

Федеральное агентство по образованию
Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
"Ижевский государственный технический университет"
Кафедра "Инженерная графика и технология рекламы"

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СХЕМЫ

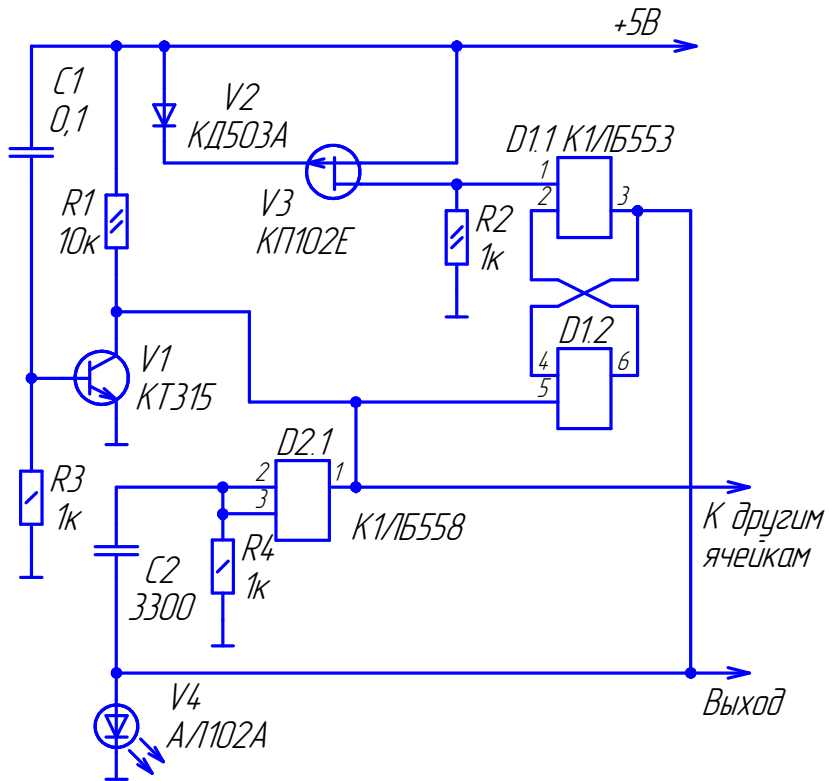
Методические указания по курсу
"Инженерная графика"

В авторской редакции

Подписано в печать 01.09.09. Формат 60x80/16.
Бумага офсетная. Усл.печ.л.2,1. Тираж 50 экз.
Отпечатано в типографии ИжГТУ.

Ижевск, 2009

Схема сенсорного переключателя



1. Цель задания	4
2. Объем задания	4
3. Правила выполнения схем	4
3.1. Виды и типы схем	4
3.2. Общие требования к выполнению схем	5
3.3. Правила выполнения принципиальных схем	6
4. Порядок работы над заданием	9
Список литературы	25
Приложение 1	26

Список литературы

Настоящее руководство предназначено для студентов спец. 1312, 1813, 1902, 2007, 2008, 2009, 2010, 2012, 2201, изучающих "Инженерную графику" и выполняющих задание "Электрические схемы", и содержит методические указания к выполнению вышеуказанного задания.

1. Цель задания

1. Изучение правил выполнения и оформления схем, изложенных в ГОСТ 2.701-84, 2.702-75, 2.710-81, 2.721 ... 2.756-76.

2. Применение полученных знаний при выполнении чертежа несложной электрической принципиальной схемы.

2. Объем задания

Чертеж – схема электрическая принципиальная – выполняется на 1-2 листах ватмана формата А3.

3. Правила выполнения схем

3.1. Виды и типы схем

Согласно ГОСТ 2.701-84 – схемы в зависимости от видов элементов и связей между ними, от назначения схемы подразделяются на следующие виды и типы, которым присваиваются буквенные и цифровые коды.

Виды схем:	
электрические	– Э
гидравлические	– Г
пневматические	– П
газовые	– Х
кинематические	– К
вакуумные	– В
оптические	– Л
энергетические	– Р
деления	– Е
комбинированные	– С

1. ГОСТ 2.701-84
2. ГОСТ 2.702-75 (раздел 3)
3. ГОСТ 2.710-81
4. ГОСТ 2.721 ... 2.756-76
5. Романычев Э.Т. и др. Разработка и оформление конструкторской документами РЭА: Справочное пособие. М.: Радио и связь, 1984.

