

МОСКОВСКИЙ ОРДЕНА ЛЕНИНА
И ОРДЕНА ОКТЯБРЬСКОЙ РЕВОЛЮЦИИ
АВИАЦИОННЫЙ ИНСТИТУТ
ИМЕНИ СЕРГО ОРДЖОНИКИДЗЕ



ПРАВИЛА
ВЫПОЛНЕНИЯ
ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ
ПРИНЦИПАЛЬНЫХ СХЕМ
РАДИОЭЛЕКТРОННОЙ
АППАРАТУРЫ

МОСКВА
1987

МИНИСТЕРСТВО
ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ СССР

МОСКОВСКИЙ
ОРДЕНА ЛЕНИНА И ОРДЕНА ОКТЯБРЬСКОЙ РЕВОЛЮЦИИ
АВИАЦИОННЫЙ ИНСТИТУТ имени СЕРГО ОРДЖОНИКИДЗЕ

ПРАВИЛА

ВЫПОЛНЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПРИНЦИПАЛЬНЫХ СХЕМ
РАДИОЭЛЕКТРОННОЙ АППАРАТУРЫ ЛА

Методические указания к работам № 9Р и 10Р

Утверждено
на заседании редсовета
28 апреля 1986 г.

МОСКВА 1987

744 (075)
II 683

БКЗ Ш18л7

Автор-составитель: Л.А. Кукушкин, О.П. Ивкина

Правила выполнения электрических принципиальных схем радиоэлектронной аппаратуры ЛА: Методические указания к работам № 9Р и 10Р / Авт.-сост.: Кукушкин Л.А., Ивкина О.П. - М.: МАИ, 1987. - 24 с., ил.

В методических указаниях изложены общие сведения о схемах, основные правила построения и выполнения принципиальной электрической схемы. Даны практические рекомендации по выполнению принципиальной электрической схемы радиоэлектронного изделия.

Методические указания предназначены для студентов, выполняющих графические работы по курсу "Инженерная графика", а также курсовые и дипломные проекты.

Рецензенты: Г.Ф. Горшков, В.Н. Люленко

© Московский авиационный институт, 1987 г.

Тем. план 1987, поз. 98

ПРАВИЛА ВЫПОЛНЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПРИНЦИПИАЛЬНЫХ
СХЕМ РАДИОЭЛЕКТРОННОЙ АППАРАТУРЫ ЛА

Автор-составители:

Лев Александрович Кукушкин
Ольга Петровна Ивкина

Редактор Е.В. Лисовен

Техн. редактор Е.А. Смирнова

Подписано к печати 4.02.87

Бум. типогр. № 2. Формат 60x84 1/16

Усл. печ. л. 1,50; уч.-изд. л. 1,50. Тираж 500

Зак. № 79 / 1785. Бесплатно

Ротапринт МАИ

125871, Москва, Волоколамское шоссе, 4

ВВЕДЕНИЕ

При проектировании, изготовлении и эксплуатации РЭА возникает необходимость в построении графических моделей, отражающих отдельные характеристики (или совокупность характеристик) изделия (например, состав, функциональную структуру и взаимодействие составных частей) независимо от его конкретного конструктивного воплощения. Такое направленное отражение свойств изделий осуществляют с помощью схем.

На ранних стадиях проектирования, когда еще не существует конструктивных решений, с помощью схем определяют основные принципы, на которых будет реализовано изделие, его функциональный состав и структуру; разработанные схемы становятся директивной для его конструирования, изготовления и контроля. В эксплуатации по схемам изучают принципы действия изделия и протекающие в нем процессы.

Особое значение имеют схемы в учебном процессе, так как они служат основой для изучения радиотехнических изделий. Будущий специалист должен правильно и однозначно понимать схему.

Цель настоящих методических указаний - ознакомить студентов с общими принципами построения схем, структурой стандартной системы условных графических обозначений, основными правилами построения и выполнения принципиальных электрических схем.

Введение и разд. I, 2 написаны Л.А. Кукушкиным, разд. 3 и приложением - О.П. Ивкиной.

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О СХЕМАХ

1.1. Принципы построения схем

Схемой называют документ, на котором в виде условных изображений или обозначений показаны составные части изделия и связи между ними.

В основе построения схем лежит принцип разделения изделия и его схемы на структурные единицы, между которыми устанавливаются взаимно однозначное соответствие.

Согласно ГОСТу 2.701-84 структурными единицами изделия могут

быть:

- элемент - составная часть изделия, которая выполняет в нем определенную функцию и не может быть разделена на части, имеющие самостоятельное функциональное назначение;

- устройство - совокупность элементов, представляющая единую конструкцию. Устройство может не иметь в изделии определенного функционального назначения, оно может быть выделено из чисто конструктивных соображений;

- функциональная группа - совокупность элементов, выполняющих в изделии определенную функцию и не объединенных в единую конструкцию; функциональная цепь - линия, канал, тракт определенного назначения.

- элемент, функциональную группу, а также устройство, имеющее в изделии самостоятельное функциональное назначение, называют функциональными частями изделия.

- функциональная цепь представляет собой совокупность функциональных частей изделия, обеспечивающих протекание в нем определенных физических процессов.

