

МЕЖГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Инженерная графика»

ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА. НАЧЕРТАТЕЛЬНАЯ ГЕОМЕТРИЯ И ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА

*Методические рекомендации к практическим занятиям
для студентов специальностей 1-53 01 02 «Автоматизированные
системы обработки информации»;*

1-53 01 05 «Автоматизированные электроприводы»;

*1-54 01 02 «Методы и приборы контроля качества и диагностики
состояния объектов» и направлений подготовки*

09.03.01 «Информатика и вычислительная техника»;

09.03.04 «Программная инженерия»;

12.03.04 «Биотехнические системы и технологии»;

13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»

очной и заочной форм обучения

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ПРИНЦИПАЛЬНЫЕ СХЕМЫ



Могилев 2019

УДК 744: 621.791.053
ББК 30.11
И 62

Рекомендовано к изданию
учебно-методическим отделом
Белорусско-Российского университета

Одобрено кафедрой «Инженерная графика» «14» февраля 2019 г.,
протокол № 7

Составители: канд. техн. наук, доц. Н. Н. Гобралев;
ст. преподаватель Н. М. Юшкевич

Рецензент канд. техн. наук, доц. А. П. Прудников

В методических рекомендациях приведены общие сведения о схемах как сборочных чертежах изделий, их видах и типах. Основное внимание уделено требованиям к выполнению схем электрических принципиальных.

Учебно-методическое издание

ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА.
НАЧЕРТАТЕЛЬНАЯ ГЕОМЕТРИЯ И ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА

Ответственный за выпуск	Н. Н. Гобралев
Технический редактор	А. Т. Червинская
Компьютерная верстка	Н. П. Полевничая

Подписано в печать . Формат 60×84/8. Бумага офсетная. Гарнитура Таймс.
Печать трафаретная. Усл. печ. л. . Уч.-изд. л. . Тираж 41 экз. Заказ №

Издатель и полиграфическое исполнение:
Межгосударственное образовательное учреждение высшего образования
«Белорусско-Российский университет».
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий
№ 1/156 от 7.03.2019.
Пр-т Мира, 43, 212022, Могилев.

© Белорусско-Российский
университет, 2019



Содержание

Введение.....	4
1 Характеристика индивидуального графического задания.....	5
2 Общие сведения о схемах.....	5
3 Электрические схемы.....	6
4 Общие правила выполнения чертежей электрических схем.....	7
5 Текстовая информация о схемах.....	11
Список литературы.....	13
Приложение А.....	14
Приложение Б.....	15
Приложение В.....	16
Приложение Г.....	18
Приложение Д.....	19
Приложение Е.....	20



Введение

Любая схема является сборочным чертежом. По ней, так же как и по машиностроительному сборочному чертежу, можно представить, как работает изделие, какие возможны регулировки, какие связи имеются между отдельными частями и какова его комплектность. Но по схемам невозможно определить геометрические размеры изделия, т. к. его составные части изображаются без масштаба и в виде условных графических обозначений (УГО), а соединения между ними – в виде линий функциональной связи. Кроме того, есть и другие отличия от сборочных чертежей машиностроительного профиля.

Поэтому рабочей программой дисциплины «Инженерная графика», изучаемой студентами электротехнических специальностей университета, предусмотрено выполнение индивидуального графического задания по выполнению чертежа схемы электрической принципиальной.



1 Характеристика индивидуального графического задания

Цель индивидуального задания: по приведенному описанию и структуре изделия электротехнического назначения, а также характеристике его составных частей (см. приложение А) требуется выполнить чертеж схемы электрической принципиальной.

Задание выполняется либо на чертежных листах бумаги формата А3 (в случае размещения схемы и таблицы перечня элементов на одном листе), либо на двух листах формата А4 (на одном листе схема, на втором – таблица перечня элементов). Примеры различного выполнения чертежа электрической схемы на изделие приведены в приложениях Б, В.

Перед выполнением задания рекомендуется ознакомиться с содержанием методических указаний.

2 Общие сведения о схемах

Схемой называется конструкторский документ, на котором показаны в виде условных графических изображений и обозначений составные части электротехнического изделия и связи между ними.

На каждой схеме можно выделить:

- *элемент схемы*, который выполняет определенную функцию и не может быть разделен на части, например, диод;
- *функциональную группу элементов*, которая также выполняет определенную функцию, но может быть разделена на части, например, диодный выпрямительный мост;
- *функциональную связь*, т. е. линию, канал, тракт определенного назначения, например, соединительный провод или токоведущая дорожка печатной платы.

Все схемы в зависимости от области использования, типов их элементов и связей между ними делятся на 10 видов:

- Э – электрические;
- Г – гидравлические;
- П – пневматические;
- Х – газовые;
- К – кинематические;
- В – вакуумные;
- Л – оптические;
- Р – энергетические;
- Е – деления;
- С – комбинированные.

Комбинированными схемы считаются, если в состав изделия входят различные элементы, например, электрогидравлические, гидропневматические, гидромеханические и т. д.



В зависимости от назначения схемы делятся на типы:

- 1 – структурные;
- 2 – функциональные;
- 3 – принципиальные;
- 4 – соединения;
- 5 – подключения;
- 6 – общие;
- 7 – расположения;
- 8 – объединенные.

Следовательно, код схемы состоит из буквы и цифры, например: Э1, Г3, П4 и т. д.

3 Электрические схемы

Электрической схемой (ЭС) называют изображение электрических цепей и устройств, на котором при помощи условных графических обозначений разъясняется принцип работы электротехнического изделия и показывается связь его отдельных элементов.

Устанавливают следующие разновидности ЭС.

Э1 – *схемы структурные*. Они (см. приложение Г), определяют основные (укрупненные) функциональные части изделия, их назначение, взаимосвязи и служат для общего ознакомления с изделием. Части изделия на схемах Э1 условно показывают прямоугольниками произвольных размеров, возле или внутри которых приводится уточняющая информация. При большом количестве частей изделия прямоугольники нумеруются, а их расшифровка приводится в таблице над штампом основной надписи.

Э2 – *схемы функциональные*. Эти схемы являются более подробными по сравнению со схемами Э1. Они показывают процессы, протекающие также и в определенных функциональных группах, и служат для контроля и наладки работы изделия. На схемах Э2 могут приводиться как прямоугольники для изображения некоторых частей изделия, так и условные изображения отдельных элементов. На схемах Э2 рекомендуется приводить графики, диаграммы и другие технические характеристики процессов. Их помещают возле соответствующих изображений отдельных частей. Пример схемы Э2 приведен в приложении Д.