Окончание табл. 2

	Прибор измерительный: а) показывающий б) регистрирующий в) интегрирующий	2.729-68
	Лампа накаливания Лампа газосветная (неоновая) Стабилитрон газоразрядный Лампа люминесцентная осветительная	
	Коллекторный электродвигатель постоянного тока	
	Антенна несимметричная	

Типы схем:	
структурные	– 1
функциональные	– 2
принципиальные	– 3
соединений	– 4
подключений	– 5
общие	– 6
расположения	– 7
объединенные	– 0

Например, схема электрическая принципиальная – Э3, схема деления структурная – Е1, схема гидравлическая соединений – Г4.

3.2. Общие требования к выполнению схем

Схемы выполняют на форматах, установленных ГОСТ 2.301-68. Выбранный формат должен обеспечивать компактное выполнение схемы, не нарушая её наглядности и удобства пользования ею. Схемы выполняют без соблюдения масштаба. Графические обозначения элементов и соединяющие их линии связи следует располагать на схеме таким образом, чтобы обеспечивать наилучшее представление о структуре изделия и взаимодействии его составных частей.

Расстояние между двумя соседними линиями графических обозначений должно быть не менее 1 мм.

Расстояние между соседними параллельными линиями связи должно быть не менее 3 мм.

Линии связи выполняют толщиной от 0,2 до 1 мм в зависимости от формата схемы. Рекомендуемая толщина линии от 0,3 до 0,4 мм. Линии связи должны состоять из горизонтальных и вертикальных отрезков и иметь наименьшее количество изломов и взаимных пересечений. При выполнении схем применяют следующие графические обозначения:

- условные графические обозначения, установленные в стандартах ЕСКД;
- прямоугольники;
- упрощенные внешние очертания.

В схемах одного типа должен быть применен один вариант обозначения. Условные графические обозначения элементов (в принципиальной электрической схеме) изображают в размерах, уста-

новленных в стандартах на условные графические обозначения (см. ГОСТ 2.721 ... 2.756-76).

Графические обозначения на схемах следует выполнять линиями той же толщины, что и линий связи.

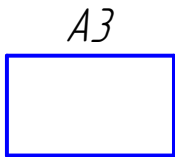
3.3. Правила выполнения принципиальных схем
(ГОСТ 2.702-75 раздел 3)

На принципиальной схеме изображают все электрические элементы или устройства, необходимые для осуществления и контроля в изделии заданных электрических процессов, все электрические связи между ними, а также электрические элементы, которыми заканчиваются входные и выходные цепи.

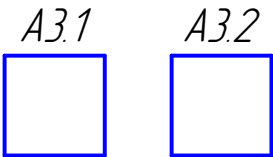
Схемы выполняют для изделий, находящихся в отключенном состоянии.

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

Совмещенный способ изображения устройства



Разнесенный способ изображения устройства



Каждый элемент или устройство, входящие в изделие и изображенные на схеме должны иметь позиционное обозначение в соответствии с ГОСТ 2.710-81. 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. Указание функции не является обязательным.

Обозначение	Наименование	ГОСТ
	Громкоговоритель	2.741-68 (СТ СЭВ 1983-79) (ОТ СЭВ 868-78)
	Телефон	
	Микрофон	
	Элемент гальванический	2.742-68
	Батарея аккумуляторная	
	Элемент пьезоэлектрический, кварцевый резонатор	
	Пьезоэлемент трехэлектродный	

Продолжение табл. 2

	<p>Кагушка электро­механического устройства (реле) а, б) общее назначение в) с одной обмоткой</p>	<p>2.756-76</p>
	<p>Двоичные логические элементы: Основное поле. Внутри в верхней части помещают информацию о функции, выполняемой логическим элементом. Основное поле с дополни­ тельными полями. В дополни­ тельных полях помещают условные обозначения входов и выходов, называемых метками: входы - с левой стороны, выходы - с правой.</p>	<p>2.743-82</p>
	<p>Линии СВЧ и их элементы: Волновод прямоугольный Волновод круглый Волновод коаксиальный Резонатор Устройство СВЧ</p>	<p>2.734-68 (СТ СЭВ 867-78)</p>

В первой части записывают одну или несколько букв (буквенный код) для указания вида элемента, во второй части – одну или несколько цифр для указания номера элемента данного вида, в третьей части – одну или несколько букв функции элемента. Порядковые номера элементам (устройствам) следует присваивать, начиная с единицы, в пределах группы элементов (устройств), которым на схеме присвоено одинаковое буквенное позиционное обозначение, например $R1, R2, R3, R4$ и т.д., $C1, C2, C3$ и т.д. Буквенные коды наиболее распространенных элементов и устройств приведены в табл. 1 данных указаний. Порядковые номера должны быть присвоены в соответствии с последовательностью расположения элементов или устройств на схеме сверху вниз в направлении слева направо.

