

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ»

Доц., к.т.н.

Гулевитский А.Ю.

« Конструирование приборов и систем ».

Методические указания к курсовому проектированию

ЧАСТЬ 1

Санкт-Петербург 2017

ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ И СОДЕРЖАНИЕ ЗАДАНИЙ

В соответствии с Государственным образовательным стандартом для ряда технических специальностей выполнение принципиальных схем электротехнических устройств, кинематических схем робототехнических устройств, предусматривается на различных этапах обучения. Ознакомление студентов с основными требованиями, предъявляемыми к выполнению схем, правилами их построения, условными графическими обозначениями элементов схем и другими сведениями, приводимыми в Государственных стандартах седьмой группы Единой системы конструкторской документации (ЕСКД) - (ГОСТ 3.701-84 - ГОСТ 2.797-81) представляется актуальным при выполнении курсового проекта.

В первой части методических указаний рассмотрены общие правила построения схем и правила выполнения принципиальных схем аналоговых электрических и радиотехнических устройств, схем цифровой вычислительной техники, кинематических схем. Приводятся условные графические обозначения наиболее часто встречающихся элементов перечисленных устройств.

При выполнении задания студенты в соответствии с вариантом задания вычерчивают на формате А3 (420x297 мм) схему электрическую принципиальную или кинематическую схему, характерную для их специальности и составляют к ней перечень элементов.

В качестве задания студенту предлагается электрическая либо кинематическая схема из 15-20 элементов, выполненная в форме слепыша: все элементы заданы в виде прямоугольников, соединенных линиями связи. По буквенному обозначению элемента и его наименованию необходимо определить его графическое начертание (по таблицам УГО) и изобразить этот элемент в соответствующем месте принципиальной схемы, правильно выполнив необходимые соединения. Во второй части методических указаний рассмотрены общие правила конструирования и монтажа радиоаппаратуры на базе выполнения задания в двух вариантах: схемы монтажной электрической или печатной платы. Методическая разработка содержит информацию по выполнению печатного монтажа, включающего в себя следующие пункты работы: построение компоновочной модели, разработка печатной платы. В указаниях изложены основы конструирования печатных плат и правила их оформления в соответствии с ГОСТ 2.417-78 «Правила выполнения чертежей печатных плат». Указания содержат рекомендации по оформлению монтажной схемы устройства с учетом ГОСТ 2.413-72. Правила выполнения конструкторской документации изделий, изготавливаемых с применением электрического монтажа •. В методических указаниях к представлены геометрические размеры наиболее часто встречающихся радиотехнических элементов. Задание выполняется в виде

одного из двух вариантов: схема монтажная электрическая или печатная плата. В соответствии с полученным вариантом задания схемы электрической принципиальной студенты вычерчивают на формате А3 (297 x 420 мм) чертеж схемы монтажной электрической.

В качестве задания студенту предлагается принципиальная электрическая схема устройства из 15-20 элементов. По буквенному обозначению элемента и его наименованию необходимо определить его геометрические размеры. Рассчитываются компоновочные размеры, строится компоновочная модель (выводы элементов располагаются в узлах координатной сетки с шагом 2,5 мм), разрабатывается топология печатных проводников, соединяющих элементы в соответствии с принципиальной схемой. На чертеже проставляются необходимые размеры.

Все типы схем могут быть выполнены вручную либо с помощью трафаретов. При автоматизированном выполнении чертежей возможно использование любого графического редактора, обеспечивающего построение схем, соответствующих требованиям ЕСКД. Наиболее распространенными из них являются КОМПАС и АСАД.

1.1. Содержание и оформление курсовой работы

Работа (схема и перечень элементов) выполняется на формате А3 (297x420 мм) по эскизу индивидуального варианта. Основная надпись оформляется в соответствии с ГОСТ 2.104-2006 (форма I).

В графе основной надписи «Наименование изделия» записывается полное наименование узла, схема которого изображается, при этом, в соответствии с требованиями ГОСТ 2.109-73, наименование записывается в именительном падеже в единственном числе. В наименованиях, состоящих из нескольких слов, должен быть прямой порядок слов (существительное на первом месте). Ниже наименования пишется фраза: Схема электрическая принципиальная. Точки после обеих фраз не ставятся. Графы «Обозначение материала», «Масса» и «Масштаб» не заполняются.

1.2. Виды схем и их назначение

Схема – это конструкторский документ, на котором с помощью условных графических обозначений (УГО) с определенной степенью подробности раскрывается состав, внутренние связи и взаимодействие отдельных узлов, блоков и элементов изделия. Схемы с разной степенью подробности и детализации входят в состав конструкторской документации всех стадий проектирования. Схемы значительно упрощают изображение изделия и облегчают изучение его устройства в случаях, когда нет необходимости в изображении конструкции деталей изделия.

В соответствии с ГОСТ 2.701-2008 схемы делятся по видам и типам с присвоением им соответствующего кода (табл.1.1). Код состоит из символов вида и типа: так, схема электрическая структурная имеет код Э1, электрическая принципиальная – Э3. Код схемы записывают в основной надписи в конце обозначения документа, подобно, например, коду сборочного чертежа – СБ. Перед и после кода точка не ставится.

Виды схем	Обозначения	Типы схем	Обозначения
Электрические	Э	Структурные	1
Гидравлические	Г	Функциональные	2
Пневматические	П	Принципиальные (полные)	3
Газовые	Х		
Кинематические	К	Соединений (монтажные)	4
Вакуумные	В		
Оптические	Л	Подключения	5
Энергетические	Р	Общие	6
Деления	Е	Расположения	7
Комбинированные	С	Объединения	0

Допускается разрабатывать совмещенные типы схем. Например, в структурной или функциональной схеме отдельный фрагмент может быть выполнен в виде полной принципиальной схемы. Если указанных типов схем недостаточно для разработки, проектирования и эксплуатации изделия, то изготавливают дополнительные виды и типы, с присвоением им кода отраслевых стандартов. Допускается выполнение схем на нескольких листах, изображая на каждом листе определенную функциональную группу.