Э3 – *схемы принципиальные*. Эти электрические схемы определяют полный состав элементов изделия и дают детальное представление о его работе в целом и по частям. Они служат для разработки чертежей изделия. На схемах Э3 изображают все элементы и функциональные группы, связи между ними, входные и выходные элементы (клеммы, контакты, разъёмы). Схемы Э3 обязательно дополняют *таблицами перечня элементов*. Пример схемы Э3 представлен в приложениях Б и В.

Э4 – *схемы соединений*. Они показывают соединение составных частей изделия, определяют провода, жгуты, кабели, которыми эти соединения выполняются, а также характеризуют места присоединения. Расположение изображе-



ний частей изделия и цвет линий функциональной связи на таких схемах должно примерно соответствовать их расположению и цвету соединяемых проводов на изделии. Схемы Э4 содержат специальные *таблицы подключений*, где приводятся данные обозначений проводов, места их подключения, марка, сечения и цвет изоляции.

Э5 – *схемы подключений*. Они показывают подключения к изделию внешних устройств. На них изображается изделие, его входные/выходные устройства (зажимы, разъёмы), подводимые к ним концы проводов и прочие данные. Все элементы таких схем должны иметь маркировку, аналогичную изделию. Сведения о внешнем подключении указывают в *таблицах подключений* (форма таблиц произвольная).

4 Общие правила выполнения чертежей электрических схем

1 Схемы выполняются на стандартных листах чертежной бумаги с внутренней рамкой и штампом основной надписи.

2 В штампах основной надписи шифр чертежа должен содержать аббревиатуру (Э1, Э2, Э3, Э4, Э5) кода схемы, а название изделия – уточняющие надписи: Схема электрическая структурная, Схема электрическая принципиальная и т. д.

3 Схемы выполняют без масштаба в отношении их общего размера.

4 Элементы схем и линии их функциональной связи следует располагать так, чтобы можно было лучше представлять изделие.

5 Целесообразно применять строчный способ построения схемы, когда каждая её строка несёт определенное функциональное назначение. Выполняемую изделием функцию в этом случае удобно пояснять напротив соответствующей строки.

6 Линии функциональной связи предпочтительно выполнять горизонтальными или вертикальными с наименьшим числом изломов и пересечений. Минимальное расстояние между соседними параллельными линиями связи – 3 мм. Общие обозначения электрических связей, проводов, кабелей, шин в соответствии с ГОСТ 2.741–73 приведены в таблице 1.

7 Обрывы линий связи заканчивают стрелками с указанием адреса подключения или необходимыми характеристиками.


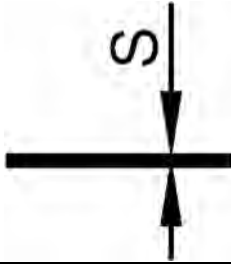
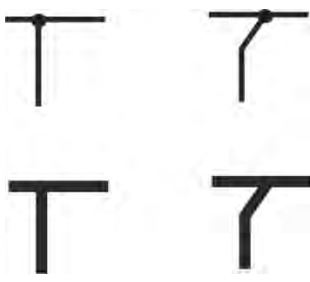
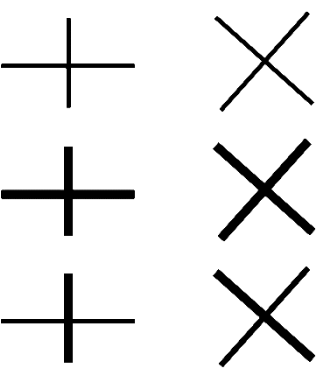
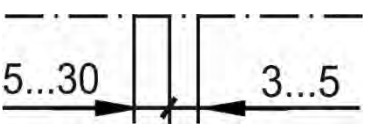
8 Линии связи и изображения других элементов схем выполняют линиями одинаковой толщины, за исключением линий групповой связи и корпуса прибора.

9 Допускается для большей наглядности линий связи на схемах использовать различные цвета.

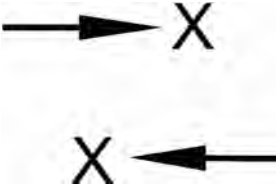
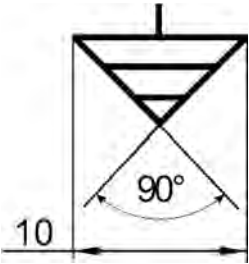

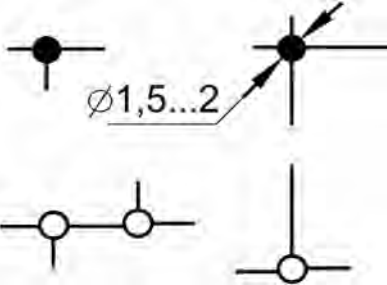

10 Элементы электрических схем представляются в виде условных графических обозначений (УГО), которые имеют свои изображения и определенные размеры. Все они стандартизированы. Некоторые виды УГО элементов приведены в приложении Е.



Таблица 1 – Общие обозначения электрических связей

Наименование	Обозначение	Примечание
1	2	3
Линия электрической связи, провод, кабель, шина		Рекомендуется принимать $S/2 = 0,3...0,7$ мм
Линия групповой связи		$S = 0,5...1,4$ мм. Сплошная основная согласно ГОСТ 2.303–68
Графическое разветвление линий электрической связи групповой связи		
Графическое пересечение линий электрической связи групповой связи групповой связи с элек- трической		Линии должны пересекаться под углом 90°
Линия экранирования (общее обозначение)		Выполняется штрихпунктир- ной линией (ГОСТ 2.303–68)

Окончание таблицы 1

1	2	3
Обрыв электрической связи		На месте знака X указывают необходимые данные о продолжении линии на схеме
Заземление		
Корпус (аппарата, прибора, машины)		
Линия электрической связи с ответвлением При выполнении схем автоматическим способом допускается точки ответвления не зачернять		Угол между ответвлениями 90°
Допускается изображать ответвления под углами, кратными 45°		

11 Правее и выше каждого УГО элемента проставляют позиционное обозначение, состоящее из заглавных букв латинского алфавита и цифр той же высоты (рисунок 1).