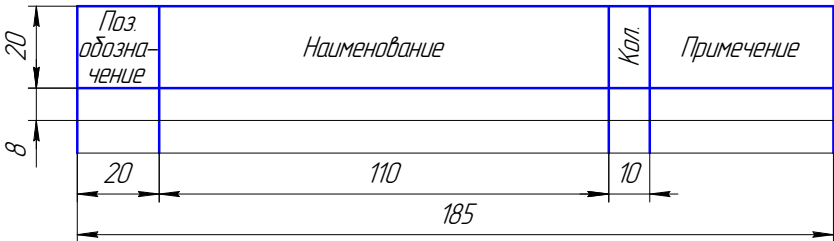
Позиционные обозначения проставляют на схеме рядом с условными графическими обозначениями элементов или устройств с правой стороны или над ними.



При указании около условных графических обозначений номиналов резисторов и конденсаторов допускается применять упрощенный способ обозначения единиц измерений:

- для резисторов:
 - от 0 до 999 Ом – без указания единицы измерения;
 - от $1 \cdot 10^3$ до $999 \cdot 10^3$ Ом – в килоомах с обозначением единицы измерения строчной буквой к,
 - от $1 \cdot 10^6$ до $999 \cdot 10^6$ Ом – в мегаомах с обозначением единицы измерения прописной буквой М,
 - свыше $1 \cdot 10^9$ – в гигаомах с обозначением единицы измерения прописной буквой Г;
- для конденсаторов:
 - от 0 до $9999 \cdot 10^{-12}$ Ф – в пикофарадах без указания единицы измерения,
 - от $1 \cdot 10^{-8}$ до $9999 \cdot 10^{-6}$ Ф – в микрофарадах с обозначением единицы измерения строчными буквами мк.

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, заполняемой сверху вниз.



При выполнении перечня на первом листе схемы его располагают, как правило, над основной надписью. Расстояние между основной надписью и перечнем элементов должно быть не менее 12 мм. Продолжение перечня элементов помещают слева от основной надписи, повторяя головку таблицы.

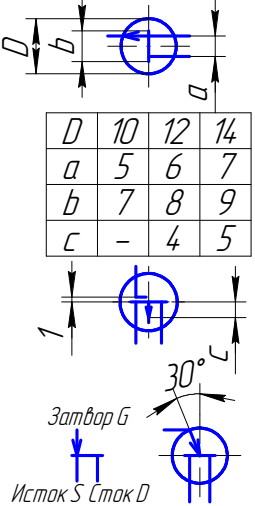
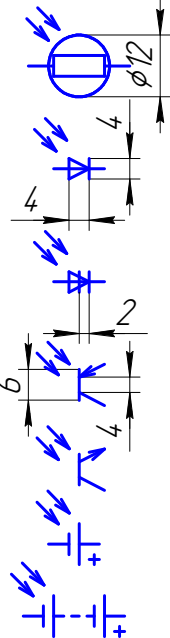
При оформлении перечня в виде самостоятельного документа его код должен состоять из буквы "П" и кода схемы, например, ПЭЭ – перечень элементов к принципиальной схеме. При этом в основной надписи указывают наименование изделия, а также наименование документа "Перечень элементов".

Перечень элементов в виде самостоятельного документа выполняют на формате А4. Основную надпись выполняют по ГОСТ 2.104-68 (форма 2 и 2а).

- В графах перечня элементов указывают следующие данные:
- в графе "Поз. обозначение" – позиционные обозначения элементов, устройств;
- в графе "Наименование" – наименование в соответствии с документом, на основании которого этот элемент (устройство) применен, и обозначение этого документа;
- в графе "Примечание" – рекомендуется указывать технические данные элемента (устройства), не содержащиеся в его наименовании.

