

Лекция 2. Составление и чтение схмотехнической документации изделий РЭС

2.1. Нормативная база, регламентирующая порядок оформления и подготовки схмотехнической документации на изделие РЭС

При оформлении комплекта РКД по составу схмотехнической документации радиоинженер обязан руководствоваться следующими межгосударственными стандартами:

ГОСТ 2.051-2006. Единая система конструкторской документации. Электронные документы. Общие положения.

ГОСТ 2.053-2006. Единая система конструкторской документации. Электронная структура изделия. Общие положения.

ГОСТ 2.104-2006. Единая система конструкторской документации. Основные надписи.

ГОСТ 2.701-2008. Единая система конструкторской документации. Схемы. Виды и типы. Общие требования к выполнению.

ГОСТ 2.702-2011. Единая система конструкторской документации. Правила выполнения схем.

ГОСТ 2.709-89. Единая система конструкторской документации. Обозначения условные проводов и контактных соединений электрических элементов, оборудования и участков цепей в электрических схемах.

ГОСТ 2.710-81. Единая система конструкторской документации. Обозначения буквенно-цифровые в электрических схемах.

ГОСТ 2.721-74. Единая система конструкторской документации. Обозначения условные графические в схемах. Обозначения общего применения.

ГОСТ 2.755-87. Единая система конструкторской документации. Обозначения условные графические в электрических схемах. Устройства коммутационные и контактные соединения.

ГОСТ 2.051-2013. Единая система конструкторской документации. Электронные документы. Общие положения

2.2. Классификация схем

В основе составления схемотехнической документации лежит принцип разделения изделия и его схемы на структурные единицы, между которыми устанавливают взаимно однозначное соответствие, что достигается применением адекватных условных графических обозначений или изображений и указанием на схеме характеристик функциональных частей изделия и процессов.

Согласно ГОСТ 2.701-2008 структурными единицами изделия могут быть:

элемент схемы – составная часть схемы, которая выполняет определенную функцию в изделии и не может быть разделена на части, имеющие самостоятельное назначение (резистор, трансформатор, насос, распределитель, муфта и т.п.);

устройство – совокупность элементов, представляющая единую конструкцию (блок, плата, шкаф, механизм, разделительная панель и т. п.), которая может и не иметь определенного функционального назначения;

функциональная группа – совокупность элементов, выполняющих в изделии определенную функцию и не объединенных в одну конструкцию;

функциональная часть – элемент, устройство, функциональная группа;

функциональная цепь – линия, канал, тракт определенного назначения (канал звука, видео канал, тракт СВЧ и т. п.);

установка – условное наименование объекта энергетических сооружений, на который выпускается схема, например, главные цепи;

линия взаимосвязи – отрезок линии, указывающий на наличие связи между функциональными участками изделий.

Каждую функциональную часть изделия характеризуют:

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

состав;

параметры 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.

Виды и типы схем. В соответствии с ГОСТ 2.701-84 все схемы в зависимости от видов элементов и связей, входящих в состав изделия, подразделяют на виды, представленные в табл. 1.

Таблица 2.1. Виды схем и их классификационная литера.

Вид схемы	Шифр вида	Вид схемы	Шифр вида
Электрическая	Э	Оптическая	Л
Гидравлическая	Г	Энергетическая	Р
Пневматическая	П	Газовая (кроме пневматической)	Х
Кинематическая	К	Деления	Е
Вакуумная	В	Комбинированная	С

В зависимости от основного назначения схемы подразделяют на типы, представленные в табл. 2.1.

Схемы структурные разрабатывают при проектировании изделий (установок), предшествующих разработке схем других типов, и пользуются ими для общего ознакомления с изделием (установкой).

Схемами функциональными пользуются для изменения принципов работы изделий (установок), а также при их наладке контроле и ремонте.

Схемы принципиальные применяют для изучения принципов работы изделий (установок), а также при их наладке контроле и ремонте. Они служат основанием для разработки других конструкторских документов, например, схем соединений (монтажных) и чертежей.

Схемами соединений (монтажными) пользуются при разработке других конструкторских документов, в первую очередь чертежей, определяющих прокладку и способы крепления проводов, жгутов, кабелей или трубопроводов в изделии (установке), а также для осуществления присоединений и при контроле, эксплуатации и ремонте изделий (установок).

Таблица 2.2. Типы схем и их классификационный номер.