ГОСТ 2.701-2008 дает следующие определения схем:

1) **схема структурная** – определяет основные функциональные части изделия, их назначение и взаимосвязи;

2) **схема функциональная** – разъясняет определенные процессы, протекающие в отдельных функциональных цепях изделия (установки) или в изделиях (установках) в целом;

3) **схема принципиальная (полная)** – определяет полный состав элементов и связей между ними и, как правило, дает представление о принципах работы изделия (установки);

4) **схема соединения** – показывает соединения составных частей изделия (установки) и определяет провода, жгуты, кабели или трубопроводы, которыми осуществляются эти соединения, а также места их присоединений и ввода (разъемы, платы, зажимы и т.д.);

5) **схема подключения** – показывает внешние подключения изделия (установки);

6) **схема общая** – определяет составные части комплекса и соединения их между собой на месте эксплуатации;

7) **схема расположения** – определяет относительное расположение составных частей изделия (установки), а при необходимости жгутов, проводов, кабелей и т.п.;

8) **схема объединения** – на одном конструкторском документе выполняют схемы двух или более типов, выпущенных на одно изделие (установку).

Схемы выполняются без соблюдения масштаба, компактно, но без ущерба для ясности и удобства их чтения. Для того чтобы реле было отличимо от сопротивления, конденсатор от источника питания используют условные графические обозначения, размеры которых на принципиальных схемах необходимо соблюдать. На структурных и функциональных схемах отдельные блоки и узлы изображают в виде прямоугольников. Наименование блоков вписывают в эти прямоугольники, если их полные названия не вмещаются, то в прямоугольниках проставляют цифры, а на свободном месте чертежа, как правило, справа и внизу, где обычно помещают указания, дают расшифровку цифровых обозначений. На структурных и функциональных схемах допускается вместо прямоугольников изображать другие обозначения в виде трапеций или контуров, близких к геометрической форме изделия, в том числе в виде аксонометрических проекций, внося при этом соответствующие пояснения.

1.3. Правила выполнения принципиальных схем

Полный перечень всех УГО электрических, радиоэлектронных, вычислительных, принципиальных схем составляет большой объем. Они установлены государственными стандартами от ГОСТ 2.701-2008 до 2.766-88 и привести их в полном объеме в данной работе нет возможности, поэтому здесь приводятся УГО, необходимые для выполнения всех вариантов заданий по принципиальным электрическим схемам.

В соответствии с ГОСТ 2.702-2011 на электрической принципиальной схеме изображают все электрические элементы и устройства, необходимые для осуществления и контроля в изделии заданных электрических процессов. Изображаются также все электрические связи между элементами и электрические элементы, которыми заканчиваются входные и выходные цепи.

Схемы выполняют для изделий, находящихся в отключенном положении. Элементы на схемах следует изображать в следующих положениях:

- *выключатели* – в выключенном положении;
- *переключатели* – в выключенном положении или в положении, наиболее характерном для работы;
- *реле, контакторы, электромагниты* – в положении при отсутствии напряжения;
- *контактные приспособления* – в нейтральном положении;
- *ограничители* – в положении, соответствующем нормальной работе устройств;
- *контакты*, замыкаемые или размыкаемые механически – в положении при отсутствии механических воздействий;
- *реостаты и потенциометры* – в наиболее характерных положениях при нормальных условиях работы устройств.

Если элементы изображаются в положениях, отличающихся от указанных выше, то на схеме об этом должны быть сделаны соответствующие указания.

Элементы и устройства изображают на схемах совмещенным или разнесенным способом. При совмещенном способе составные части элементов или устройств изображают в непосредственной близости друг к другу. При разнесенном способе составные части элементов и устройств или отдельные элементы устройств изображают на схеме в разных местах таким образом, чтобы отдельные цепи изделия были изображены наиболее наглядно.

При выполнении схем рекомендуется строчный способ. При этом условные графические обозначения элементов или их составных частей, входящих в одну цепь, изображают последовательно друг за другом по прямой, а отдельные цепи – рядом, образуя параллельные строки или столбцы.

1.4. Обозначение элементов на схемах

Каждый элемент или устройство, входящие в изделие и условно изображенные на схеме, должны иметь позиционное обозначение в соответствии с требованиями ГОСТ 2.710-81. Позиционное обозначение представляет собой буквенно-цифровое обозначение, предназначенное для однозначной записи в сокращенной форме сведений об элементах и устройствах, для ссылок на соответствующие части объектов в текстовых документах, для нанесения непосредственно на объекты, если это предусмотрено в их конструкции.

Для построения обозначения применяются буквы латинского алфавита (прописные), арабские цифры, а также квалифицирующие символы. Позиционное обозначение в общем случае состоит из трёх частей, указывающих вид элемента, его номер и функцию. Вид и номер являются обязательной частью условного буквенно-цифрового обозначения и должны быть присвоены всем элементам схемы. Указание функции элемента не служит для идентификации элемента и не является обязательным.

Позиционные обозначения элементам следует присваивать в пределах изделия (установки). Буквенные коды позиционных обозначений элементов схем приведены в табл. 1.2.

Буква кода (обязательная)	Группа элементов вида
<i>C</i>	Конденсаторы
<i>D</i>	Схемы интегральные, микросборки (схемы интегральные аналоговые и цифровые, логические элементы, устройства памяти, устройства задержки)
<i>E</i>	Элементы разные (осветительные устройства, контакты и т.п.)
<i>H</i>	Устройства индикационные и

	сигнальные
<i>L</i>	Катушки индуктивности, дроссели
<i>R</i>	Резисторы (постоянные, переменные, подстроечные, потенциометры)
<i>T</i>	Трансформаторы, автотрансформаторы, стабилизаторы
<i>V</i>	Приборы электровакуумные, полупроводниковые (электронные лампы, диоды, транзисторы, тиристоры, стабилитроны)

Порядковые номера элементам следует присваивать, начиная с единицы, в пределах группы элементов с одним буквенным кодом, например: *R1*, *R2*, *R3* и т.д., *C1*, *C2*, *C3* и т.д. Порядковые номера должны быть присвоены в соответствии с последовательностью расположения элементов на схеме сверху вниз в направлении слева направо. При внесении изменений в схему последовательность присвоения порядковых номеров может быть нарушена. Буквенный код и порядковый номер позиционного обозначения пишется одним шрифтом.

Позиционное обозначение проставляют на схеме рядом с условным графическим обозначением элементов с правой стороны или над ним (рис. 1.1). Помимо позиционного обозначения допускается указывать для элементов их номинальные значения, а также другие справочные данные.