Каждую функциональную часть изделия характеризуют:

- наименование, указывающее на ее конкретную функцию в изделии, и характер протекающих в ней процессов;

- состав;

- параметр реализуемых физических процессов.

Элементы и устройства, кроме того, характеризуют тип и технические данные, определяющие их конкретные конструктивные (форму, размеры, способы крепления и подключения и т.п.) и эксплуатационные (допустимые токи, напряжения, давление и т.п.) свойства.

В качестве структурных единиц схемы используют:

для изображения структурных единиц изделия:

- условные графические обозначения (символы), установленные стандартами Единой системы конструкторской документации (ЕСКД);
- прямоугольники;

- внешние очертания (в том числе аксонометрические);

- схематические разрезы (для механических конструкций);

- отрезки прямых линий;

для представления характеристик функциональных частей и процессов, протекающих в изделии:

- полные наименования, аббревиатуры, буквенные обозначения, установленные стандартами ЕСКД для элементов и устройств с определенным функциональным назначением; обозначения или типы элементов и устройств, а также обозначения нормативных документов (основного конструкторского документа, ГОСТа, ОСТа, каталога и т.п.), на основании которых эти устройства и элементы применены;

- диаграммы, таблицы, математические зависимости, условные графические обозначения, установленные стандартами ЕСКД для отражения характера процессов, их последовательности во времени и направления протекания;

- цифровые указания параметров процессов, подлежащих контролю, в характерных точках изделия.

Характеристики функциональных частей и процессов располагают внутри прямоугольников, которые изображают соответствующие части, возле условных графических обозначений или на поле схемы. Приводимые данные могут быть представлены в виде таблиц. Связь таблиц с изображениями осуществляется через цифровые или буквенно-цифровые позиционные обозначения соответствующих функциональных частей. При этом цифровые обозначения на схеме должны быть заключены в окружность.

Взаимно однозначное соответствие между структурными единицами изделия и схемы достигается применением адекватных условных графических обозначений или изображений и указанием на схеме характеристик функциональных частей изделия и процессов.

Условными графическими обозначениями изображают элементы, а также устройства и функциональные группы, для которых такие обозначения установлены соответствующими стандартами.

Прямоугольниками изображают устройства и функциональные группы, для которых условные графические обозначения стандартами не предусмотрены.

Схематическими разрезами изображают механические элементы и устройства, если необходимо отразить их внутреннюю функциональную структуру.

быть отражены составы всех функциональных групп, а также устройств, не имеющих самостоятельных принципиальных схем, и должны быть привнесены полные характеристики каждого элемента. Структурными единицами изделия при построении принципиальной схемы, следовательно, являются элементы и устройства, имеющие собственные принципиальные схемы. На принципиальной схеме могут быть, однако, выделены элементы, входящие в определенные функциональные группы.

На каждое изделие, как правило, выпускают комплект схем, селективно отражающих его свойства. Эти схемы являются директивными документами для разработки другой конструкторской документации. Поэтому между схемами одного комплекта и всеми документами, вышешенными на их основе, должно существовать взаимно однозначное соответствие. Его достигают присвоением всем документам обозначения разрабатываемого изделия и сохранением во всей его документации буквенно-цифровых обозначений элементов, присвоенных им на принципиальной схеме этого изделия.

Строгое соблюдение правил выполнения схемной документации, устанавливаемой стандартами ЕСКД, обеспечивает необходимый объем и однозначность информации, помещаемой на схеме, удобство пользования ею.

1.2. Стандартная система правил выполнения схем

Стандартную систему правил выполнения схем устанавливает комплект стандартов сельской группы ЕСКД. Стандарты этой группы можно условно разделить на две подгруппы, одна из которых устанавливает правила выполнения схем, другая - стандартную систему условных графических обозначений функциональных частей изделия.

Первая подгруппа стандартов имеет следующую структуру. ГОСТ 2.701-84 устанавливает общие требования к выполнению схем и дает определение их типов и видов. Типы схем были рассмотрены в разд. 1.1. Виды схем различаются в зависимости от физической основы функционирования изделия и осуществления связи между его составными частями. Вид схемы обозначают прописной буквой русского алфавита. Различают следующие виды схем: электрическая - Э; гидравлическая - Г; пневматическая - П; кинематическая - К; оптическая - Л; деления - Д; комбинированная (схема изделия, составные части которой функционируют на различной физической основе) - С и т.д.

Остальные стандарты этой подгруппы определяют правила выполнения отдельных видов схем. Они устанавливают номенклатуру типов схем, выпускаемых на изделие данного вида, а также структурные единицы

Внешние очертания используют для изображения элементов и устройств, имеющих характерную форму, когда нужно достоверно отразить расположение присоединительных элементов в их конструкции. Схематические разрезы и внешние очертания выполняют в соответствии с конструкцией элемента или устройства упрощенно и поясняют на поле схемы.

Материальные связи между составными частями изделия (механические, пневмо- и гидропроводы, провода и печатные проводники) изображают отрезками прямых, называемых линиями взаимосвязи. Вид этих линий устанавливают соответствующие стандарты ЕСКД.