Тип схемы	Шифр типа	Назначение схемы
Структурная	1	Определяет основные функциональные части изделия, их назначение и взаимосвязи
Функциональная	2	Разъясняет определенные процессы, протекающие в отдельных функциональных цепях изделия (установки) или в изделии (установки в целом)
Принципиальная (полная)	3	Определяет полный состав элементов и связей между ними и, как правило, дает детальное представление о принципах работы изделия (установки)
Соединений (монтажная)	4	Показывает соединения составных частей изделия (установки) и определяет провода, жгуты, кабели или трубопроводы, которыми осуществляются эти соединения, а также места их присоединения и ввода (разъемы, платы, зажимы и т. п.)
Подключения	5	Показывают внешнее подключение изделия
Общая	6	Определяет составные части комплекса и соединения их между собой на месте эксплуатации
Расположения	7	Определяет относительное расположение составных частей изделия (установки), а при необходимости также жгутов, проводов, кабелей, трубопроводов и т. п.
Объединенная	0	Объединяет на одном конструкторском документе схемы двух или нескольких типов, выпущенных на одно изделие (установку)

Схемы подключения используют при разработке других конструкторских документов, а также для осуществления подключений изделий и при их эксплуатации.

Схемы общие служат для ознакомления с комплексами, а также при их контроле и эксплуатации. Схему общую на сборочную единицу допускается разрабатывать при необходимости.

Схемами расположения пользуются при разработке других конструкторских документов, а также при эксплуатации и ремонте изделий (установок).

Обозначение схем. Каждой схеме присваивают шифр, состоящий из буквы, определяющей вид схемы, и цифры, обозначающей тип схемы. Например, схема электрическая принципиальная обозначается ЭЗ, схема электрическая соединений - Э4, схема электрическая функциональная - Э2, структурная - Э1.

Некоторые общие требования к выполнению схем. Комплект (номенклатура) схем на изделие (установку) должен быть минимальным, но содержать сведения в объеме, достаточном для проектирования, изготовления, эксплуатации и ремонта изделия (установки).

Форматы листов схем выбирают в соответствии с требованиями, установленными ГОСТ 2.301-68 и ГОСТ 2.004-79; при этом основные форматы являются предпочтительными. Выбранный формат должен обеспечить компактное выполнение схемы, не нарушая ее наглядности и удобства пользования ею.

Схемы выполняются без соблюдения масштаба, действительное пространственное расположение составных частей изделий (установки) не учитывают или учитывают приближенно.

Графические обозначения элементов (устройств, функциональных групп) и соединяющие их линии связи располагают на схеме таким образом, чтобы обеспечить наилучшее представление о структуре изделия и взаимодействии его составных частей.

Расстояние (просвет) между двумя соседними линиями графического обозначения, должно быть не менее 1,0 мм. Расстояние между соседними параллельными линиями связи должно быть не менее 3,0 мм. Расстояние между отдельными условными графическими обозначениями должно быть не менее 2,0 мм.

При выполнении схем применяют, как правило, условные графические обозначения, установленные стандартами ЕСКД, а также обозначения, построенные на их основе. При необходимости применяют нестандартные условные графические обозначения.

Условные графические обозначения элементов изображают в размерах, установленных в стандартах условных графических обозначений.

При необходимости все размеры графических обозначений допускается пропорционально изменять.

Графические обозначения на схемах выполняют линиями той же толщины, что и линия связи.

Условные графические обозначения элементов на схеме в положении, в котором они приведены в соответствующих стандартах, или повернутыми на угол, кратный 90° , если в соответствующих стандартах отсутствуют специальные указания. Допускается условные графические обозначения – поворачивать на угол, кратный 45° , или изображать зеркально повернутыми. В последнем случае не должен нарушаться смысл или удобочитаемость обозначения. Условные графические обозначения, содержащие цифровые или буквенно-цифровые обозначения, допускается поворачивать против часовой стрелки только на угол 90° или 45° .

Линии связи выполняют толщиной от 0,2 до 1,0 мм в зависимости от форматов схемы и размеров графических обозначений. Рекомендуемая толщина линий от 0,3 до 0,4 мм.

Линии связи должны состоять из горизонтальных и вертикальных отрезков и иметь наименьшее количество углов и взаимных пересечений. В отдельных случаях допускается применять наклонные отрезки линий связи, длину которых следует по возможности ограничивать.

Перечень элементов помещают на первом листе схемы или выполняют в виде самостоятельного документа.

На схемах допускается, помещать различную текстовую информацию (технические данные элементов и устройств, диаграммы, таблицы, необходимые технические указания и т. п.). Такая информация может быть расположена:

- рядом с графическими обозначениями;
- внутри графических обозначений;
- над линиями связи;
- в разрыве линий связи;
- рядом с концами линий связи;
- на свободном поле схемы (по возможности над основной надписью).