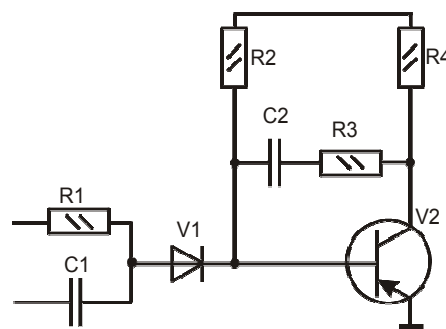


Рис. 1.1

При указании номиналов резисторов и конденсаторов допускается применять упрощенный способ обозначения единиц измерений:

для резисторов:

- от 0 до 999 Ом – без указания единиц измерения;
- от 1×10^3 до 999×10^3 Ом – в килоомах; обозначение единицы измерения строчной буквой «к»;
- от 1×10^6 до 999×10^6 Ом – в мегаомах; обозначение единицы измерения прописной буквой «М»;

- свыше 1×10^9 Ом – в гигаомах; обозначение единицы измерения прописной буквой «Г»;

для 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; обозначение единицы измерения строчными буквами «мк».

1.5. Составление перечня элементов

На принципиальной схеме должны быть однозначно определены все элементы, входящие в состав изделия и изображенные на схеме. Данные об элементах должны быть записаны в перечень элементов, при этом связь перечня с условными графическими обозначениями элементов должна осуществляться через позиционные обозначения.

Перечень элементов помещают на первом листе схемы или выполняют в виде самостоятельного документа. Перечень элементов оформляют в виде таблицы (рис. 1.2). Если перечень элементов помещают на первом листе схемы, то его располагают, как правило, над основной надписью. Расстояние между перечнем элементов и основной надписью должно быть не менее 12 мм. Продолжение перечня элементов помещают слева от основной надписи, повторяя головку таблицы.

Поз. обозначение	НАИМЕНОВАНИЕ	Кол.	Примечание
	<u>Резисторы</u>		
R1	МЛТ-0,5-300 кОм ±5% ГОСТ 7113-66	1	
R2	СП-3-А-5600 Ом ±10%-ОС-3-12 ГОСТ 5574-73	1	
R3	ПЭВ-10-3 кОм ±5% ГОСТ 6513-66	1	

Рис.1.2

В графах перечня указывают следующие данные:

- в графе «Поз.обозначение» – позиционное обозначение элемента, устройства или обозначение функциональной группы;
- в графе «Наименование» – наименование элемента в соответствии с документом, на основании которого этот элемент применен, и обозначение этого документа (основной конструкторский документ, государственный стандарт, технические условия). При необходимости указания технических данных, не содержащихся в его наименовании, эти данные рекомендуется указывать в графе «Примечание». Если в изделии имеются элементы, не являющиеся самостоятельными конструкциями, то при их записи в перечень элементов, графу «Наименование» не заполняют, а в графе «Примечание» помещают поясняющую надпись или ссылку на поясняющую надпись на схеме (рис. 1.3).

Поз. обозначение	НАИМЕНОВАНИЕ	Кол.	Примечание
	<u>Резисторы ОМЛТ ГОСТ 7113-66</u>		
	<u>Резисторы ПЭВ ГОСТ 6513-66</u>		
R1	ОМЛТ-0,5-200 Ом $\pm 5\%$	1	
R2	ПЭВ-10-3 кОм $\pm 5\%$	1	
R3, R4	ОМЛТ-2-630 Ом $\pm 5\%$	2	
C1	Конденсатор КМ-5а-Н90-0,047мк $\pm 10\%$	1	сменный
	ОЖО.460.043 ТУ		
C2		1	емкость
			монтажа

Элементы в перечень записывают 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 латинского алфавита, а затем из русского алфавита. В пределах каждой группы, имеющей одинаковые буквенные позиционные обозначения, элементы располагают по возрастанию порядковых номеров. Для облегчения внесения изменений допускается оставлять несколько незаполненных строк между отдельными группами элементов, а при большом количестве элементов внутри группы – и между элементами. Элементы одного типа с одинаковыми электрическими

параметрами, имеющие на схеме последовательные порядковые номера, допускается записывать в перечень в одну строку. В этом случае в графу «Поз.обозначение» вписывают только позиционные обозначения с наименьшим и наибольшим порядковыми номерами, например: С3, С4; С5...С9, а в графу «Кол.» – общее количество таких элементов.

При записи элементов, имеющих одинаковую первую часть позиционных обозначений, допускается:

- записывать наименование элементов в графе «Наименование» в виде общего наименования (заголовка) один раз на каждом листе перечня (см. рис. 1.2), которое подчеркивается сплошной тонкой линией;

- записывать в общем наименовании (заголовке) обозначения документов, на основании которых эти элементы применены (см. рис. 1.3), которые также подчеркиваются сплошной тонкой линией.

При выполнении перечня элементов на отдельном листе в основной надписи в конце обозначения документа проставляется код ПЭЗ (вместо ЭЗ).

Государственные стандарты и нормативно-технические документы на основные электрорадиоэлементы (ЭРЭ), используемые в данной работе, приведены в приложении.

1.6. Условные графические обозначения электрорадиоэлементов

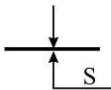
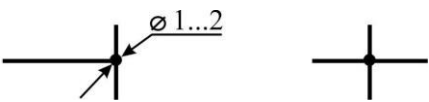
1.6.1. Электрические связи

Условные графические обозначения электрических связей и специальных элементов схем установлены ГОСТ 2.721-74. В табл.1.3 приведены необходимые для работы сведения из этого стандарта.

Линии связи выполняются толщиной S от 0,2 до 1,0 мм в зависимости от размеров схем. Рекомендуется применять толщину 0,3 до 0,6 мм. Расстояние между соседними параллельными линиями связи должно быть не менее 3 мм. Линии связи должны состоять из вертикальных и горизонтальных отрезков, иметь минимальное число пересечений и изломов.

Линии связи, переходящие на другой лист схемы, обрывают за пределами изображения схемы без стрелок. Рядом с обрывом линии указывают обозначение или наименование линии связи (номер) и в круглых скобках приводят номер листа схемы, на который переходит линия связи.

При изображении ответвлений электрической связи не допускается в качестве точек ответвления использовать элементы условных графических обозначений, имеющих вид точек, изломов, пересечений.

Наименование элемента	Условное графическое обозначение
Линия электрической связи	
Линия связи с ответвлением	

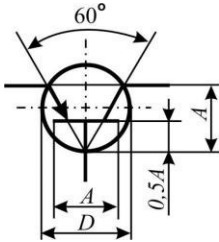
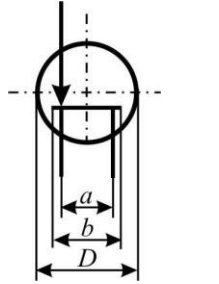
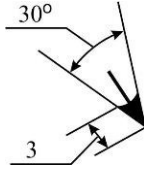
Излом линии связи: - под углом 90°; - под углом 45°	
Пересечение линий связи, электрически не связанных	
Соединение электрическое, входные и выходные контакты схемы	
Электрическое соединение с корпусом изделия (массой)	
Заземление	

1.6.2. Полупроводниковые приборы

Условные графические обозначения полупроводниковых приборов установлены ГОСТ 2.730-73. В табл. 1.4 приведены обозначения и размеры для вычерчивания некоторых элементов.