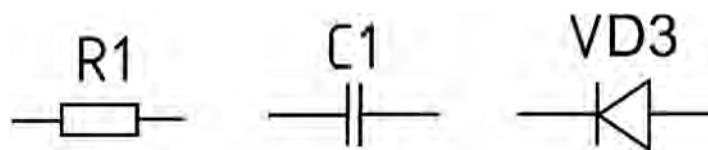


Рисунок 1 – Примеры подписей УГО элементов

12 Порядковые номера в позиционных обозначениях начинают по схеме слева-направо и сверху-вниз в пределах каждой группы элементов: R1, R2, R3; C1, C2, C3; VT1, VT2 и т. д.

13 Для упрощения изображений схем применяют условные графические слияния и ответвление линий связи.

14 Ответвление/слияние одиночных линий связи помечается окружностью диаметром 1,5...2,0 мм, которая может быть зачерненной и незалитой (рисунок 2).



Рисунок 2 – Обозначение одиночных линий связи

15 Ответвление/слияние одиночных линий связи в групповую (жгут) изображается без окружности, но помечается цифрой. Линия жгута в этом случае должна быть более толстой (рисунок 3).

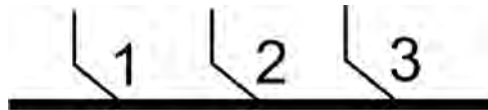


Рисунок 3 – Групповая линия связи

16 Слитую линию связи помечают либо засечкой и рядом с ней цифрой, определяющей количество в ней слитых одиночных линий, либо несколькими – по числу одиночных линий – засечками (рисунок 4).

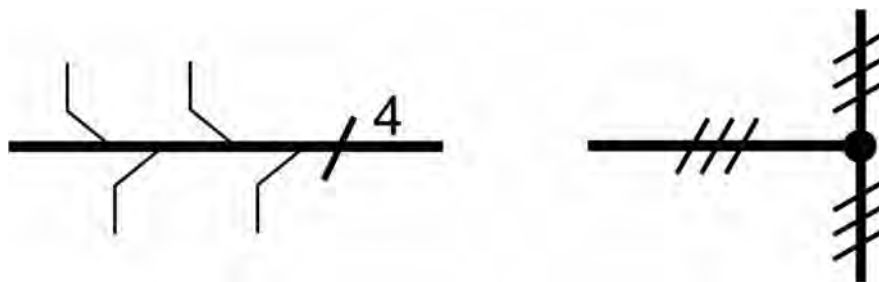


Рисунок 4 – Изображение слияний линий связи

17 Функциональные группы элементов выделяют штрихпунктирной линией. Если таких групп несколько, то полностью группу изображают лишь один раз и нумеруют. Для других подобных групп приводят изображения лишь штрихпунктирных прямоугольников с указанием соответствующего номера (рисунок 5).

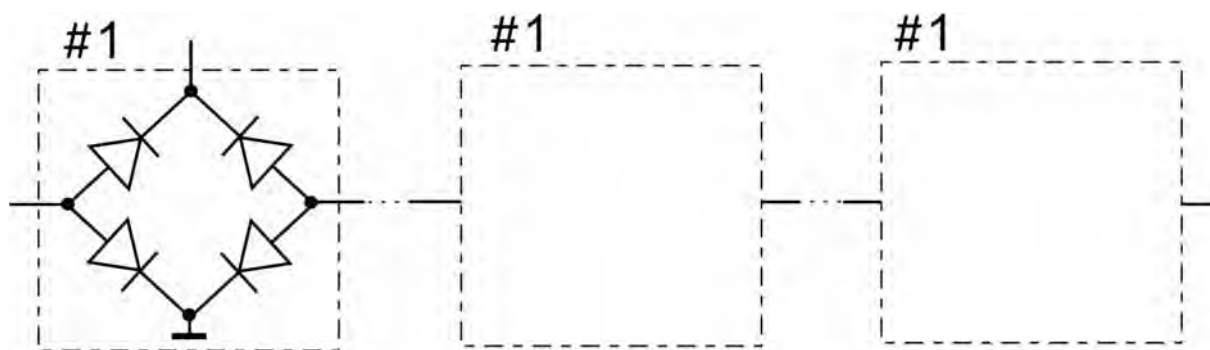


Рисунок 5 – Примеры изображений одинаковых функциональных групп

18 При изображении последовательного и параллельного соединения одинаковых элементов допускается применять их совмещённое в одно УГО с указанием количества элементов (рисунок 6).

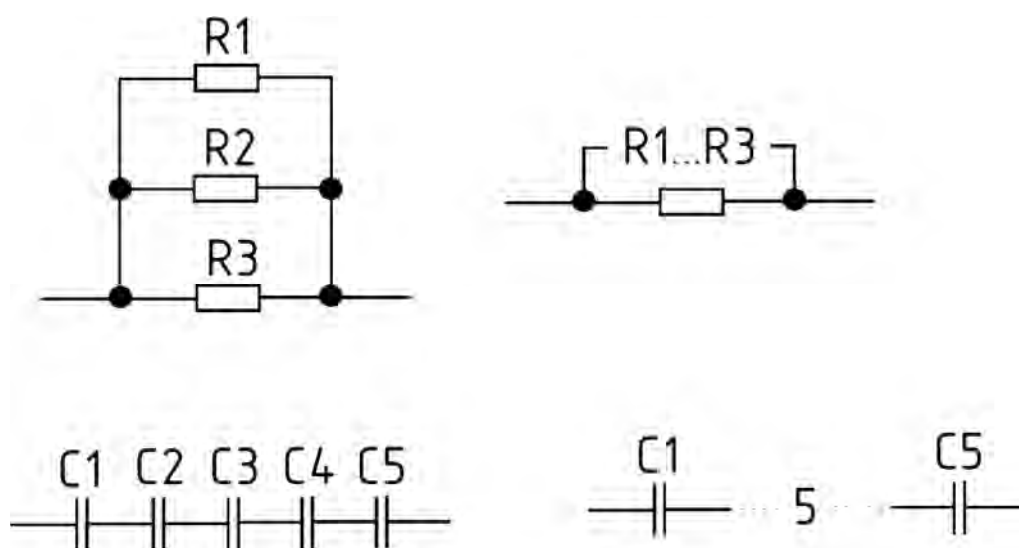


Рисунок 6 – Примеры упрощения изображений групповых элементов

5 Текстовая информация на схемах

Кроме графических изображений, на чертежах электрических схем может приводиться и текстовая информация (рисунок 7). Она располагается:

- рядом с УГО элемента (буквенно-цифровое обозначение, обозначение параметров элемента, характеристика импульса и т. д.);
- внутри УГО элемента (условное обозначение, величина мощности, величина сопротивления и т. д.);
- рядом с линиями функциональной связи (обозначение адреса, характеристика кабеля и т. д.);
- на свободном поле чертежа в виде обычного текста (техническая характеристика изделия, технические требования по его хранению, правила эксплуатации и т. д.);

– внутри таблиц, дополняющих чертеж схемы (перечня элементов, подключений, соединений).