2.3. Выполнение принципиальных электрических схем

Схема электрическая принципиальная (ЭЗ) – конструкторский документ, на котором в виде условных графических изображений или обозначений показаны все электрические элементы или устройства, необходимые для осуществления и контроля в изделии заданных электрических процессов, все электрические связи между ними, а также электрические элементы (разъемы, зажимы и т. п.), которыми заканчиваются входные и выходные цепи.

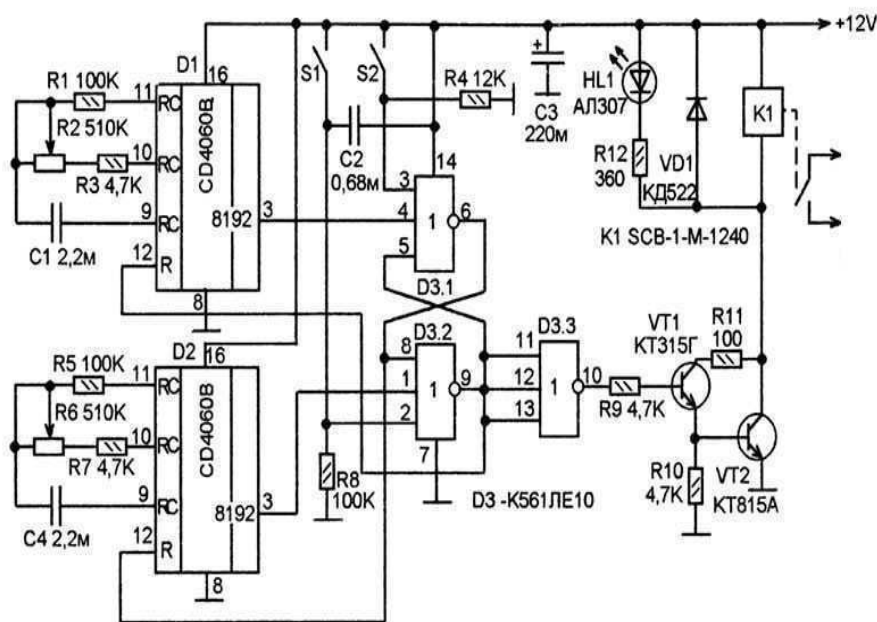
Принципиальная схема отражает полный состав частей изделия и все связи между ними, поэтому она дает детальное представление о принципе работы изделия. Принципиальная схема – самая важная среди всех типов схем. Являясь результатом теоретической и исследовательской разработки изделия, она служит заданием для его конструирования, а также используется при изготовлении изделия, его наладке, контроле и ремонте.

Выполнение принципиальной схемы. При выполнении электрических принципиальных схем следует, прежде всего, руководствоваться общими требованиями к выполнению схем, некоторые из них изложены выше. Здесь приводятся дополнительные правила и рекомендации для выполнения электрических принципиальных схем.

Принципиальные схемы выполняют для изделий, находящихся в отключенном положении. В технически обоснованных случаях допускается отдельные элементы схемы изображать в выбранном рабочем положении с указанием на поле схемы режима, для которого изображены эти элементы.

Элементы и устройства изображают на схемах совмещенным или разнесенным способом.

При совмещенном способе составные части элементов или устройств изображают на схеме в непосредственной близости друг к другу. На рис.2.1 изображен совмещенным способом электрический элемент «реле», включающий в себя катушку и контакты.



При разнесенном способе составные части элементов и устройств изображают на схеме в разных местах таким образом, чтобы отдельные цепи изделия были изображены наиболее наглядно (рис.2.2).

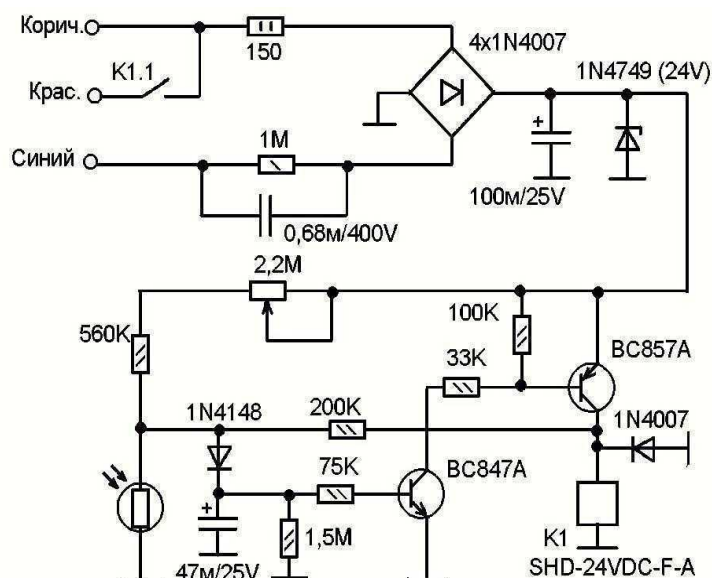


Рис.2.2.Разнесенный способ изображения электрических элементов

Разнесенным способом допускается изображать все и отдельные элементы или устройства.