Таблица 1.4

Наименование	Условное графическое обозначение	Размеры, мм									
Диод. Общее обозначение		<table border="1"> <tr> <td>a</td> <td>5</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td>b</td> <td>4</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>c</td> <td>1</td> <td>2</td> </tr> </table>	a	5	6	b	4	5	c	1	2
a	5	6									
b	4	5									
c	1	2									
Диод туннельный											
Стабилитрон: а) односторонний б) двухсторонний											
Варикап											
Диод Шоттки		См. общее обозначение диода									

Транзистор типа p-n-p		<table border="0"> <tr> <td>D</td> <td>12</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>9</td> </tr> </table>	D	12	A	9					
D	12										
A	9										
Полевой транзистор		<table border="0"> <tr> <td>D</td> <td>10</td> <td>12</td> </tr> <tr> <td>a</td> <td>5</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td>b</td> <td>7</td> <td>8</td> </tr> </table>	D	10	12	a	5	6	b	7	8
D	10	12									
a	5	6									
b	7	8									
Эмиттер p-n-p транзистора, затвор и подложка полевого транзистора											

Для упрощения допускается выполнять обозначения транзисторов в зеркальном изображении (рис.1.4), а также не изображать окружность корпуса, если смысл обозначения не меняется и корпус не используется для электрического подключения.



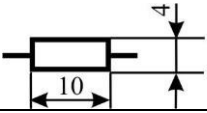







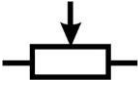
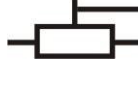




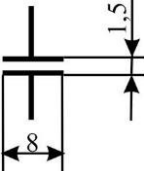


Условные графические изображения элементов вычерчиваются на схемах в положении, в котором они изображены в табл. 1.4, либо повернутыми на угол, кратный 90° по отношению к исходному положению. В отдельных случаях допускается поворачивать изображения на угол, кратный 45° .

Все элементы условных графических изображений следует выполнять линиями той же толщины, что и линии электрической связи.

1.6.3. Резисторы и конденсаторы


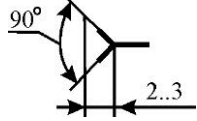

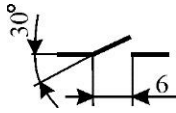
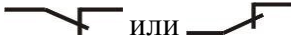
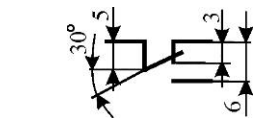
Условные графические обозначения резисторов и конденсаторов устанавливаются ГОСТ 2.728-74. В табл. 1.5 приведены обозначения и размеры для вычерчивания резисторов и конденсаторов.

Наименование	Условное графическое обозначение
--------------	----------------------------------

Резистор постоянный	
Допускается использовать следующие обозначения мощности резисторов: 0,05 Вт 0,125 Вт 0,25 Вт 0,5 Вт 1 Вт 2 Вт 5 Вт	      
Резистор переменный	
Резистор подстроечный Примечания: - неиспользуемый вывод допускается не изображать - для подстроечного резистора в реостатном включении допускается использовать следующее изображение	  
Терморезистор	 или 
Конденсатор постоянной ёмкости	
Конденсатор переменной ёмкости	
Конденсатор подстроечный	

1.6.4. Контактные соединения и коммутирующие устройства

Условные графические обозначения контактных соединений устанавливаются ГОСТ 13 2.755-87. В табл. 1.6 приведены обозначения для вычерчивания некоторых элементов.

Наименование	Условное графическое обозначение
Разъёмные соединения: а) штырь	
б) гнездо	
Контрольная точка	
Контакт коммутирующего устройства: а) замыкающий (выключатель однополюсный) б) размыкающий в) переключающий	  или 

1.6.5. Элементы цифровой техники

Схемы изделий цифровой вычислительной техники выполняют согласно ГОСТ 2.708-81 и ГОСТ 2.743-91. Электрические принципиальные схемы включают большое количество логических элементов, реализующих функцию или систему функций алгебры логики (И-ИЛИ, И-НЕ и др.), например, интегральные микросхемы. Условное графическое обозначение элемента имеет форму прямоугольника, к которому подводят линии выводов. УГО элемента может содержать три поля: основное и два дополнительных. Дополнительные поля располагаются слева и справа от основного. Дополнительные поля допускается разделять на зоны, которые отделяют горизонтальной чертой.

В первой строке основного поля УГО (рис. 1.5) помещают обозначение функции, выполняемой элементом. В дополнительных полях помещают информацию о функциональных назначениях выводов (указатели, метки). Входы элемента изображают с левой стороны УГО, выходы – с правой стороны. Допускается другая ориентация УГО, при которой входы располагают сверху, выходы – снизу.

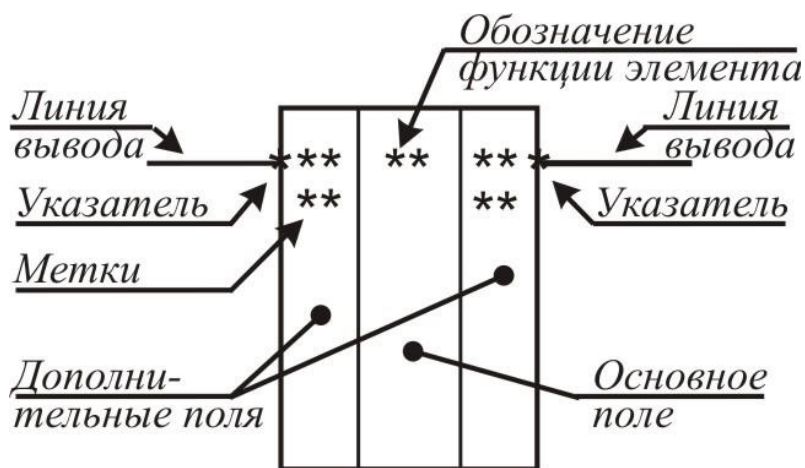


Рис.1.5

На рис. 1.6 показаны возможные положения условного графического обозначения элемента.