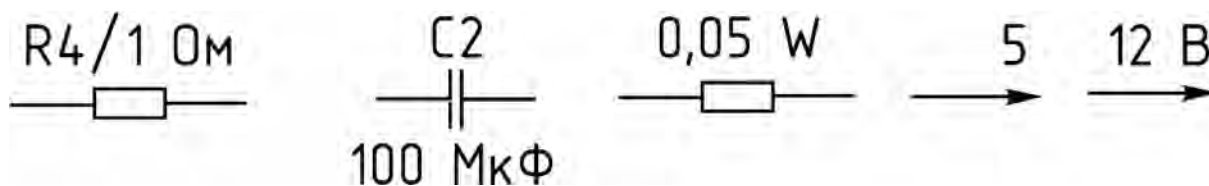


Рисунок 7 – Примеры подписей текста около УГО элементов

На чертежах схем электрических принципиальных применяется таблица перечня элементов. Она выполняется либо на отдельных листах А4, либо совмещается с чертежом схемы. При этом ее располагают над штампом основной надписи, но не ближе 12 мм до него. Форма, размеры и содержание колонок таблицы показаны на рисунке 8.

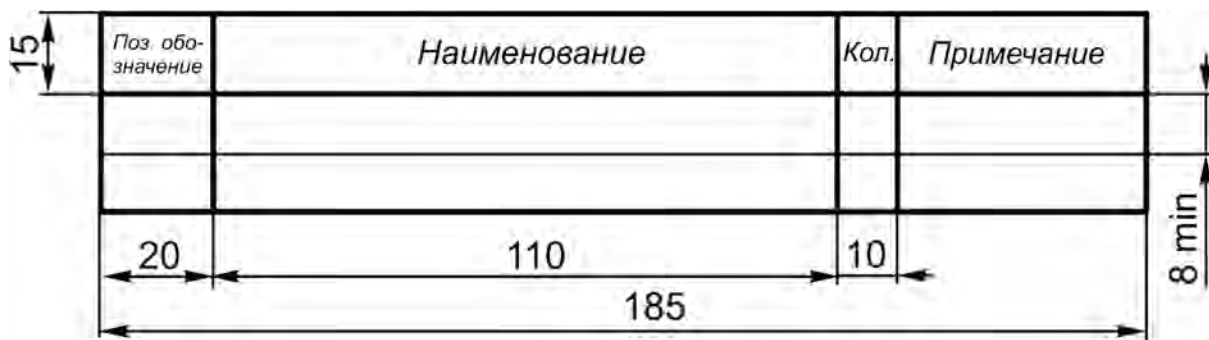


Рисунок 8 – Таблица перечня элементов

В строках таблицы перечня элементов по колонкам помещается следующая информация:

- *Поз. обозначение* – записывают позиционные обозначения элементов. Например: R1, C2, VT4 и т. д.;
- *Наименование* – приводят наименование элемента с его стандартным обозначением. Например: Резистор МЛТ-0.5-100 Ом-10 % ГОСТ 7113–77;
- *Кол.* – указывают количество наименованных элементов;
- *Примечание* – рекомендуют приводить данные элемента, не помещённые в его условное обозначение, например, цвет проволоки, исполнение резистора (в стеклянной трубе или керамическом цилиндре) и т. д.

Элементы в таблицу перечня заносят по группам в алфавитном порядке латинского алфавита, а в пределах каждой группы – по возрастанию порядковых номеров. Элементы одного типа и с одинаковыми параметрами, имеющие на схеме последовательные номера, допускается записывать в одну строку таблицы. При этом в колонке «Поз. обозначение» приводят первое и последнее позиционные обозначения элемента (VT1...VT5) или через запятые (R1, R2, R3). В колонке «Кол.» указывают их общее количество. Рекомендуется при записи одинаковых элементов объединять их в группу, название которой приводят один

раз в графе «Наименование» и подчёркивают. Тогда название каждого элемента группы не записывают, а приводят лишь его техническую характеристику.

Список литературы

1 **ГОСТ 2.701–2008 ЕСКД. Схемы. Виды и типы. Общие требования к выполнению.** – Москва: Стандартинформ, 2009. – 17 с.

2 **ГОСТ 2.702–2011. Единая система конструкторской документации (ЕСКД). Правила выполнения электрических схем.** Москва: Стандартинформ, 2011. – 27 с.

3 **Александров, К. К. Электротехнические чертежи и схемы / К. К. Александров, Е. Г. Кузьмина.** – 2-е изд., исправ. и доп. – Москва: МЭИ, 2004. – 300 с.