Обозначение	Наименование	ГОСТ
	<p>Устройство или функциональная группа</p> <p>Усилитель</p>	2.737-68
	<p>Контакт замыкающий</p> <p>Контакт переключающий</p> <p>Выключатель 3-полюсный</p> <p>Выключатель кнопочный</p>	2.755-74
	<p>Контактные разъемные соединения:</p> <p>а) штырь</p> <p>б) гнездо</p> <p>в) соединение</p>	2.755-74

Продолжение табл. 2

Обозначение	Наименование	ГОСТ
	<p>Полевой транзистор (канальный) с каналом Р-типа</p> <p>Полевой транзистор с изолированным затвором обедненного типа с Р-каналом</p> <p>Транзистор однопереходный с N-базой</p>	
	<p>Фоторезистор</p> <p>Фотодиод</p> <p>Фототиристор</p> <p>Фототранзистор P–N–P</p> <p>Фототранзистор N–P–N</p> <p>Фотоэлемент</p> <p>Фотобатарея</p>	<p>2.730-73 (СТ СЭВ 661-77)</p>

Элементы в перечень записывают группами в алфавитном порядке буквенных позиционных обозначений.

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

Элементы одного типа с одинаковыми параметрами, имеющие на схеме последовательные порядковые номера, допускается записывать в перечень в одну строку.

Поз. обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
A1	Микросхема КУ 240	1	
	<u>Конденсаторы</u>		
C1	КЛС-1-А-М75-45 пФ±10% ОЖО.460.020ТЧ	1	
C2,C3	МБМ-160-0,5-И ГОСТ 5171-69	2	
	<u>Резисторы</u>		
R1,R2	МАТ-0,25-30 кОм±10% ГОСТ 7113-77	2	
R3	ИП-1-А-560 Ом±10% ОС-3-12 ГОСТ 5574-73	1	
R4	МАТ-0,25-1 кОм±10% ГОСТ 7113-77	1	

4. Порядок работы над заданием

1. Познакомиться с требованиями ГОСТов, необходимых для выполнения чертежа – схема электрическая принципиальная:

ГОСТ 2.701-84, ГОСТ 2.705-75 (раздел 3), ГОСТ 2.710-81, ГОСТ 2.721-68 ... 2.750-68.

2. Изучить выданный вариант схемы. Определить формат чертежа, т.е. определить войдет ли схема и перечень элементов на лист ватмана формата А3 или схему выполнить на формате А3, а

перечень элементов в виде самостоятельного документа на формате А4.

3. Выполнение схемы необходимо начинать с активных элементов – транзисторов, микросхем, затем перейти к выполнению других элементов. Все условные графические обозначения элементов должны быть выполнены по размерам, указанным в ГОСТ. Изображения и размеры наиболее часто встречающихся элементов приведены в табл. 2.

4. Длина линий связи – произвольная, но необходимо учитывать, что минимальное расстояние между ними 3 мм и состоят они из вертикальных и горизонтальных отрезков.

5. Толщина линий, которыми выполняются линии связи и условные графические обозначения, должна быть одинаковой 0,3 – 0,4 мм.

6. Справа или над условными обозначениями элементов (устройств) проставить позиционные обозначения шрифтом 5 (высота буквы и цифры одинаковая). Остальные сведения об элементах (устройствах): тип, номинал, мощность рассеяния, рабочее напряжение и др. занести в перечень элементов.

Например: на рис. 1 изображен фрагмент схемы из выданного задания, а на рис. 2 – тот же фрагмент схемы, который должен быть на чертеже схемы электрической принципиальной.

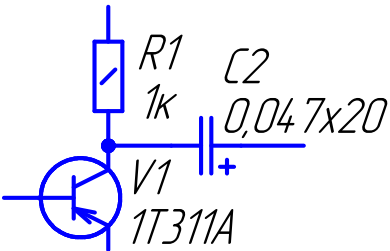


Рис. 1.

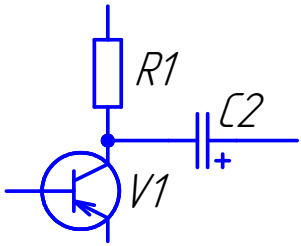


Рис. 2.