Позиционные обозначения элементов. Каждый элемент или устройство, входящие в изделие и изображенные на схеме, должны иметь позиционное обозначение в соответствии с требованиями ГОСТ 2.710-81. Позиционные обозначения элементам (устройствам) следует присваивать в пределах изделия (установки).

Позиционное обозначение элемента (устройства) состоит из одной или двух букв, присвоенных группе элементов (устройств) изделия, и порядкового номера, присваиваемого каждому элементу (устройству) в пределах группы, например С1, С2 и т.д.; КМ1, КМ2 и т. д., начиная с единицы.

Буквенные коды элементов устанавливает ГОСТ 2.710-81. Коды некоторых элементов приведены в приложении А.

Порядковые номера элементов присваивают в соответствии с последовательностью их расположения на схеме сверху вниз в направлении слева направо (рис.2.3). 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 группе, для его обозначения используют только первую (обязательную) букву кода, присвоенного данной группе элементов.

Позиционные обозначения проставляют на схеме рядом с условными графическими обозначениями элементов (устройств) с правой стороны или над ними.

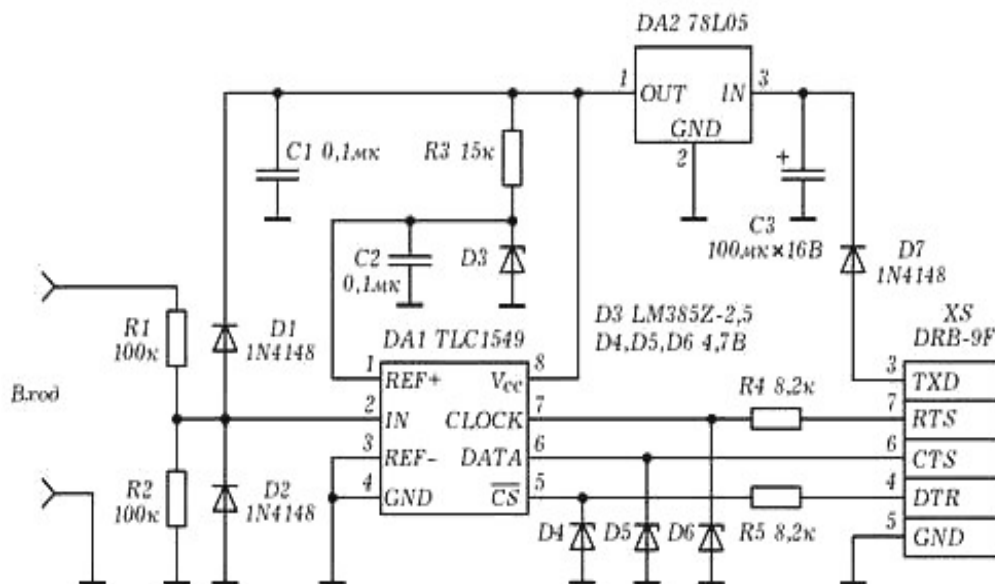


Рис.2.3. Фрагмент электрической принципиальной схемы

Нельзя отделять позиционное обозначение от условного графического обозначения элемента линиями взаимосвязи.

Характеристики элементов схемы. В некоторых случаях (например, в принципиальных схемах на полупроводниковую интегральную микросхему) около условных графических и позиционных обозначений указывают номиналы резисторов и конденсаторов. При этом допускается применять упрощенный способ обозначения единиц измерений (рис. 2.4):

для резисторов

от 0 до 999 Ом – без указания единиц измерения (3,6; 10; 180 и т.д.);

от $1 \cdot 10^3$ до $999 \cdot 10^3$ Ом в килоомах с обозначением единицы измерения строчной буквой к (12к; 180к и т.д.)