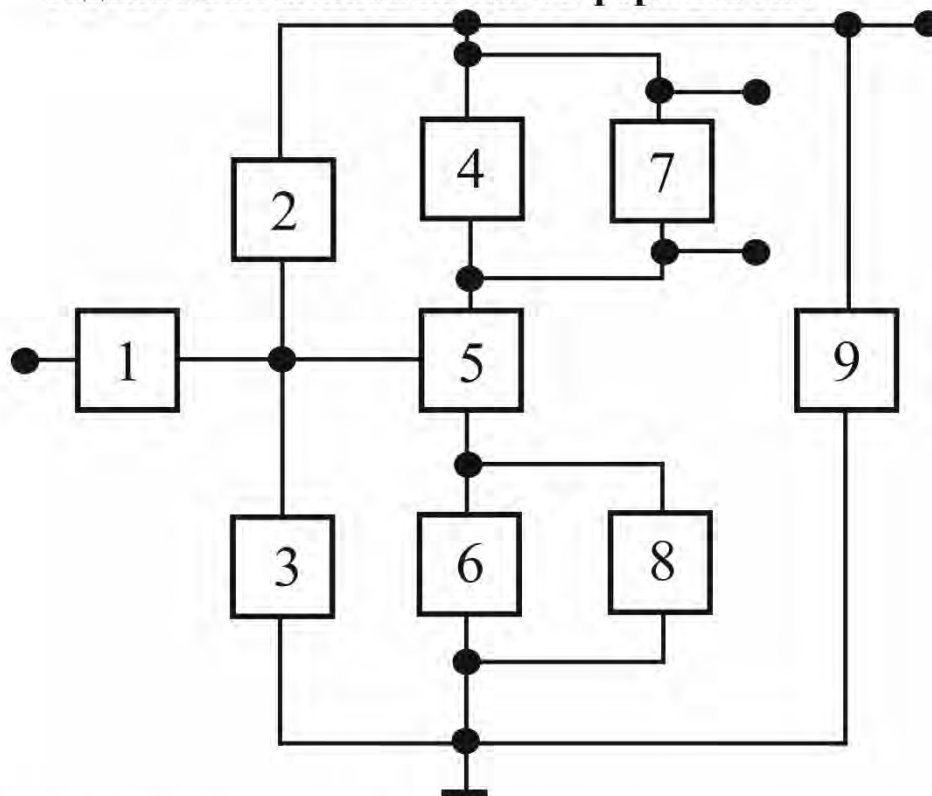
Приложение А (справочное)

Умножитель частоты

1. Выполнить схему электрическую принципиальную в соответствии со стандартами на обозначения условные графические в схемах.

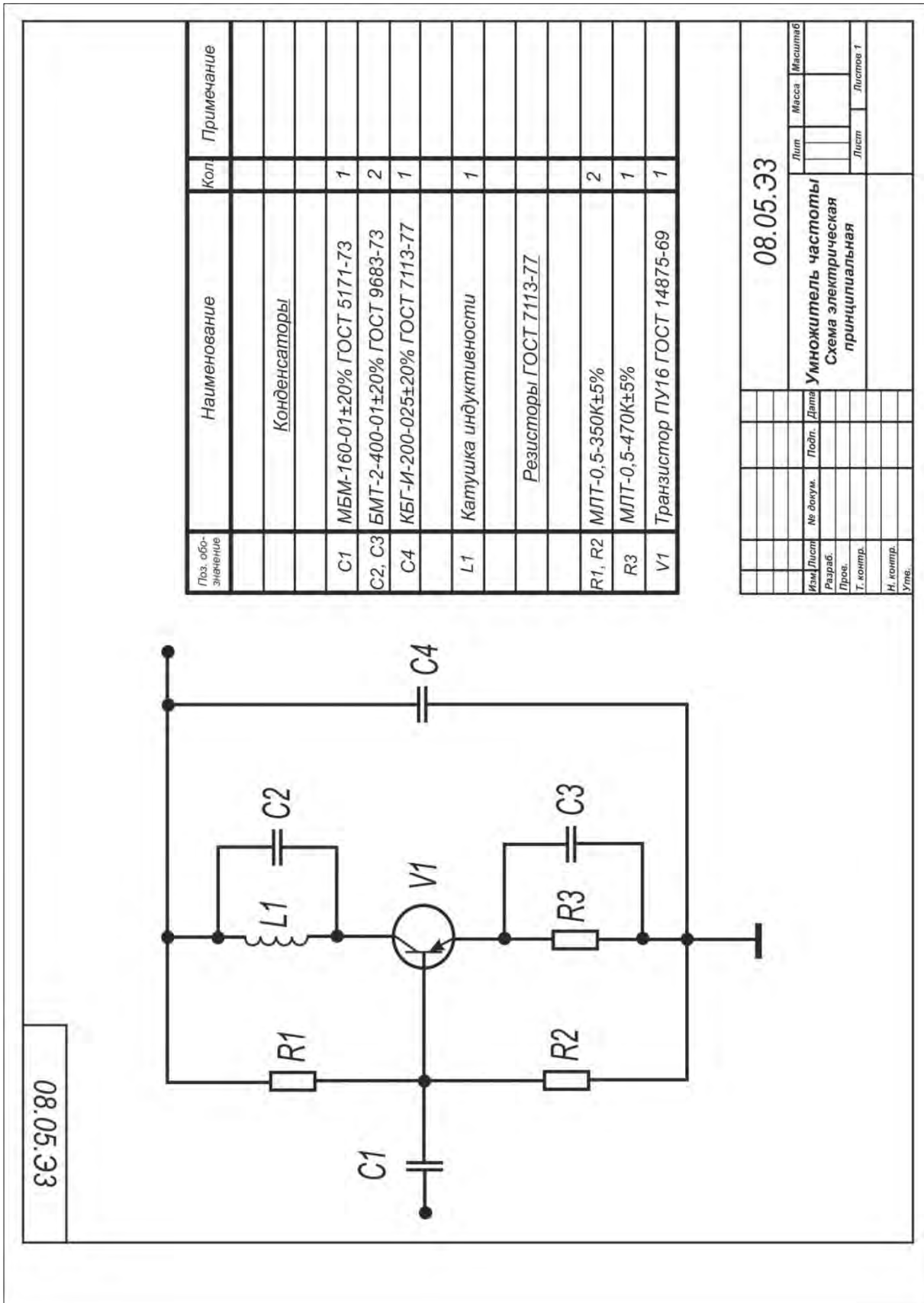
2. Составить перечень элементов, входящих в схему.

Задание выполнять на листе формата А3.



