакет OrCAD (www.orcad.com) рекомендуется как более лёгкое и дешёвое решение для проектирования печатных плат. В последнее время продукт почти не развивается, о чём косвенно свидетельствуют номера последних версий (9.1, 9.2, 9.22, 9.23). Данный пакет рассматривается фирмой Cadence как приоритетная система ввода проектов и моделирования: модули Capture CIS и PSpice сейчас поставляются в составе пакета PCB Design Studio. В самую последнюю версию системы OrCAD вошли новые возможности синтеза и моделирования цифровых логических схем NC Sim. Редактор печатных плат OrCAD Layout имеет три различные конфигурации с разными функциональными возможностями. В проекте платы здесь может присутствовать до 30 слоёв, 16

из которых могут быть сигнальными. Имеются встроенные средства авторазмещения и автотрассировки, а также интерфейс с программой SPECCTRA.

Третьим производителем САПР печатных плат можно назвать австралийскую компанию Altium (www.altium.com). Благодаря умелой инвестиционной политике, эта фирма смогла свести до минимума потери, связанные со спадом рынка высоких технологий в 2002 году. В августе 2002 года компания выпустила в свет пакет Protel DXP (www.protel.com), представляющий собой продолжение собственной оригинальной линии продуктов Protel. Этот пакет обеспечивает сквозной цикл проектирования смешанных аналого-цифровых печатных плат с использованием программируемой логики фирм Xilinx и Altera. Весь инструментарий реализован на базе интегрированной среды проектирования Design Explorer, работающей под управлением операционной системы Windows XP. К имевшимся ранее средствам посттопологического анализа целостности сигналов (Signal Integrity) добавилась возможность выполнять предтопологический анализ. Но главным новшеством системы Protel DXP должен был стать топологический автотрассировщик Situs, призванный реализовать новый подход к автоматической разводке плат.

На фоне полной мобилизации усилий на разработку пакета Protel DXP компания Altium продолжает развивать свой второй пакет проектирования печатных плат P-CAD 2002 (www.pcad.com). Эта система остаётся достаточно популярной в России, что скорее определяется привязанностью наших разработчиков к названию P-CAD (в своё время фирма Altium сделала умелый маркетинговый ход, переименовав пакет ACCEL EDA в P-CAD). Самая последняя версия P-CAD 2002 вышла в декабре 2002 года, но в ней не просматривается каких-либо принципиальных новшеств, а имеющихся вполне хватило бы на очередной Service Pack. Основные изменения затронули пользовательский интерфейс, который стал больше походить на Protel. Единственное, чем может похвастаться система P-CAD 2002 - это качественная поддержка выходного формата данных ODB++.

Нельзя не упомянуть ещё один почти неизвестный в России, но достаточно мощный и популярный в мире продукт - Visula компании Zuken (www.zuken.com). Продукты этой компании обеспечивают сквозной цикл проектирования и предлагают мощные средства моделирования и синтеза программируемой логики с последующей разработкой печатной платы. Здесь имеется стандартный набор инструментария, а также собственные средства авторазмещения и автотрассировки. Следует отметить, что компания Zuken также предлагает пользователям интегрированные средства трёхмерного твердотельного моделирования разрабатываемых устройств (рисунок 3).

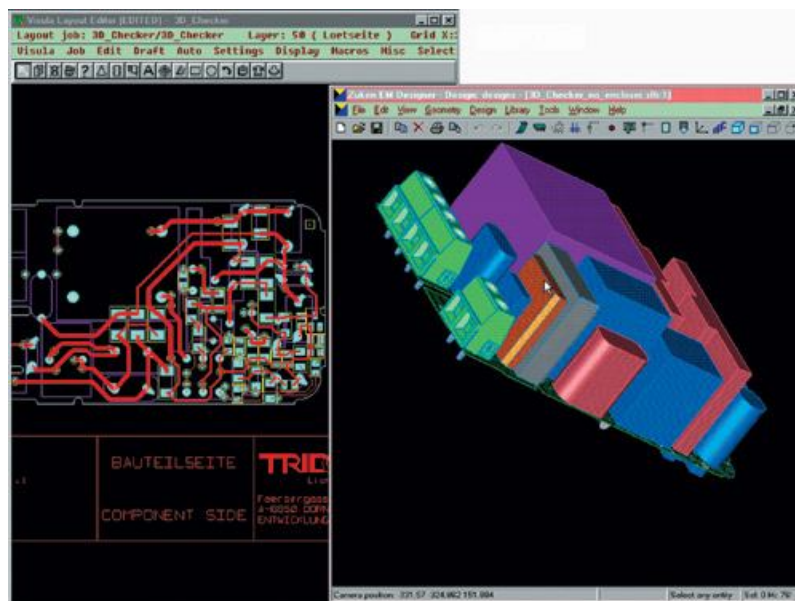


Рисунок 1.3 - Трёхмерное моделирование платы средствами компании Zuken

Легко заметить, что мощность всех перечисленных выше программ в значительной мере определяется встроенными средствами анализа электромагнитной совместимости. В этой связи нельзя не отметить некоторые специализированные программы. Современные тенденции развития цифровой техники диктуют необходимость изменения подхода к этой проблеме. Большинство современных программ анализа EMC используют модели микрополосковых линий, считающих проводники питания и заземления идеальными, и не учитывают распределение токов в них.

Пионером в данной области выступила компания Sigriety (www.sigriety.com), которая разработала пакет Speed XP. Эта программа использует не упрощённые

модели, а численные методы решения электродинамических задач, благодаря чему стало возможным исследование распространения помех по внутренним слоям питания (рисунок 4). Однако, наличие столь мощной математики делает программу почти на порядок дороже продуктов ближайших конкурентов, которые предпринимают попытки реализовать аналогичные методы в своих системах, как например, компания Mentor Graphics.

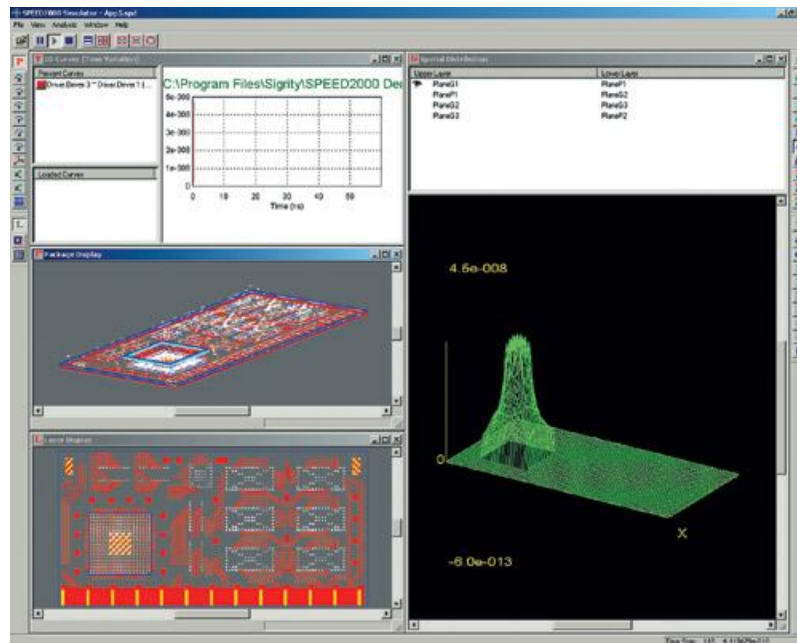


Рисунок 1.4 - Анализ помех в слое заземления в пакете Speed 2000 компании Sigrity

Из программ, реализующих классический подход к анализу EMC, следует отметить компанию Quantic EMC (www.quantec-emc.com), предлагающую на рынок продукт Omega PLUS. Помимо обычного анализа целостности сигналов и перекрёстных искажений, здесь могут быть получены спектры излучения платы в заданном диапазоне частот, уровни токов в проводниках, а также интенсивность электрического и магнитного полей над платой.

Отдельной задачей проектирования печатных плат является тепловой анализ. Наиболее мощным решением в этой области является программа BETA Soft-Board компании Dynamic Soft Analysis (www.betasoft-thermal.com). Здесь также имеются интерфейсы импорта проектов из всех выше перечисленных продуктов, богатые библиотеки моделей и материалов. В процессе расчёта могут быть получены температуры отдельных компонентов, карты прогрева

плат, градиент температур (рис. 5). Отметим, что программа BETASoft-Board поставляется как штатное средство теплового моделирования для продуктов Mentor Graphics.

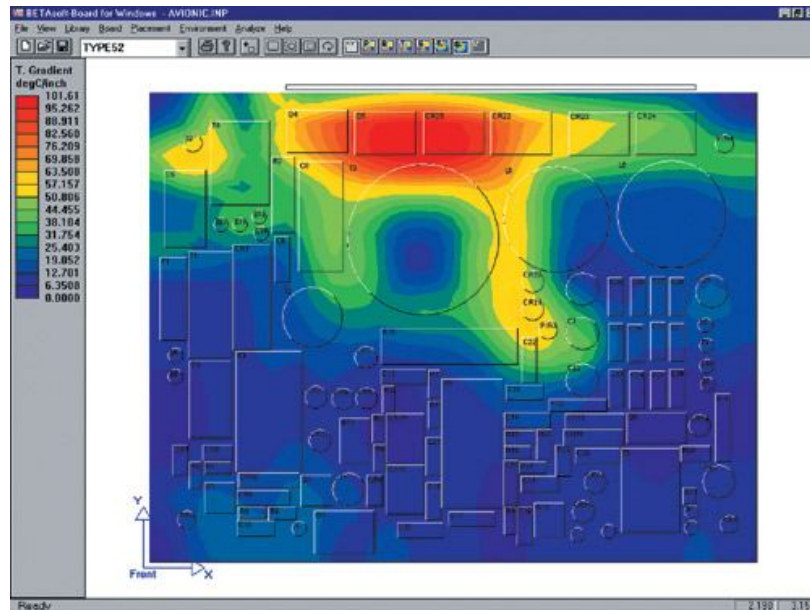


Рисунок 1.5. Тепловой анализ платы в пакете BETASoft-Board<

Другая программа теплового анализа Sauna компании Thermal Solutions (www.sauna.com) позволяет моделировать поведение не только плат, но и блоков и шкафов. Здесь присутствуют обширные библиотеки компонентов и материалов. Имеется специальный графический редактор, позволяющий прорисовывать конфигурацию оборудования. Система даёт возможность назначать специальные рабочие циклы с учётом включения и выключения внешних источников питания.

Английская фирма Flomerics (www.flomerics.com) предлагает пользователям свой пакет Flotherm, главной особенностью которого является интерфейс, построенный на базе современных интернет-технологий на основе обычного браузера. Программа позволяет моделировать отвод тепла от микросхем, упакованных в современные корпуса PBGA и TBGA, а также позволяет учитывать технологию поверхностного монтажа перевёрнутых кристаллов (flip-chip). Например, компания National Semiconductor включила в состав своего программного комплекса Webenc (www.national.com/appinfo/power/webench) специальный модуль Webtherm, позволяющий получать цветную карту

градиента температур для платы, построенный на базе вычислительного ядра Flomerics.

Из российских программ следует отметить, пожалуй, единственный коммерческий пакет теплового моделирования ТРИАНА (АСОНИКА-Т), разработанный специалистами Красноярского Государственного Технического Университета (КГТУ) и Московского Государственного Института Электроники и Математики (МИЭМ). В состав пакета входит редактор, позволяющий формировать геометрическую модель исследуемой печатной платы или гибридной интегральной схемы, а также специализированный модуль подготовки тепловых моделей. Программа имеет интерфейс с современными системами проектирования печатных плат P-CAD 2002, Protel DXP, OrCAD 9.2, Allegro, SPECCTRA, а также старыми, но всё ещё распространёнными в России, версиями P-CAD 4.5–8.7. Кроме того, пакет может обмениваться данными с тепловизионным диагностическим комплексом ТЭРМИД РЭС.

Важным этапом проектирования печатных плат является подготовка уже разработанного проекта к производству. Под этим подразумевается генерация управляющих файлов для изготовления фотошаблонов, станков для сверления отверстий, оборудования для автоматического тестирования плат и расстановки компонентов. Как правило, все системы проектирования печатных плат имеют встроенные средства генерации таких файлов, тем не менее, имеется ряд задач, которые необходимо выполнять в специально предназначенных для этого продуктах.