от $1 \cdot 10^6$ до $999 \cdot 10^6$ Ом в мегаомах с обозначением единицы измерения прописной буквой М (2,7М; 100М и т.д.);

свыше $1 \cdot 10^9$ Ом – в гигаомах с обозначением единицы измерения прописной буквой Г (1Г; 2,7Г и т.д.);

для конденсаторов

от 0 до $9999 \cdot 10^{-12}$ Ф – в пикофарадах без указания единиц измерения;

от $1 \cdot 10^{-8}$ до $9999 \cdot 10^{-6}$ Ф – в микрофарадах без указания единиц измерения. При этом емкость записывают либо в виде десятичной дроби (0,05; 0,15; 0,5 и т.д.), либо в виде целого числа с нулем через запятую (1,0; 10,0; 500,0 и т.д.).

Если в числе, обозначающем емкость, есть запятая - значит это микрофарады, если запятой нет - то это пикофарады.

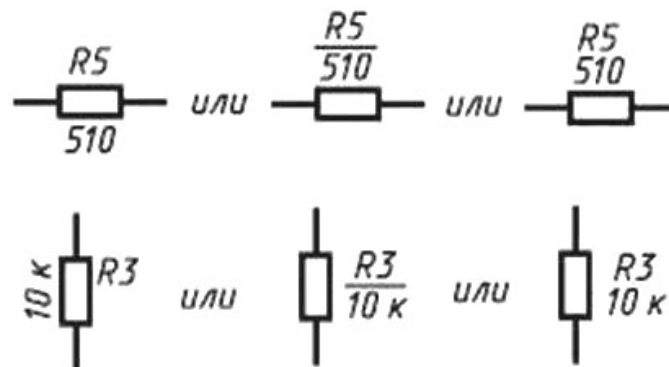


Рис. 2.4. Упрощенный способ обозначения единиц измерений около условных графических обозначений

Важным параметром резистора является номинальная рассеиваемая мощность, т.е. мощность, которая рассеивается на резисторе длительное время без вреда для его работоспособности. Номинальную рассеиваемую мощность указывают на схемах условными знаками внутри символа резистора. Например, мощность 62 мВт обозначают тремя наклонными чертами; 0,125 Вт – двумя; 0,25 Вт – одной; 0,5 Вт – чертой, параллельной большим сторонам прямоугольника; а мощности 1, 2,5 Вт и более – соответствующими римскими цифрами (рис.2.5).



Рис.2.5. Условное обозначение мощности рассеивания резисторов

Для электролитических и оксидно-полупроводниковых конденсаторов, кроме номинального значения емкости, указывают также допустимое напряжение в вольтах (рис. 3). Значение напряжения проставляется после значения емкости через знак «х» (умножения) с указанием единицы измерения, например 10,0х6В – конденсатор емкостью 10 микрофарад с допустимым напряжением 6 вольт.

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

Таблица входных (выходных) данных. Характеристики входных и выходных цепей изделия (частоту, напряжение, силу тока и др.) рекомендуется записывать в таблицы, помещаемые взамен условных графических обозначений входных и выходных элементов – разъемов, плат и т.д. На рис.2.6 а приведены размеры таблицы ВХОДНЫХ (выходных) данных и пример заполнения. В графе «Конт» указываются номера контактов разъема, в графе «Цепь» записываются характеристики электрических цепей изделий. Для удобства изображения схемы таблицу можно выполнять зеркально повернутой, как это показано на рис.2.6 б.

Каждой таблице присваивают позиционное обозначение элемента, взамен условного графического обозначения которого она помещена.

Над таблицей допускается указывать условное графическое обозначение контакта – гнезда или штыря.

Условности и упрощения выполнения схем. При наличии в изделии нескольких одинаковых (по наименованию типу и номиналу) элементов, соединенных параллельно, рекомендуется вместо изображения всех элементов параллельного соединения (рис.2.7 а) изображать только одну ветвь, указав количество ветвей при помощи обозначения ответвления (рис.2.7 б, в). Около графических обозначений элементов, изображенных условно в одной ветви, проставляют их позиционные обозначения, при этом должны быть учтены все элементы, входящие в это параллельное соединение.

При наличии в изделии трех и более одинаковых (по наименованию, типу и номиналу) элементов, соединенных последовательно, рекомендуется вместо изображения всех последовательно соединенных элементов (рис.2.8а) изображать

Diagram illustrating the layout of a 10x10 grid. The grid is divided into four quadrants. The top-left quadrant is labeled **15** and **40** with arrows indicating dimensions. The top-right quadrant is labeled **Цепь** (Chain) and **Конт** (Counter). The bottom-left quadrant is labeled **Конт** (Counter) and **Цепь** (Chain). The bottom-right quadrant is labeled **8** and **10** with arrows indicating dimensions. The grid is labeled **a** at the bottom.