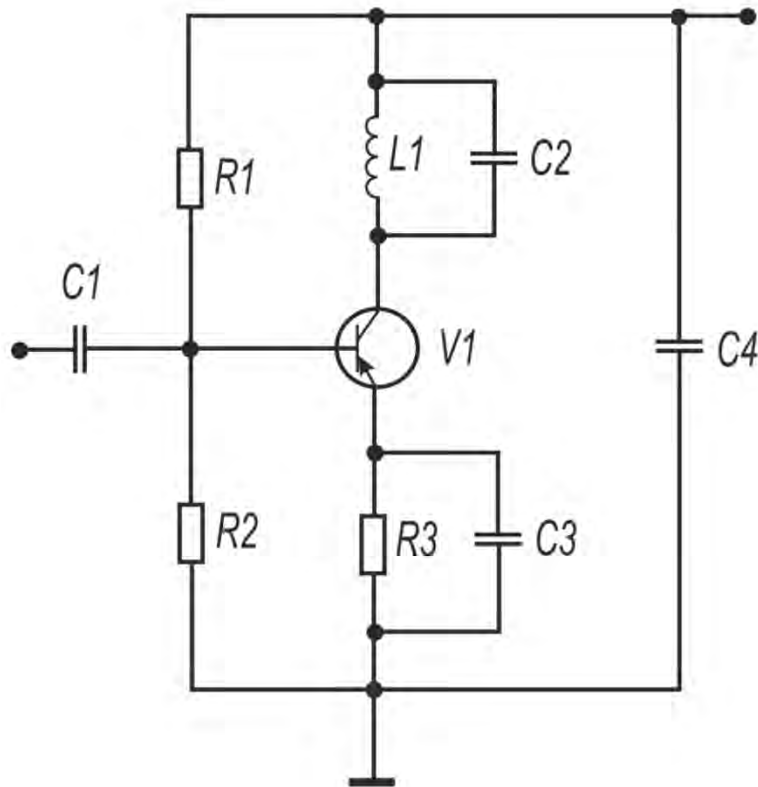
№ по схеме	Типы элементов и номинальные значения
1	Конденсатор МБМ-160-01±20% ГОСТ 5171-73
2, 3	Резисторы МЛТ-0,5-350К±5% ГОСТ 7113-77
4	Катушка индуктивности
5	Транзистор ПУ16 ГОСТ 14875-69
6	Резистор МЛТ-0,5-470К±5% ГОСТ 7113-77
7, 8	Конденсаторы БМТ-2-400-01±20% ГОСТ 9683-73
9	Конденсатор КБГ-И-200-025±20% ГОСТ 7113-77

Приложение Б (справочное)



Приложение В (справочное)

08.05.ЭЗ



08.05.ЭЗ

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Умножитель частоты Схема электрическая принципиальная	Лит	Масса	Масштаб
Разраб.								
Пров.								
Т. контр.						Лист 1	Листов 2	
Н. контр.								
Утв.								



ЭЭ'90'80

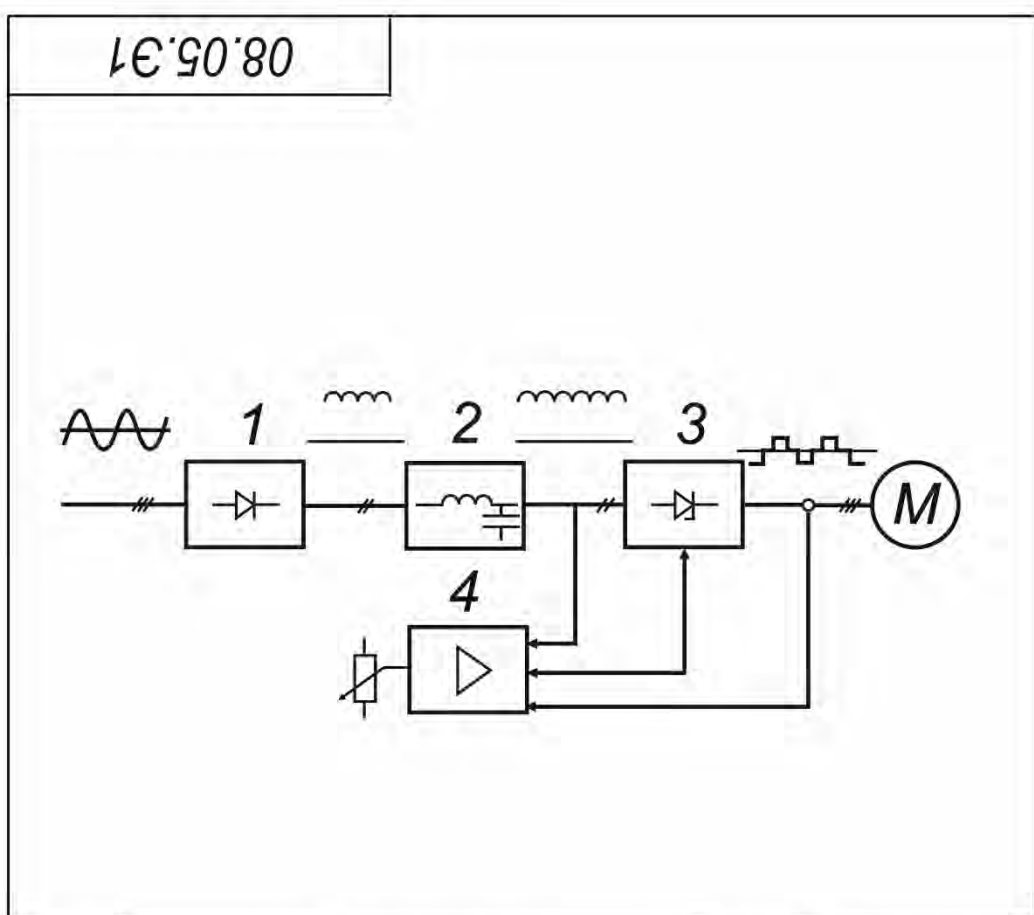
Поз. обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
	<u>Конденсаторы</u>		
C1	МБМ-160-01±20% ГОСТ 5171-73	1	
C2, C3	БМТ-2-400-01±20% ГОСТ 9683-73	2	
C4	КБГ-И-200-025±20% ГОСТ 7113-77	1	
L1	Катушка индуктивности	1	
	<u>Резисторы ГОСТ 7113-77</u>		
R1, R2	МЛТ-0,5-350К±5%	2	
R3	МЛТ-0,5-470К±5%	1	
V1	Транзистор ПУ16 ГОСТ 14875-69	1	

08.05.ЭЗ

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			
Разраб.					Умножитель частоты Перечень элементов		
Пров.							
Т. контр.							
Н. контр.							
Утв.					Лит	Лист	Листов
						2	2



Приложение Г (справочное)