Одним из наиболее мощных САМ- систем является пакет Genesis 2000 компании PCB Frontline (www.frontline-pcb.com). Эта программа ориентирована на мощные аппаратные платформы, работающие под управлением операционной системы UNIX, что определяет её относительно высокую стоимость. Основная особенность пакета Genesis 2000 - высокий уровень автоматизации обработки топологий. Здесь имеются специальные средства верификации и корректировки, которые позволяют увеличить технологичность платы и учесть особенности производства на данном предприятии. Широкий

набор интерфейсов импорта/экспорта позволяют обмениваться данными с большинством известных систем проектирования печатных плат.

Более доступные по цене, но достаточно мощные средства САМ предлагаются на рынок сразу несколькими производителями. Прежде всего, здесь следует отметить наиболее популярную в России программу CAM350 компании Downstream Technologies (www.downstreamtech.com). Ранее облегченная версия этого продукта поставлялась с пакетом ACCEL EDA, поэтому имела схожую с ней идеологию и позволяла загружать проект платы не в виде набора Gerber файлов, а файл PCB с сохранением информации об электрических связях. Вышедшая в марте 2003 новая версия 8.0 получила полностью обновлённый пользовательский интерфейс, усовершенствованные средства контроля правил DRC и DFM, улучшенные средства генерации списков соединений с учётом сквозных, слепых и глухих переходных отверстий. Отметим, что в качестве основного стандарта обмена данными сейчас принят формат ODB++, содержащий полную информацию о проекте и поддерживаемый большинством систем управления ресурсами предприятия.

Другая американская компания Pentalogix (www.pentalogix.com), ранее известная как Lavenir, предлагает пользователям линейку продуктов, самым мощным из которых является CAMMaster. Ранее эти продукты были ориентированы на собственные фотоплоттеры серии Pulsar. Но летом 2002 компания отказалась от выпуска фотоплоттеров и сфокусировалась на разработке исключительно программного обеспечения. Последние версии продуктов Pentalogix предоставляют специалистам все необходимые средства подготовки печатных плат к производству, отличительной особенностью которых является поддержка языка макроскриптов Visual Basic for Application.

Компания Wise предлагает на рынок программу GerbTool (www.gerbtool.com). Эта программа хорошо известна пользователям системы проектирования OrCAD, так как долгое время поставляется в составе этого пакета как штатный САМ-модуль. Здесь имеется полный набор инструментов первичной подготовки проектов плат к производству: обработка топологий, генерация файлов сверления и фрезерования, средства верификации и улучшения технологичности.

Нельзя не упомянуть программу CAMtastic (www.camtastic.com) компании Altium. Эта программа была изначально разработана фирмой Innovative CAD Software и сейчас в разных исполнениях поставляется бесплатно в качестве штатного САМ-средства совместно с пакетами P-CAD 2002 и Protel DXP. Как автономный продукт сейчас поставляется только самая последняя версия CAMtastic DXP, построенная на базе интегрированной среды проектирования Design Explorer (рис. 6). Здесь исправлены все прежние ошибки, связанные с неправильной обработкой таблиц метрических апертур и русских шрифтов, некорректной экстракцией списка соединений. В дополнение к обработке формата Gerber, введена качественная поддержка формата ODB++. Появился макрорекордер, позволяющий автоматизировать большинство процедур с помощью специального языка Client Basic.

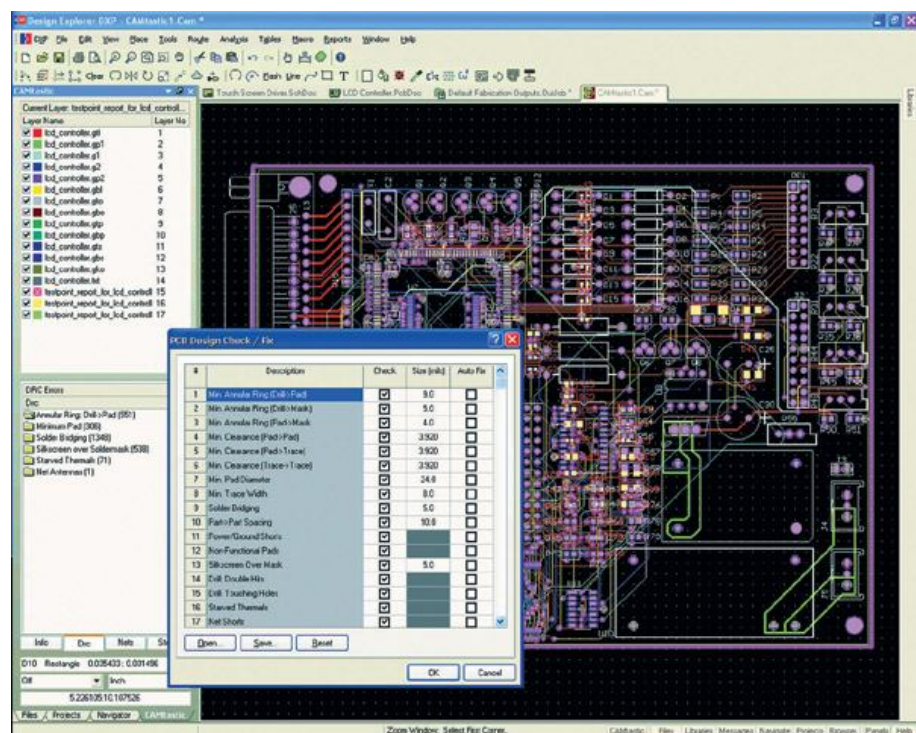


Рисунок 1.6 - Новые средства верификации пакета CAMtastic DXP

Компания Valor (www.valor.com) предлагает собственные решения по автоматизации процесса производства печатных плат Trilogy 5000 и Enterprise 3000. Эти системы позволяют моделировать процесс производства, выявлять наиболее критичные его этапы и оптимизировать, поэтому являются не просто САМ, а скорее ERP-системами. Они тесно взаимодействуют с системами проектирования печатных плат и позволяют проанализировать качество

размещения компонентов на плате, а также трассировку. Специальные библиотеки Valor Part Library содержат достоверную информацию о большинстве компонентов и позволяют получать реалистичный трёхмерный вид платы. Основным форматом обмена данными между различными частями системы является ODB++, который компания Valor разработала и успешно внедряет через организацию OSA (Open Systems Alliance). В будущем на базе формата ODB++ будет разработана спецификация IPC-2581.

DipTrace Free Edition

DipTrace Free Edition представляет собой инструмент для проектирования и трассировки печатных плат. DipTrace состоит из различных модулей: модуль для размещения элементов с автоматической разводкой; сканер схем, компонент; редактор образцов, который позволяет проектировать собственную библиотеку элементов. DipTrace обеспечивает размещение элементов на печатной плате как вручную, так и автоматически, позволяя выполнить разводку для платы за короткое время. С помощью DipTrace можно на любом этапе сверять разводку печатной платы с оригинальной схемой и вносить изменения, если последняя будет модифицирована. DipTrace позволяет трассировать как однослойные, так и многослойные платы. В программе предусмотрена возможность ручной маршрутизации. В программе имеются модули для проверки схем на соответствие правилам их выполнения, таким как Electrical Rule Check (ERC), Design Rule Check (DRC) и Net Connectivity Check.

В состав программы входят 4 редактора, которые позволят спроектировать схему, создать схемные элементы в символьном виде и привязать их к корпусам, которые тоже можно создать самостоятельно.

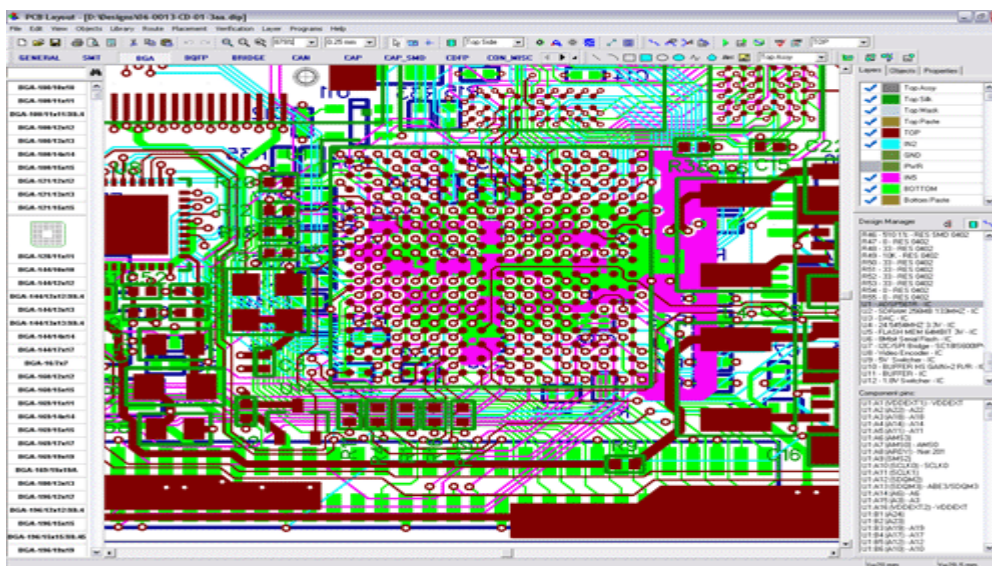
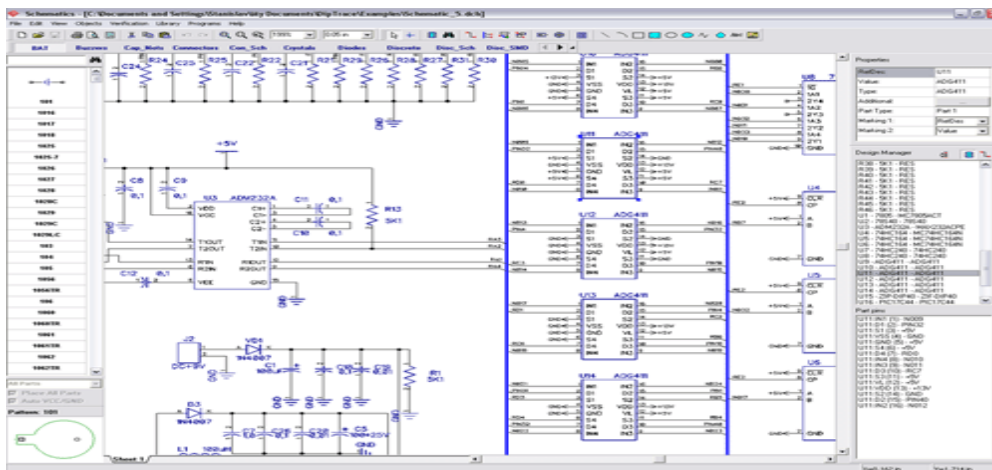


Рисунок 1.7 – интерфейс DipTrace Free Edition

В программу включена обширная библиотека отечественных и зарубежных элементов. Программа сочетает удобство и простоту использования, с большими возможностями для решения учебных и проектных задач. В комплекте с дистрибутивом прилагается подробный учебник на русском языке.

Содержание отчета:

1. Название работы
2. Цель работы
3. Используемые материалы
4. Отчет о работе
5. Выводы

Лабораторная работа №2
«Создание символьных изображений РЭК»

План лабораторной работы:

1. Изучить теоретический материал
2. Рассмотреть, как создаются символьные изображения РЭК
3. Написать отчет о проведенной работе
4. Сделать выводы и защитить практическую работу

Теоретическая часть

Создание символьного изображения РЭК в системе P-CAD

Создание символьного описания элементов осуществляется в редакторе PCCADS системы проектирования P-CAD (режим SYMB). При использовании версии 4.5 необходимо предварительно загрузить системный драйвер PALT.COM.

Методика создания символьного описания элементов будет изложена на примере описания элемента K155ЛА3.

Порядок выполнения работы.

1. Получить у преподавателя задание на подготовку символьного описания элемента.

2. Ознакомиться с основными командами графического редактора PC-CAPS по документации на систему P-CAD.

3. Подготовить программу к работе:

- запустить программу PC-CAPS;
- установить режим SYMB;
- выбрать команду VLYR; установить в состояние ABL слои GATE, PINNUM, PINCON, REFDES, DEVICE, имеющие следующее функциональное назначение (цифры после наименования слоя обозначают рекомендуемый цвет слоя):

.GATE 1 ABL - слой изображения компонента;

PINNUM 2 ABL - слой хранения номеров выводов; PINNNAM 3 ABL - слой хранения имен выводов; PINCON 4 ABL - слой выводов;

REFDES 5 ABL - слой конструкторских обозначений; DEVICE 6 ABL - слой хранения названия элемента.