Расположение изображений функциональных частей изделия на схеме, как правило, не соответствует действительному расположению этих частей в изделии, а определяется четкостью представления на ней состава изделия и протекающих в нем процессов. Взаимно однозначное соответствие между структурными единицами изделия и схемы устанавливают с помощью позиционных обозначений.

Выбор структурных единиц изделия, способов их изображения, степени раскрытия и объема приводимых характеристик, а также степень отражения процессов определяются уровнем проектирования, на котором выпущена схема, и ее назначением (типом).

ГОСТ 2.701-84 определяет типы схем в зависимости от того, какие свойства и характеристики изделия отражает данная схема. Тип схемы обозначают арабскими цифрами:

структурная схема - 1 (определяет основные функциональные части изделия, их назначение и взаимосвязи); функциональная схема - 2 (отражает определенные процессы, происходящие в отдельных функциональных частях или в изделии в целом); принципиальная схема - 3 (определяет полный состав элементов изделия и связей между ними и дает детальное представление о принципах работы изделия; схема соединений - 4 (показывает соединения составных частей изделия и определяет провода, кабели, жгуты, которыми осуществляются эти соединения, а также места их присоединения и ввода (клеммы, разъемы и т.п.).

Структурными единицами при построении структурной схемы являются функциональные группы, устройства и отдельные элементы. При этом состав функциональных групп не раскрывают, а типы устройств и элементов указывают только тогда, когда заведомо известно, что именно это конкретное устройство будет применено в изделии. На функциональной схеме отражают только те функциональные части, которые участвуют в рассматриваемом процессе. На принципиальной же схеме должны

изделия, буквенные позиционные обозначения функциональных частей, конкретизируют общие правила, изложенные в ГОСТе 2.701-68. Так, правила выполнения электрических схем определяет ГОСТ 2.702-75, гидравлических и пневматических схем - ГОСТ 2.704-76 (СТ СЭВ 1981-79) и т.д.

Вторая подгруппа устанавливает единую систему условных графических обозначений, применяемых во всех отраслях промышленности. В ее основе лежит принцип разделения элементов по их функциональному назначению, конструктивному и функциональному методам построения условных графических обозначений и последовательный способ их формирования.

ГОСТ 2.721-74 устанавливает обозначения общего применения, используемые при образовании условных графических обозначений для всех групп элементов. К ним относятся, например, обозначения направления потока энергии, направления движения, регулирования, механической связи на схемах различных видов и т.д.

Конструктивный метод построения условных графических обозначений предполагает не только отражение функционального назначения элемента в изделии, но и учет его конструктивных особенностей.

Функциональный метод состоит в присвоении группе элементов с одинаковым функциональным назначением единого условного графического обозначения. Оба эти метода требуют достаточного количества условных графических обозначений и часто их дополнения. Поэтому при формировании стандартных условных графических обозначений используют последовательный способ, который состоит в следующем. Для группы элементов с общим функциональным назначением устанавливают базовые обозначения, построенные по конструктивному или функциональному методу, из которых формируют обозначения различных типов элементов этой группы. В качестве базовых обозначений используют:

- условные графические обозначения составных частей элемента, выполняющих в нем определенные функции;

- условное графическое обозначение самого элемента, если он не содержит составных частей или деление его на составные части нецелесообразно.

Отдельные стандарты второй подгруппы содержат базовые обозначения, приложении, в котором заданы размеры этих обозначений, и приложение, содержащее примеры условных графических обозначений наиболее употребительных элементов данной группы, образованные из базовых обозначений и обозначений общего применения (ГОСТ 2.721-74).

Если обозначение какой-либо разновидности элемента не приведено в стандарте, оно может быть образовано из базовых обозначений

и обозначений общего применения. Стандартные обозначения на схеме не поясняют.

При отсутствии в стандартах условного графического обозначения какого-либо элемента оно может быть образовано разработчиком (конструкторным или функциональным методом), но в этом случае его поясняют на поле схемы.

2. ПРАВИЛА ПОСТРОЕНИЯ И ВЫПОЛНЕНИЯ ПРИНЦИПИАЛЬНОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СХЕМЫ

2.1. Общие сведения

Электрической принципиальной схемой называют схему, на которой изображены все электрические элементы, необходимые для осуществления и контроля в изделии заданных электрических процессов, и все электрические связи между ними, а также электрические элементы (разъемы, зажимы и т.п.), которыми заканчиваются входные и выходные цепи.

Принципиальная схема отражает полный состав элементов и все связи между ними, поэтому дает детальное представление о принципе работы изделия. Принципиальная схема - самая важная среди всех типов схем. Являясь результатом теоретической и исследовательской разработки изделия, она служит заданием для его конструирования. Принципиальными схемами пользуются при изучении принципов работы изделий, при их наладке, контроле и ремонте.

2.2. Составные части изделия и их условные графические обозначения

Составными частями изделия при построении принципиальной электрической схемы служат элементы (резисторы, конденсаторы, трансисторы и т.п.), устройства (микросхемы, микросборки и т.п.), а также функциональные группы.

Графическое обозначение элементов изделия на схеме показано на рис. 1, а. Устройства и функциональные группы (если для них не установлены стандартные символы) обозначаются прямоугольниками, дополненными, например, наименованием (рис. 1, б).