Из рисунков 1, 2 видно, что все данные об элементах, т.е. их электрические параметры:
 для резистора – мощность рассеяния 0,25 Вт и номинальная величина сопротивления 1 кОм;
 для конденсатора – величина рабочего напряжения 20 В и номинальная величина емкости 0,047 мкФ;

Обозначение	Наименование	ГОСТ												
	Варикап	2.730-73 (СТ СЭВ 661-77)												
	Тиристор диодный – динистор													
	Тиристор триодный – тринистор: а) незапираемый, с управлением по аноду; б) незапираемый, с управлением по катоду													
	Симистор													
	Светодиод													
	Мостовая схема													
	Транзистор P–N–P Транзистор P–N–P с двумя базами													
<table border="1"> <tr> <td>D</td> <td>A</td> <td>a</td> <td>b</td> </tr> <tr> <td>12</td> <td>9</td> <td>2,5</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>14</td> <td>11</td> <td>3,5</td> <td>4</td> </tr> </table> 	D	A	a	b	12	9	2,5	3	14	11	3,5	4	Эмиттер	
D	A	a	b											
12	9	2,5	3											
14	11	3,5	4											

Продолжение табл. 2

Обозначение	Наименование	ГОСТ
	<p>Конденсатор постоянной емкости</p> <p>Конденсатор электролитический полярный а) в вертикальной цепи б) в горизонтальной цепи</p> <p>Конденсатор электролитический неполярный</p> <p>Конденсатор переменной емкости</p> <p>Конденсатор подстроечный, общее обозначение</p> <p>Конденсатор опорный</p> <p>Конденсатор проходной</p>	<p>2.728-74 (СТ СЭВ 863-78)</p> <p>(СТ СЭВ 864-78)</p>
	<p>Диод полупроводниковый</p> <p>Диод Шоттки</p> <p>Туннельный диод</p> <p>Стабилитрон</p> <p>Стабилитрон двусторонний</p>	<p>2.730-73 (СТ СЭВ 661-77)</p>

для транзистора – его тип 1Т311А, на рис. 2 отсутствуют, т.к. они должны быть записаны в Перечень элементов в следующем виде:

- C1*– конденсатор К50-6-II-20В-0,047 мкФ±20% ОЖО.464.031 ТУ;
- R1*– резистор МЛТ-0,25-1 кОм±10% ГОСТ 7113-77;
- V1*– транзистор 1Т311А ЖКЗ.365.158 ТУ.

Учитывая то, что с типами элементов (резисторов, конденсаторов и др. элементов), их устройством, способом записи в документации вы не знакомы, запись в перечне элементов допускается упрощать, т.е. не указывать тип конденсаторов, резисторов, дросселей и т.д., а записать только электрические параметры, которые указаны около элементов на схеме в задании. Пример выполнения чертежа с упрощениями – см. приложение.

7. Перечень элементов заполняется согласно ГОСТ 2.701-84. Порядок заполнения поможет определить табл. 1 данных указаний.

8. В основной надписи указать шифр чертежа ИГТУ.210901.000ЭЭ, а в графе, где указывают наименование изделия, название изделия и расшифровка ЭЭ – кода схемы (схема электрическая принципиальная).

9. Представить чертеж на подпись преподавателю.

Таблица 1

Буквенные коды наиболее распространенных видов элементов

Первая буква кода	Группа видов элементов	Примеры видов элементов	Двухбуквенный код
1	2	3	4
A	Устройство (общее обозначение)		
B	Преобразователи неэлектрических величин в электрические (кроме генераторов и источников питания) или наоборот аналоговые или многозарядные преобразователи или датчики для указания или измерения	Громкоговоритель Магнитострикционный элемент Детектор ионизирующих излучений Сельсин-приемник Телефон (капсюль) Сельсин-датчик Тепловой датчик Фотоэлемент Микрофон Датчик давления Пьезоэлемент Датчик частоты вращения (тахогенератор) Звукосниматель Датчик скорости	BA BB BD BE BF BC BK BL BM BP BQ BR BS BV
C	Конденсаторы		
D	Схемы интегральные, микросборки	Схема интегральная аналоговая Схема интегральная, цифровая, логический элемент Устройства хранения информации Устройство задержки	DA DD DS DT
E	Элементы разные	Нагревательный элемент Лампа осветительная Пиропатрон	EK EL ET

Обозначение	Наименование	ГОСТ
	Резистор постоянный	
	Резисторы с номинальной мощностью рассеяния: а) 0,05 Вт б) 0,125 Вт в) 0,25 Вт г) 0,5 Вт д) 1 Вт е) 2 Вт ж) 5 Вт	
	Резистор регулируемый (реостат), общее назначение с разрывом цепи	2.728-74 (СТ СЭВ 863-78)
	без разрыва цепи	(СТ СЭВ 864-78)
	Потенциометр	
	Резистор подстроечный	
	Потенциометр функциональный	
	Терморезистор прямого подогрева	
	Корпус	2.751-73
	Заземление	