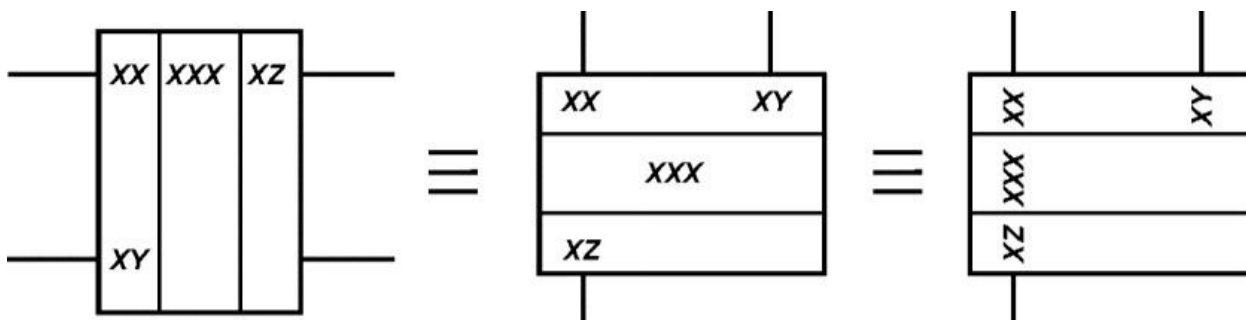


Рис.1.6

Размеры УГО определяются:

по высоте:

- количеством линий выводов;
- количеством интервалов;
- количеством строк информации в основном и дополнительном полях;
- размером шрифта;

по ширине:

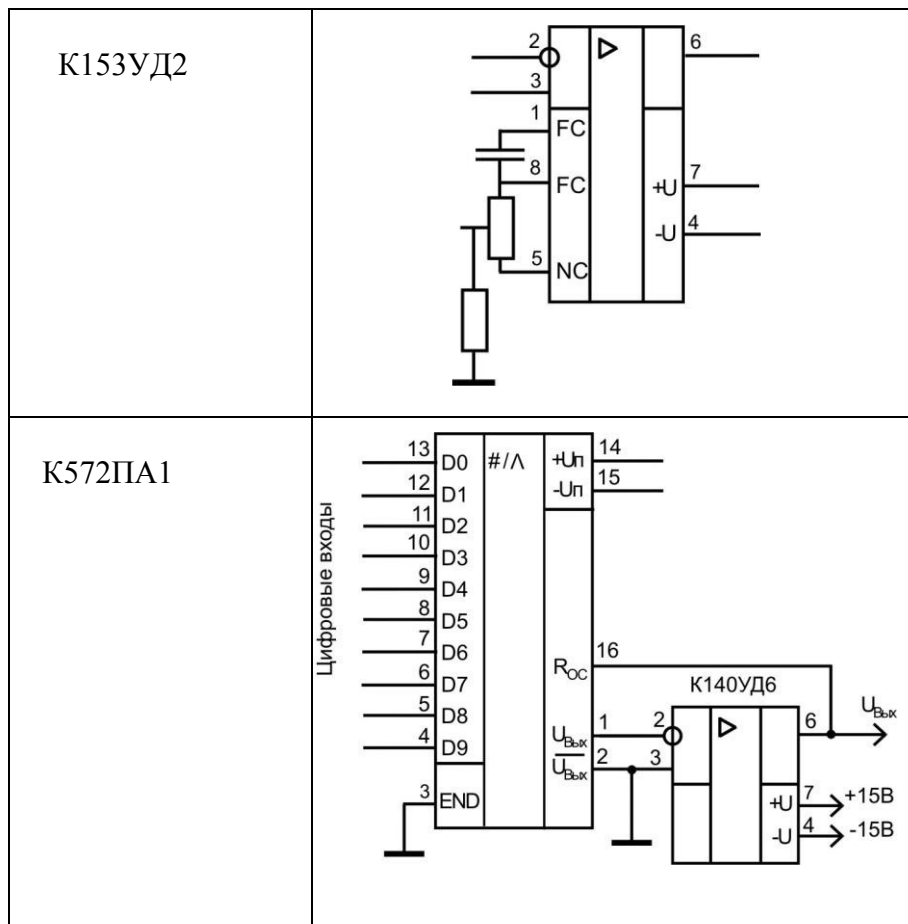
- наличием дополнительных полей;
- количеством знаков, помещаемых в одной строке внутри УГО (с учетом пробелов);
- размером шрифта.

Расстояние между линиями выводов должно быть не менее 5 мм и кратным величине C . Расстояние между горизонтальной стороной УГО, границей зоны и линией вывода должно быть не менее и кратным величине $C/2$. При разделении групп выводов интервалом его величина должна быть

не менее $2C$ и кратной величине C . В зависимости от способа выполнения схемы C должно быть не менее: 5 мм – при выполнении вручную, не менее интервала между строками – при выполнении автоматизированным способом. Ширина дополнительного поля должна быть не менее: 5 мм – при выполнении вручную, не менее ширины одного символа – при выполнении автоматизированным способом. При увеличении количества символов в строке ширина дополнительного поля должна быть увеличена. Надписи УГО выполняют основным шрифтом прописными буквами. Обозначение функции элемента образуют из прописных букв латинского алфавита, арабских цифр и специальных знаков, записанных без пробелов.

В табл. 1.7 приведены обозначения для вычерчивания некоторых элементов

Наименование	Условное графическое обозначение
К140УД1	
К140УД6 К140УД7	
К153УД1	



1.7. Справочные данные для записи элементов схем в перечне элементов

Все используемые в схемах, предусмотренных данной работой, резисторы марки МЛТ (металлопленочные, неизолированные). Стандартная запись наименования таких резисторов имеет следующий вид:

Резистор МЛТ – АА – ББ ± СС ГОСТ 7113-77,

где МЛТ – обозначение типа резистора;

АА – мощность рассеяния резистора, без указания единицы измерения (Вт);

ББ – номинальная величина сопротивления резистора, с указанием единицы измерения (Ом, кОм, МОм);

СС – отклонение от номинальной величины сопротивления, с указанием единицы измерения (%).

Мощность и номинальное сопротивление резисторов указаны на эскизах схем (мощность указана условным обозначением, в соответствии с табл. 1.5). Отклонение от номинала брать для всех резисторов равным 5%.

Пример записи постоянных и переменных резисторов:

Резистор МЛТ-0,125-220кОм+5% ГОСТ 7113-77;

Резистор С2-23-0,25-3,3кОм+1% ОЖО.467.104 ТУ;

Резистор СП-9а-0,5Б-1,5МОм+10% ОЖО.468.357 ТУ;

Резистор СП-2-1,0-47Ом+10% ОЖО.468.506 ТУ.