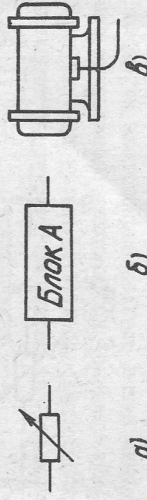


Рис. 1

Вращающиеся электрические машины, трансформаторы и т.п. составные части (если необходимо отразить конструктивное расположение при соединительных контактах) изображаются на схеме внешними очертаниями (рис. 1, в).

Все элементы разделены на функциональные группы, для которых соответствующие стандарты устанавливают базовые символы, их размеры, а также содержат примеры полных условных графических обозначений, например:

- катушки индуктивности, дроссели, трансформаторы, магнитные усилители - ГОСТ 2.723-68;
- устройства коммутирующие (выключатели, переключатели, соединения штепсельные и т.п.) - ГОСТ 2.725-68;
- резисторы, конденсаторы - ГОСТ 2.728-74;
- приборы полупроводниковые - ГОСТ 2.730-73.

На рис. 2 приведены примеры формирования функционального (рис. 2,г) и конструктивного (рис. 2,д) символов однофазного трансформатора с ферромагнитным сердечником и символа дросселя с ферромагнитным сердечником (рис. 2,е) из базовых символов: функционального (рис. 2,а) и конструктивного (рис. 2,б) символов обмотки трансформатора, автотрансформатора и дросселя и символа ферромагнитного сердечника (магнитопровода) (рис. 2,в).

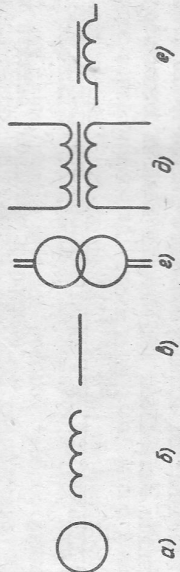


Рис. 2

На рис. 3 представлен пример составления условных графических обозначений переменных (регулируемых) резистора (рис. 3,г) и конденсатора (рис. 3,д) из базовых символов резистора (рис. 3,а) и конденсатора (рис. 3,б) и символа общего применения "Регулирование линейное" (рис. 3,в).

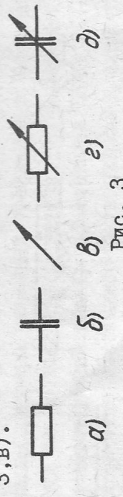


Рис. 3

Провода, токопроводящий слой печатной платы, с помощью которых осуществляется электрическая связь между составными частями изделия, изображают сплошными прямыми линиями с минимумом пересечений и изломов.

Для изображения электрического контакта между проводниками используют точку диаметром 1...2 мм, которую располагают в месте пересечения соответствующих линий взаимосвязи.

На схеме коммутационные устройства, которыми охватываются функциональные цепи, изображают в виде таблицы, к которой приводят соответствующие линии взаимосвязи. В таблице помещают характеристики входных и выходных цепей изображенного на схеме изделия, например характеристики цепи питания. Для остальных цепей указывают их назначение, например "Вход", "Выход". При наличии в изделии нескольких входных или выходных цепей их нумеруют: "Вход 1", "Вход 2" и т.д. Форма таблицы, ее размеры и пример заполнения приведены на рис. 4.

Таблице присваивают позиционное обозначение коммутирующего элемента (штепсельного разъема, выводов печатной платы и т.п.). Кроме этого, указывают условное графическое обозначение контакта - гнезда или штепселя, которое вместе с буквенным позиционным обозначением располагают над таблицей.

Комм.	Цепь	Адрес
1	-12.0 В	01
2	Выход 1	01
3	Выход 2	
4	Общая	
20		50
		100

Рис. 4

В данной работе будем считать, что представленное на схеме устройство соединяется со смежным изделием с помощью штепсельного разъема с контактами в виде штепселя. Номера контактов указывают в графе "Конт.". Условно будем нумеровать контакты сверху вниз. Графу "Адрес" (указание обозначений контактов смежных устройств, к которым подключаются цепи изделия) в данной работе не заполняют. Надписи в таблице следует выполнять наклонным шрифтом высотой 7 мм в соответствии с ГОСТом 2.304-81.

2.3. Компоновка схемы и вычерчивание условных графических обозначений

Схема выполняется без соблюдения масштаба, действительное пространственное расположение составных частей изделия не учитывается или учитывается приближенно. Графические обозначения элементов и соединяющие их линии связи следует располагать на схеме таким образом, чтобы обеспечить наилучшее представление о структуре изделия

и взаимодействия его составных частей. Действительная последовательность расположения символов допускается в случаях, когда изображенные линии взаимосвязи не нарушают удобочитаемости схемы или когда необходимо отразить временную последовательность протекания в изделии физических процессов.

Содержание условных графических обозначений должно соответствовать стандартам. Рекомендуемая толщина линий графических обозначений и линий взаимосвязи 0,3...0,4 мм.

Размеры символов должны также соответствовать стандартам. Символы, размеры которых не установлены данным стандартом, вычерчиваются в тех же размерах, в которых они выполнены на приборах, приведенных в этом стандарте.