4. Создать графическое изображение компонента (форма и размеры компонента должны соответствовать требованиям ГОСТов):

- слой GATE сделать активным;
- используя команды меню DRAW (DRAW/RECT, DRAW/LINE, DRAW/CIRC и др.) сформировать графический образ элемента, при этом в строке статуса установить следующие параметры:

GATE - активный слой

SOLID - сплошная линия

ORTH - перпендикулярные отрезки

W:0 - толщина линии

10:10 - масштаб в единицах базы данных (DBU)

S,G - зеленого цвета

- для коррекции изображения использовать команды DEL, EDIT.

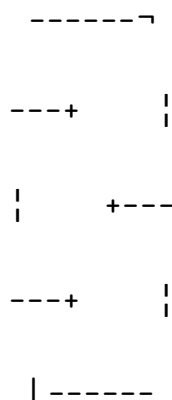


Рисунок 2.1 - Графический образ элемента

5. Ввести текстовые обозначения:

- выбрать команду DRAW/TEXT, в строке статуса установить следующие параметры:

DEVICE - активный слой

SIZ:38 - размер букв текста (в единицах DBU)

CCF - параметры размещения текста

M - запрет на зеркальное отображение букв (красный) 10:10 - масштаб

S,G - зеленого цвета

- курсор установить в верхний левый угол графического изображения элемента и на клавиатуре набрать символ "&".

- установить курсор под графическим изображением элемента и на клавиатуре набрать текст: K155ЛА3.

В результате выполненных действий получится изображение, представленное на рисунке 2.



Рисунок 2.2 - Графический образ с текстовыми обозначениями

6. Ввести и обозначить контакты:

- выбрать команду ENTR/PIN, в строке статуса установить следующие параметры:

PICON - активный слой

INPUT (OUTPUT,I/O) - назначение контакта

10:10 - масштаб

S,G - зеленого цвета

- установить курсор в точку расположения первого контакта, нажать клавишу мыши BUT-1. На запрос:

Select pin name location.(Attrib. OK?)...

(Установите место для имени контакта...)

указать месторасположение имени контакта, нажать BUT-2 и после запроса

Enter pin name...

(Введите имя контакта...)

набрать имя, например, AIN и нажать клавишу [Enter]. - аналогичные действия выполнить в отношении второго и третьего контактов элемента, присвоив им имена, соответственно, BIN и OUT.

Результатом выполненных действий будет изображение компонента, представленное на рисунке 3 (имена выводов на экране не отображаются).

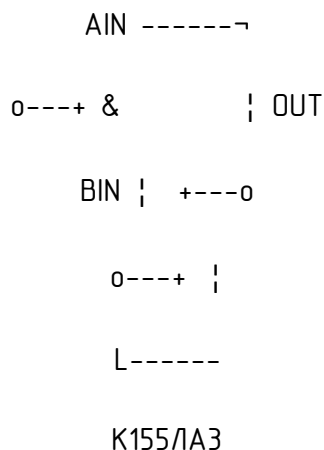


Рисунок 2.3 - Символьное описание элемента

7. Задать точку привязки.

По точке привязки происходит вызов компонента на принципиальную схему. Точку привязки можно ставить в любом месте рисунка, но рекомендуется ставить в центре левого верхнего контакта элемента.

Выбрать команду ENTR/ORG, курсор поместить в центр контакта AIN и нажать кнопку мыши BUT-1. При этом в центре контакта появится окружность белого цвета.

8. Задать информацию об упаковке элемента.

Упаковка состоит в "привязке" описанного вентиля к номерам выводов корпуса микросхемы, в которой данный вентиль размещается (рисунок 4)

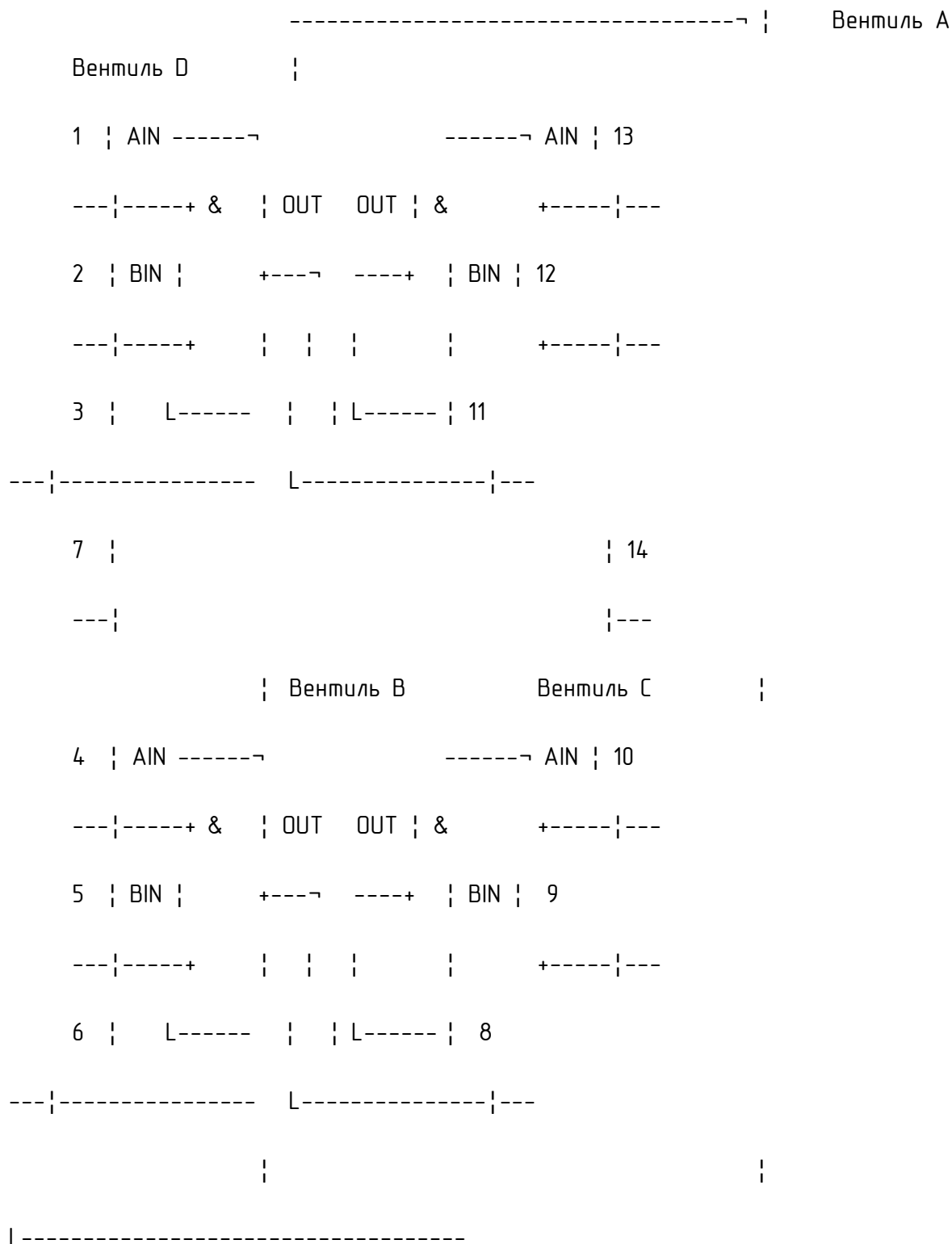


Рисунок 4 - Упаковка вентилей в корпусе

- вызвать команду SCMD/SCAT и по таблице идентификаторов библиотеки примитивов установить тип вводимого компонента. Данная информация необходима для логического моделирования. Если компонент не предполагается использовать во встроенной библиотеке примитивов PCLOGS (что обычно и бывает), на запрос системы:

Symbol old type = 255. New type = ...

указать тип 100.

- вызвать команду SCMD/PNLC. Информацию, вводимую по команде SCMD/PNLC, необходимо предварительно разыскать в справочной литературе. На запрос:

Enter gates per package...

(Введите число вентиля в корпусе...)

указать 4.

По подсказке системы:

Select loc for ref designator...

(Выберите место для обозначения элемента...)

установите курсор в то место на графическом изображении элемента, где в дальнейшем (при использовании элемента на принципиальной электрической схеме) будет находиться конструкторское (мнемоническое) обозначение элемента (D1/1, D1/2...). При этом в строке статуса установить следующие параметры:

REFDES - активный слой

SIZ:38 - размер букв текста (в единицах DBU)

10:10 - масштаб

S,G - зеленого цвета

Нажать клавишу BUT-1. Вслед за этим на появившееся сообщение:

Select loc for pin number...

(Выберите местоположение номера контакта...)

установить в строке статуса:

PINNUM - активный слой

SIZ:30 - размер букв текста (в единицах DBU)

10:10 - масштаб

S,G - зеленого цвета

Обойти ВСЕ контакты элемента и с помощью курсора указать места (обычно над контактом), на которые будут помещены номера выводов микросхемы при использовании описанного вентиля на принципиальной схеме. Внимание: Номер контакта не путать с именем контакта! Последовательность указания мест расположения номеров выводов

должна соответствовать последовательности ввода контактов. После обхода всех контактов появится сообщение:

Enter package pin number for AIN: Gate assigned to section A.

(Введите номер вывода микросхемы для контакта с именем AIN вентиля A)

ввести 1 и [Enter] (см.на рисунке 4).

Для остальных контактов ввести:

для контакта BIN вентиля A ввести 2; для контакта OUT вентиля A ввести 3; для контакта AIN вентиля B ввести 4; для контакта BIN вентиля B ввести 5; для контакта OUT вентиля B ввести 6; для контакта AIN вентиля C ввести 10; для контакта BIN вентиля C ввести 9; для контакта OUT вентиля C ввести 8; для контакта AIN вентиля D ввести 13; для контакта BIN вентиля D ввести 12; для контакта OUT вентиля D ввести 11.

- уточнить типы контактов. Выбрать команду SCMD/SPAT. Тип 0 означает, что контакт входной (IN), а тип 1, что контакт выходной (OUT). Логическая эквивалентность LEQ:0 означает уникальность контакта. Другие цифры означают логическую эквивалентность. Например, контакты AIN и BIN эквивалентны между собой (взаимозаменяемы), поэтому они имеют одинаковый номер 1. Указать:

Контакт AIN - тип 0 и LEQ:1.

Контакт BIN - тип 0 и LEQ:1,

Контакт OUT - тип 1 и LEQ:0.

9. Используя команду FILE/SAVE сохранить символьное описание компонента K155ЛА3 в файле K155ЛА3.SYM.

Содержание отчета:

1. Название работы
2. Цель работы
3. Используемые материалы
4. Отчет о работе
5. Выводы

Лабораторная работа №3

«Создание конструктивно-технологического образа РЭК»

План лабораторной работы:

1. Изучить теоретический материал
2. Рассмотреть, как создаются символьные изображения РЭК в PC-CARDS и в DipTrace.
3. Написать отчет о проведенной работе
4. Сделать выводы и защитить практическую работу

PC-CARDS

Вызывается подсистема PC-CARDS.

Последовательность действий:

- Установка рабочих параметров;
- Формирование |FOOTPRINT| - габаритная проекция РЭК на печатной плате;

- Построение графического образа компонента;
- Введение текстовых обозначений;
- Обозначение ключевой точки;
- Введение информации об упаковке;
- Сохранение базы данных.

1. Установка рабочих параметров:

- режим SYMB
- установить параметры слоев:

PIN ABL A

SLKSCR ABL

DEVICE ABL

остальные параметры - в состоянии OFF.

- команда ZIN, нажать клавишу 1 дважды

2. Формирование |FOOTPRINT|

- команда ENTR/PIN;
- установить параметры строки статуса:

PIN

TYPE - тип контакта - определяет тип контактной площадки на печатной плате.