Емкости (конденсаторы), используемые в схемах, – керамические, монолитные. Стандартная запись конденсаторов имеет следующий вид:

Конденсатор КМ – 5б – М750 – АА ± 10% ОЖО.460.043 ТУ,

где *КМ-5б* – обозначение типа конденсатора;

М750 – температурный коэффициент емкости;

АА – номинальная емкость, с указанием единицы измерения (*мкФ*, *нкФ*);

10 % – отклонение от номинальной емкости.

Емкость и значение температурного коэффициента емкости конденсаторов указаны на эскизах схем. Единицы измерения емкости даны в упрощенной форме записи. Может также указываться рабочее напряжение конденсатора, а для полярных конденсаторов – обязательно.

Конденсатор К50-6-15-100 ОЖО.464.031 ТУ.

Примеры записи в конструкторской документации электролитических и керамических конденсаторов:

Конденсатор К53-1-6-68+20% ОЖО.464.023 ТУ;

Конденсатор КМ-5а-Н90-0,047мк +10% ОЖО.460.043 ТУ;

Конденсатор КМ-6б-М47-0,22мк +20% ОЖО.460.161 ТУ.

В схемах используются импульсные *диоды* двух марок: *КД 513А* и *КД 521А*, которые имеют следующую форму записи:

Диод КД 513А 3.362.010 ТУ;

Диод КД 521А ДР3.362.035 ТУ.

Марки диодов указаны на эскизах схем.

В схемах используются также высокочастотные кремниевые *транзисторы* *n-p-n* и *p-n-p* типов, марок: *КТ 315Г* и *КТ 361Г*, стандартная форма записи которых имеет вид

Транзистор КТ 315Г ГОСТ 5.2116-73 (n-p-n тип);

Транзистор КТ 361Г ФЫЮ.336.201 ТУ (p-n-p тип).

Марки транзисторов указаны на эскизах схем.

Пример записи микросхем:

Микросхема К153УД2 БКО.348.030 ТУ.

1.8. Указания к выполнению чертежа схемы

Ознакомиться с эскизом схемы в соответствии с номером индивидуального варианта задания. Используя таблицы условных графических обозначений найти изображения и размеры для вычерчивания элементов, имеющих на схеме. На чертежную бумагу формата А3 нанести линии рамки формата и чертежа, вычертить основную надпись. Изучив схему, определить виды и количество входящих в нее элементов, необходимое количество строк таблицы перечня элементов и вычертить последнюю.

На оставшемся свободном поле чертежа разместить чертеж схемы, при этом рекомендуется:

- все элементы схемы изображать совмещенным способом;
- пользоваться строчным способом размещения элементов;

- размещать в первую очередь условные обозначения наиболее важных элементов (полупроводниковые приборы, трансформаторы) с таким расчетом, чтобы равномерно использовать все поле чертежа, а схема имела бы наименьшее число линий связи и их пересечений. Обычно условные обозначения транзисторов вычерчиваются так, чтобы центры соответствующих фигур располагались на общих горизонтальных линиях, а изображения таких элементов как коллекторы и эмиттеры располагались на вертикальных линиях. В учебных целях требуется обязательное вычерчивание условных обозначений корпусов транзисторов;

- разместить и вычертить условные обозначения второстепенных элементов, которые имеют более простое начертание. При этом следует группировать их вблизи тех основных элементов, с которыми они имеют электрическую связь. Фигуры, изображающие эти элементы, должны располагаться симметрично друг к другу вдоль горизонтальных или вертикальных линий;

- добиваться симметричного расположения ветвей и фрагментов схемы, имеющих аналогичные (симметричные) функции и состав, входящих в них элементов.

Соединить условные обозначения элементов прямыми линиями, изображающими линии электрической связи. При этом необходимо стремиться к тому, чтобы число этих линий было минимальным, а сами линии имели изломы только под прямым углом или под углом 45° . Не следует подражать эскизу задания и проводить линии связи аналогично, так как на них из-за недостатка места линии связи имеют излишнее количество пересечений и изломов.

Вычертить контакты: входные и выходные, контрольные и соединения с корпусом. При этом входные и выходные контакты схемы следует выносить за пределы схемы и компоновать по функциональному назначению. Контакты соединения с корпусом изображать ниже нижней границы схемы.

Проставить позиционные обозначения элементов. Обозначения проставляются рядом с элементами: справа от них или над ними. Буквы и цифры выполняют одним размером шрифта. Номиналы и другие справочные данные не наносить. Заполнить таблицу перечня элементов. Заполнить основную надпись.

Все текстовые надписи на схеме и в таблице перечня элементов выполнять шрифтом высотой 5 мм.

На рис.1.7 приведен эскиз схемы статического триггера, по которому выполнен чертеж электрической принципиальной схемы с совмещенной таблицей перечня элементов (рис. 1.8).