Размеры символов допускается уменьшать, если схема насыщена большим количеством элементов.

Увеличивать размеры символов можно в следующих случаях:

- при вычерчивании иллюстративных схем, выполняемых на больших форматах;
- для отдельных элементов схемы, если необходимо подчеркнуть их особое назначение в изделии;
- при вышивании в условное графическое обозначение поясняющих надписей и знаков;
- для элементов с большим количеством выводов (например, многоотводных резисторов).

Условные графические обозначения элементов изображают на схеме в положении, в котором они приведены в соответствующем стандарте, или повернутыми на угол, кратный 90°.

Для выделения отдельных функциональных цепей допускается вычерчивать линии взаимосвязи толщиной до 1 мм.

2.4. Позиционные обозначения изображений составных частей изделия

Позиционное обозначение элемента, устройства или функциональной группы состоит из одной или двух букв, отражающих вид составной части изделия, и порядкового номера, присвоенного условному графическому обозначению этой составной части изделия в соответствии с его расположением на схеме. Оно предназначено:

- для ссылок на соответствующие части объекта в текстовых документах;
- для нанесения непосредственно на объект, если это предусмотрено в его конструкции.

Буквенные коды видов элементов устанавливает ГОСТ 2.710-81.

Код элемента состоит из первой обязательной буквы, присвоенной функциональной группе элементов (например, электровакуумным и полупроводниковым приборам присвоен код V). Для уточнения вида конкретного элемента этой группе вводится дополнительная (вторая) буква кода. Так, двубуквенный код электронной лампы -V/L.

Для обозначения кода составной части используют прописные буквы латинского алфавита. Коды некоторых элементов приведены в приложении I.

Порядковые номера присваивают составным частям изделия в пределах каждой группы элементов, имеющих одинаковый код, начиная с единицы.

Порядковые номера присваивают элементам в соответствии с расположением их символов на схеме, считая сверху вниз в направлении слева направо (рис. 5). Если в изделии имеется только один элемент с данным кодом, то его порядковый номер в позиционное обозначение этого элемента не включают.

В случае, когда изделие содержит только один вид элемента, принадлежащего к некоторой функциональной группе, для его обозначения используют только первую (обязательную) букву кода, присвоенного данной группе элементов.

Буквенно-цифровое позиционное обозначение выполняют шрифтом высотой 5 мм в соответствии с ГОСТом 2.304-81, располагая его над условным графическим изображением соответствующей составной части или справа от него.

Нельзя отделять позиционное обозначение от условного графического обозначения линиями взаимосвязи.

2.5. Указание на схеме характеристик составных частей изделия. Перечень элементов

На принципиальной схеме должны быть однозначно определены все составные части изделия. Отдельные сведения об электрических характеристиках элементов изделия (например, номинальное значение электрического сопротивления резистора, номинальное значение емкости и допустимое рабочее напряжение конденсатора и т.п.) приводят рядом с их условными графическими обозначениями (рис. 5).

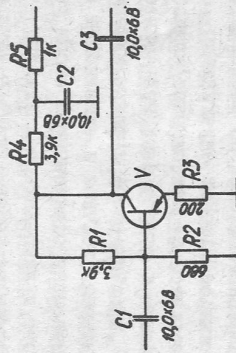


Рис. 5

Единицы измерения этих величин на схеме обозначают упрощенно.

Сопоставления для резисторов:

- от 0 до 999 Ом - в омах без указания единиц измерения;

- от 1×10^3 до 999×10^3 Ом - в килоомах с обозначением единицы измерения строчной буквой "к";

- свыше 1×10^6 Ом - в мегаомах с обозначением единицы измерения прописной буквой "М".

Емкость конденсаторов:

- от 0 до 9999×10^{-12} ф - в пикофарадах без указания единицы измерения;

- от 1×10^{-8} до 9999×10^{-6} ф - в микрофарадах без указания единицы измерения. Но в этом случае величины емкостей записывают либо в виде десятичных дробей, либо в виде целых чисел, проставляя после них знак 0 (нуль) через запятую, например 0,001; 0,2; 6,0; 10,0.

Для электролитических и оксидно-полупроводниковых конденсаторов, кроме номинального значения емкости, указывают также допустимое напряжение в вольтах. Значение напряжения проставляется после значения емкости через знак "х" (умножения) с указанием единицы измерения, например $6,0 \times 15$ В - конденсатор емкостью 6 микрофарад с допустимым напряжением 15 вольт.

Номинальные характеристики размещают на схеме в непосредственной близости от условного графического обозначения элемента (слева или под ним), не отделяя от него надписью линиями взаимосвязи.

Надписи выполняют шрифтом высотой 3,5 мм по ГОСТу 2.304-81.

Шрифт наклонный.

Примеры нанесения характеристик элементов даны на рис. 5.

Полные данные об элементах приводят в перечне элементов, связь которого со схемой обеспечивается с помощью позиционных обозначений элементов.

Перечень элементов представляет собой таблицу (рис. 6). В графе "Поз. обозначение" записывают позиционное обозначение составной части изделия, в графе "Наименование" - наименование, тип, электрические параметры составной части, установленные для нее соответствующим техническим документом, а также обозначение этого документа (основного технического документа, ГОСТа, ТУ, каталога и т.п.).