- 0 - сквозное отверстие
- 1 - первая ножка
- 2 - все типы ножек, кроме |1|, |земли|, |питания|
- 3 - |земля|
- 4 - |питание|
- 5 -23 - нестандартный тип ножки (задается разработчиком) Однако

следует помнить, что имеющееся технологическое оборудование работает со слайдом в 16 масок (см. приложение 4)

- 24 - контакт разъема

EQUIV - эквивалентность функционального назначения контактов (ножек) компонента:

EQUIV = 0 - если контакт не имеет аналога по функциональному назначению в данном вентиле;

EQUIV = 1,2,...п - взаимозаменяемым контактам вентиля присваиваются одинаковые номера

R - красный

50:50 - масштаб

S,G - зеленый

- задать значения TYPE (см. табл.1), EQUIV для каждого вводимого контакта;
- установкой курсора и нажатием клавиши 1 высветить контакт;
- ввести с клавиатуры имя заданного контакта;
- обозначить на экране все контакты компонента, задавая для каждого значение TYPE и EQUIV;

ПРИМЕЧАНИЕ - Нарушать последовательность ввода контактов и их имен не рекомендуется. Исправить ошибку можно с помощью команды DEL. Если ошибка обнаружена не в последнем введенном

контакте, удаляются все введенные контакты до ошибочного, работа повторяется.

3. Построение графического изображения.

- команда DRAW;
- установить параметры строки статуса:

SLKSKR

SOLID - сплошная линия

W : 0 - толщина линии

4. Введение текстовых обозначений.

- команда DRAW/TEXT;
- установить параметры строки статуса:

DIVICE

125 - размер букв текста

F - во второй позиции

CC - симметричное размещение текста

5. Обозначение ключевой точки.

- команда ENTR/ORG;
- указать первый контакт в качестве ключевой точки;

6. Введение информации об упаковке.

- команда ZIN;
- команда ENTR/SCAT;
- с клавиатуры ввести тип компонента согласно таблице идентификаторов

типов компонентов (см. приложение 2);

- команда SCMD/SPAT - проверка значений параметров TYPE и EQUIV;
- при необходимости изменить параметры TYPE и EQUIV с клавиатуры;
- команда SCMD/SPKG;
- ввести с клавиатуры количество вентиля в корпусе;
- ввести с клавиатуры количество контактов в вентиле;
- задать имена (Примечание: вводимые имена должны совпадать с

именами, заданными для этих контактов при создании элемента в PC-CAPS.) всех запрашиваемых контактов;

установкой курсора и нажатием клавиши указать местоположение каждого запрашиваемого контакта на изображении на экране;

Создание конструкторско-технологического образа элемента (КТО)

КТО создается по размерам конкретного устройства с учетом слоев печатной платы, на которых располагается элемент при монтаже. Для решения этой задачи в редакторе имеются инструменты для работы со слоями и для формирования контактных (припойных) площадок (далее КП) для выводов элемента.

В работе необходимо создать КТО для всех элементов. Размеры и вид ЭРЭ берутся из справочников, пример для резистора на рисунке 1.



Рисунок 3.1 – Пример резистора из справочника

Откройте DipTrace/Редактор Корпусов, т.е. выполните Пуск/Все программы/DipTrace /Pattern Editor

Настройка Редактора Корпусов

После запуска Редактора Корпусов нажмите "Вид / Начало координат" в главном меню (или нажмите "F1"). Начало координат будет центром компонента при установке его на плату.

Панель свойств корпуса расположена в верхней части области построения. Она используется для задания атрибутов и разработки корпуса по шаблонам. Если панель отсутствует, нажмите "Вид / Свойства корпуса" в главном меню.

Выберите "Вид /Единицы измерения/mm", включите отображение сетки "Вид /Сетка"(F1), установите размер сетки 1мм.

Индикация номеров выводов включается Вид/Номера контактных площадок/ Показать.

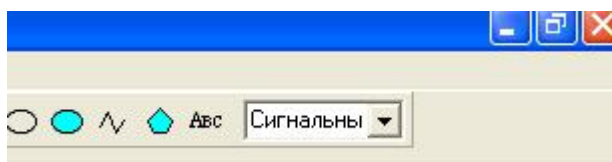
Изменять масштаб можно вращением колеса мыши или выбрать (ввести) необходимый масштаб в окне на главной панели. "Ctrl+" и "Ctrl-" также увеличивают и уменьшают масштаб в редакторах компонентов и корпусов.

Щелчок правой кнопки мыши (ПКМ) отменяет текущий режим.

2. Порядок создания установочного места

- Создать новую библиотеку Библиотека/Новая ;
- Установить слой Сигнальный в правой части панели инструментов

Рисование ;



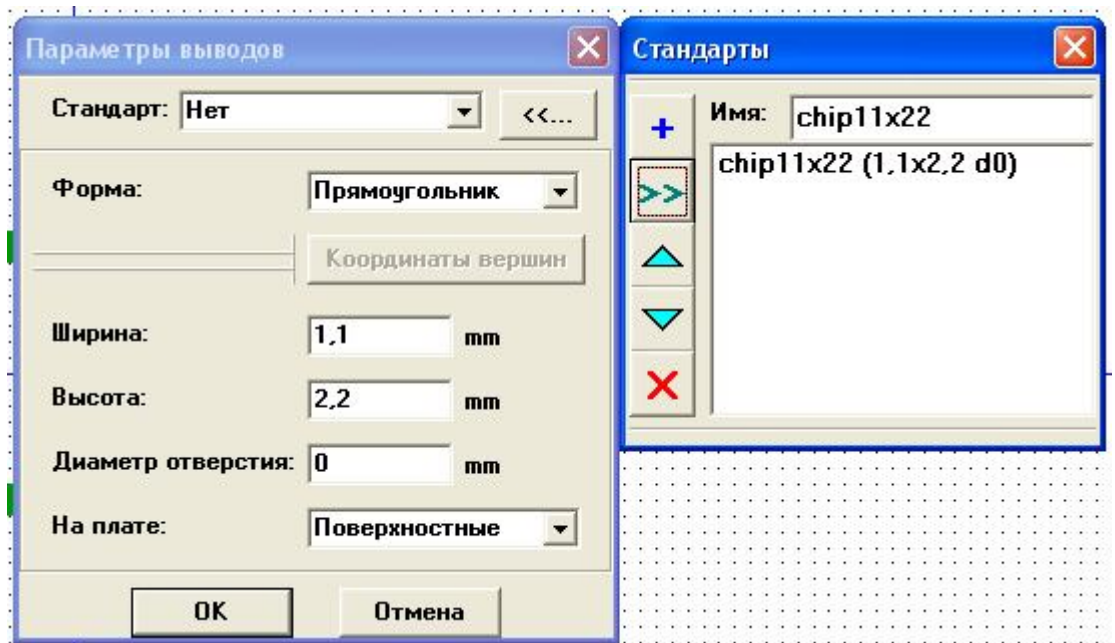
- Создать нужный стиль КП.

Размеры монтажных отверстий и КП зависят от размеров и типов выводов элементов, их допусков, допусков на отверстия в печатной плате, технологии монтажа.

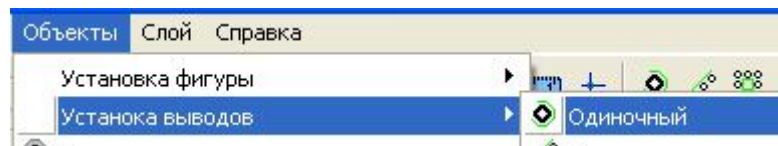
Размер КП рассчитывается по размерам вывода на корпусе. Не углубляясь в расчеты, размеры планарной КП увеличьте относительно размеров металлизированной поверхности контакта на 0,3 мм во все стороны. $A=0,5+0,6=1,1\text{мм}$; $B=1,6+0,6=2,2\text{мм}$.

Название КП должно определять ее стиль и размеры.

Командой Корпус/Параметры выводов откройте и задайте параметры планарной КП для резистора CR1206:

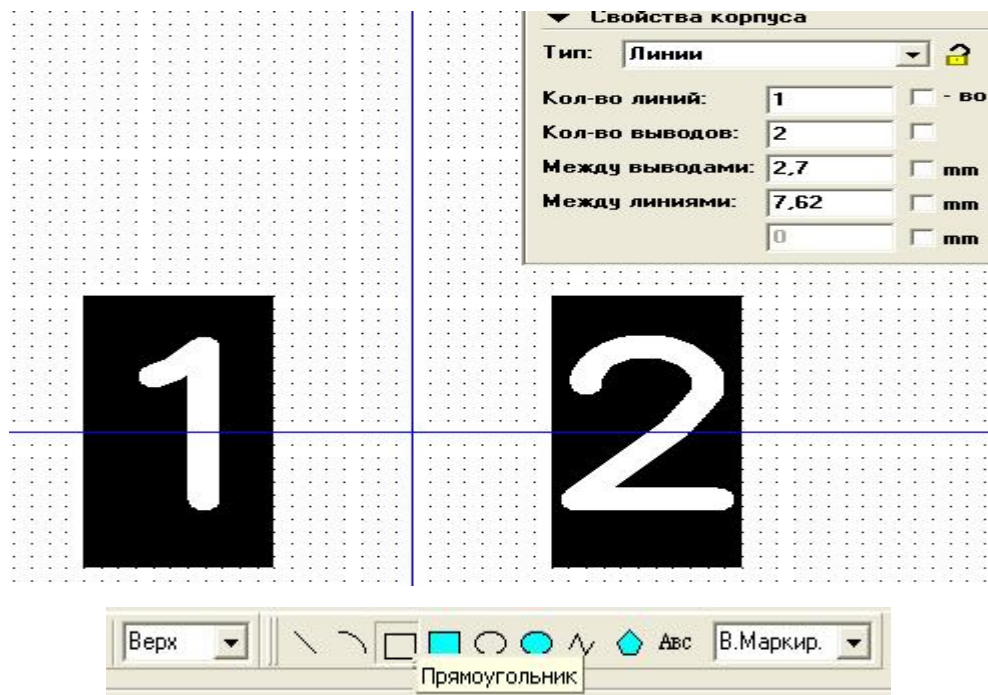


Установить контакты в нужные точки можно командой **Одиночный**, поочередно разместив их на рабочем поле по координатам или по сетке

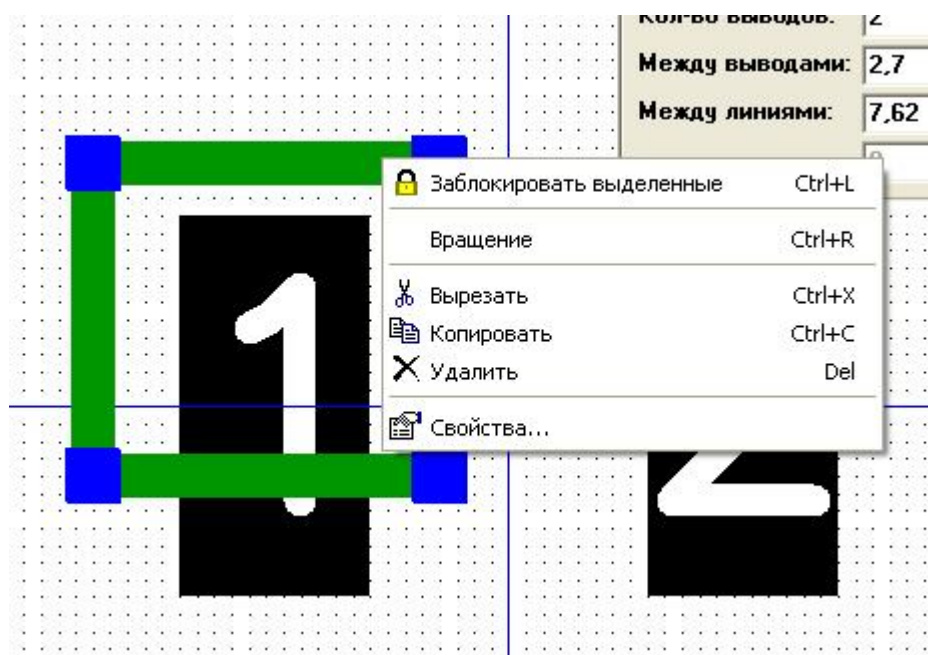


. Установим КП одновременно, используя окно свойств корпуса. Задайте параметры линии выводов, как на рис. 18.5:

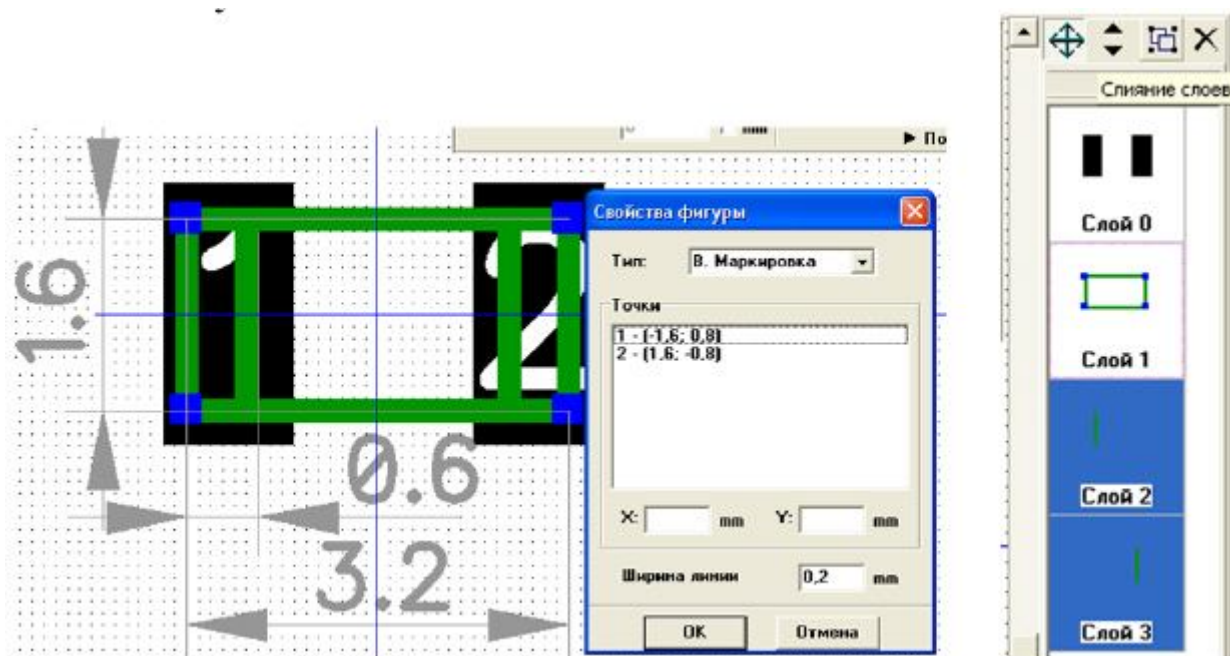
- Установить слой В.Маркир. и нарисовать контур компонента, используя команду **Прямоугольник** по размерам из справочных данных .



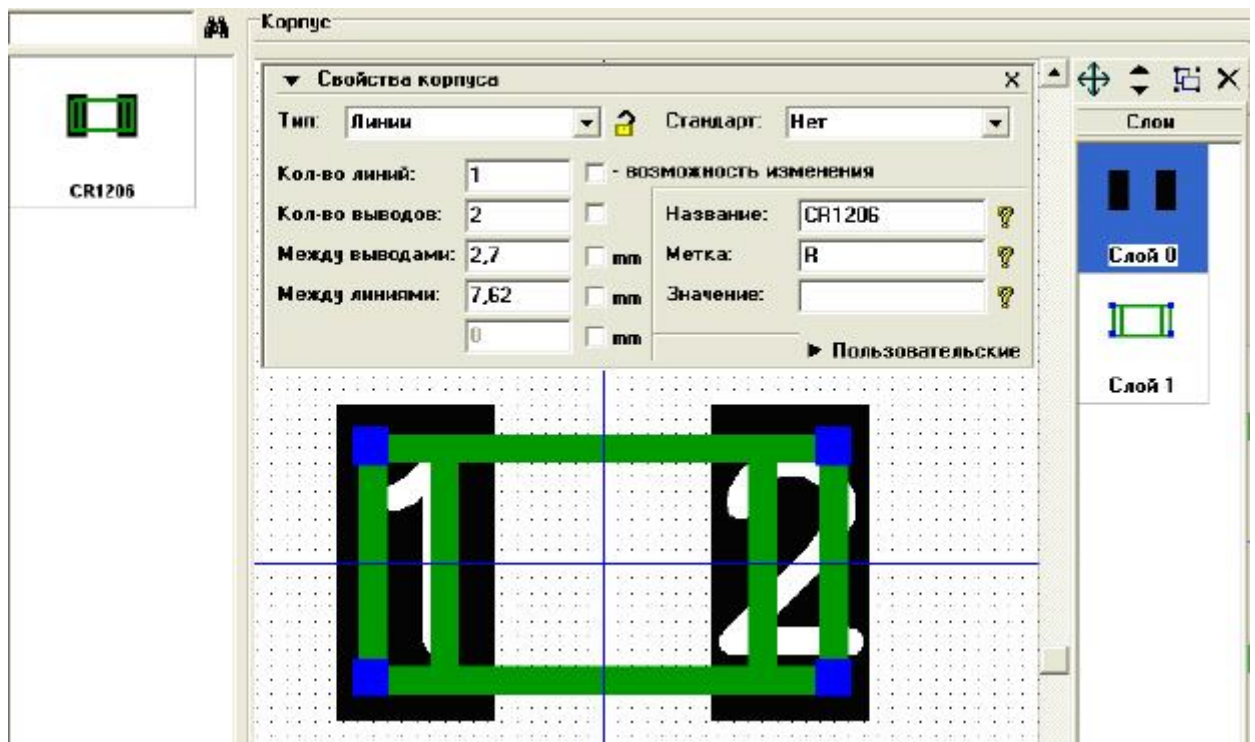
У начала координат произвольно разместите прямоугольник, выйдите из команды ПКМ и выделите прямоугольник ЛКМ. В контекстном меню откройте Свойства и внесите необходимые размеры. При необходимости измените толщину линии.



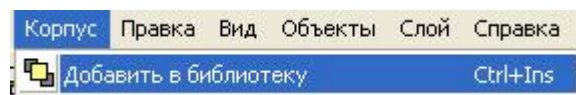
Обозначьте инструментом Линия места расположения КП, объедините слои, выделив ЛКМ слои в окне Слои справа от графической области и нажав кнопку Слияние слоев.



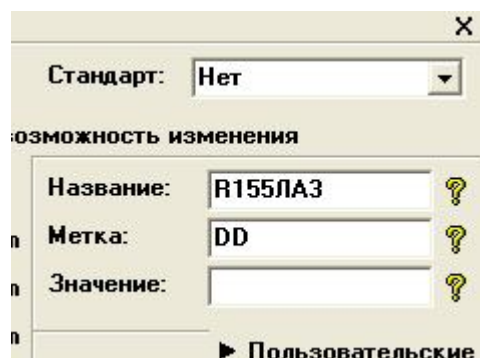
Внесите в поля: название - CR1206, метка - R, Метка - это позиционное обозначение на схеме по ГОСТ.



- Сохраните библиотеку.
- Создайте КТО микросхемы K155ЛА3, для этого добавьте в библиотеку новый элемент



- Заполните название корпуса и метку, для микросхемы позиционное обозначение на схеме по ГОСТ - DD.

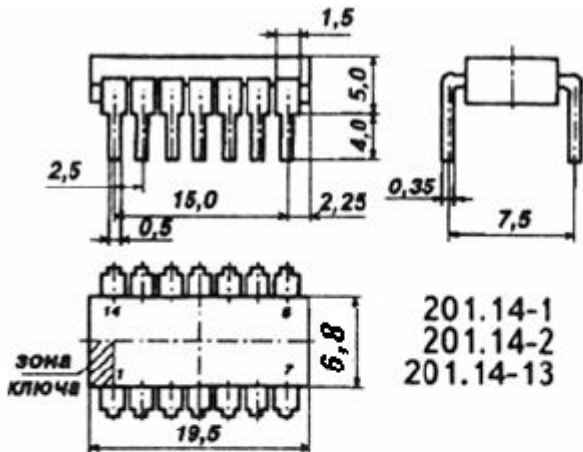
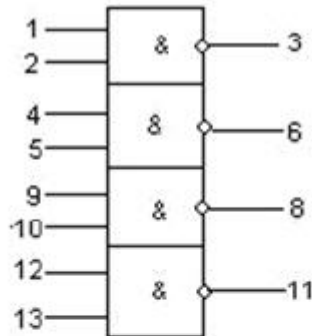


K155ЛА3, КМ155ЛА3, SN7400 (четыре логических элемента 2И-НЕ)



Микросхема K155ЛА3 представляет собой четыре логических элемента 2И-НЕ в пластмассовом корпусе 201.14-1 (масса не более 1 г.). **Зарубежный аналог микросхемы K155ЛА3 - SN7400.** Микросхема КМ155ЛА3 то же самое, что и K155ЛА3, только в металлокерамическом корпусе 201.14-8 (масса не более 2,2 г.). В состав этих микросхем входит 56 интегральных элементов.

K155ЛА3 Корпус 201.14-1, 201.14-2

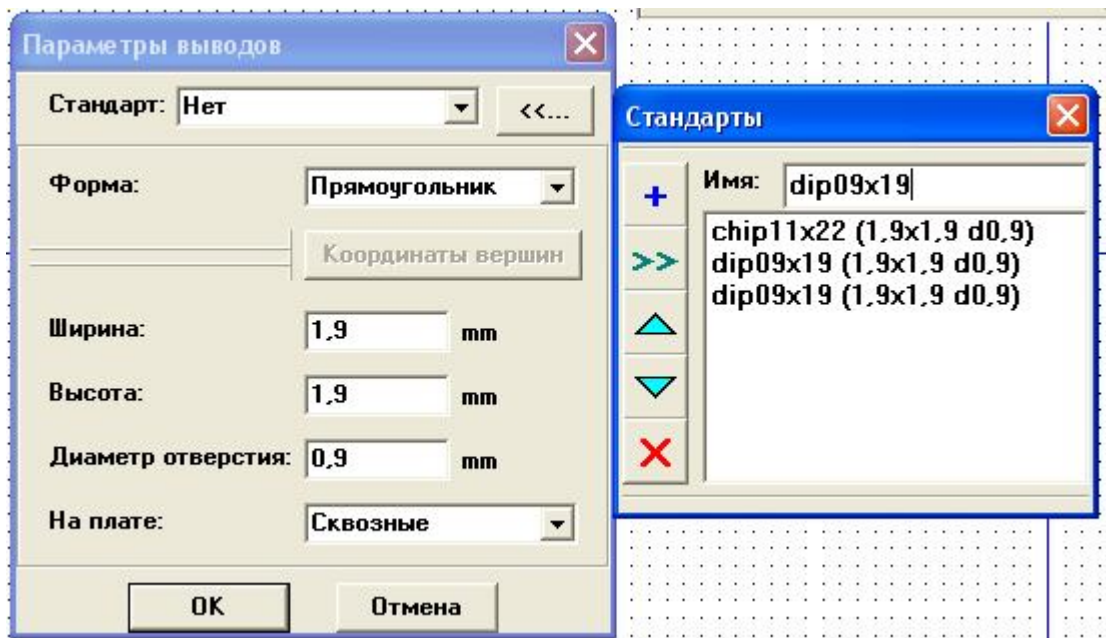


№ вывода	Назначение	№ вывода	Назначение
1	Вход X1	8	Выход У3
2	Вход X2	9	Вход X5
3	Выход У1	10	Вход X6
4	Вход X3	11	Выход У4
5	Вход X4	12	Вход X7
6	Выход У2	13	Вход X8
7	Общий	14	Ucc