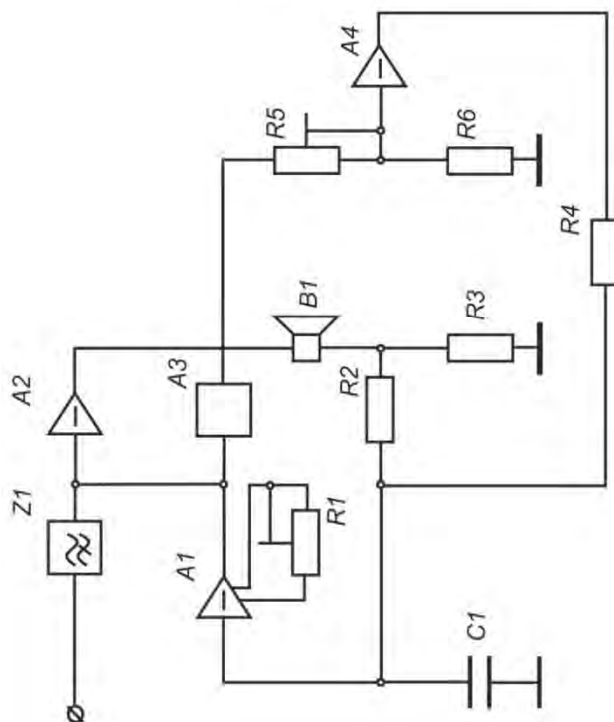
Поз. обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
1	Выпрямитель	1	
2	Фильтр	1	
3	ШИМ-инвертор	1	
4	Блок управления	1	

				08.05.Э1		
				Преобразователь частоты		
				Схема электрическая структурная		
Изм. Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лит	Масса	Масштаб
Разраб.						
Пров.						
Т. контр.				Лист 1	Листов 2	
Н. контр.						
Утв.						

Приложение Д (справочное)



08.05.92


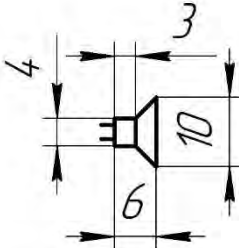

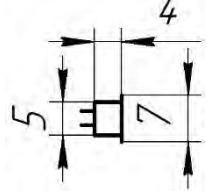
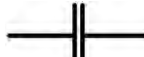
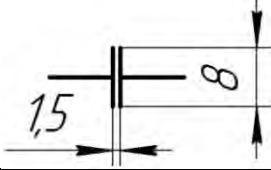
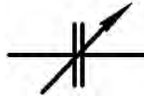
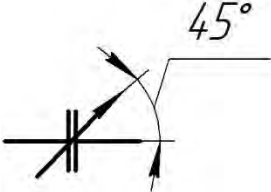
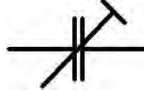
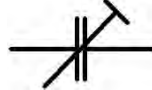
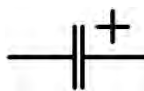
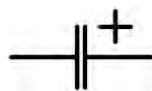
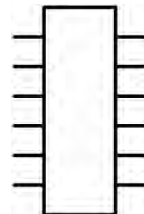
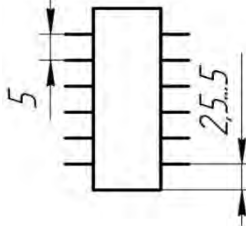


Поз. обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
A1	Усилитель инвертирующий	1	
A2	Усилитель мощности МЧ	1	
A3	Устройство ООС	1	
A4	Усилитель инвертирующий	1	
B1	Микрофон	1	
C1	Конденсатор	1	
R1	Резистор подстроечный и так далее	1	
...			
Z1	Фильтр высоких частот	1	


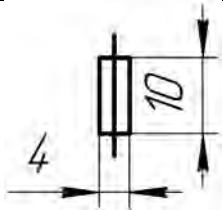

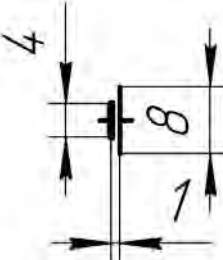
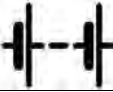

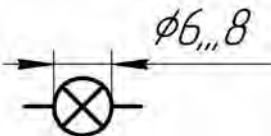

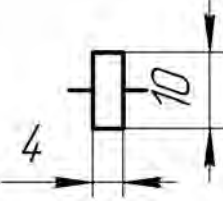

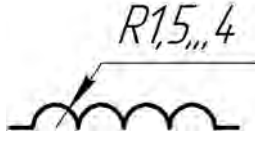

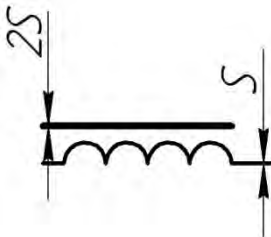
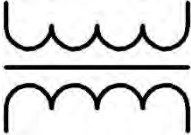
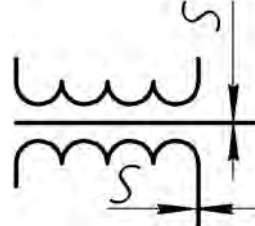

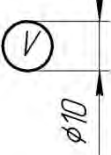
Изм/Лист		№ докум.	Подп.	Дата	Лист	Масса	Масштаб
Разраб.							
Пров.							
Т. контр.					Листов 1		
И. контр.							
Угов.							
08.05.92					Усилитель Схема электрическая функциональная		

Приложение Е (обязательное)


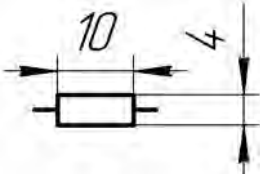
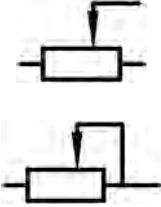
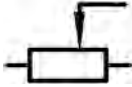
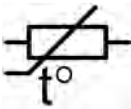
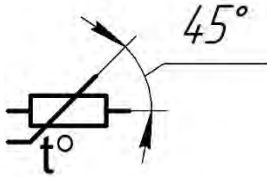

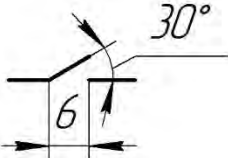

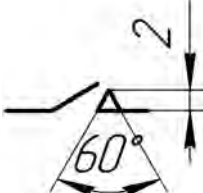
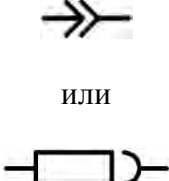
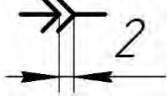