Содержание сведений об элементах для записи в перечень приведены в приложении 2.

Все элементы размещают на группах, имеющие один и тот же основной код (первую букву кода).

Поз. обозначение	Наименование	Кол. Примечание
	R1	

Рис. 6

Элементы записывают в перечень сверху вниз в порядке букв латинского алфавита: по обязательной букве кода элемента - для функциональной группы элементов, по дополнительной букве - в пределах каждой группы; при однобуквенном коде или при двухбуквенном коде, одинаковым для всех элементов данной группы, - в порядке возрастания цифровых позиционных обозначений.

Элементы одного типа, имеющие одинаковые электрические параметры, записывают в перечень одной строкой, если они имеют последовательные порядковые номера. Если таких элементов 2, то в графу "Поз. обозначение" записывают позиционные обозначения обоих элементов. Если таких элементов больше двух, то записывают только позиционные обозначения с наименьшим и наибольшим порядковыми номерами, разделяя их многоточием, например R 1, R 2; C1...C5. В графе "Кол." указывают общее количество элементов.

Если в группу входит несколько элементов с одинаковым наименованием, то его не записывают на каждой строке, а выносят в виде заголовка. В заголовке может быть вынесено и обозначение документа, если на его основании применены все перечисляемые элементы.

Заголовок записывают в графу "Наименование" и подчеркивают. Между заголовком и началом перечисления оставляют одну свободную строку, между группами элементов - одну-две строки.

Перечень либо помещают на первом листе схемы, либо выполняют в виде отдельного документа.

При размещении перечня на первом листе схемы таблицу располагают над основной надписью на расстоянии не менее 12 мм. Продолжение перечня размещают слева от основной надписи. Головку таблицы в этом случае повторяют.

В виде самостоятельного документа перечень выполняют на листах формата А4. Основную надпись на первом листе перечня выполняют по форме 2, на последующих листах — по форме 2а (ГОСТ 2.104-68). В графе "Обозначение" основной надписи указывают обозначение изделия и шифр перечня, состоящий из буквы П и шифра схемы, к которой он введен (например, ПЭЗ — шифр перечня к принципиальной электрической схеме). Его размещают после обозначения изделия. В графе "Наименование" указывают наименование изделия, для которого составлена схема, и название документа "Перечень элементов".

3. УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ РАБОТЫ

3.1. Задача

В качестве задания студент получает электрическую схему радиоэлектронного устройства, на которой все элементы (кроме линий взаимосвязи) представлены в виде прямоугольников. В них указаны: наименование элемента, его тип и основные электрические параметры.

Студент должен:

1. Вычертить схему, заменив заданные условные графические обозначения соответствующими обозначениями (см. приложение 3).
2. Присвоить элементам буквенно-цифровые позиционные обозначения (см. приложение 1 и разд. 2.4).
3. Установить недостающие характеристики элементов и обозначения директивных документов, на основании которых они применены (см. приложение 2).
4. Составить перечень элементов в виде отдельного документа.

3.2. Форматы и основные надписи

Схему выполняют на формате А3, перечень элементов — на формате А4. Оба формата могут быть представлены на одном листе суммарного размера.

Основную надпись на схеме выполняют по форме 1, на перечне элементов — по форме 2.

Кроме основной надписи, схема должна иметь в левом верхнем углу перевернутое обозначение, которое помещают в рамку размером 14 x 70 мм. В графе "Наименование" основной надписи записывают наименование изделия, указанное в задании, и наименование документа "Схема электрической принципиальной".

В графе "Обозначение" указывают обозначение изделия по обозначенной системе обозначений (см. приложение 4) и соответствующий шифр схемы, состоящий из обозначений ее вида (Э) и типа (З).

Остальные графы основной надписи заполняют так же, как и в предыдущих работах.

3.3. Вычерчивание схемы

Схема должна быть расположена на формате так, чтобы расстояния от ее границ до рамки формата были одинаковыми. Условные графические изображения должны быть равномерно распределены в пределах схемы.

Для облегчения компоновки схемы на поле формата карандашом 2Т (2Н) наносят сетку с шагом 10 мм. Линии сетки должны иметь толщину 0,1...0,2 мм; сетку не стирают после вычерчивания схемы.

Выполнение схемы следует начинать с вычерчивания символов элементов (транзисторов, трансформаторов, резисторов и т.д.), которые располагают относительно сетки так, чтобы линии взаимосвязи совпали (в нужных пределах) с линиями сетки. Вопрос о равномерности расположения символов элементов решают путем подсчета количества линий взаимосвязи в вертикальном и горизонтальном направлениях. Расстояние между линиями взаимосвязи выбирают кратным шагу сетки. Подсчитав необходимое количество клеток, нетрудно расположить схему на формате. Условные графические обозначения (см. приложение 3) должны быть вычерчены в соответствии с рекомендациями настоящего пособия.

Расположение символов относительно линий сетки показано на рис. 7.