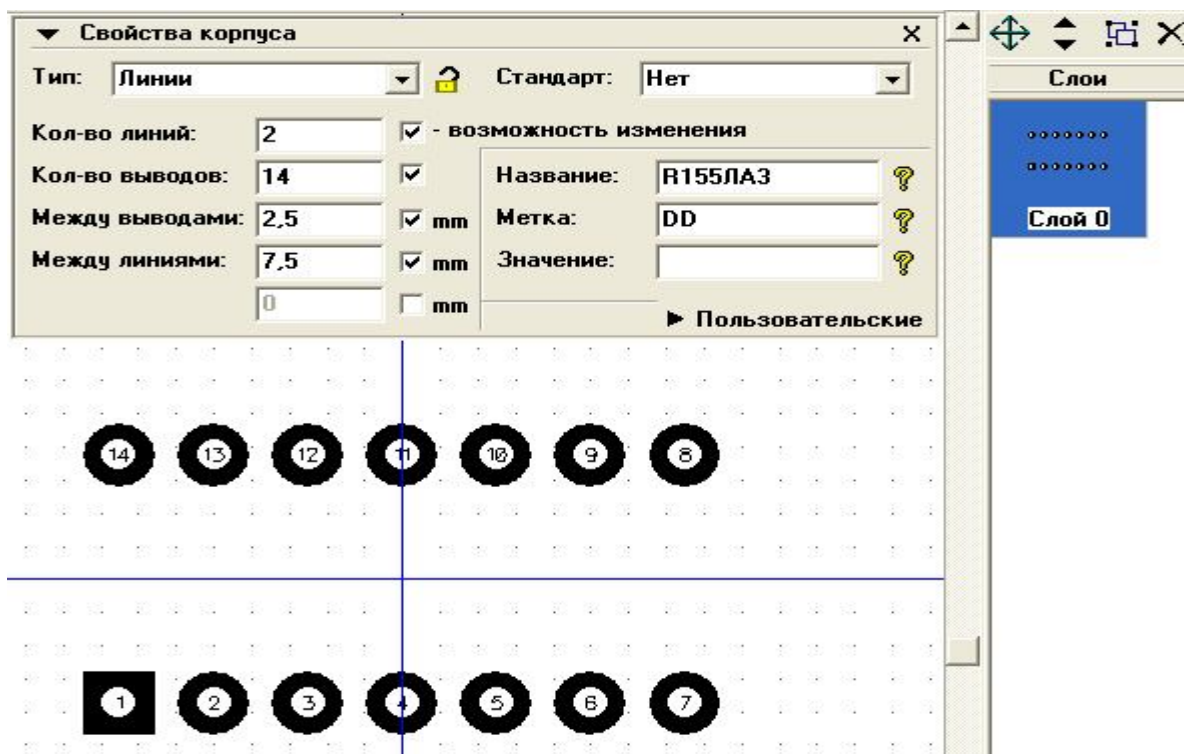
Тип микросхемы	К 155ЛА3
Производитель	СНГ
Назначение	4 эл-та 2И-НЕ
Т, С	0.....+70
Icc, мА	22
TrHL max, нс	15
TPLH max, нс	22
Корпус	Пластик

Параметры отверстия и КП рассчитайте, прибавив к диаметру вывода $D = 0,5\text{мм}$ зазор $0,2\text{мм}$, ширину КП $0,5\text{мм}$: диаметр отверстия = $0,5 + 0,2 \times 2 = 0,9\text{мм}$; диаметр КП = $0,9 + 0,5 \times 2 = 1,9\text{мм}$.

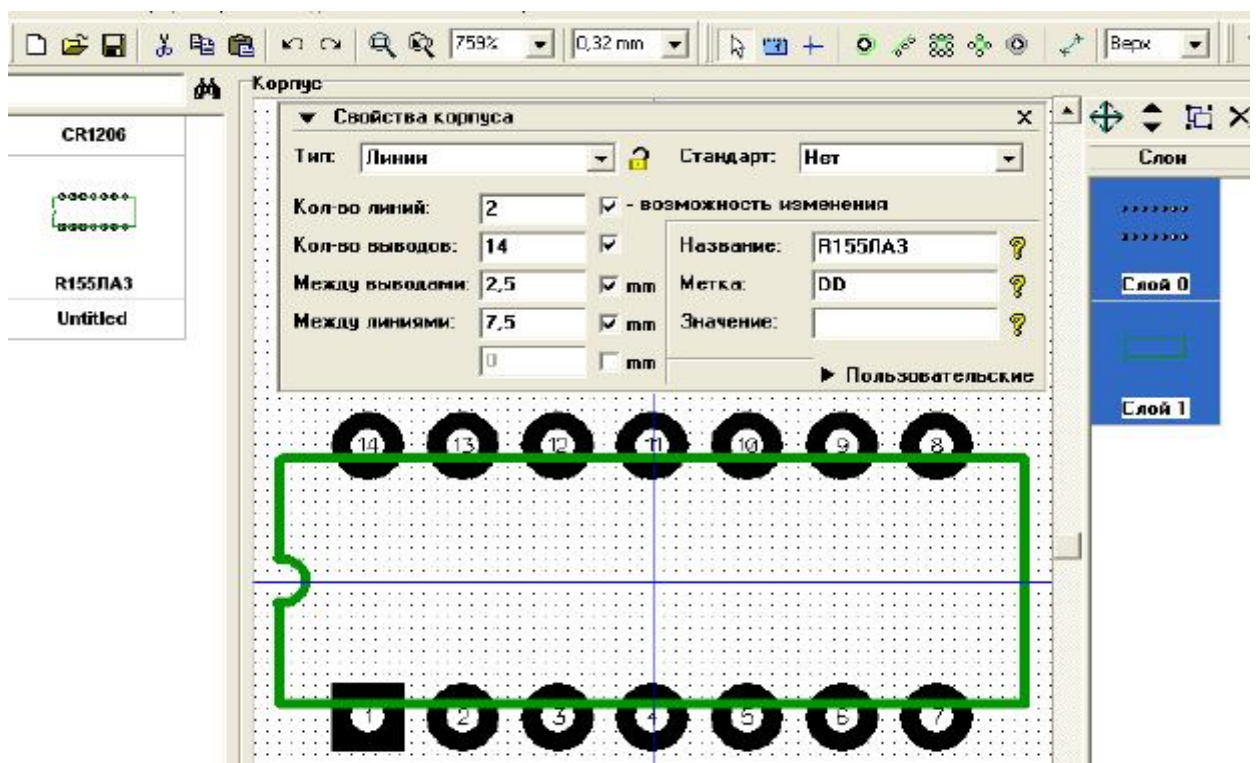
Задайте стиль первой КП - прямоугольник, всех остальных - эллипс



Установите 14 КП, используя тип - Линия выводов и задавая параметры установки в окне Свойства корпуса.



Установите слой В.Маркир. и начертите проекцию корпуса инструментами Линия и Дуга.



Содержание отчета:

1. Название работы
2. Цель работы
3. Используемые материалы
4. Отчет о работе
5. Выводы

План лабораторной работы:

1. Изучить теоретический материал
2. Рассмотреть, как создаются принципиальные электрические схемы в PC-CAPS и в DipTrace.
3. Написать отчет о проведенной работе
4. Сделать выводы и защитить практическую работу

Работа в подсистеме PC-CAPS.

Последовательность действий:

- установка рабочих параметров;
- введение файла формата чертежа;
- размещение компонентов;
- построение изображений электрических связей;
- введение конструкторских обозначений для компонентов и

электрических связей схемы;

- сохранение базы данных.
1. Установка рабочих параметров:
 - режим DETL;
 - установить параметры слоев;

WIRES ABL A

ATE ABL

PINCON ABL

SDOT ABL

NETNAM ABL

CMPNAM ABL

ATTR ABL

Остальные параметры в состоянии OFF.

1. Вызов файла формата чертежа:

- команда FILE/LOAD;

- на экране отображается рамка формата чертежа (файл . SCH), вся схема размещается в пределах этого формата.

2. Размещение компонентов.

Предполагается, что в рабочем справочнике присутствуют все необходимые для схемы символьные образы компонентов .SYM.

- команда ENTR/COMP;

Из рабочего справочника вызываются компоненты РЭК и размещаются на поле форматки в соответствии с принципиальной схемой. В процессе работы возможно редактирование: перемещение, удаление, копирование, вращение компонента с помощью команд меню:

MOVE

DEL

COPY

ROT

1. Построение изображений электрических связей.

- команда ENTR/WIRE;
- установить параметры строки статуса:

WIRES

ORTH - перпендикулярные линии

W:O - толщина линии

L - зеленый

Нажатием клавиши 1 графической Ёмыши задаются точки перегиба электрической связи, нажатие клавиши 2 завершает исполнение команды. Несоединенные с проводниками контакты компонентов отображаются на экране крестиками, которые исчезают при правильном соединении. В случае пересечения проводников система выводит подсказку, при положительном ответе образуется электрическое соединение, фиксируемое в базе данных. Система P-CAD имеет средства представления жгутовых соединений. При этом используются следующие правила отображения:

- команда ENTR/WIRE;
- установить на строке статуса параметры:

WIRES

45D - толщина линии

L - зеленый

- изобразить часть проводника от места предполагаемого расположения жгута на экране до контакта компонента;
- с помощью команды COPY продублировать необходимое количество проводников, подсоединяя их к соответствующим контактам компонентов;
- команда NAME/NET;
- на строке статуса:

NETNAM

- присвоить имена электрическим связям.
- произвести разметку жгута:
- команда DRAW/LINE;
- установить на строке статуса:

BUS

ORTH - перпендикулярные линии

W :8 - толщина линии

- построить изображение жгута

Следует иметь в виду, что при этом линии являются лишь графическим представлением. Электрические связи заведена командой ENTR/WIRE.

1. Введение конструкторских обозначений компонентов и электрических связей.

Для всех компонентов (при использовании автоматизированной компоновки см. РС-РАСК[6].) схемы необходимо ввести их мнемонические имена в соответствии с приложением 3.

- указание контура рисунка,
- вводится с клавиатуры имя файла.

Создание схемы в DipTrace Schematic

Открывается программа DipTrace Schematic нажатием Пуск/Все программы/DipTrace/Schematic

В первый раз появится диалоговое окно выбора цветовой схемы. Используем белый фон, как наиболее удобный для печати. Программы Component Editor и Pattern Editor

используют цветовые установки, заданные в программах Schematic Capture и PCB Layout соответственно.

Установка размера страницы и размещение рамки

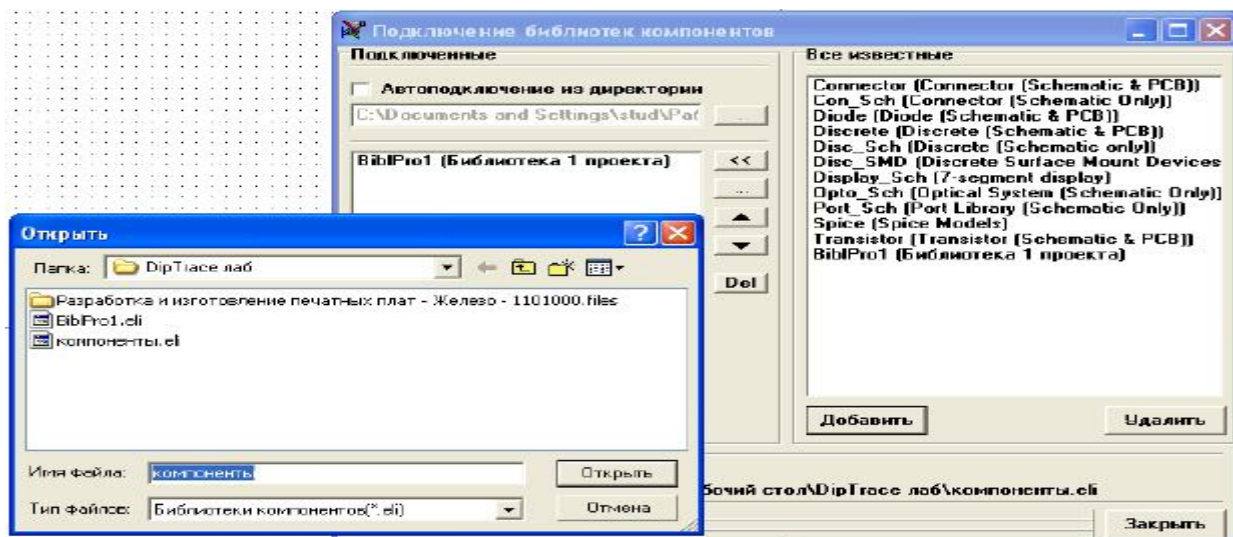
Установите размер страницы и чертежной рамки: Файл / Параметры страницы, выберите "ANSI A" в шаблонах листа. Затем в нижней части окна установите "Показывать рамку и штамп" и "Показывать лист".