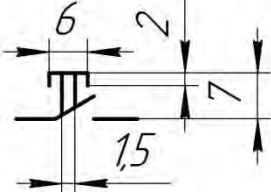

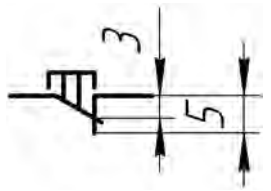
Таблица Е.1 – Условные графические обозначения и размеры элементов электрических схем

Название элемента	Буквенный код элемента		Графическое обозначение элемента	Размер изображения элемента	Номер ГОСТа
	одно-буквенный	двух-буквенный			
1	2	3	4	5	6
Громкоговоритель	<i>B</i>				2.741–68
Телефон	<i>B</i>				2.741–68
Конденсатор нерегулируемый	<i>C</i>				2.928–74
Конденсатор регулируемый	<i>C</i>				2.928–74
Конденсатор подстроечный	<i>C</i>				2.928–74
Конденсатор электролитический (полярный)	<i>C</i>				2.928–74
Микросхема	<i>D</i>	<i>DA</i>			2.743–82

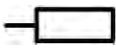
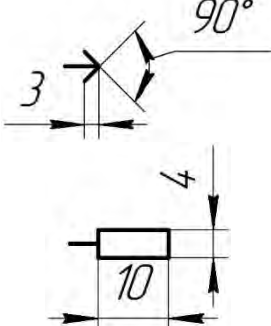


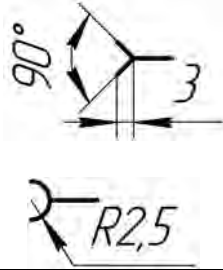

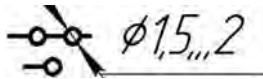

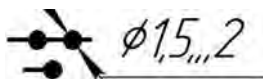

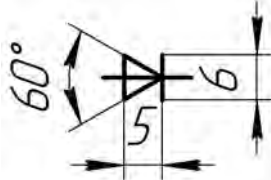

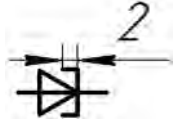


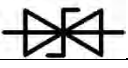

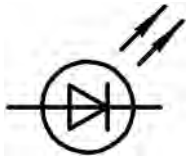
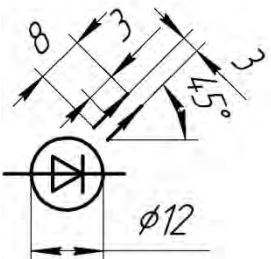
Продолжение таблицы Е.1

1	2	3	4	5	6
Предохранитель плавкий	<i>F</i>	<i>FU</i>			2.727-68
Источник питания электрохимический, термоэлектрический	<i>G</i>				2.742-68
Батарея аккумуляторная	<i>G</i>	<i>GB</i>			
Лампа накаливания	<i>H</i>				2.732-68
Реле	<i>K</i>				2.721-74
Реле указательное					
Реле токовое					
Реле времени					
Реле напряжения					
Катушка индуктивности	<i>L</i>				2.723-68
Дроссель	<i>L</i>				2.723-68
Трансформатор	<i>T</i>				2.723-68
Вольтметр	<i>P</i>	<i>PU</i>			2.729-68

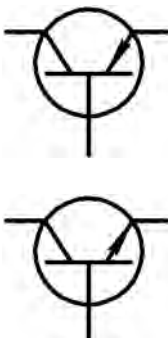
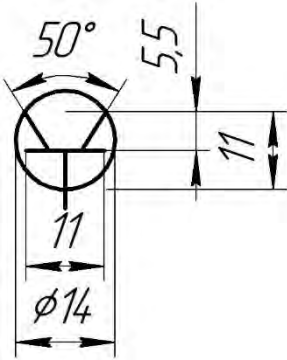

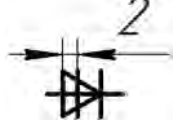

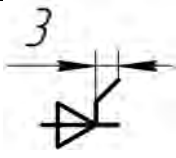

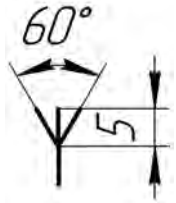

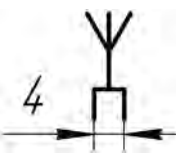
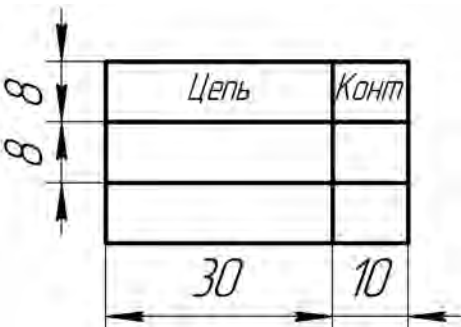
Продолжение таблицы Е.1

1	2	3	4	5	6
Резистор нерегулируемый	R				2.728–74
Резисторы регулируемые: с разрывом цепи без разрыва цепи	R				2.728–74
Терморезистор	R	RK			2.728–74
Выключатель однополюсный	S				2.755–74
Контакт замыкающий с самовозвратом	S				2.755–87
Соединение контактное разъемное	X				2.755–87
Выключатель кнопочный нажимной: с замыкающим контактом	S	SV			2.755–87
с размыкающим контактом					

Продолжение таблицы Е.1

1	2	3	4	5	6
Штырь	<i>X</i>	<i>XP</i>	→ или 		2.755–87
Гнездо	<i>X</i>	<i>XS</i>	 или 		2.755–87
Контакт разборного соединения	<i>X</i>	<i>XT</i>			2.755–87
Контакт неразборного соединения	<i>X</i>				2.755–87
Диод полупроводниковый (общее обозначение)	<i>V</i>	<i>VD</i>			2.730–73
Туннельный диод	<i>V</i>	<i>VD</i>			2.730–73
Стабилитрон: односторонний	<i>V</i>	<i>VD</i>			2.730–73
двухсторонний					
Светодиод	<i>V</i>	<i>VD</i>			2.730–73

Окончание таблицы Е.1

1	2	3	4	5	6
Транзистор: тип р–п–р тип п–р–п	 V V	 VT V			 2.730–73 2.730–73
Тиристор диодный	V	VS			2.730–73
Тиристор триодный	V	VS			2.730–73
Антенна несимметричная	W				2.735–68
Антенна симметричная (вибратор)	W				2.735–68
Таблица контактов соединений					2.702–75