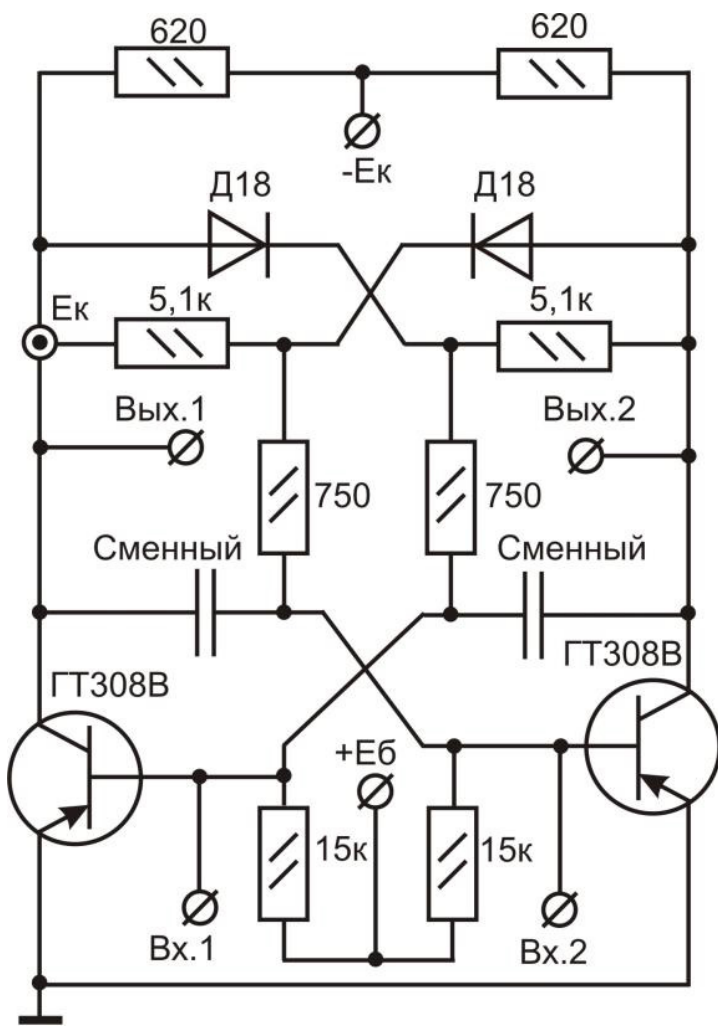
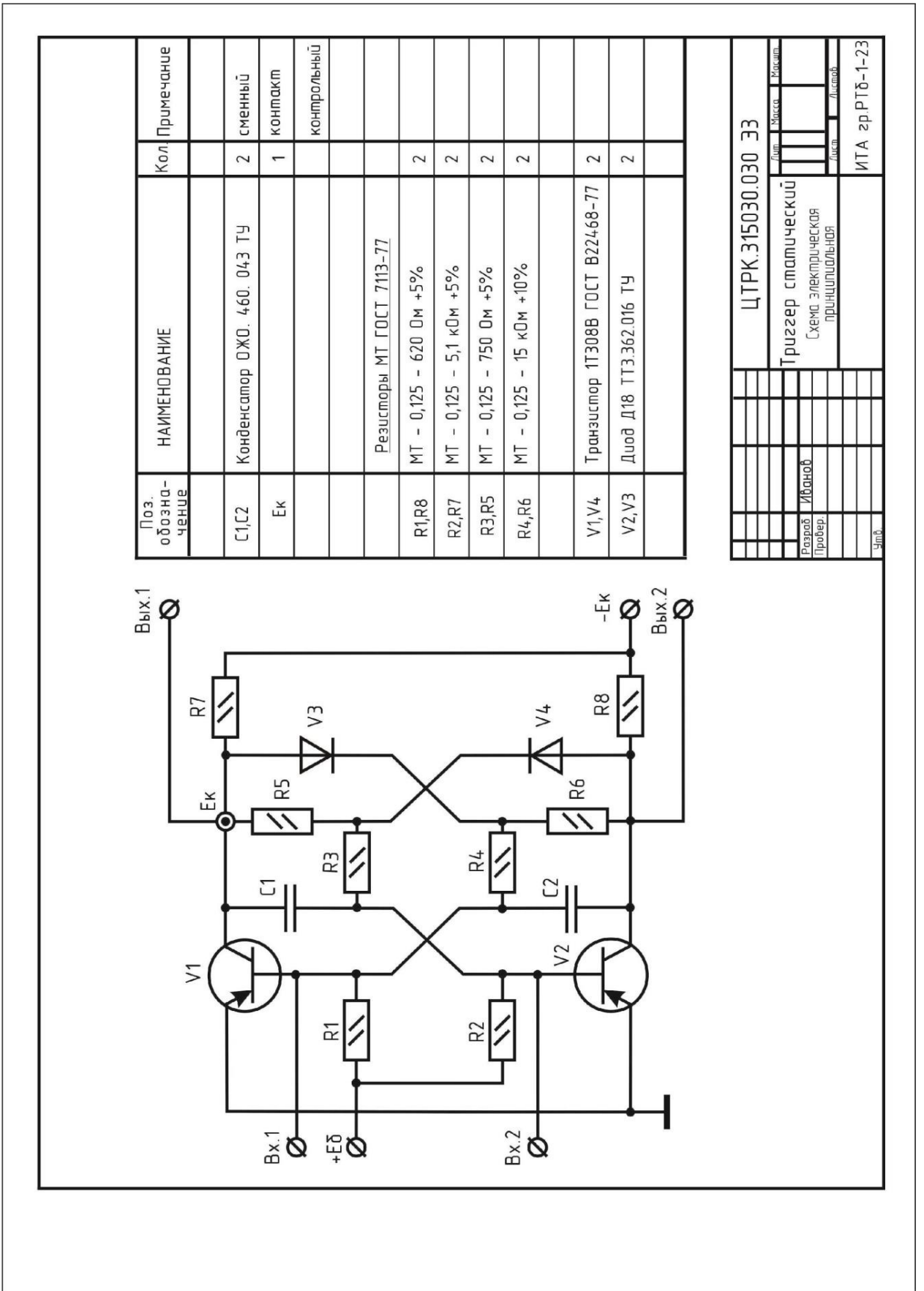


Рис.1.7



Поз. обозначение	НАИМЕНОВАНИЕ	Кол.	Примечание
C1,C2	Конденсатор ОЖО. 460. 043 ТУ	2	сменный
Ek		1	контакт
			контрольный
	Резисторы МТ ГОСТ 7113-77		
R1,R8	МТ - 0,125 - 620 Ом +5%	2	
R2,R7	МТ - 0,125 - 5,1 кОм +5%	2	
R3,R5	МТ - 0,125 - 750 Ом +5%	2	
R4,R6	МТ - 0,125 - 15 кОм +10%	2	
V1,V4	Транзистор 1Т308В ГОСТ В224.68-77	2	
V2,V3	Диод Д18 ТТЗ.362.016 ТУ	2	

ЦТРК.315030.030 ЭЗ	
Лист	Листов
1	1
Триггер статический	
Схема электрическая принципиальная	
Разработчик	Иванов
Проверен	
Этап	
ИТА зр.РТБ-1-23	

Рис. 1.8

Контрольные вопросы

1. Что представляют собой и для чего предназначены схемы?
2. На какие виды и типы подразделяются схемы?
3. Что изображается на электрической принципиальной схеме?
4. Для чего предназначается электрическая принципиальная схема?
5. Каковы основные правила вычерчивания электрических принципиальных схем?
6. В чем суть строчного способа размещения элементов на схеме?
7. Как образуются и проставляются позиционные обозначения на электрических принципиальных схемах?
8. Где размещается и как заполняется таблица перечня элементов?
9. Особенности заполнения основной надписи чертежей схем.