DipTrace имеет два режима для активации библиотек:

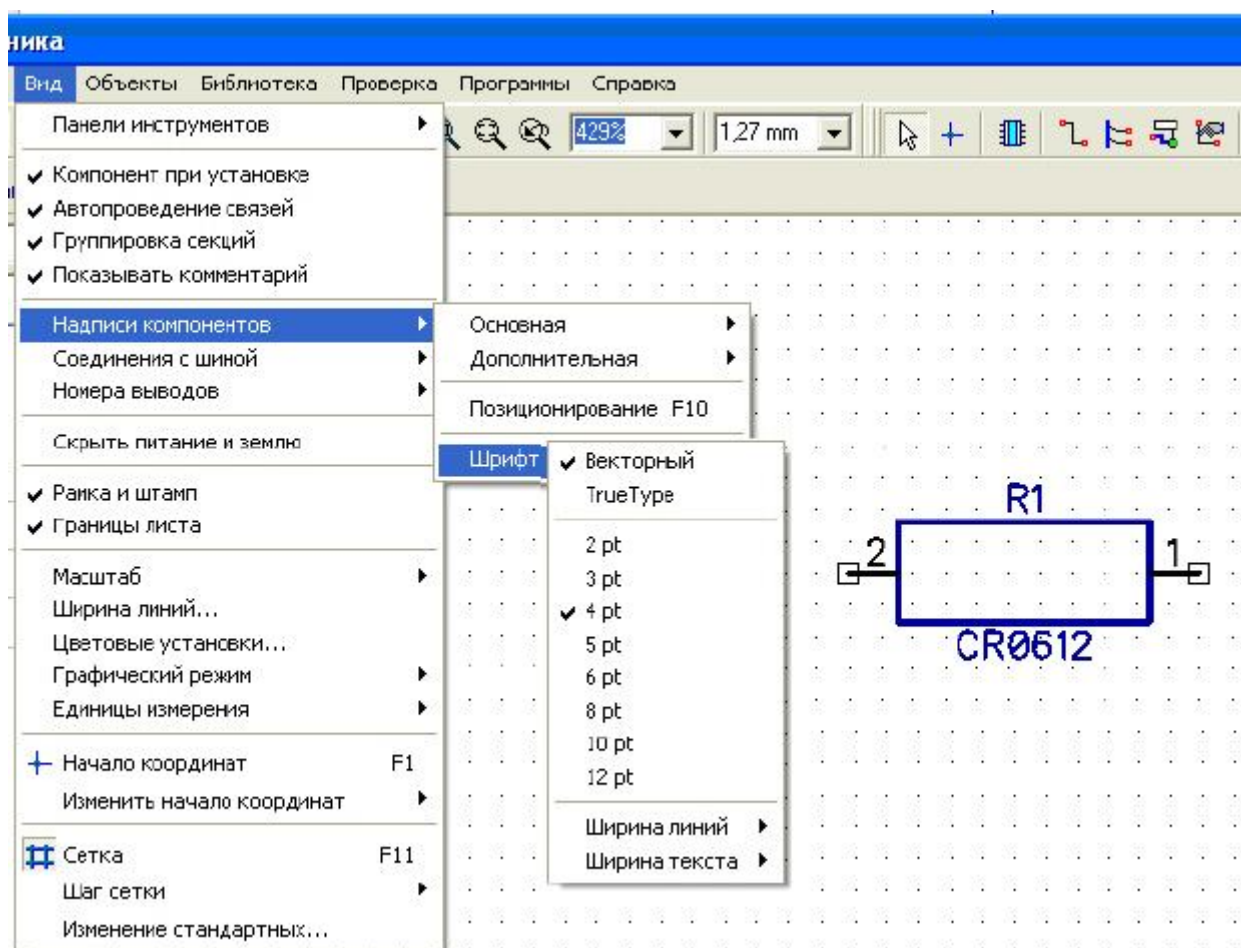
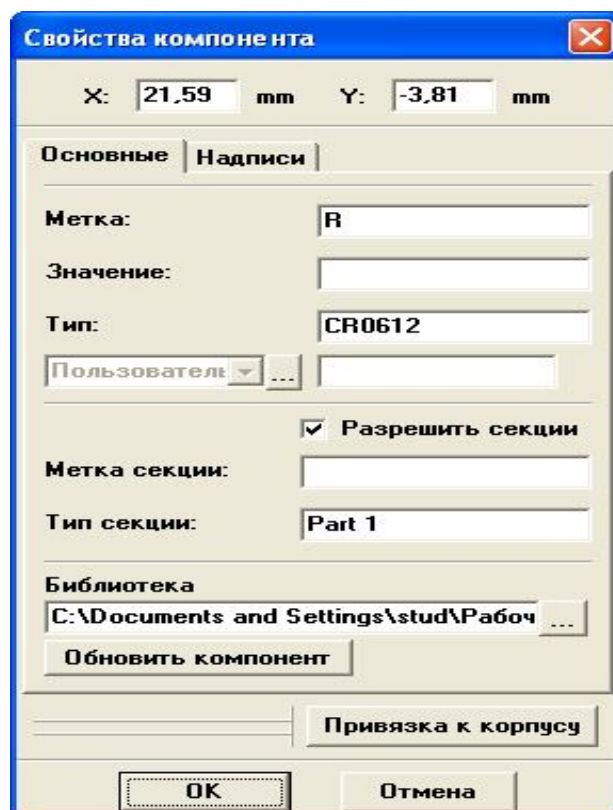
1. Подключить библиотеки из указанной директории:

Этот режим активен, если выбран пункт "Автоподключение из директории" в левом верхнем углу окна подключения библиотек. Для указания директории с библиотеками нажмите кнопку "..." справа от пути к папке.

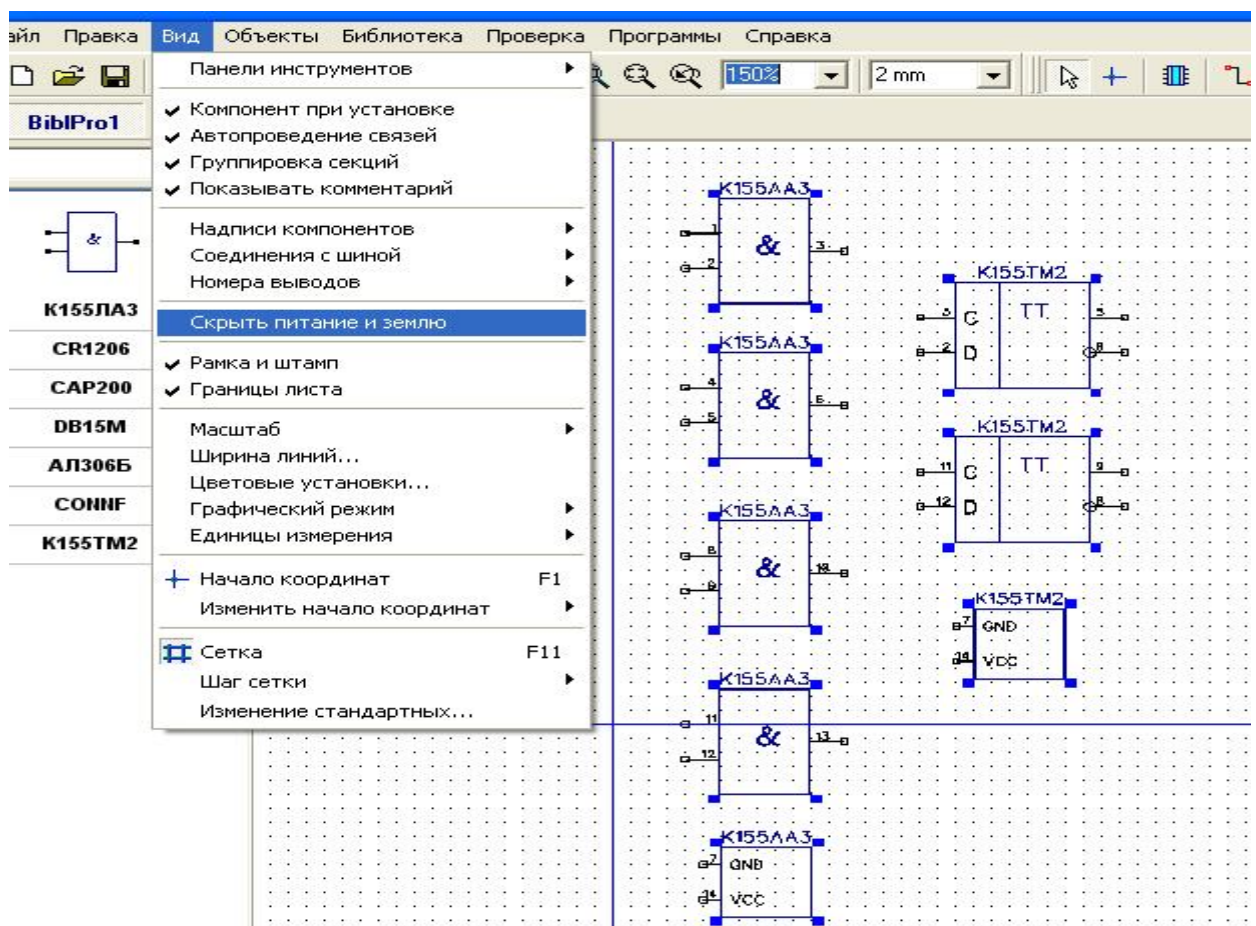
Все известные библиотеки размещаются автоматически в списке "Все известные" (в правой части диалогового окна). Также Вы можете добавлять или удалять библиотеки из этого списка, используя кнопки "Добавить" и "Удалить". Закройте диалоговое окно подключения библиотек и все изменения, которые были сделаны, применятся на панели библиотек.



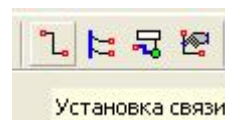
С помощью мыши выберите библиотеку в верхней части окна. В левой части появится состав библиотеки, выберите микросхему K155ЛА3 и установите ее на рабочее поле редактора. Чтобы отменить установку, сделайте щелчок правой кнопкой. Измените надписи и шрифт.



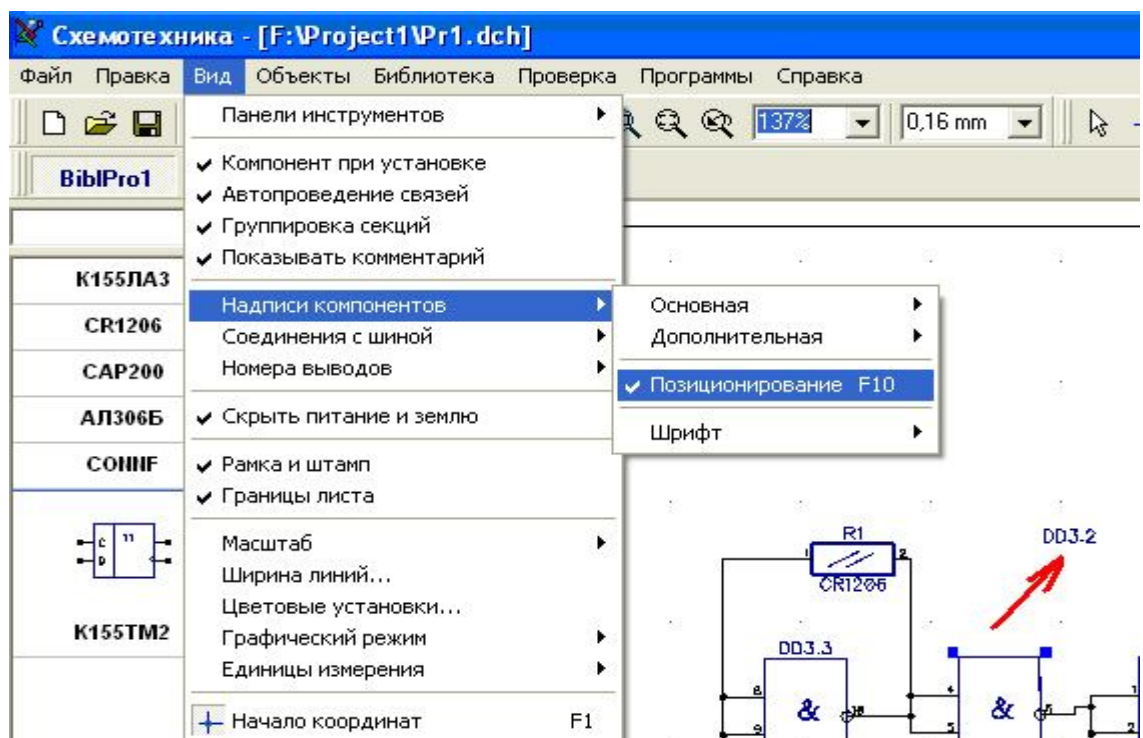
При установке микросхем можно скрыть секции питания



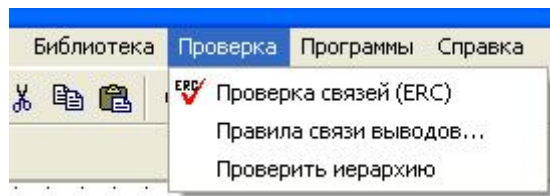
Установите остальные компоненты схемы, соедините инструментом



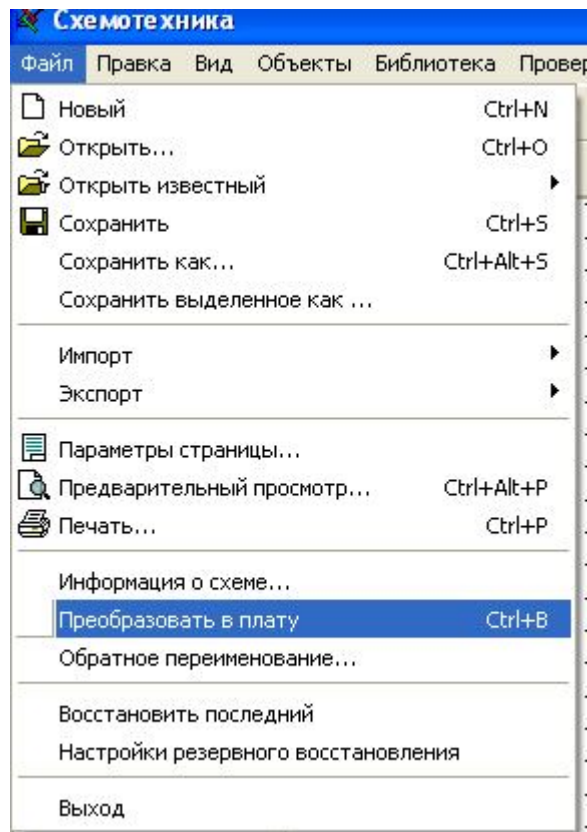
Расставьте обозначения по ЕСКД: позиционное обозначение сверху, тип элемента - снизу.