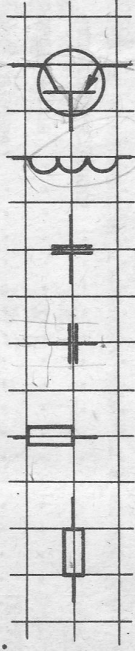


Рис. 7

Линию взаимосвязи от строки таблицы "Общий" (см. рис. 4) следует оканчивать символом "Корпус".

Работу выполняют в тонких линиях и предъявляют на первую подпись. После внесения исправлений и обводки работу предъявляют на вторую подпись.

Приложение I

БУКВЕННЫЕ КОДЫ ЭЛЕМЕНТОВ ПО ГОСТ 2.710-81
(СТ СЭВ 2181-80)

Устройство (общее обозначение)	A
Конденсаторы постоянной емкости (полярные и неполярные)	C
Конденсаторы переменной емкости (регулируемые)	C
Схемы интегральные, микросборки (общее обозначение)	D
Схема интегральная аналоговая	DA
Схема интегральная цифровая, логический элемент	DD
Катушки индуктивности, дроссели (общее обозначение)	L
Резисторы (регулируемые и нерегулируемые) (общее обозначение). R	R
Трансформаторы, автотрансформаторы (общее обозначение)	T
Трансформатор тока	TA
Трансформатор напряжения	TV
Приборы электровакуумные, приборы полупроводниковые (общее обозначение)	V
Диод, стабилитрон	VD
Прибор электровакуумный	VL
Транзистор	VT
Соединения контактные (общее обозначение)	X
Токосъемник, контакт скользящий	XA
Штепсель	XP
Гнездо	XS
Соединение разборное (штепсельный разъем)	XT

Приложение 2

ХАРАКТЕРИСТИКИ ЭЛЕМЕНТОВ И ОБОЗНАЧЕНИЯ
ДИРЕКТИВНЫХ ДОКУМЕНТОВ

РЕЗИСТОРЫ			
Тип	Номинальная мощность рассеяния	Точность	Документ
C-3-3	0,125 Вт	$\pm 10\%$	УБО.467.035 ТУ
C-2-12	0,125 Вт	$\pm 10\%$	УБО.467.036 ТУ

Пример записи в перечне элементов резистора С-3-3 с мощностью рассеяния 0,125 Вт, сопротивлением 5,6 Ом и разбросом параметров $\pm 10\%$:
"Резистор С-3-3 - 0,125 - 5,6 Ом $\pm 10\%$ УБО.467.035 ТУ".

КОНДЕНСАТОРЫ

Тип	Точность	Документ
КМК-2А	$\pm 10\%$	УБО.460.047 ТУ
КМК-3А	$\pm 20\%$	УБО.460.039 ТУ
К-53-2	$\pm 20\%$	УБО.464.026 ТУ
КОПМ	$\pm 20\%$	УБО.464.020 ТУ

Пример записи в перечне элементов конденсатора керамического типа КМК-2А с номинальной емкостью 200 пФ, с разбросом параметров $\pm 10\%$:
"Конденсатор КМК-2А - 200 $\pm 10\%$ УБО.460.047 ТУ".

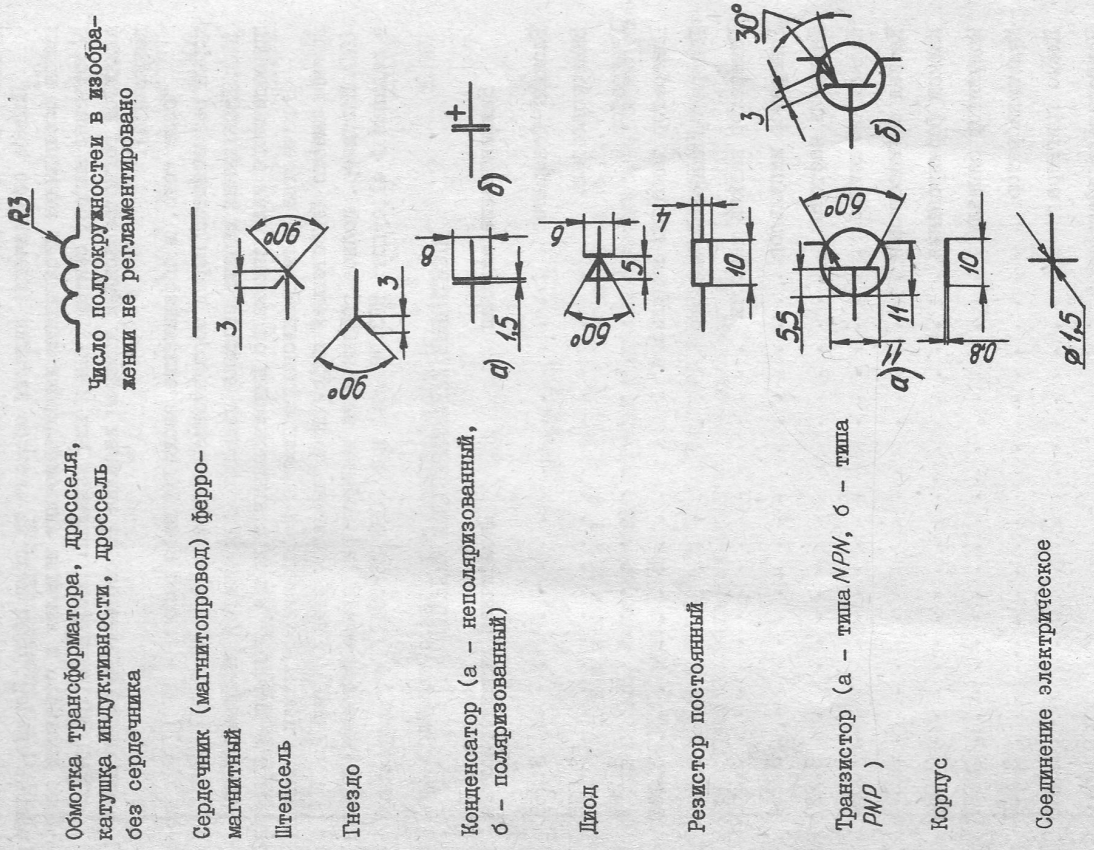
Пример записи в перечне элементов конденсатора оксидно-полупроводникового КОПМ с номинальной емкостью 6 мкФ, допустимым напряжением 15 В и разбросом параметров $\pm 20\%$:
"Конденсатор КОПМ - 15 - 6 $\pm 20\%$ УБО.464.020 ТУ".