Figure 1 consists of two schematic diagrams. Diagram (a) shows a vertical stack of five parallel channels. Each channel contains a rectangular resistor symbol. The resistors are labeled $R1$, $R2$, $R3$, $R4$, and $R5$ from top to bottom. Diagram (b) shows a single channel with a rectangular resistor symbol. The resistor is labeled $R1...R4$. There are four dimension lines with arrows: a horizontal line labeled '4' above the resistor, a vertical line labeled '5' to the right of the resistor, another vertical line labeled '5' below the resistor, and a horizontal line labeled '30' below the resistor.

Над штриховой линией при этом указывают общее количество одинаковых элементов. Например, пять одинаковых резисторов, соединенных последовательно, изобразятся так, как показано на рис.2.8 б.

39

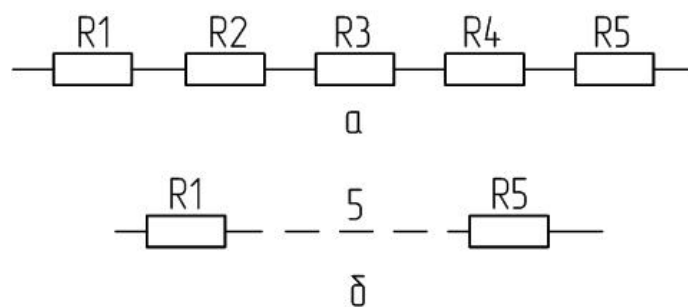


Рис.2.8. Изображение нескольких одинаковых элементов, соединенных последовательно: а – действительное, б – условное

Продолжение перечня элементов помещают слева от основной надписи, повторяя головку таблицы.

При выпуске перечня элементов в виде самостоятельного документа его шифр должен состоять из буквы П (перечень) и шифра схемы к которой выпускают перечень. Например, шифр перечня элементов к электрической принципиальной схеме будет ПЭЗ. Перечень элементов в этом случае выполняют на формате А4 с основной надписью по ГОСТ 2.104-68 (форма 2 и 2а).



Рис.2.9. Форма таблицы перечня элементов

В графах перечня указывают следующие данные:

в графе «Поз. обозначение» – позиционное обозначение элемента, устройства или обозначение функциональной группы;

в графе «Наименование» – наименование элемента (устройства) в соответствии с документом, на основании которого этот элемент (устройство) применен, и обозначение этого документа (основной конструкторский документ, государственный стандарт, технические условия), например, резистор МЛТ-0,5-300 кОм $\pm 5\%$ ГОСТ 7113-76;

в графе «Примечание» – технические данные, не содержащиеся в его наименовании (при необходимости).

Перечень элементов заполняется сверху вниз группами в алфавитном порядке буквенных позиционных обозначений. Если на схеме применяют позиционные обозначения, составленные из букв латинского и русского алфавитов, то в перечень вначале записывают элементы с позиционными

обозначениями, составленными из букв латинского алфавита, а затем из русского алфавита.

В пределах каждой группы, имеющей одинаковые позиционные обозначения, элементы располагают по возрастанию порядковых номеров.

Элементы одного типа, имеющие одинаковые электрические параметры, записывают в перечень одной строкой, если они имеют последовательные порядковые номера. Если таких элементов два, то в графу «Поз. обозначение» записывают позиционные обозначения этих элементов. Если таких элементов больше двух, то записывают только позиционные обозначения с наименьшим и наибольшим порядковыми номерами, разделяя их многоточием, например Р 1, Р 2; С1...С5. В графе «Кол.» указывают при этом общее количество элементов.

Если в группу входит несколько элементов с одинаковым наименованием, то его не записывают на каждой строке, а выносят в виде заголовка. Заголовок записывают в графу «Наименование» и подчеркивают. Между заголовком и началом перечисления оставляют одну свободную строку, между группами элементов – одну-две строки (рис.2.10).

Поз. обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
	<u>Резисторы ОМЛТ ГОСТ 7113-76</u>		
R1	МЛТ-0,5-300 кОм $\pm 5\%$ ГОСТ 7113-76	1	
R2	ICП-I-A 560Ом $\pm 5\%$ -ОС-312 ГОСТ 5574-73	1	
R3	ПЭВ-10-3 кОм $\pm 10\%$ ГОСТ 6513-66	1	

Рис.2.10.Пример оформления группы элементов в перечне элементов

В заголовок может быть внесено обозначение документа, если на его основании применены все перечисляемые элементы (рис.2.11). Пример заполнения перечня элементов показан на рис.2.12.