Проверьте получившуюся схему.



После исправления ошибок создайте преобразование в плату.



Содержание отчета:

1. Название работы
2. Цель работы
3. Используемые материалы
4. Отчет о работе
5. Выводы

Лабораторная работа №5

«Создание конструктива ПП»

План лабораторной работы:

1. Изучить теоретический материал
2. Рассмотреть, как создается конструктив ПП в P-CAD.
3. Написать отчет о проведенной работе
4. Сделать выводы и защитить практическую работу

Содержание отчета:

В системе P-CAD используется декартовая система координат. Единицей дискретизации выбран DBU (database unit)=0,001 дюйма, т.е. 25,4 мкм . Придельные размеры поля проектирования от -30000 DBU до +30000 DBU, т.е. P-CAD позволяет проектировать печатные платы с линейными размерами до 1524 мм ,что охватывает все используемые конструктивы. Для построения изображения конструктива необходимы следующие действия:

- вызвать подсистему PC-CARDS;
- режим DETL;
- установить параметры слоев:

SLKSCR ABL A

BRDOUT ABL

остальные параметры - в режиме OFF;

- команда DRAW - построение изображения конструктива (слой SLKSCR);
- команда DRAW - построение поля трассировки (слой BRDOUT);
- команда FILE/SAVE - сохранить конструктив (файл I.PCB I).

Для РЭА часто используемых конструктивов (КАМАК, Электроника-60, СМ-4, м.т.д.) рекомендуется изображение конструктива в слоях COMP и SOLDER не вводит, т.к. конструктив несет в себе много технологической информации, сильно зависящей от конкретной технологической остановки и, следовательно, подверженной изменениям. Неизменным остается только размер поля трассировки (BRDOUT) и смещение этого поля относительно физического нуля работы. Для часто используемых конструктивов эти

величины неизвестны. Таким образом, отдел-изготовитель, получив информацию о трассированной ПП, добавляет конструктив со всеми технологическими полями. Модернизацией конструктива занимается одно звено-изготовитель - под применяемую у себя технологическую базу. И получает полностью законченную топологию ПП. Хотя не исключен вариант тиражирования и сопровождения конструктивов (технологических полей) отделом-изготовителем для отделов-разработчиков РЭА.

Содержание отчета:

1. Название работы
2. Цель работы
3. Используемые материалы
4. Отчет о работе
5. Выводы

Лабораторная работа №6

«Трассировка соединений ПП»

План лабораторной работы:

1. Изучить теоретический материал
2. Рассмотреть, как производится трассировка соединений ПП в P-CAD и в DipTrace
3. Написать отчет о проведенной работе
4. Сделать выводы и защитить практическую работу

Трассировка(PC-ROUTE)

Автоматизированное получение топологии (трассировки) ПП - один из ответственных этапов проектирования РЭА. Особенностью программы-трассировщика PC-ROUTE системы P-CAD является быстрая адаптация (настройка) на конкретный блок РЭА. Непосредственно перед запуском программы трассировки PC-ROUTE производится настройка пакета на определенные параметры, совокупность которых образует стратегию трассировки. Все вводимые параметры (Каждый параметр вводится как ответ на подсказку. PC-ROUTE позволяет вывести на экран некоторые пояснения по запросу. Вызов пояснений осуществляется функцией F1 .)запоминаются в специальном файле стратегии трассировки XXX.CTL.

Настраиваемые параметры условно разделяются на следующие группы:

1. Настройка самого пакета автотрассировки.
 - задание числа пар слоев;
 - выбор шага сетки;
 - ввод весовых коэффициентов алгоритма;
 - выбор типа алгоритма трассировки;
 - задание числа итерации (число проходов программы) и т.д.
2. Приведение в соответствие типов используемых контактов и графических образов контактных площадок.
3. Выбор ширины трассируемых проводников. Любые именованные связи могут быть объединены в классы, для которых задается очередность

трассировки и ширина соединяющего проводника. Рекомендуется в первую очередь трассировать наиболее ответственные связи.

На практике основные параметры стратегии к моменту трассировки уже ранее (при разработке других блоков РЭА) определены, и третьей группы. После завершения формирования стратегии запускается программа трассировки. В соответствии с заданной стратегией просматриваются и выбираются связи, ведется поиск пути их соединения, проводится связь. Не разведенные связи оставляются до следующего прохода программы, в котором идет просмотр оставшихся не разведенными связей и делается попытка их соединить и т.д. заданное число раз. Пользователь может на экране наблюдать работу программы. На экран также может вводиться оперативная информация:

- название платы;
- количество пар слоев;
- общее количество связей;
- текущее время;
- количество разведенных связей;
- процент разведенных связей;
- текущая пара слоев;
- горизонтальная/вертикальная текущая связь или номер текущего прохода;
- номер текущей связи.

Весь протокол работы хранится в файле сообщений XXX.REP. Там же - сведения о количестве не разведенных связей. Если результат работы не устраивает пользователя, можно запустить программу PC-ROUTE повторно, предварительно изменив стратегию трассировки. Возможна также ручная доводка не разведенных связей в подсистеме PC-CARDS. При этом полезно пользоваться статистическо-корректирующей программой PC-DRC, чтобы исключить возможные технологические ошибки:

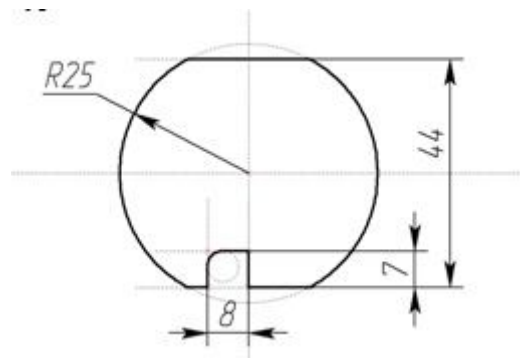
- наложение проводников в одном слое;
- не подсоединение проводника к PIN;

- образование $\dot{I}_{\text{петель}}$ и т.д.

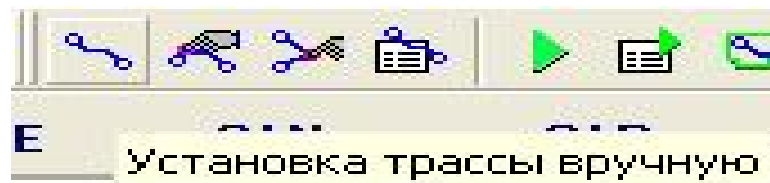
Кроме того, PC-DRC проверяет базу данных .PCB на соблюдение технологических ограничений, указанных в стратегии PC-DRC. При этом следует иметь в виду, что каждая новая версия работы заносится в файл с тем же именем, поэтому, следует позаботиться о хранении промежуточных вариантов, чтобы не потерять информацию о плате из-за сбоев.

Трассировка в DipTrace

Создайте контуры платы



Разместите компоненты на плате с двух сторон и разведите вручную с помощью инструмента **Установка трассы** вручную или автоматически с помощью инструмента **Запуск**.



Сохраните результаты в папке проекта.

Содержание отчета:

1. Название работы
2. Цель работы
3. Используемые материалы
4. Отчет о работе
5. Выводы

Лабораторная работа №7
«Составление спецификации на ПП»

План лабораторной работы:

1. Изучить теоретический материал
2. Рассмотреть, как составляется спецификация на ПП
3. Написать отчет о проведенной работе
4. Сделать выводы и защитить практическую работу

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 (210×297 мм).

На рисунке 1 показано исполнение листа 1, а на рис. 2 – всех последующих. 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».

[illegible]

сборочные чертежи. Обозначение сборочного чертежа заносится в графу «Обозначение». 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 ×8.48.016 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 40 элементов сразу после названия группы и далее его уже не повторять, например:

Резисторы

C2-33H-0,125 ОЖО.467.093ТУ

C2-33H-0,125-36Ом $\pm$ 10%

C2-33H-0,125-200кОм $\pm$ 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

Содержание отчета:

1. Название работы
2. Цель работы
3. Используемые материалы
4. Отчет о работе
5. Выводы

Лабораторная работа №8

«Подготовка и оформление рабочей документации на проектируемое устройство»

План лабораторной работы:

1. Изучить теоретический материал
2. Рассмотреть, как подготавливается и оформляется рабочая документация на проектируемое устройство
3. Написать отчет о проведенной работе
4. Сделать выводы и защитить практическую работу

Основой грамотного оформления конструкторской документации в России и СНГ является ЕСКД - единая система конструкторской документации, основные положения которой (действующая в настоящее время редакция) определены ГОСТ 2.001-93, введенном с 1 января 1995 года. Этот стандарт устанавливает назначение, область распространения, классификацию и правила обозначения межгосударственных стандартов, входящих в комплекс стандартов Единой системы конструкторской документации (ЕСКД), а также порядок их внедрения.

Таблица 8.1 – Наименование конструкторских документов

Наименование документа	Определение
Оригиналы	Документы, выполненные на любом материале и предназначенные для изготовления по ним подлинников
Подлинники	Документы, оформленные подлинными установленными подписями и выполненные на любом материале, позволяющем многократное воспроизведение с них копий. Допускается в качестве подлинника использовать оригинал, репрографическую копию или экземпляр документа, изданного типографским способом, завизированные подлинными подписями лиц, разработавших данный документ и ответственных за нормоконтроль
Дубликаты	Копии подлинников, обеспечивающие идентичность воспроизведения подлинника, выполненные на любом материале, позволяющем снятие с них копий

Копии	Документы, выполненные способом, обеспечивающим их идентичность с подлинником (дубликатом) и предназначенные для непосредственного использования при разработке, в производстве, эксплуатации и ремонте изделий Копиями являются также микрофильмы-копии, полученные с микрофильма-дубликата
-------	---

При определении комплектности конструкторских документов на изделия следует различать:

- основной конструкторский документ;
- основной комплект конструкторских документов;
- полный комплект конструкторских документов.

Основной конструкторский документ изделия в отдельности или в совокупности с другими записанными в нем конструкторскими документами полностью и однозначно определяют данное изделие и его состав.

За основные конструкторские документы принимают:

- для деталей - чертеж детали;
- для сборочных единиц, комплексов и комплектов – спецификацию.

Полный комплект конструкторских документов изделия составляют в общем случае из следующих документов:

- основного комплекта конструкторских документов на данное изделие;
- основных комплектов конструкторских документов на все составные части данного изделия, примененные по своим основным конструкторским документам.

В основной комплект конструкторских документов изделия могут входить также групповые конструкторские документы, если эти документы распространяются и на данное изделие, например, групповые технические условия.

Содержание отчета:

1. Название работы
2. Цель работы
3. Используемые материалы
4. Отчет о работе
5. Выводы