ДИОДЫ

Тип	Документ	Тип	Документ
МД-1	ТТЗ.362.037 ВрТУ	МД-3	ТТЗ.362.039 ВрТУ
МД-2	ТТЗ.362.038 ВрТУ		

УСЛОВНЫЕ ГРАФИЧЕСКИЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ

Тип	Документ	Тип	Документ
М-2-3	ЖКО.005.009 ТУ	М-5-3	ЖКО.005.012 ТУ
М-3-3	ЖКО.005.010 ТУ	М-10	ЖКО.005.013 ТУ
М-4-4	ЖКО.005.011 ТУ	М-11	ЖКО.005.014 ТУ



Приложение 4

СОСТАВЛЕНИЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ ИЗДЕЛИЯ (ДОКУМЕНТА)

Полное обозначение изделия состоит из семи цифр. Первые четыре цифр составляют десятичную характеристику изделия и отражают соответственно класс, сектор, тип и вид изделия. Последние три цифры являются регистрационным номером изделия (и соответствующего ему документа).

Кроме того, в обозначение вводится цифр работы - 9Р (IOP), который размещается перед обозначением изделия (документа).

Десятичная характеристика изделия (документа) выбирается из приведенного ниже списка по наименованию изделия, данному в задании.

В качестве регистрационного номера используется номер задания, причем вместо недостающей цифр проставляется знак 0 (нуль).

Например, полное обозначение генератора, схема которого задана в задании № 41, будет: 9Р3.269.041 или IOP3.269.041.

ДЕСЯТИЧНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ИЗДЕЛИЙ

Наименование изделия	Десятичная характеристика
Блокнот-генератор	3.269
Видеоусилитель	2.035
Генератор	3.269
Генератор тактовых импульсов	3.264
Генератор высокой частоты	2.089
Генератор низкой частоты	3.265
Генератор импульсов	3.264
Делитель частоты	3.227
Каскад селектора	2.082
Каскад согласования	2.075
Каскад формирования	2.084
Модулятор сигнала	2.081
Мультивибратор	3.267
Щелоч триггера	2.079
Повторитель эмиттерный	2.084

Смеситель	3.307
Усилитель	2.039
Усилитель высокой частоты	2.030
Усилитель записи	2.039
Усилитель импульсов	2.034
Усилитель мощности	2.039
Усилитель напряжения	3.309
Усилитель низкой частоты	2.032
Усилитель полосовой	2.039
Усилитель широкополосный	3.309
Устройство спусковое	2.070
Фонтастрон	2.039
Цепь задержки с магнитным сердечником	2.067

ЛИТЕРАТУРА

1. К в а с н и ц к и й В.Н., Л е в и н т о в А.Г., Ю р и н О.Н. Электрические схемы в радиоэлектронике и приборостроении. - М.: Связь, 1971.
2. К у к ш к и н Л.А. Конспект лекций по инженерной графике для студентов радиотехнических специальностей. - М.: МАИ, 1982.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	3
1. Общие сведения о схемах	4
1.1. Принципы построения схем	4
1.2. Стандартная система правил выполнения схем	7
2. Правила построения и выполнения принципиальной электрической схемы	9
2.1. Общие сведения	9
2.2. Составные части изделия и их условные графические обозначения	9
2.3. Компоновка схемы и вычерчивание условных графических обозначений	11
2.4. Позиционные обозначения изображений составных частей изделия	12
2.5. Указание на схеме характеристик составных частей изделия. Перечень элементов	13
3. Указания к выполнению работ	16
3.1. Задаче	16
3.2. Форматы и основные надписи	16
3.3. Вычерчивание схем	17
Приложение 1. Буквенные коды элементов по ГОСТ 2.710-81	18
Приложение 2. Характеристики элементов и обозначения директивных документов	19
Приложение 3. Условные графические обозначения элементов	21
Приложение 4. Составление обозначения изделия (документа)	22
Литература	23