Поз. обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
	<u>Резисторы ОМЛТ ГОСТ 7113-76</u>		
R4	ОМЛТ-0,5-200 Ом $\pm 10\%$	1	
R5...R8	ОМЛТ-2-630 Ом $\pm 5\%$	4	
R9,R10	ОМЛТ-0,5-910 кОм $\pm 10\%$	2	

Рис.2.11. Пример оформления заголовка группы элементов

Поз. обозна- чение	Наименование	Кол.	Примечание
L1	Катушка индуктивности		
	АБВГ. XXXXXX. XXX	1	
	<u>Резисторы</u>		
R1	МЛТ-0,5-300 кОм $\pm 5\%$ ГОСТ 7113-76	1	
R2	ИСП-I-A 560Ом $\pm 5\%$ -ОС-312 ГОСТ 5574-73	1	
R3	ПЭВ-10-3 кОм $\pm 10\%$ ГОСТ 6513-66	1	
	Резисторы МЛТ ГОСТ 7113-66		
R4	МЛТ-0,5150 кОм $\pm 10\%$	1	
R5, R6	МЛТ-0,5100 кОм $\pm 10\%$	2	
R7...R10	МЛТ-0,25-200 кОм $\pm 10\%$	4	
Ф1	Фильтр АБВГ. XXXXXX. XXX		

Рис.2.12. Фрагмент перечня элементов

Буквенные кодировки ЭКБ и составных частей схем электрических принципиальных приведены в таблице 2.3.

Условные графические обозначения оновной ЭКБ приведены в таблице 2.4.

Примеры оформления электрических схем приведены в приложении.

Таблица 2.3. Буквенные коды, определяющие вид электрических элементов в соответствии с ГОСТ 2.710–81

Первая буква кода	Группа видов элементов	Примеры электрических приборов	Двухбуквенный код
1	2	3	4
A	Устройства (общие обозначение)	Усилители, приборы телеуправления, лазеры, мазеры. Устройство АПВ	AKS
B	Преобразователи неэлектрических величин в электрические (кроме генераторов и источников питания) или наоборот, аналоговые или многоразрядные преобразователи или датчики для указания или измерители	Громкоговоритель Магнитострикционный элемент Детектор ионизирующих излучений Сельсин-приёмник Телефон (капсюль) Сельсин-датчик Тепловой датчик Фотоэлемент Микрофон Датчик давления Пьезоэлемент Датчик частоты вращения (тахогенератор) Звукосниматель Датчик скорости	BA BB BD BE BF BC BR BL BV BP BQ BR BS BV
C	Конденсаторы	Силовая батарея конденсаторов	CB
D	Схемы интегральные, микросборки	Схема интегральная аналоговая Схема интегральная цифровая, логический элемент Устройство хранения информации Устройство задержки	DA DD DS DT
E	Элементы разные (осветительные устройства, нагревательные элементы)	Нагревательные элемент Лампы осветительные Т	EK EL

Продолжение табл.2.3.

1	2	3	4
F	Разрядники, предохранители, устройства защит- ные	Дискретный элемент защиты по току мгновенного действия Дискретный элемент защиты по току инерционного дей- ствия Предохранитель плавкий Дискретный элемент защиты по напряжению, разрядник	FA FP FU FV
G	Генераторы, источ- ники питания, квар- цевые осцилляторы	Генератор, аккумулятор бата- реи Батарея Синхронный компенсатор	G GB GC
H	Устройства индика- ционные и сигналь- ные	Прибор звуковой сигнализа- ции Индикатор символный Прибор световой сигнализа- ции Лампа сигнальная с белой линзой Лампа сигнальная с зелёной линзой Лампа сигнальная с красной линзой	HA HG HL HLW HLG HLR
K	Реле, контакторы, пускатели	Реле токовое Реле указательное Реле электротепловое Реле напряжения Контактор, магнитный пуска- тель Реле частоты Реле времени Реле промежуточное	KA KH KK KV KM KF KT KL
L	Катушка индуктив- ности, дроссели	Дроссели люминесцентного освещения	LL
		Реакторы	LR
		Реактор секционный	LRK
M	Двигатели постоян- ного и переменного тока		

1	2	3	4
P	Приборы, измерительное оборудование (сочетание PE применять не допускается)	Амперметр Счётчик импульсов Частотометр Счётчик активной энергии Счётчик реактивной энергии Омметр Регистрирующий прибор Часы, измеритель времени действия Вольтметр Ваттметр	PA PC PF PI PK PR PS PT PV PW
Q	Выключатели и разъединители в силовых цепях (энергоснабжение, питание оборудования и т.д.)	Выключатель в силовых цепях Выключатель автоматический Выключатель нагрузки Выключатель секционный Выключатель шиносоединительный Разъединитель Короткозамыкатель Отделитель Рубильник Разъединитель заземляющий	Q QF QW QK QA QS QN QR QS QSG
R	Резисторы	Терморезистор Потенциометр Шунт измерительный Варистор	RK RP RS RU
S	Устройства коммутационные в целях управления, сигнализации и измерительные (обозначение SF применяют для аппаратов, не имеющих контактов силовых цепей)	Выключатель или переключатель Выключатель кнопочный Выключатель автоматический Выключатели, срабатывающие от различных воздействий: уровня давления положения (путевой) частоты вращения температуры	SA SB SF SL SP SQ SR SK

Продолжение табл.2.3.