Таблица 2

Условные графические обозначения
в электрических схемах

Обозначение	Наименование	ГОСТ
	<p>Соединение электрическое металлическое:</p> <p>а) неразъемное</p> <p>б) разъемное</p>	2.751-73
	Обмотка трансформатора, автотрансформатора, дросселя и магнитного пускателя	2.722-68
	<p>Сердечник (магнитопровод):</p> <p>а) ферромагнитный (ферритовый)</p> <p>б) ферромагнитный с воздушным зазором</p> <p>в) магнетодиэлектрический</p> <p>г) немагнитный</p>	2.723-68
	Катушка индуктивности, дроссель без сердечника	
	Дроссель с ферромагнитным сердечником	
	Трансформатор без сердечника	
	Предохранитель	2.727-68

Продолжение табл. 1

1	2	3	4
F	Разрядники, предохранители, устройства защитные	<p>Дискретный элемент защиты по току мгновенного действия</p> <p>Дискретный элемент защиты по току инерционного действия</p> <p>Предохранитель плавкий</p> <p>Дискретный элемент защиты по напряжению, разрядник</p>	<p>FA</p> <p>FP</p> <p>FU</p> <p>FV</p>
G	Генераторы, источники питания	Батарея	GB
H	Устройства индикационные и сигнальные	<p>Прибор звуковой сигнализации</p> <p>Индикатор символьный</p> <p>Прибор световой сигнализации</p>	<p>HA</p> <p>HG</p> <p>HL</p>
K	Реле, контакторы, пускатели	<p>Реле токовое</p> <p>Реле указательное</p> <p>Реле электротепловое</p> <p>Контактор, магнитный пускатель</p> <p>Реле времени</p> <p>Реле напряжения</p>	<p>KA</p> <p>KN</p> <p>KK</p> <p>KM</p> <p>KT</p> <p>KV</p>
L	Катушки индуктивности, дроссели	Дроссель люминесцентного освещения	LL
M	Двигатели		
P	<p>Приборы, измерительное оборудование</p> <p>Примечание. Сочетание PE применять не допускается</p>	<p>Амперметр</p> <p>Счетчик импульсов</p> <p>Частотомер</p> <p>Счетчик активной энергии</p> <p>Счетчик реактивной энергии</p> <p>Омметр</p>	<p>PA</p> <p>PC</p> <p>PF</p> <p>PI</p> <p>PK</p> <p>PR</p>

Продолжение табл. 1

1	2	3	4
		Регистрирующий прибор Часы, измеритель времени действия Вольтметр Ваттметр	PS PT PV PW
Q	Выключатели и разъединители в силовых цепях (энергоснабжение, питание оборудования и т.д.)	Выключатель автоматический Короткозамыкатель Разъединитель	QF QK QS
R	Резисторы	Терморезистор Потенциометр Шунт измерительный Варистор	RK RP RS RU
S	Устройства коммутационные в цепях управления, сигнализации и измерительных Примечание. Обозначение SF применяют для аппаратов, не имеющих контактов силовых цепей	Выключатель или переключатель Выключатель кнопочный Выключатель автоматический Выключатели, срабатывающие от различных воздействий: от уровня от давления от положения (путевой) от частоты вращения от температуры	SA SB SF SL SP SQ SR SK
T	Трансформаторы, автотрансформаторы	Трансформатор тока Электромагнитный стабилизатор Трансформатор напряжения	TA TS TV

Окончание табл. 1

1	2	3	4
U	Устройства связи. Преобразователи электрических величин в электрические	Модулятор Демодулятор Дискриминатор Преобразователь частотный, инвертор, генератор частоты, выпрямитель	UB UR UI UZ
V	Приборы электровакуумные и полупроводниковые	Диод, стабилитрон Прибор электровакуумный Транзистор Тиристор	VD VL VT VS
W	Линии и элементы СВЧ Антенны	Ответвитель Короткозамыкатель Вентиль Трансформатор, неоднородность, фазовращатель Аттенюатор Антенна	WE WK WS WT WU WA
X	Соединения контактные	Токосъемник, контактный скользящий Штырь Гнездо Соединение разборное Соединитель высокочастотный	XA XP XS XT XW
Y	Устройства механические с электромагнитным приводом	Электромагнит Тормоз с электромагнитным приводом Муфта с электромагнитным приводом Электромагнитный патрон или плита	YA YB YC YH
Z	Устройства оконечные фильтры Ограничители	Ограничитель Фильтр кварцевый	ZL ZQ