Государственные стандарты

1. ГОСТ 2.104-2006 ЕСКД. Основные надписи.
2. ГОСТ 2.109-73 ЕСКД. Основные требования к чертежам.
3. ГОСТ 2.701-2008 ЕСКД. Схемы. Виды и типы. Общие требования к выполнению.
4. ГОСТ 2.702-2011 ЕСКД. Правила выполнения электрических схем.
5. ГОСТ 2.708-81 ЕСКД. Правила выполнения электрических схем цифровой вычислительной техники.
6. ГОСТ 2.710-81. ЕСКД. Обозначения буквенно-цифровые в электрических схемах.
7. ГОСТ 2.728-74 ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Резисторы, конденсаторы.
8. ГОСТ 2.730-73 ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Приборы полупроводниковые.
9. ГОСТ 2.743-91 ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Элементы цифровой техники.
10. ГОСТ 2.721-74 ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Обозначения общего применения.
11. ГОСТ 2.755-87 ЕСКД. Обозначения условные графические в электрических схемах. Устройства коммутационные и контактные соединения.

Библиографический список

1. Разработка и оформление конструкторской документации РЭА: Справочник/ Под ред. Э.Т. Романычевой. – М.: Радио и связь, 1989. – 448 с.
2. Романычева Э.Т., Соколова Т.Ю., Шандурина Г.Ф. Инженерная и компьютерная графика. 2-е изд., перераб. – М.: ДМК Пресс, 2001. – 592 с.
3. Кочетов В.И., Лазарев С.И., Вязовов С.А., Ковалев С.В. Инженерная и компьютерная графика. Часть 1: учебное пособие. – Тамбов: Изд-во ТГТУ, 2010. – 80 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ

ГОСУДАРСТВЕННЫЕ СТАНДАРТЫ. НОРМАТИВНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ДОКУМЕНТЫ НА
ОСНОВНЫЕ ЭЛЕКТРОРАДИОЭЛЕМЕНТЫ (ЭРЭ)

Наименование ЭРЭ	ГОСТ или ТУ
Резисторы	
ОМЛТ	ОЖ0.467.107 ТУ
МЛТ	ГОСТ 7113-77
МЛТ-0,125-5,1кОм±5%	ГОСТ 7113-77
С2-29В-0,125-16кОм±0,5%-1,0А	ОЖ0.467.130 ТУ
СП5-2 ВА-0,5-6,2кОм±10%	ОЖ0.468.539 ТУ
СП5-14	ОЖ0.468.551 ТУ
Конденсаторы	
КМ5	ОЖ0.460.043 ТУ
К50-6	ОЖ0.464.031 ТУ
С1 К50-16-63В-50мкФ-И-В2	ОЖ0.464.111 ТУ
С2 КМ-5а-Н90-0,047мкФ ⁺⁸⁰ ₋₂₀ %	ОЖ0.460.043 ТУ
С3 МБМ-160В-0,5мкФ±10%	ГОСТ 23232-78
Диоды	
Д9	ГОСТ 14342-75
Д814	аА0.336.207 ТУ
Д818	СМ3.362.025 ТУ
КД503	ЦГ3.362.022 ТУ
КД513А	дР3.362.010 ТУ
КД521А, В	дР3.362.035 ТУ/02
КД522	дР3.362.029 ТУ
КС170 А	ХЫ3.369.001 ТУ
Переключатель	
П2К	ЕЩО.360.037 ТУ
Переключатель (SA2)	
П2К-Н-1-10-4-б	ЕЩО.360.037 ТУ

Транзисторы

<i>КП103 Е1/ЭА-М1/ЭА</i>	<i>АДБК.432140.027 ТУ</i>
<i>КП303 А/ЭА-И/ЭА</i>	<i>АДБК.432140.933 ТУ</i>
<i>КТ117 А...Г</i>	<i>ТТЗ.365.002 ТУ</i>
<i>КТ201</i>	<i>сБ0.336.040 ТУ</i>
<i>КТ203</i>	<i>ЦМ0.365.001 ТУ</i>
<i>КТ312</i>	<i>аА0.336.674 ТУ</i>
<i>КТ315 А...Ж</i>	<i>ЖКЗ.365.200 ТУ/03</i>
<i>КТ315 А...Р</i>	<i>ЖКЗ.365.200 ТУ</i>
<i>КТ316 А...Д</i>	<i>сБ0.336.030 ТУ</i>
<i>КТ361</i>	<i>ФМ0.336.201 ТУ</i>
<i>КТ645А</i>	<i>аА0.336.333 ТУ</i>
<i>КТ801</i>	<i>ЦКЭ.365.001 ТУ</i>
<i>КТ803 А</i>	<i>ЖКЗ.365.206 ТУ</i>
<i>КТ808 А</i>	<i>ГеЗ.365.020 ТУ</i>
<i>КТ808 АМ...ГМ</i>	<i>аА0.336.240 ТУ</i>
<i>КТ814 А...Г</i>	<i>аА0.336.184 ТУ</i>
<i>КТ815 А...Г</i>	<i>аА0.336.185 ТУ</i>
<i>КТ816 А...Г</i>	<i>аА0.336.186 ТУ</i>
<i>КТ817 А...Г</i>	<i>аА0.336.187 ТУ</i>
<i>КТ818Б, В, Г</i>	<i>аА0.336.188 ТУ</i>
<i>КТ838А</i>	<i>аА0.336.408 ТУ</i>
<i>КТ945Б</i>	<i>аА0.339.155 ТУ</i>

Микросхемы

<i>К140УД1</i>	<i>бК0.348.045 ТУ</i>
<i>К140УД7</i>	<i>бК0.348.285 ТУ</i>
<i>К140УД6</i>	<i>бК0.348.095-03 ТУ/02</i>
<i>К153УД1</i>	<i>бК0.348.030 ТУ</i>
<i>К572ПА1 А, Б</i>	<i>бК0.348.432-01 ТУ</i>

Тумблер (SA1)

<i>МТДЗ-В</i>	<i>АГО.360.207 ТУ</i>
---------------	-----------------------

Розетка (X1)

CP-50-73ф приборная

ВРО.354.010 ТУ

Зажим (X2)

P64.835.179-28

Светодиод (VD1)

АЛ 307АМ

аА.336.076 ТУ

К155ЛИ1

бКО.348.006 ТУ13

К155ЛА3

бКО.348.006 ТУ1

К155ИМ1

бКО.348.006 ТУ8

К155ИЕ6

бКО.348.006 ТУ10

К155ЛП5

бКО.348.006 ТУ22

К155ИД3

бКО.348.006 ТУ24

Вилки X1

ГРПМШ-1-45-ШУ2-В

НЦО.3364.006 ТУ

Двухполюсная ВД1-1

Га0.364.010 ТУ

Стабилитроны VD1

КС133А

МЗ.362.812 ТУ

КС515А

аА0.336.002 ТУ

Резонатор BQ1

РК170БА-14ГТ-960к

ОДО.338.010 ТУ

Предохранитель FU1

ВП1-1-0,5А-250В

ОЖ0.468.003 ТУ