1	2	3	4
T	Трансформаторы, автотрансформато- ры	Трансформатор тока Электромагнитный стабилиза- тор Трансформатор напряжения	TA TS TV
U	Устройства связи Преобразователи электрических ве- личин	Модулятор Демодулятор Преобразователь частотный. Выпрямитель UF UD	UB UR
V	Приборы электрова- куумные и полупро- водниковые	Диод, стабилитрон Прибор электровакуумный Транзистор Тиристор	VD VL VT VS
W	Линия и элементы СВЧ	Линия электропередачи	W
		Ответвитель	WE
		Короткозамыкатель	WK
		Вентиль	WS
	Антенны	Трансформатор, фазовраща- тель	WT
		Аттенюатор	WU
		Антенна	WA
X	Соединения кон- тактные	Токосъёмник, контакт сколь- зящий	XA
		Штырь	XP
		Гнездо	XS
		Соединение разборное	XT
		Соединитель высокочастот- ный	XW
Y	Устройства механи- ческие с электро- магнитным приво- дом	Электромагнит включения	YAC
		Электромагнит отключения	YAT
		Муфта с электромагнитным приводом	YC
		Электромагнитный патрон или плита	YN
Z	Устройства конеч- ные, фильтры, огра- нечители	Ограничитель	ZL
		Фильтр кварцевый	ZQ

Таблица 2.4. Условные графические обозначения ЭКБ.

<p>Резистор постоянный</p>	<p>Резистор постоянный</p>	<p>Резистор переменный</p>	<p>Резистор переменный сдвоенный</p>	<p>Резистор переменный с замыкающим контактом</p>	<p>Резистор подстроечный</p>
<p>Резисторы нелинейные: термистор и варистор</p>	<p>Конденсатор постоянной емкости</p>	<p>Конденсаторы оксидные полярный и неполярный</p>	<p>Конденсатор подстроечный</p>	<p>Конденсатор переменной емкости (КТЕ)</p>	<p>Сдвоенный блок КПЕ</p>
<p>Конденсаторы проходной и опорный</p>	<p>Катушка индуктивности, дроссель (L3 – с отводами)</p>	<p>Катушка, дроссель с магнитопроводом (L7 – с медным)</p>	<p>Трансформатор с тремя обмотками и электроста- тическим экраном</p>	<p>Диод, диодный мост</p>	<p>Стабилизатор (VD8 – двуханодный)</p>
<p>Диод Шоттки (VD9), ограничительный (VD10), варикап (VD11)</p>	<p>Варикапная матрица</p>	<p>Динистор (VS1), трингистор (VS2, VS3), симистор (VS4)</p>	<p>Транзистор p-n-p</p>	<p>Транзистор n-p-n</p>	<p>Транзистор однопереходный</p>
<p>Транзистор полевой с p-каналом</p>	<p>Транзистор полевой с изолированным затвором и p-каналом</p>	<p>Транзистор полевой с двумя изолированными затворами и n-каналом</p>	<p>Фоторезистор</p>	<p>Фото- и светодиод</p>	<p>Фототранзистор</p>
<p>Оптрон резисторный</p>	<p>Оптрон диодный</p>	<p>Оптрон тиристорный</p>	<p>Оптрон транзисторный</p>	<p>Триод</p>	<p>Двойной триод</p>
<p>Пентод</p>	<p>Контакт замыкающий (выключатель)</p>	<p>Контакт размыкающий</p>	<p>Контакт переключающий</p>	<p>Геркон</p>	<p>Переключатель 2П3Н</p>
<p>Переключатель 6П1Н</p>	<p>Переключатель 3П2Н (среднее положение – нейтральное)</p>	<p>Выключатель и переключатель кнопочные (с самовозвратом)</p>	<p>Выключатель и переключатель кнопочные с возвра- том в исх. положение повторным нажатием</p>	<p>Штырь и гнездо разъе- много соединителя (XW1 – XW4 – коаксиального)</p>	<p>Вилка и розетка разъемного соединителя</p>

